



ИНСТИТУТ
МАТЕМАТИКИ
МЕХАНИКИ
КОМПЬЮТЕРНЫХ
НАУК

имени И.И. Воровича

XXXI НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

Материалы конференции

18 – 20 апреля 2024 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
XXXI научной конференции
(Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 18 – 20 апреля 2024 г.)**

**Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2024**

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 XXXI научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 18 – 20 апреля 2024 г.) – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 16,2 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. – 485 с.

ISBN 978-5-9275-4617-6

В сборнике представлены доклады участников научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» (Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, 18 – 20 апреля 2024 г.).

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9275-4617-6

УДК 004(063)
ББК 32.97я43

© Южный федеральный университет, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ И ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ Муратова Г. В.	12
МОБИЛЬНЫЙ КЛИЕНТ ДЛЯ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID Абрамов П. А.	16
РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕЙМИФИЦИРОВАННЫХ LMS Абрамова С. А.	18
О НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ЗАДАЧНИКА PROGRAMMING TASKBOOK, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАНТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ Абрамян М. Э.	20
ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРОННОМ ЗАДАЧНИКЕ PROGRAMMING TASKBOOK 5 ДЛЯ WINDOWS И LINUX Абрамян М. Э., Цюй Жуйчэнь (曲芮辰)	23
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК ПО ПАРАЛЛЕЛЬНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ MPI 2.0: ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ И ОСОБЕННОСТИ ВЕРСИИ 1.6 Абрамян М. Э., Ван Синьци (王欣琦)	27
РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОГО КОМПОНЕНТА ВЕБ-СРЕДЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ЗАДАЧНИКА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ Абрамян М. Э., Устин А. М.	30
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ЗАЩИТОЙ ОТ СТИРАНИЙ Айдаркин Е. Е., Могилевская Н. С.	32
СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ Айдинян Л. А., Демяненко Я. М.	36
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ СЕТОК ДЛЯ ГОНОЧНОГО СИМУЛЯТОРА НА ДВИЖКЕ UNITY Алёхов А. Г.	38
СЕМЕЙСТВО РАВНОВЕСИЙ ДЛЯ ТРОФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЖЕРТВА-ХИЩНИК-СУПЕРХИЩНИК» Алмасри А., Цибулин В. Г.	40
СОЗДАНИЕ ОБУЧАЮЩЕГО САЙТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРА И ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ» Андреева Е. М., Хошафян А. С.	44
ИНФРАСТРУКТУРА ПРАКТИЧЕСКОГО КУРСА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ GITLAB Баглий А. П.	48
ФИНАНСОВЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ Балашова Т. Н., Головки Л. В.	52
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХОЖЕСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ Батычко Н. Н.	57
МОДИФИКАЦИЯ ПРЕЦЕДЕНТНОГО АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ Беляков С. Л., Исаев А. В.	60

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДОСТУПНОСТИ УБЕЖИЩ Бережная А. В., Гинис Л. А.	64
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ DART В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ Блинова Е. Е., Абросимова Ю. М.	68
ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ Блинова Е. Е., Глазко И. В.	72
ТРАНСФОРМАЦИЯ КУРСА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ» В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ Блинова Е. Е., Евланова А. Г.	76
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ИОС ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНО- ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В КОЛЛЕДЖЕ Блинова Е. Е., Костыльга А. Г.	82
ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ БАЗЫ ДАННЫХ ПЛАЗМОННЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ Болдырев Р. А., Авакян Л. А.	88
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ РЕШЕНИЮ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ Бреус И. А., Шатурная Ю. А.	92
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОСНОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В 5–6 КЛАССАХ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ Брылова В. Д., Шабас И. Н.	96
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ФОТОННЫХ КАРТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕКСТУРЫ КАУСТИК Вавилкин М. А.	101
РАЗРАБОТКА ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАСТРАИВАЕМЫХ TELEGRAM-БОТОВ Валяев С. Н.	103
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ PUZZLE-МЕХАНИК ДЛЯ 2D ИГРЫ НА UNITY Виниченко А. В.	105
СРЕДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОЗДАНИЮ И РАЗРАБОТКЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ Волошко К. В., Кувшинова Е. Н.	107
МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ СВЧ Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.	110
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ Гармашов С. И., Быковский М. И., Тонконогов Н. И.	113
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АСАН ЙОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ Гладкова К. Н., Демяненко Я. М.	117
ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В GODOT ENGINE С ПОМОЩЬЮ WAVEFUNCTIONCOLLAPSE Гнатенко Б. С.	120
МОДЕЛИРОВАНИЕ «БЕЗРИСКОВЫХ» ПРОЦЕНТНЫХ СТАВОК И ОЦЕНКА ДЕРИВАТИВОВ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО Голенищев А. Э., Белявский Г. И.	122

ПЕРЕНОС ПАССИВНЫХ ЧАСТИЦ В ПОЛЕ СКОРОСТИ ВИХРЕВОГО ДИПОЛЯ НА ПЛОСКОСТИ Гончаров Б. К., Говорухин В. Н.	126
РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-РЕДАКТОРА ДЛЯ ИГРОВОГО ДВИЖКА DRAGONRUBY Горшков С. А.	130
ОБЩАЯ ЗАДАЧА ОГРАНИЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В СЕТИ Госьков Д. А., Скороходов В. А.	132
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА МИКРОЧАСТИЦ В ВЯЗКОУПРУГИХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ Гребнев И. И., Попов В. А., Ганченко Г. С., Демехин Е. А., Моршнева И. В.	135
ПЛАНИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУППЫ АГЕНТОВ В НЕИЗВЕСТНОЙ СРЕДЕ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ Гробер М. А., Скороходов В. А.	137
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПИСЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ДИСЦИПЛИНЫ “ЦИФРОВОЙ КАФЕДРЫ” И МУАМ Губская Н. В., Дугина Л. В.	141
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСКАДА РЕГРЕССОРОВ ДЛЯ СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗА НОВОСТНЫХ ЗАГОЛОВКОВ И ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОГО ВЛИЯНИЯ НОВОСТЕЙ НА ПРОЦЕНТНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СТОИМОСТИ АКЦИЙ Гурин И. С., Ячменева Н. Н.	145
АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Давтян Т. А., Махно В. В.	149
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТОВОГО ОПИСАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ Деев И. М., Лошкарёв И. В.	152
ИНСТИТУТ МЕНТОРСТВА В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Демяненко Я. М.	155
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ МЕТОДАМИ DATA MINING Диточкин И. О.	157
УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ Довыборцев Г. А., Усов А. Б.	159
НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА ЖЕСТОВ Доц Е. А., Ячменева Н. Н.	162
СОЗДАНИЕ И ПОСТОБРАБОТКА ЛЕГКОВЕСНЫХ ГРАММАТИК GO И GRAPHQL ДЛЯ РАЗМЕТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЕЙ КОДА Дроздов Д. С., Михалкович С. С.	166
СИМУЛЯЦИЯ ДЫМА В ЭКРАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ Дуюнов С. И.	169
ЛОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВХОДЯЩИМИ ПОТОКАМИ В РЕГУЛЯРНЫХ РЕСУРСНЫХ СЕТЯХ С МАЛЫМ РЕСУРСОМ Евсеенко А. В., Скороходов В. А.	172
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД В МАГНИТООЖИЖЕННОМ СЛОЕ Егоров Н. Я., Егоров И. Н., Егорова С. И.	175

МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ Ёлшина Е. Б.	180
ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВЫЕ ПОДПИСИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КАДРОВЫХ ДОКУМЕНТОВ Ёлшина Е. Б.	183
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ РЕКОНСТРУКЦИИ НА RGB ИЗОБРАЖЕНИЯХ Ермолаев Д. А., Демяненко Я. М.	187
ВНЕДРЕНИЕ СЭД 1С-ДОКУМЕНТООБОРОТ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЮФУ Загриценко Н. Н., Гнилицкий Д. К.	190
МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ УЧАЩИХСЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ Записных Н. М., Евланова А. Г.	194
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУМЕРНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЕ ЖИДКОСТЕЙ Зеленчук П. А.	199
АРХИТЕКТУРА МНОГОЯЗЫКОВОЙ КОМПИЛЯЦИИ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCALABC.NET НА ПРИМЕРЕ ЯЗЫКА SPYTHON Земляк А. С., Крылов В. В., Мовчан Е. В., Михалкович С. С.	202
РАЗРАБОТКА ADVENTURE ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY 3D Зиннатуллин К. С.	206
ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И А. Е., Юдина В. А.	209
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО ЛАЗЕРА НА ТРОЙНОЙ СМЕСИ ПАРОВ МЫШЬЯКА С ГЕЛИЕМ И НЕОНОМ Иванов И. Г.	212
ОБЗОР ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ МЕТОДОМ ГРАФОВЫХ ГРАММАТИК Иванченко В. В.	214
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ОТВЕТАХ НА ВОПРОСЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИГР Игнатенко Е. А.	217
РАСШИРЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СРЕДЕ UNITY Игнатенко И. Д.	219
НАТУРНАЯ ВАЛИДАЦИЯ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ВЫСОКОЙ СИММЕТРИЕЙ В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ Казаков Е. А.	222
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ Казаченок В. В.	226
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТЕЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТЬЮРИНГА В СИСТЕМАХ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ Келеметова К. А., Ревина С. В.	230
ОБЗОР ПОДХОДОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СГЕНЕРИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ Коваленко А. С., Демяненко Я. М.	234
НАВИГАЦИЯ АГЕНТОВ В МНОГОАГЕНТНОЙ СРЕДЕ Козловский А. А., Демяненко Я. М.	237

НАСТРОЙКА СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ АВТОДЕПЛОЯ KUBERNETES Кондратьева А. М.	240
ЕДИНАЯ УЧЕТНАЯ СИСТЕМА УНИВЕРСИТЕТА Косицына И. В.	245
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АУДИТОРНЫМ ФОНДОМ ИММНКН ЮФУ Костенко М. С., Чердынцева М. И.	249
ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УРОК ИНФОРМАТИКИ И СЛОЖНОСТИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ Костюкова Л. Ю.	251
КОНЕЧНО-РАЗНОСТНАЯ СХЕМА НА НЕРАВНОМЕРНОЙ СЕТКЕ ДЛЯ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ В КРУГОВОЙ ОБЛАСТИ Коханов П. В.	254
ПОНЯТИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ Кувшинова Е. Н., Лебедь В. А.	258
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ Кувшинова Е. Н., Насибян А. А.	262
ОСНОВЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ НА ЯЗЫКЕ PYTHON Кувшинова Е. Н., Стилиди К. В.	266
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ QR-КОДОВ НА МОБИЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ИСКАЖЕНИЙ Кузуб П. Э.	270
АНАЛИЗ ДАННЫХ И ВОПРОСЫ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗЫ ГЕОДАНЫХ В СФЕРЕ ТУРИЗМА Куликов Д. К.	272
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ Кутищева А. Ю., Марков С. И., Трофимова С. А.	276
МЕТОДЫ ДЕФОРМАЦИИ ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE Лаврухин Е. А.	279
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КАТЕГОРИЗАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩЕЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ Лалаев Г. К., Махно В. В.	282
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ СКРИПТОВ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS Лысенко М. А.	284
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ «КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ» Малюков С. П., Мишнев В. Д.	287
ИТЕРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ГРАДИЕНТНОГО ТИПА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А.	290

РАЗРАБОТКА ГИС-ПРИЛОЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ Миронова А. А., Гинис Л. А.	293
СИМУЛЯТОР ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ Михайлишин А. С.	297
ОПЫТ ВЕДЕНИЯ ОФИЦИАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛА СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCALABC.NET Михалкович С. С.	301
АЛГОРИТМ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО СОКРЫТИЯ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ПОРОГОВОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ Могилевская Н. С., Терещенко О. В.	304
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИМУЛЯТОРОВ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ Могилевская Н. С., Юрасов А. И.	306
ЗАДАЧА ОГРАНИЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ Моздоров Н. А., Скороходов В. А.	310
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОПЫТА СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Мурзаева Е. С.	312
НЕЙРОСЕТЬ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Назарова А. Г., Майер С. Ф.	313
О ФИЗИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ Наседкин А. В.	316
РАСЧЕТ ДИНАМИКИ ТРЕХ ПОПУЛЯЦИЙ НА НЕОДНОРОДНОМ АРЕАЛЕ МЕТОДОМ ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ТОЧНОСТИ Нгуен Б. Х.	320
РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА UNITY ДЛЯ 3D РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИЦА ПО ФОТОГРАФИИ В ПРОЦЕССЕ ИГРЫ Нерчинский Н. В., Демяненко Я. М.	324
МЕТОДЫ DATA MINING В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ Нестеренко В. А.	326
СТРУКТУРА ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИБЛИОТЕК JETPACK Николаев А. В., Абрамян А. В.	329
ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЛИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДИК К ИННОВАЦИОННЫМ ПОДХОДАМ В ОБРАЗОВАНИИ Новиков И. Д.	332
НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ОБРАЗОВАНИЯ ПРИСОЕДИНЕННОЙ КАВЕРНЫ ЗА ПОГРУЖЕННЫМ В ЖИДКОСТЬ ЦИЛИНДРОМ ОТ СИСТЕМЫ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДАВЛЕНИЙ Норкин М. В.	336
РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВЕБ-АТЛАСА ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ Парамонова А. Г., Гордиенко Л. В.	340
О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ Пивень Д. Н.	344

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ БИНАРНОГО НЕСИММЕТРИЧНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ОКОЛО ИОНОСЕЛЕКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ Пономарев Р. Р., Ганченко Г. С., Демехин Е. А., Моршнева И. В.	348
МЕТОД ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, РЕАЛИЗАЦИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ Потапов В. Д.	350
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВИДЕОИГРАХ Праведник А. А., Шабас И. Н.	354
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В СОЗДАНИИ ЛОКАЦИЙ ДЛЯ ИГРОВЫХ СИСТЕМ Проскураков А. А.	358
МОДЕЛИРОВАНИЕ 3D ГЕОМЕТРИИ В КОНЕЧНО- ЭЛЕМЕНТНОМ ПАКЕТЕ FLEXPDE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OBJ ФАЙЛОВ Пустовалова О. Г.	361
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ФОТОЛОКАЦИЙ В КОНЦЕПЦИИ НОТАЦИЙ UML Пустовалова С. А., Гордиенко Л. В.	364
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОВЕДЕНИЯ NPC ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ НА ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE 5 Риттер А. В.	367
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОЙ ОКТАГОНАЛЬНОЙ УПАКОВКИ В ПРИБЛИЖЕНИИ РЕШЕТОЧНОГО ГАЗА Рошаль А. С., Рошаль С. Б.	369
СРАВНЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРАЛЛОВЫХ КОЛОНИЙ И ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ МОНОСЛОЕВ Рошаль Д. С., Федоренко К. К., Серегина К. Ю., Рошаль С. Б., Багдигян С.	372
ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КРУЧЕНИЯ УГЛОВОГО ПРОФИЛЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Рукавишников В. А., Рябокоть А. С., Ткаченко О. П.	376
ОЦЕНКА СКОРОСТИ СХОДИМОСТИ РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ БИГАРМОНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ С СИНГУЛЯРНОСТЬЮ В L-ОБРАЗНОЙ ОБЛАСТИ НЕКОНФОРМНЫМ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Рукавишников В. А., Чемоданов А. А.	380
О ПЕРВОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ БИГАРМОНИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С УГЛОВОЙ СИНГУЛЯРНОСТЬЮ Рукавишников В. А., Чемоданов А. А., Рукавишникова Е. И.	384
АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СЕТОК СО СГУЩЕНИЕМ К ГРАНИЦЕ Рукавишникова Е. И., Булгаков Д. С., Рукавишников В. А.	388
ЦИФРОВОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЦЕНТРЕ ПРИ ЮФУ Рудько Е. А.	392
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКСИДНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА СО СТРУКТУРОЙ Ga_2O_3/Cu_2O Саенко А. В., Билык Г. Е., Жейц В. В., Малоков С. П.	396

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКРАННОГО ШЕЙДЕРА С ИМИТАЦИЕЙ ШТРИХОВ ДЛЯ ПОСТОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ИГРОВЫХ ПРОЕКТАХ Селина М. К., Демяненко Я. М.	399
О КОМПАКТНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ Селищев А. А.	402
РАСПОЗНАВАНИЕ ШРИФТА БРАЙЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТИ YOLOv9: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ ДОСТУПНОСТИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ Серый В. В.	406
ИННОВАЦИОННЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ МЕТОД ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ Смагличенко Т. А., Саянкина М. К., Смагличенко А. В.	407
СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ Стрельцов В. И., Ячменева Н. Н.	412
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО WEB- ПРИЛОЖЕНИЯ Тагибекова З. Э., Гордиенко Л. В.	415
РЕНДЕРИНГ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ ДЛЯ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ THREE.JS Таилова Н. Г.	419
СИСТЕМЫ КРАФТА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ Тарасов С. С.	421
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Титова Е. Б., Гордиенко Л. В.	423
КЛАССИФИКАЦИИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ Тополов В. Ю.	426
ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ БАЛАНС В МОНОСЛОЯХ КЛЕТОК HCSPERIS И В МОДЕЛЬНОМ ЭПИТЕЛИИ Федоренко К. К., Рошаль Д. С., Аззаг К., Рошаль С. Б., Багдигян С.	429
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Флягин И. Д.	433
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СДВИГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИЗ ПОРИСТОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ Фоменко Е. И., Оганесян П. А.	435
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ ПО ОБУЧЕНИЮ РАБОТЕ В СРЕДЕ «КУМИР» Фортуна А. А., Майер С. Ф.	437
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ Хаишбашев Д. А., Шахбанов Т. Р.	441

СОПРОВОЖДЕНИЕ РАЗДЕЛА «СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ» НА ОФИЦИАЛЬНОМ САЙТЕ ЮФУ Цихоня Н. А., Сырцева В. Н.	444
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕКОМБИНАЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ НА ПАРАХ СТРОНЦИЯ И КАЛЬЦИЯ ОТ ДАВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ СРЕДЫ Чеботарев Г. Д.	447
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ Шандулина А. А.	450
КЛАССИФИКАЦИЯ СЕГМЕНТОВ СИГНАЛА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ ГЛАЗА ЗАКРЫТЫ И ГЛАЗА ОТКРЫТЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Шепелев Д. И., Демяненко Я. М.	454
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПОДХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ВИДЕОИГРОВОЙ МЕХАНИКИ Шевцов О. И.	458
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ОНЛАЙН-РИТЕЙЛА Шевченко А. А., Ячменева Н. Н.	461
МОБИЛЬНОЕ IOS ПРИЛОЖЕНИЕ “CORENTAL” ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ АРЕНДЫ ЖИЛЬЯ Шляхов Н. В., Чердынцева М. И.	469
ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ В 5-6 КЛАССАХ Шутай А. В.	473
АДАПТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПОРОГА ВОСПРИЯТИЯ РЕЧИ Щербина Д. Н.	477
DIGITAL LITERACY OF UNIVERSITY TEACHERS Galustyan O. V., Galustyan S. D., Liu Siqi	479
THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE PROBLEM OF DIGITAL COMPETENCE OF A TEACHER Galustyan O. V., Galustyan S. D., Zhang Jingwei	481
MINIMAL COVARIANCE DETERMINANT ALGORITHM FOR CONTAMINATED SAMPLES Yao Keyu	483

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ И ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ

Муратова Г. В.

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

E-mail: muratova@sfedu.ru

Ежегодная научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» в 2024 году проводится в 31 раз. Традиционно конференция собирает известных ученых, экспертов, молодых исследователей для обсуждения наиболее актуальных проблем и достижений в области информационно-коммуникационных технологий.

За прошедшие годы сфера ИТ претерпела поистине гигантские изменения. Можно с уверенностью утверждать, что 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 алгоритмов, понятий и приемов. В таких условиях научные исследования в области ИТ и дальнейшее внедрение полученных результатов – самых современных ИТ-разработок имеет решающее значение для развития многих сфер экономики и общества в целом.

Какие же основные тренды отмечают эксперты в нынешнем году?

2024 год принесет повсеместное внедрение искусственного интеллекта (ИИ), а также станет поворотным для сферы кибербезопасности из-за внедрения новых алгоритмов шифрования данных [1].

Консалтинговая фирма в области технологий GP Bullhound также предсказывает, что 2024 год станет годом искусственного интеллекта и технологии на его основе начнут играть центральную роль в формировании будущего технологической отрасли. Аналитики выделили несколько ключевых тенденций в сфере ИИ в 2024 году:

Большие языковые модели станут меньше. Такие модели или агенты ИИ уже развивает сообщество разработчиков. Предполагается, что небольшие модели станут не менее производительными и при этом будут обладать более точными знаниями в выбранной области.

Начнется бум приобретения данных для обучения. Так, OpenAI уже запустила программу для покупки датасетов у партнеров для обучения своих моделей ИИ. Вероятно, они войдут в обучающий набор модели GPT-5 [1].

По прогнозам Института инженеров электротехники и электроники (ИЕЭЕ), уже в 2024 году приложения на базе искусственного интеллекта будут использоваться в самых разных сферах. ИИ будет помогать оптимизировать данные, выполнять сложные задачи и принимать решения с человеческой точностью. ИЕЭЕ называет несколько потенциальных сфер применения приложений со встроенным ИИ:

- выявление уязвимостей кибербезопасности в режиме реального времени и предотвращение атак;
- повышение эффективности автоматизации цепочек поставок и работы складов;
- помощь и ускорение разработки программного обеспечения;
- автоматизация обслуживания клиентов;
- ускорение проверки соискателей, вакансий, подбор и найм персонала;
- ускорение исследований заболеваний и открытия лекарств;
- автоматизация и стабилизация источников электроснабжения.

В Южном федеральном университете активное развитие и внедрение ИТ-технологий началось в 1994 году, с даты проведения первой конференции СИТО. Возможность такого этапа была обусловлена успешным предшествующим периодом развития вычислительной техники и программирования в университете. Накануне 2025 года, когда будет отмечаться 110-летие нашего университета, вполне оправдано перелистать страницы истории. В каждом из 4-х университетов, образовавших ЮФУ, есть свои особенности развития ИТ. В данной статье мы рассмотрим некоторые исторические аспекты развития ИТ в РГУ.

50-е годы XX века были периодом становления вычислительной науки и техники не только в нашей стране, но и во всем мире. Повышение роли вычислительной техники в научных исследованиях и производстве послужило толчком к созданию вычислительных центров в вузах страны. Ростовский университет был одним из первых, кто начал осваивать новую технику. В октябре 1958 года в РГУ был создан первый вузовский Вычислительный центр [3].

В начале учебного 1958–1959 года Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР сообщило ректорату Ростовского государственного университета, что РГУ выделена одна из первых в СССР серийных ЭВМ «Урал-12» и предписало ему послать на переподготовку в МГУ двух доцентов-математиков и бригаду электронщиков для получения ЭВМ на заводе САМ в Пензе. К началу октября обе бригады были сформированы. В Москву были посланы зам. декана физмата доцент Чикин Л. А. и только что защитившийся аспирант профессора Гахова Ф. Д. Зарипов Р. Х. В бригаду электронщиков вошли Синельников Д. Е., выпускники-физики РГУ Ротов Е. Г., Голянд И. И., Золотов О. М., а также электромеханик Курдин. День принятия их на работу – 4 октября 1958 года и считается днем основания ВЦ РГУ.

В последующие годы в ВЦ появлялись новые вычислительные машины – БЭСМ-6, ЭВМ серии ЕС, в дальнейшем – персональные компьютеры, учебные компьютерные классы. ВЦ всегда был неотъемлемой частью университета, пополнялся высококвалифицированными кадрами – выпускниками РГУ. Благодаря этому факту у Вычислительного центра сложилась яркая биография. Сотрудники центра были молоды, как сама профессия, на ВЦ были лучшие по тем временам электронно-вычислительные машины. У специалистов ВЦ никогда не было недостатка интересных научных тем.

История развития ВЦ неразрывно связана с именами замечательных руководителей, талантливых математиков и программистов. Много сделал для развития центра один из первых директоров Чикин Лев Александрович.

Одна из ярких страниц ВЦ связана с именем Фуксмана Адольфа Львовича, являвшегося директором ВЦ, заложившего основы научных исследований в области системного программирования. Многие его идеи и по сей день являются актуальными и разрабатываются молодыми математиками.

Трудно переоценить вклад, внесенный в развитие вычислительного центра Николаевым Игорем Анатольевичем. В трудные времена, когда в других вузах вычислительные центры закрывались один за другим, Игорь Анатольевич создал ЮГИНФО, объединил ресурсы вновь созданного центра с мощным кадровым потенциалом ВЦ РГУ. По инициативе и при участии профессора Николаева были созданы Центр Интернет, Центр высокопроизводительных вычислений РГУ, кафедра, диссертационный совет.

Лев Абрамович Крукиер продолжил дело первого директора ЮГИНФО РГУ профессора Игоря Анатольевича Николаева, став директором ЮГИНФО в 2000 году. По его инициативе и под его руководством было реализовано большое количество актуальных ИТ-проектов. Среди них: разработка и внедрение современных ИТ в образовательный процесс; повышение квалификации кадров в области ИТ; подготовка высококвалифицированных кадров в области математического моделирования и информационных технологий; создание единой образовательной информационной среды ЮФУ, города, области и округа, создание и развитие Центра высокопроизводительных вычислительных систем.

Этот список выдающихся людей ВЦ-ЮГИНФО можно продолжать бесконечно.

Об истории и современности Центра рассказывает сайт <http://50.uginfo.sfedu.ru>, созданный сотрудником ВЦ А. А. Дагалдыном. Он вложил в проект создания юбилейного сайта всю свою душу. Так случилось, что Александр Алексеевич трагически ушел из жизни, не дожив до 50-летнего юбилея ВЦ всего лишь месяц. Теперь этот уникальный информационный ресурс не только рассказывает о нашем центре, но и хранит память о безвременно ушедшем товарище.

Стремительное развитие микроэлектроники, изобретение компьютера, глобальной сети Интернет, электронной почты, сотовой мобильной связи и других цифровых информационных технологий вызвало в конце XX и в начале XXI веков информационную революцию.

Прогресс в информационной сфере постоянно ускоряется ввиду безграничности спроса на новые технологические разработки. Каждая новая компьютерная система не только все быстрее приходит на смену предшествующей, но и обеспечивает себе успех на рынке в более короткие сроки. Сегодня на первое место выходят технологии искусственного интеллекта.

Информационная революция привела к созданию информационного общества или общества знаний. Это следующая ступень развития человечества, когда главной ценностью, определяющей благосостояние как отдельных людей, так и целых государств, становятся не материальные блага, а своевременная и легкодоступная информация, точнее – знания, полученные с ее помощью. Элементы нового информационного общества уже реально существуют сегодня, и базируются они на компьютерных и телекоммуникационных технологиях, искусственном интеллекте, машинном обучении.

Роль университетов на всех этапах развития информационных компьютерных технологий трудно переоценить. Значение университетских ИТ-проектов и исследований можно проанализировать на основе материалов ежегодных конференций "Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития", проводимых в нашем университете, начиная с 1994 года. Пленарные и секционные заседания, Круглые столы СИТО всегда являлись и остаются площадкой для дискуссий и активных обсуждений многих актуальных задач.

Темами обсуждений на нынешней конференции СИТО 2024 станут исследования в области современных научно-образовательных информационных технологий и ресурсов, проблем вычислительной механики и приложений, актуальных проблем цифровой трансформации образования, разработка компьютерных игр и мобильных приложений, цифровая трансформация структур управления университетом.

Литература

1. Топ IT-трендов 2024 года: искусственный интеллект и гиперавтоматизация <https://trends.rbc.ru/trends/industry/65671a3f9a79472c43a1ec1c>.
2. Advancing Technology for Humanity (IEEE) <https://www.ieee.org/>.
3. Крукиер Л. А., Муратова Г. В. ВЦ – ЮГИНФО: история и современность. Материалы научно-методической конференции «Современные информационные технологии в образовании: Южный Федеральный округ» 23–25 октября, 2008 год, стр. 3–7.

МОБИЛЬНЫЙ КЛИЕНТ ДЛЯ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID

Абрамов П. А.

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

E-mail: pabramov@sfnedu.ru

Мобильный клиент разработан с целью улучшения процесса отслеживания выполнения задач на сервере и удобного доступа к актуальным данным в любой момент.

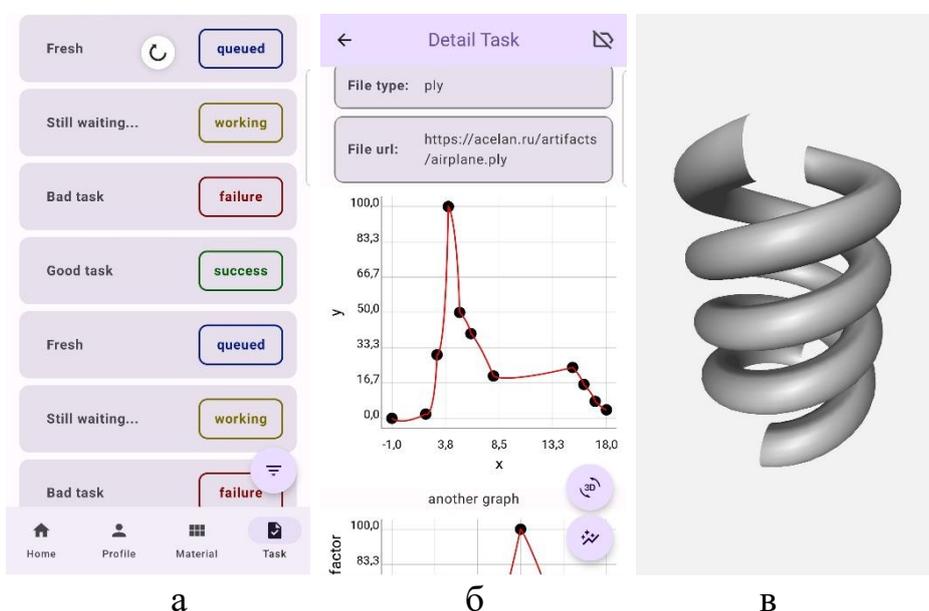


Рис. 1. Пример работы приложения. Отображение списка задач(а), детали задачи с отображением графика (б), отображение 3D объекта (в)

Актуальность работы данного приложения обусловлена необходимостью оперативного контроля за выполнением задач на сервере. Благодаря мобильному клиенту пользователь имеет возможность мониторинга процесса работы, просмотра актуальных данных материалов и задач, а также презентации их в реальном времени. Параметры материалов [1] могут варьироваться от разных свойств, например, концентрация, аспектное отношение и многое другое. Поэтому расчет для разных типов композита может занимать длительное время, и проверку статуса этой задачи можно производить с экрана телефона, без необходимости затрачивать время для входа в личный кабинет.

Для разработки приложения были выбраны современные технологии, такие как Kotlin и Jetpack Compose. Использование Jetpack Compose облегчает работу с версткой мобильных приложений, предоставляет инструменты для создания динамических пользовательских интерфейсов без необходимости написания большого количества XML кода. Кроме того, для работы с асинхронными операциями были использованы Kotlin Coroutines, а для обмена данными с сервером – Retrofit2 и Okhttp3. Для постройки 3D моделей использовалась библиотека OpenGL, что позволило отображать файлы форматов .stl, .ply, .obj.

В разработанном приложении реализован ряд функциональностей, позволяющих эффективно управлять данными и задачами. Пользователи могут просматривать и обрабатывать информацию, получаемую с сервера, а также записывать ее в локальную базу данных для уменьшения нагрузки на сервер. Приложение обеспечивает базовую безопасность данных, предоставляя доступ только авторизованным пользователям. С его помощью можно строить графики на основе полученных данных, просматривать 3D модели и управлять ими с экрана мобильного устройства. Также доступен поиск по материалам через бэкенд и просмотр детальной информации о задачах и материалах.

Разработанный мобильный клиент для ACELAN-COMPOS [2] на Android представляет удобный и эффективный инструмент для оперативного мониторинга и управления данными на сервере, что способствует повышению производительности и качества работы с системой.

Литература

1. P. A. Abramov, Aspect Ratio Optimization of Piezoceramic Piezoelements for Maximizing Energy Conversion in Energy Harvesting Applications / P. A. Abramov, M. G. Konstantinova, N. A. Shvetsova, M. A. Lugovaya, A. N. Reznichenko, A. N. Rybyanets// Springer Proceedings in Materials. – 2024 – P. 35–36.
2. Сайт ACELAN-COMPOS, <https://acelan.ru/>.

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕЙМИФИЦИРОВАННЫХ LMS

Абрамова С. А.

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

E-mail: siabramova@sfnedu.ru

В современном мире важным элементом профессионального развития является обучение новым технологиям. Существующие сегодня курсы, предоставленные в рамках обучения в университете, как правило, очень информативны и полезны, но не придают ни внешней ни внутренней мотивации [1] и не создают соревновательный дух среди студентов, а также не упрощают систему проверки и оценивания для преподавателей.

Для эффективного обучения студентов стоит создать систему управления, которая будет предоставлять информацию о курсе, давать доступ к обучающему контенту, автоматически проверять результаты освоения программы, а также включать методы геймификации для повышения мотивации учащихся. Наличие данной системы делает процесс обучения более интересным и результативным.

Внедрение геймификации в learning management system (LMS) является одним из наиболее эффективных способов повышения мотивации студентов и улучшения качества образования. Использование элементов игрового процесса в учебном процессе позволяет стимулировать участие студентов, обогащать их опыт обучения и повышать уровень усвоения материала.

Одной из популярных платформ для обучения и управления курсами является Moodle. Взаимодействие студентов с материалом, а также выполнение заданий в Moodle может быть улучшено с помощью геймификации. Например, использование общего рейтинга [2], представления всех курсов, как граф знаний (в нашем случае с помощью библиотеки cytoscape [3]), где можно отдельно развивать ту или иную ветку, с помощью определенных курсов. Данные методы могут стимулировать студентов к более активному участию в учебном процессе и повышению их результатов. А также, если внедрить автоматическую проверку не только тестовой части, то это поможет сильно упростить работу преподавателей.

Хорошим примером успешного использования геймификации в образовании является платформа CodingGame. Здесь студенты могут учить программирование, решая игровые задачи и соревнуясь с другими участниками. К примеру, решение задач на алгоритмы представлены как истории из игр, где для различных действий в самой истории нужно написать алгоритм решений

на одном из языков программирования. За каждую задачу пользователь получает очки и повышает свой уровень, где открываются новые действия. Это создает захватывающую и мотивирующую среду обучения, которая помогает студентам лучше усваивать материал и развивать навыки программирования.

Основываясь на этих платформах, была создана собственная геймифицированная платформа для прохождения курса “разработка веб-приложений с использованием Ruby on Rails”, которую в дальнейшем можно будет обобщить для всех курсов.

Функционал системы управления:

Для студентов:

- Просмотр информации о курсе Ruby on Rails разработки.
- Доступ к учебным материалам и заданиям.
- Возможность отслеживать свой прогресс и результаты обучения.
- Участие в увлекательных заданиях и играх для повышения мотивации.

Для преподавателей:

- Управление контентом курса, добавление новых уроков и материалов.
- Мониторинг успеваемости студентов и прогресса обучения.
- Упрощение процесса проверки.
- Назначение и оценка заданий.

Технологии, использованные в разработке:

- Ruby on Rails для создания самого веб-сайта и управления им.
- JavaScript для интерактивных элементов на стороне клиента.
- HTML и CSS для вёрстки и стилей веб-страниц.
- База данных для хранения информации о студентах, материалах курса и результатов обучения.

Таким образом, внедрение геймификации LMS в рамках образовательных курсов в университете имеет огромный потенциал для улучшения качества образования и мотивации студентов. Реализация этого подхода на платформе помогает создать захватывающую и эффективную обучающую среду, которая способствует достижению успеха в учебе и развитию профессиональных навыков.

Литература

1. Асташова Н. А., Бондырева С. К., Попова О. С. Ресурсы геймификации в образовании: теоретический подход // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 1. С. 11–45. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-1-15-49.
2. Совершенствование методологии геймификации учебного процесса в цифровой образовательной среде : [монография] / Н. Л. Караваев, Е. В. Соболева. – Киров : Вятский государственный университет, 2019. – 105 с.
3. Cytoscape.js Documentation [электронный ресурс]. – URL <https://js.cytoscape.org/#edges.connectedNodes> (дата обращения 11.02.2024).

О НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ЗАДАЧНИКА PROGRAMMING TASKBOOK, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАНТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Абрамян М. Э.

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

Для эффективного применения электронных обучающих средств в учебном процессе необходимо создать определенную *инфраструктуру*, позволяющую настраивать их в соответствии со сценариями проведения лабораторных занятий. Эту инфраструктуру образуют дополнительные программные средства для преподавателя, используемые совместно с базовыми компонентами обучающих средств. Для задачника Programming Taskbook программы для преподавателя включены в расширение Teacher Pack, возможности которого подробно описаны в статьях [1–3], а также освещались в докладах на конференции СИТО, начиная с 2006 г. [4–6].

Настоящий доклад посвящен средствам задачника, связанным с таким компонентом практического обучения, как *наборы индивидуальных заданий*. Возможность подключения к задачнику информации о наборе индивидуальных заданий была реализована уже в его начальных версиях [1, 4]. С помощью программы «Конструктор вариантов» из комплекса Teacher Pack преподаватель мог подготовить *файлы вариантов*, на основе которых для каждого учащегося генерировался индивидуальный вариант заданий. Для каждого задания, входящего в вариант, дополнительно можно указать определенное количество баллов. Используя программу «Контрольный центр», преподаватель мог назначить разработанные файлы вариантов группе или отдельному учащемуся, входящему в группу.

Начиная с версии задачника 4.18 и версии Teacher Pack 3.1 (2018 г.), работа с файлами вариантов упростилось благодаря механизму удаленных ftp-репозиторий, управляемых сертификатами доступа [3, 5, 6]. Используя контрольный центр, преподаватель может генерировать *сертификаты доступа* (файлы access.dat) для каждого учащегося, а также загружать файлы вариантов (наряду с другими дополнительными файлами) в раздел репозитория, связанный с каждой группой. От учащегося требуется лишь разместить файл access.dat в своем рабочем каталоге. После этого запуск программы PT4Load, входящей в состав задачника, обеспечивает автоматиче-

скую загрузку из репозитория в рабочий каталог всех дополнительных файлов и, при наличии среди них файла вариантов, генерацию индивидуального набора заданий для данного учащегося.

В дальнейшем преподаватель может заменять файлы вариантов или дополнять существующие файлы наборами заданий по новым темам. Обнаружив в репозитории новые версии файлов вариантов, программа PT4Load автоматически обновляет в рабочем каталоге информацию о варианте индивидуальных заданий. С помощью программы PT4Results учащийся может просмотреть список заданий из своего варианта, а также ознакомиться со сводной информацией о результатах их выполнения.

Тексты учебных программ с решениями автоматически пересылаются в репозиторий и могут проверяться и рецензироваться преподавателем с помощью соответствующих средств контрольного центра. Информация о результатах проверки сохраняется в виде файла `teacher.txt`, который размещается в репозитории и в дальнейшем пересылается в рабочий каталог учащегося. Ознакомившись с содержанием файла `teacher.txt`, учащийся может увидеть, какие из его решений засчитаны, а какие нуждаются в доработке.

Основным нововведением версии задачника 4.24 (2024 г.) является более наглядная визуализация информации, связанной с выполнением индивидуальных заданий. В этой версии окно PT4Load содержит дополнительную панель, включающую информацию обо всех задачах, входящих в вариант (рис. 1, слева). Щелчок мышью на номере задания обеспечивает создание заготовки учебной программы и ее загрузку в текущую среду разработки. Номера заданий, решения которых были зачтены задачиком как правильные, отображаются на зеленом фоне.

При загрузке из репозитория файла `teacher.txt` с результатами проверки, выполненной преподавателем, соответствующая информация также отображается на панели окна PT4Load (рис. 1, справа). Зачтенные преподавателем решения отображаются на зеленом фоне, а решения, с которыми связаны различные замечания, выделяются красным цветом различных оттенков. Особые цветовые оттенки предусмотрены для решений, в которых нарушены условия задачи, для решений, срок сдачи которых закончился, для заимствованных решений, а также для неоптимальных решений, требующих модификации. При наведении курсора мыши на номера таких заданий во всплывающей подсказке появляется текст с замечаниями.

Описанные средства визуализации значительно упрощают для учащихся отслеживание прогресса выполнения заданий и ознакомление с результатами проверки решений преподавателем.

Подробное описание всех возможностей, связанных как с задачиком `Programming Taskbook`, так и с его расширением `Teacher Pack`, содержатся в соответствующих разделах сайта задачника `ptaskbook.com`.

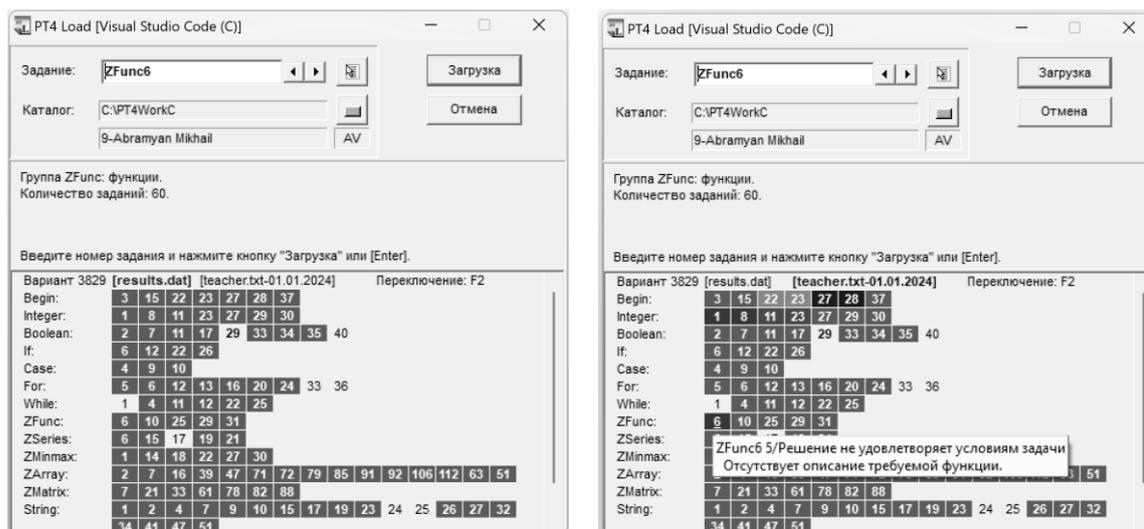


Рис. 1. Дополнительная панель окна программы PT4Load, содержащая информацию о заданиях, входящих в индивидуальный вариант

Литература

1. Абрамян М. Э. Использование специализированного программного обеспечения для преподавателя при организации и проведении лабораторных занятий по программированию // Информатика и образование, 2011, № 5. С. 78–80.
2. Абрамян М. Э. Разработка компонентов электронных задачников по программированию для автоматизации проведения лабораторных занятий // Информатизация образования и науки. 2020, № 4 (48). С. 12–28.
3. Абрамян М. Э. Разработка компонентов электронных задачников по программированию для автоматизации проведения лабораторных занятий. Удаленные репозитории, управляемые сертификатами доступа // Информатизация образования и науки. 2022, № 3 (55). С. 63–79.
4. Абрамян М. Э. Teacher Pack – комплекс программ-утилит для преподавателя программирования / Научно-методическая конференция «Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ». Тезисы докладов. Ростов н/Д., 2006. С. 26–27.
5. 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. Изд-во ЮФУ, 2018. С. 15–18.
6. Абрамян А. В., Абрамян М. Э. Об опыте использования удаленных репозиториях электронного задачника в Компьютерной школе мехмата ЮФУ / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVI научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2019. С. 13–16.

ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРОННОМ ЗАДАЧНИКЕ PROGRAMMING TASKBOOK 5 ДЛЯ WINDOWS И LINUX

Абрамян М. Э.^{1,2}, Цюй Жуйчэнь (曲芮辰)¹

¹ Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР)

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

E-mail: mabr@sfedu.ru, 1120200038@smbu.edu.cn

Доклад посвящен очередному этапу разработки кроссплатформенной версии электронного задачника по программированию Programming Taskbook. Первые результаты в этом направлении были получены в 2020–2021 гг., когда был осуществлен перенос ядра задачника с платформы Delphi на платформу Lazarus (www.lazarus-ide.org) [1, 2], что позволило реализовать его новый 64-разрядный вариант и тем самым обеспечить интеграцию с 64-разрядными системами программирования (в частности, для языков Python, Java, C#). Ко времени выпуска версии 2.22 (2022 г.) была достигнута полная унификация графического интерфейса для 32- и 64-разрядного варианта, а также выполнена адаптация всех специализированных расширений задачника к 64-разрядному варианту. В этой версии была реализована расширенная поддержка Юникода, что обеспечило успешное применение задачника в учебных курсах, проводимых в Университете МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР).

В 2022 г., в рамках выполнения выпускной работы студентом Университета МГУ-ППИ Ли Шэнюем, был реализован электронный задачник Unix Taskbook, предназначенный для поддержки практикума по курсу «Операционные системы» [3]. При его разработке были использованы принципы, лежащие в основе архитектуры задачника Programming Taskbook [4]: задачник включал ядро, обеспечивающее его основную функциональность, и расширяемый набор динамических библиотек, каждая из которых содержала набор задач по определенной теме. При этом механизм взаимодействия учебной программы с задачником Unix Taskbook имел ряд особенностей, обусловленных спецификой задач курса по операционным системам.

В 2023 г., в рамках выполнения выпускных работ студентами Чжан Инцинь и Оуян Лэйло, в задачник Unix Taskbook было включено большое количество заданий из задачника Programming Taskbook 4 (PT4), а также из его расширения Programming Taskbook for MPI-2. Таким образом, был реализован прототип задачника Programming Taskbook для ОС семейства Unix [5]. Компоненты для поддержки заданий из задачника PT4, реализованные в задачнике Unix Taskbook, включали базовые динамические библиотеки, созданные в системе Lazarus на основе исходных модулей с заданиями для за-

дачника PT4, а также *библиотеки-адаптеры*, предназначенные для адаптации исходного интерфейса библиотек PT4 к интерфейсу задачника Unix Taskbook. Эти библиотеки-адаптеры, как и ядро задачника Unix Taskbook, были реализованы на языке C++. Однако особенности интерфейса задачника Unix Taskbook не позволили в полной мере реализовать для него все возможности, имеющиеся в задачнике PT4. Кроме того, использование в ядре задачника Unix Taskbook ряда библиотек языка C++ для ОС Unix препятствовало его переносу в систему Windows.

Поэтому возникла идея реализовать новую кроссплатформенную версию задачника Programming Taskbook, сходную по возможностям с задачиком Unix Taskbook, на платформе Lazarus. Выбор среды Lazarus был обусловлен тем, что для этой среды уже были реализованы все модули с заданиями, конструктор заданий, а также дополнительные модули, входящие в PT4, которые можно было бы с минимальными модификациями включить в новую версию. Благодаря такому подходу упростилась и архитектура, так как отпала необходимость в специальных библиотеках-адаптерах. В то же время была сохранена важная возможность всех прежних версий задачника Programming Taskbook, связанная с использованием специальных средств ввода-вывода и отладки, которые существенно упрощают процесс решения задач.

Новая, пятая версия задачника Programming Taskbook (PT5) была реализована как для ОС Windows, так и для ОС Linux. Она имеет два важных отличия от четвертой версии.

Первое отличие состоит в том, что информация о результатах выполнения заданий в задачнике PT5, как и в задачнике Unix Taskbook, отображается в консольном окне, в то время как в PT4 для этого использовалось особое окно с графическим интерфейсом. Переход к консольному интерфейсу сделал возможным использование задачника в вариантах ОС Linux, не имеющих графического интерфейса. Подобный подход может в дальнейшем существенно упростить перенос задачника на другие платформы. При этом за счет применения современных возможностей консоли Windows (реализованных в программе Windows Terminal) и Linux обеспечивается такой же уровень наглядности в отображении информации, как и в версии PT4. В частности, при выводе результатов используются средства псевдографики и три варианта цветовых схем. Кроме того, предусмотрен вывод отладочной информации и дополнительной информации о задании с применением кодировки UTF-8, что позволяет включать в текст любые символы Юникода.

После вывода результатов на экран учащийся может изменить вид их отображения, цветовую схему и другие настройки, а также представить информацию, связанную с заданием, в виде html-документа. Все подобные действия выполняются с помощью простых управляющих команд, которые вводятся непосредственно в консольное окно. Таким образом, сохранены

все возможности, предусмотренные в версии РТ4 для графического окна задачника, изменен лишь способ их реализации.

Второе отличие состоит в более простом взаимодействии ядра задачника и учебных программ. Как и в задачнике Unix Taskbook, в задачнике РТ5 имеется единая управляющая программа РТ5Run, которая обеспечивает выполнение всех функций, связанных с созданием заготовки учебной программы, ее компиляцией и запуском, а также отображением результатов в различных режимах. При этом, наряду с использованием задачника в режиме командной строки (характерном для ОС Linux), сохранена возможность запуска учебной программы из интегрированной среды с автоматической проверкой ее правильности.

Ослабление связи между учебной программой и ядром задачника РТ5 достигается за счет того, что ядро при генерации всех данных, относящихся к заданию, не взаимодействует напрямую с учебной программой, а сохраняет необходимую информацию на диске в специальном формате. Учебная программа считывает эти данные и сохраняет результаты с помощью набора функций, которые также не взаимодействуют с ядром задачника. Таким образом, если в задачнике РТ4 все средства ввода-вывода импортируются учебной программой непосредственно из ядра задачника, то в задачнике РТ5 управляющая программа РТ5Run и учебная программа представляют собой два независимых приложения, которые просто запускаются одно из другого. Такой подход упростил реализацию ядра задачника РТ5 и в дальнейшем позволит сделать более легкой адаптацию задачника к новым языкам.

В задачнике РТ5 также реализованы все дополнительные возможности, связанные с расширением РТ for MPI-2. В данном случае программа РТ5Run запускает не откомпилированную учебную программу, а управляющую программу mpiexec (входящую в системы Microsoft MPI для Windows и MPICH для Linux), которая, в свою очередь, запускает нужное число параллельных процессов учебной программы.

Версия 5.1 задачника РТ5 (2024 г.) позволяет выполнять задания на языках С и С++. С помощью конструктора РТ5Make, реализованного для языка Pascal, в задачник РТ5 были перенесены все группы заданий из базового набора задачника РТ4 (кроме групп, связанных с обработкой динамических структур данных), а также все группы заданий по параллельному MPI-программированию (кроме последней группы MPI9Matr) и все группы заданий по паттернам проектирования. Эти группы объединены в динамические библиотеки libpt5, libpt5mpi, libpt5oop, подготовленные на основе исходных модулей, разработанных для задачника РТ4. Библиотеки libpt5 и libpt5mpi реализованы в двух вариантах: для русского и английского языкового интерфейса.

Ближайшей задачей по совершенствованию задачника PT5 является создание варианта конструктора PT5Make для языка C++, что обеспечит перенос в задачник PT5 групп заданий из задачника PT4, разработанных с применением аналогичного варианта конструктора PT4TaskMaker. Это позволит включить в задачник PT5 завершающую группу MPI9Matr из расширения PT4 for MPI-2, а также все группы из расширения задачника PT4 по изучению библиотеки STL. После этого на очереди будут стоять задачи, связанные с адаптацией задачника PT5 к новым языкам программирования и к инфраструктуре, уже разработанной для задачника PT4 (в частности, к существующим средствам для преподавателя, входящим в комплекс Teacher Pack).

Литература

1. 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. Изд-во ЮФУ, 2020. С. 19–20.
2. Абрамян М. Э., Козак М. В. Электронный задачник Programming Taskbook: реализация 64-разрядной версии и адаптация к новым средам программирования / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVIII научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2021. С. 23–25.
3. Абрамян М. Э., Ли Шэньюй. Электронный задачник по курсу «Операционные системы» / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXIX научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2022. С. 22–24.
4. Абрамян М. Э. Об архитектуре универсального электронного задачника по программированию // Информатизация образования и науки. 2015. № 3 (27). С. 134–150.
5. Абрамян М. Э., Оуян Лэйло, Чжан Инцинь. Реализация компонентов электронного задачника Programming Taskbook для системы Unix / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXX научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2023. С. 27–29.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК ПО ПАРАЛЛЕЛЬНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ MPI 2.0: ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ И ОСОБЕННОСТИ ВЕРСИИ 1.6

Абрамян М. Э.^{1,2}, Ван Синьци (王欣琦)¹

¹ *Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР)*

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

E-mail: mabr@sfnu.ru, wangxq_0626@163.com

Технология распределенного программирования, основанная на передаче сообщений (Message Passing Interface – MPI), является одной из основных технологий параллельного программирования для кластерных систем и суперкомпьютеров. Начиная с появления MPI 1.0 в 1994 г., был разработан ряд стандартов, основными из которых являются 1.1 (1995), 2.0 (1997), 3.0 (2012), 4.0 (2021). Большинство современных реализаций поддерживает стандарт MPI 2.0.

Изучение технологии MPI предусматривается во всех курсах по параллельному программированию, однако при проведении лабораторных занятий по данной теме возникает ряд проблем. Существующие учебные практикумы описывают, как правило, стандартные параллельные алгоритмы, уделяя недостаточно внимания большей части возможностей технологии MPI. Связано это, прежде всего, с тем, что задачи, специально подобранные для изучения различных аспектов MPI, сложно выполнять и проверять без специальных программных средств. Одним из подходов к решению отмеченной проблемы является разработка специальных электронных задачников по технологии MPI, основанных на концепции проверяемых заданий [2]. Первый вариант задачника Programming Taskbook for MPI был реализован в 2010 г. в виде расширения задачника Programming Taskbook. В нем получили дальнейшее развитие все особенности, характерные для базового задачника, в частности, наличие особых средств ввода-вывода, которые в данном случае должны использоваться всеми процессами параллельного приложения. Ниже перечисляются основные возможности разработанного задачника:

- создание для выбранного задания проекта-заготовки с подключенными к нему модулями библиотеки MPI;
- выполнение учебной программы в параллельном режиме при ее обычном запуске из среды разработки;
- генерация и передача каждому процессу параллельной программы его собственного набора исходных данных, получение от каждого процесса требуемых результатов и их автоматическая проверка;

- дополнительный контроль правильности операций ввода-вывода;
- возможность вывода отладочной информации для каждого процесса в специальном разделе окна задачника.

В качестве системы, предоставляющей средства для компиляции и выполнения параллельных MPI-программ, задачник использовал систему MPICH 1.2.5. Задания можно было выполнять в любых средах для языка C++, поддерживаемых задачиком версии 4.9 (Microsoft Visual C++ 6.0, Visual Studio 2003, 2005, 2008). Задачник включал группу MPIBegin из 100 заданий, охватывающих основные разделы стандарта MPI 1.1.

На основе задачника Programming Taskbook for MPI было подготовлено учебное пособие [3], которое, наряду с самим задачиком, активно применялось при проведении практикума по параллельному программированию на мехмате ЮФУ.

В 2016 г. проект «Электронный задачник по параллельному MPI-программированию» стал одним из проектов-победителей грантового конкурса для преподавателей магистратуры 2016–2017 г. Стипендиальной программы Благотворительного фонда В. Потанина, что дало новый импульс его развитию. Важнейшей особенностью нового варианта задачника, получившего название Programming Taskbook for MPI-2 (PT for MPI-2), явилась поддержка стандарта MPI 2.0, что позволило реализовать задания, связанные с возможностями, появившимися в этом стандарте [4]. Кроме того, был расширен набор базовых заданий, посвященных MPI 1.0. Общее число задач достигло 250; эти задачи были разбиты на 9 групп:

- MPI1Proc: процессы и их ранги (10 заданий);
- MPI2Send: обмен сообщениями между процессами (32);
- MPI3Coll: коллективные взаимодействия (28);
- MPI4Type: производные типы и упаковка данных (22);
- MPI5Comm: группы процессов и коммуникаторы, виртуальные топологии (32);
- MPI6File: параллельный файловый ввод-вывод (MPI-2) (30);
- MPI7Win: односторонние коммуникации (MPI-2) (30);
- MPI8Inter: интеркоммуникаторы и динамическое создание процессов (MPI-2) (22);
- MPI9Matr: параллельные матричные алгоритмы (44).

Задачник PT for MPI-2 использовал систему MPICH2 1.3 и поддерживал два языковых интерфейса: русский и английский. Наряду с современными версиями Visual Studio (начиная с Visual Studio 2017) он мог применяться совместно со средами Dev-C++ и Code::Blocks, а впоследствии и с системой Visual Studio Code. В 2018 году был издан учебник по технологии MPI-2 [5], содержащий описания возможностей данной технологии, примеры решений типовых задач, формулировки всех учебных заданий, а также

раздел, в котором описывался конструктор заданий по параллельному программированию.

В связи с появлением Windows 10 возникла необходимость в переходе на другую систему поддержки MPI, поскольку применение системы MPICH2 стало приводить к существенному замедлению работы параллельных программ. В качестве новой системы была выбрана система Microsoft MPI (MS MPI) версии 10.0. Однако при использовании данной версии обнаружилось, что входящая в нее библиотека не содержит ряд функций, связанных с параллельной файловой обработкой. Этот недочет в дальнейшем был исправлен, поэтому в версии 1.6 задачника PT for MPI-2 (2024 г.) используется версия MS MPI 10.1.2.

Следует отметить, что в MS MPI 10.1.2 реализована поддержка некоторых возможностей стандарта MPI 3.0. Это позволило дополнить набор учебных заданий, включив в группу MPI5Comm раздел из 15 задач, посвященных одному из основных нововведений MPI 3.0 – неблокирующим коллективным операциям.

В настоящее время задачник PT for MPI-2 применяется при проведении практикума по параллельному программированию как на мехмате ЮФУ (в программе магистратуры «Computational mechanics and biomechanics»), так и в совместном Университете МГУ-ППИ в Шэньчжэне на факультете вычислительной математики и кибернетики. Его описание и дистрибутив доступны по ссылке <http://ptaskbook.com/ru/ptformpi2>.

Литература

1. Абрамян М. Э. Инструменты и методы разработки электронных образовательных ресурсов по компьютерным наукам. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. 260 с.
2. Абрамян М. Э. Электронный задачник по параллельному MPI-программированию / Научно-методическая конференция «Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ». Материалы конференции. Ростов н/Д., 2010. С. 18–19.
3. Абрамян М. Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. 172 с.
4. Абрамян М. Э. Электронный задачник по параллельному программированию на базе интерфейса MPI стандарта 2.0 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Том 13, № 4. С. 91–104.
5. Абрамян М. Э. Параллельное программирование на основе технологии MPI 2.0. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. 358 с.

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОГО КОМПОНЕНТА ВЕБ-СРЕДЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ЗАДАЧНИКА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Абрамян М. Э., Устин А. М.

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

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

Доклад посвящен различным аспектам реализации веб-среды для электронного задачника по программированию Programming Taskbook 4. Веб-среда дает возможность настраивать электронный задачник в автоматическом режиме, а также упрощает связь преподавателей и учеников при работе с задачником (рис. 1).

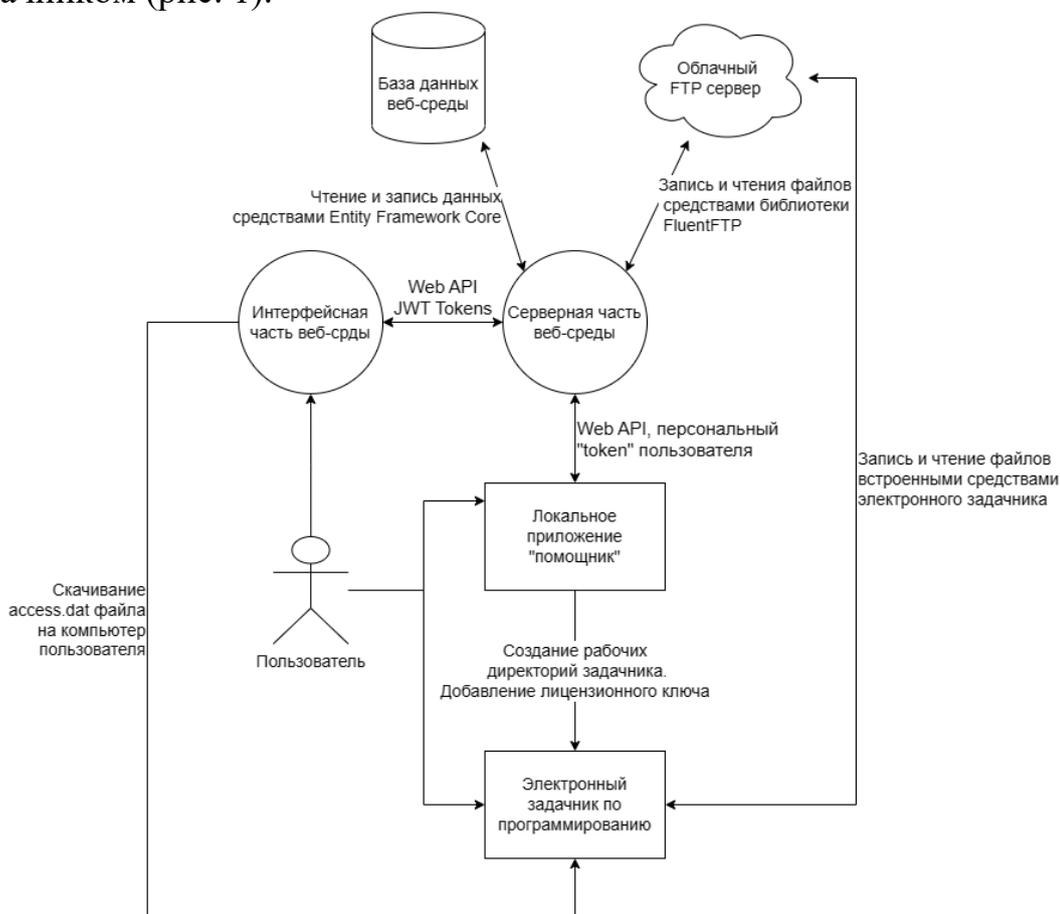


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов веб-среды

Использование веб-среды устраняет ограничения существующего набора локальных приложений, связанных с электронным задачником, и

расширяет функционал задачника, предоставляя более универсальную платформу. Предусмотрена интеграция веб-среды с локальными приложениями, что позволяет пользователям взаимодействовать с локальными ресурсами через веб-интерфейс. Преподаватели могут использовать более гибкие и доступные инструменты управления обучением, а студенты – средства для отслеживания своего прогресса и получения обратной связи от преподавателей, независимо от места и времени.

При разработке серверной части веб-среды использовался фреймворк ASP.NET Core, который является высокопроизводительной, масштабируемой и модульной платформой для создания кроссплатформенных веб-приложений [1]. Серверная часть веб-среды включает следующий набор инструментов:

- язык программирования C#, а том числе библиотека LINQ;
- система управления базами данных PostgreSQL;
- технология объектно-реляционного отображения Entity Framework Core;
- система авторизации и аутентификации пользователя JWT-Tokens [2].

Электронный задачник по программированию использует FTP-сервер для хранения кода программ пользователей и отслеживания результатов [3, 4], поэтому в веб-среде также применяются средства доступа к FTP-серверу, реализованные с помощью библиотеки FluentFTP для C#. Для интеграции электронного задачника и веб-среды было также разработано приложение «Помощник», которое упрощает взаимодействие пользователя как с самим электронным задачником, так и с веб-средой. Приложение «Помощник» создает и настраивает рабочие каталоги, связанные с различными курсами пользователя, выбранными в веб-среде, и автоматически генерирует его лицензионный ключ.

В настоящее время завершается разработка интерфейсной части веб-среды электронного задачника. Предполагается реализовать ее как шаблон, который можно будет использовать и для других обучающих комплексов.

Литература

1. Лок Э. ASP.NET Core в действии. М.: ДМК Пресс, 2021. 906 с.
2. JSON Web Token и Secure Sockets Layer [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/654191/> (дата обращения 18.03.2024).
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. Изд-во ЮФУ, 2018. С. 15–18.
4. Абрамян М. Э. Разработка компонентов электронных задачников по программированию для автоматизации проведения лабораторных занятий. Удаленные репозитории, управляемые сертификатами доступа // Информатизация образования и науки. 2022, № 3 (55). С. 63–79.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ЗАЩИТОЙ ОТ СТИРАНИЙ

Айдаркин Е. Е., Могилевская Н. С.

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

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

В помехоустойчивом кодировании рассматривают такую разновидность канала связи, как стирающий канал [1, 2]. Важным достоинством стирающих каналов является возможность достижения большей пропускной способности по сравнению с каналами с ошибками [3].

В качестве имитационной модели канала передачи данных с защитой от стираний создано программное средство на основе [4]. Имитационная модель построена для проведения экспериментов по передаче данных в каналах со стираниями. Программное средство состоит из нескольких модулей, связь между которыми схематично изображена на рисунке 1.

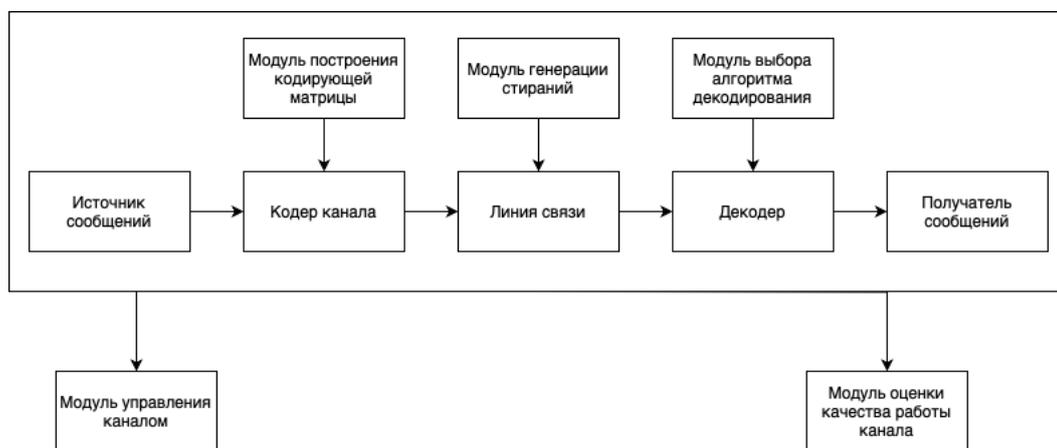


Рис. 1. Схема модулей программного средства имитационной модели цифрового стирающего канала передачи данных

Опишем модули программного средства. Задача модуля «Источник сообщений» состоит в создании сообщений. Под сообщением понимается набор бит заранее заданной длины. Набор бит может быть создан случайно или задан пользователем.

Модуль «Кодер канала» предназначен для перевода сообщения из информационного пространства в кодовое. Он подключен к «Модуль постро-

ение кодирующей матрицы», откуда берет реализованные кодеки для разных кодов. Преобразование обычно заключается в умножении информационного вектора на кодирующую матрицу кода. При этом модуль реализован так, что в него можно легко добавить новые кодеки.

«Модуль построения кодирующей матрицы» является некоторой базой данных реализованных кодов. По типу кода и его параметрам выполняет построение кодирующей матрицы, которая используется в процессе передачи данных по цифровому каналу.

«Линия связи» в имитирующей модели выполняет концептуальную роль. При обработке данных этим модулем в них добавляются стирания, которые генерируются с помощью «Модуль генерации стираний». Данные представляются в виде последовательности битов, стирания представляются в виде потока битов аналогичной длины. При этом, если в потоке стирания на какой-либо позиции i встречается 1, это означает, что в этом в позиции i данных произошло стирание.

«Модуль генерации стираний» представляет собой программу генерации потока стираний. На текущий момент позволяет работать в 4 режимах: равномерное распределение стираний с постоянной вероятностью, модель Гилберта для имитации группирующихся стираний [5], внесение фиксированного количества стираний в кодовое слово, а также стирания элементов из расширенного поля (этот режим актуален для кодов, заданных над расширенными полями).

«Модуль декодер» декодирует закодированные данные, поврежденные стираниями. Он подключен к «Модуль выбора алгоритма декодирования». При этом кодер и декодер синхронизированы.

«Модуль выбора алгоритма декодирования» способен выбирать различные варианты декодера для типа кода. Могут быть использованы как универсальные декодеры, например декодирование по информационным совокупностям, декодирование по принципу распространения доверия, или узкоспециализированные декодеры для выбранного кода.

«Модуль проверки правильности декодирования» осуществляет сравнение сообщений из источника сообщения и из декодера. В случае их идентичности учитывается правильное декодирование.

В настоящее время в «модуле построения кодирующей матрицы» реализованы методы РСт и МРСт [2, 5], методы Аль-Шахи-Илова [6] и В. Пана [7], разновидности алгоритмов декодирования по информационным совокупностям и алгоритм декодирования по принципу распространения доверия.

Таким образом, построенная модель имитирует реальное прохождение закодированного сообщения по каналу со стираниями.

Программная реализация для проведения экспериментов была создана на языке C++ с использованием фреймворка QT и библиотеки для работы с полями Галуа NTL [8].

К основным достоинствам реализованного программного средства можно отнести возможность использования для пошагового объяснения процесса передачи данных по цифровому каналу с защитой от стираний, возможность проведения различных типов экспериментов. Построенная имитационная модель может быть использована для проведения экспериментов по оцениванию корректирующей способности различных кодов, исправляющих стирания, а также для подбора подходящих кодеков для стирающего канала с известными характеристиками. В работе проведен ряд экспериментов. Приведем выводы некоторых из них.

1. Для методов РСт и МРСт произведен анализ качества построения кодирующих матриц на основе ВВУД [2] с использованием специального модуля проверки качества кодирующих матриц имитационной модели.

2. Для метода РСт проведено исследование способности противостоять группирующимся стираниям. Эксперименты проводились на базе имитационной модели с использованием адаптированной модели Гилберта для генерации стираний. Код действительно хуже справляется с группирующимися стираниями, однако с ними можно бороться за счет увеличения избыточности кода, что можно легко исполнять благодаря возможности гибкости настройки методов РСт и МРСт.

3. Проведен сравнительный анализ методов Аль-Шахи-Илова [6] и В. Пана [7]. По результатам экспериментов выработаны рекомендации по их использованию.

Литература

1. Деундяк, В. М. Методы помехоустойчивой защиты данных / В. М. Деундяк, А. Э. Маевский, Н. С. Могилевская – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. – 2014. – 309 с.
2. Айдаркин, Е. Е. Построение кодирующих матриц с равновесными столбцами для использования в каналах со стираниями / Е. Е. Айдаркин, В. М. Деундяк // Телекоммуникации. – Новочеркасск. – 2020.
3. Вернер, М. Основы кодирования. Учебник для ВУЗов / М. Вернер. Мир программирования. – Москва : Техносфера, 2006. – ISBN: 5-94836-019-9.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613067. Программа моделирования передачи данных в каналах с защитой от стираний, основанная на методе равновесных столбцов / Е. Е. Айдаркин, Н. С. Могилевская – Заявка №2021611988. Дата поступления 20 февраля 2021 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 02 марта 2021 г.
5. Айдаркин, Е. Е. Экспериментальное исследование корректирующей способности матричного метода равновесных столбцов защиты данных от стираний / Е. Е. Айдаркин, Н. С. Могилевская // Компьютерная оптика. –

2022. – T. 46. – № 5. – C. 840–847. – DOI 10.18287/2412-6179-CO-1122. – EDN XVMPHM.

6. Al-Shaikhi, A. Design of Packet-Based Block Codes with Shift Operators / A. Al-Shaikhi, J. Ilow // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2010. – № 263210. – p. 1–12.
7. Pan, V. Y. Matrix structure and loss-resilient encoding/decoding / V. Y. Pan // Computers and Mathematics with Applications. – 2003. – V. 46. – P. 493–499.
8. Shoup, V. NTL: A Library for doing Number Theory / V. Shoup // URL: <http://shoup.net/ntl/>

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

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

В работе предметом исследования являются методы и подходы решения задачи семантической сегментации изображения – разделения изображения на части, каждая из которых относится к определённому классу. Для эффективного решения этой задачи использовались нейронные сети. Предварительно был проведён анализ различных подходов для реализации семантической сегментации изображения, продемонстрирована работа различных моделей в сравнении друг с другом.

В процессе выполнения работы общая задача семантической сегментации изображения была разделена на следующие подзадачи:

- 1) анализ моделей и архитектур нейронных сетей, выбор наиболее подходящих для решения задачи сегментации изображения;
- 2) подбор и подготовка наборов данных для обучения нейронных сетей;
- 3) реализация выбранных моделей;
- 4) применение моделей для решения задачи семантической сегментации.

В качестве подходящих для решения задачи сегментации моделей были выбраны три модели свёрточных нейронных сетей, относящихся к системам обучения с учителем:

- 1) FCN;
- 2) SegNet;
- 3) U-Net.

В качестве набора данных, на котором будут обучаться нейронные сети, было принято решение выбрать CamVid. Это набор данных, включающий в себя изображения, снятые с автомобиля, проезжающего по улицам Кембриджа, каждому из которых соответствует маска, сегментирующая 32 различных класса.

Набор данных состоит из 701 изображений, каждому из которых соответствует своя, вручную сегментированная, маска. Из этих изображений для тренировки предназначено 369 обучения нейросети, для валидации предназначено 100 изображений, а для тестирования нейронной сети – 232 изображения.

Код программы был написан на языке программирования Python. Была использована библиотека keras, ориентированная на создание глубоких сетей, и поддерживающая нейросетевую библиотеку TensorFlow. Также была

подключена библиотека NumPy для работы с многомерными массивами, проведен операций над ними и для работы с различными математическими функциями. Для отображения изображений, результатов работы нейронной сети использовалась библиотека Matplotlib.

В результате были реализованы три нейросетевые модели сверточных нейронных сетей. Для оценки их точности были выбраны две метрики. Первая – ассурасу, а вторая – коэффициент Жаккара. Обучение модели FCN проходило в 23 эпохи. Значение ассурасу равнялось 0,63, а коэффициент Жаккара был равен 0,52. Модель SegNet обучалась 60 эпох, значение ассурасу равнялось 0,77, а коэффициент Жаккара составил 0,6. Обучение модели U-Net шло в течение 72 эпох, значение ассурасу стало равным 0,87, а коэффициент Жаккара вырос до 0,64.

Семантическая сегментация изображений может применяться в самых разных сферах: в автоматизации управления беспилотным транспортом, в медицине для распознавания конкретных областей на изображении, что может быть полезно при диагностике различных заболеваний, в различных мобильных приложениях для сегментации изображений с камеры смартфона.

Литература

1. Jonathan L., Evan S., Trevor D. Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation – 2014.
2. Vijay B., Alex K., Roberto C. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation – 2015.
3. Olaf R., Philipp F., Thomas B. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation – 2015.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ СЕТОК ДЛЯ ГОНОЧНОГО СИМУЛЯТОРА НА ДВИЖКЕ UNITY

Алёхов А. Г.

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

Полигональные сетки [1] широко используются для представления трехмерных объектов в компьютерной графике и игровой разработке, а их деформация является важным аспектом создания реалистичных и интерактивных игровых сценариев. Этот процесс позволяет изменять форму объектов в реальном времени, что зачастую используется для создания эффектов деформации при столкновениях, анимации персонажей, моделирования жидкостей и многого другого. В гоночных симуляторах деформация играет важную роль в создании реалистичности и атмосферы. При столкновениях и авариях деформация позволяет передать игрокам ощущение реальных последствий и силы удара.

Цель данной работы состоит в создании модуля деформации, который позволяет достичь реалистичной и эффективной динамической деформации полигональных сеток в среде Unity.

Архитектура [3] системы основана на компонентной модели и принципе разделения ответственности между компонентами [4]. Каждый компонент несет ответственность за определенную функциональность и может быть добавлен или удален из системы по мере необходимости.



Рис. 1. Пример работы прототипа

Для воплощения этой архитектуры были написаны следующие компоненты: Deformer – “мозг” системы, который координирует взаимодействие с другими компонентами. Он содержит списки объектов Deformable, Refresher, Damager и Updater. Компонент Deformable представляет деформируемый объект и содержит информацию о его полигональной сетке и методы для изменения формы и структуры сетки. Refresher отвечает за обновление коллайдера объекта после деформации, чтобы обеспечить корректное взаимодействие с другими объектами в сцене. Компонент Detector обнаруживает столкновения с деформируемыми объектами и передает информацию о них другим компонентам, которые подписаны на это событие. Компонент Damager отвечает за нанесение "урона" или деформации деформируемым объектам в определенной зоне воздействия. Класс Updater отвечает за обновление вершин полигональных сеток деформируемых объектов, применяя соответствующие деформации и изменения.

Такой подход к организации архитектуры позволяет разделить сложные системы на более маленькие, независимые компоненты, что облегчает разработку, тестирование и поддержку системы динамической деформации полигональных сеток в Unity.

Литература

1. Документация Meshes Unity: <https://docs.unity3d.com/Manual/mesh.html>.
2. Документация Meshes, позволяющее понять базовые вещи о Mesh и его свойствах: <https://docs.unity3d.com/Manual/mesh-introduction.htm>.
3. Тепляков С. В. Паттерны проектирования на платформе .NET 2016 г.
4. Статья о принципах SOLID:
https://habr.com/ru/companies/productivity_inside/articles/505430/.

СЕМЕЙСТВО РАВНОВЕСИЙ ДЛЯ ТРОФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЖЕРТВА-ХИЩНИК-СУПЕРХИЩНИК»

Алмасри А., Цибулин В. Г.

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

E-mail: ahm.al95@hotmail.com, vgcibulin@sfnedu.ru

Сосуществование конкурирующих видов в экосистеме является актуальным вопросом для математической биологии. Динамика двухвидового сообщества для одного вида потребления (травоядность, хищничество или паразитизм) хорошо изучена. Модели пищевых сетей из трех видов являются фундаментальными блоками крупномасштабных систем экологического мониторинга. Существуют различные варианты моделей пищевой цепи, описывающие потребление хищника более чем на одном трофическом уровне. Системы с тремя и более популяциями демонстрируют более сложное поведение [1].

Рассматривается трофическая цепь из трёх популяций: жертва $x(t)$, хищник $y(t)$ и суперхищник $z(t)$. Для случая, когда хищник и суперхищник охотятся на жертву индивидуально, соответствующая система автономных дифференциальных уравнений может быть записана в виде:

$$\frac{dx}{dt} = x \left[\frac{1-x}{f_1} - \frac{y+z}{f_2} \right], \frac{dy}{dt} = y \left[\frac{\eta_1 x}{f_2} - \frac{d_1 z}{f_3} - \frac{\mu_1 + \lambda_1 y}{f_1} \right], \frac{dz}{dt} = z \left[\frac{\eta_2 x}{f_2} + \frac{d_2 y}{f_3} - \frac{\mu_2 + \lambda_2 y}{f_1} \right] \quad (1)$$

Здесь μ_1, μ_2 — коэффициенты естественной смертности хищника и суперхищника, η_1, η_2 — коэффициенты пищевой ценности, d_1, d_2 — коэффициенты, описывающие взаимодействие хищников. Отрицательная обратная связь из-за внутривидовой конкуренции между хищником и суперхищником представлена параметрами λ_1 и λ_2 . Функциональный отклик типа Беддингтона-ДеАнджелиса [2, 3] реализуется при помощи функций

$$f_j = 1 + a_j x + b_j y + c_j z, \quad (j = 1, 2, 3) \quad (2)$$

Система (1) при $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ и $f_j = 1$ ($j = 1, 2, 3$) рассматривалась в [4] и была обнаружена мультистабильность в виде семейства равновесий. Для $f_1 = f_2 = f_3$ и при выполнении условий на параметры

$$\mu_2 = \frac{d_2(d_1 + \mu_1) + \lambda_2(\lambda_1 + \mu_1)}{d_1 - \lambda_1}, \quad \eta_2 = \frac{d_2(d_1 + \eta_1) + \lambda_2(\lambda_1 + \eta_1)}{d_1 - \lambda_1} \quad (3)$$

система (1) имеет семейство равновесий

$$Q = \left\{ x \in \left[\frac{\lambda_1 + \mu_1}{\lambda_1 + \eta_1}, \frac{d_1 + \mu_1}{d_1 + \eta_1} \right], y = \frac{d_1 + \mu_1 - x(d_1 + \eta_1)}{d_1 - \lambda_1}, z = \frac{(\eta_1 + \lambda_1)x - \lambda_1 - \mu_1}{d_1 - \lambda_1} \right\}. \quad (4)$$

Это связано с наличием косимметрии

$$L = [yz, c_1xz, c_2xy]^T, \quad c_1 = -\frac{1}{d_1} - c_2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \quad c_2 = \frac{-\lambda_1 + d_1}{\lambda_1 \lambda_2 + d_1 d_2} \quad (5)$$

Скалярное произведение вектора (5) и правой части системы (1) при условиях (3) дает $\langle F, L \rangle = 0$, т.е. L является косимметрией [5, 6].

На рис. 1 приведена карта режимов на плоскости μ_2 и η_2 , построенная для одинаковых функций f_j : $a_j = b_j = c_j = 0.1$ ($j = 1, 2, 3$). Символами E_j – обозначены области устойчивости равновесий E_j ($j = 2, 3, 4$), E_{23} – область бистабильности, C – область предельных циклов, точка F соответствует семейству равновесий. Точка F является общей для областей E_2, E_3, E_4, E_{23} .

На рис. 2 представлены траектории, демонстрирующие установление к равновесиям семейства (прямая AE_2) для различных начальных точек. Видно, что выход траекторий на равновесия семейства происходит колебательным образом.

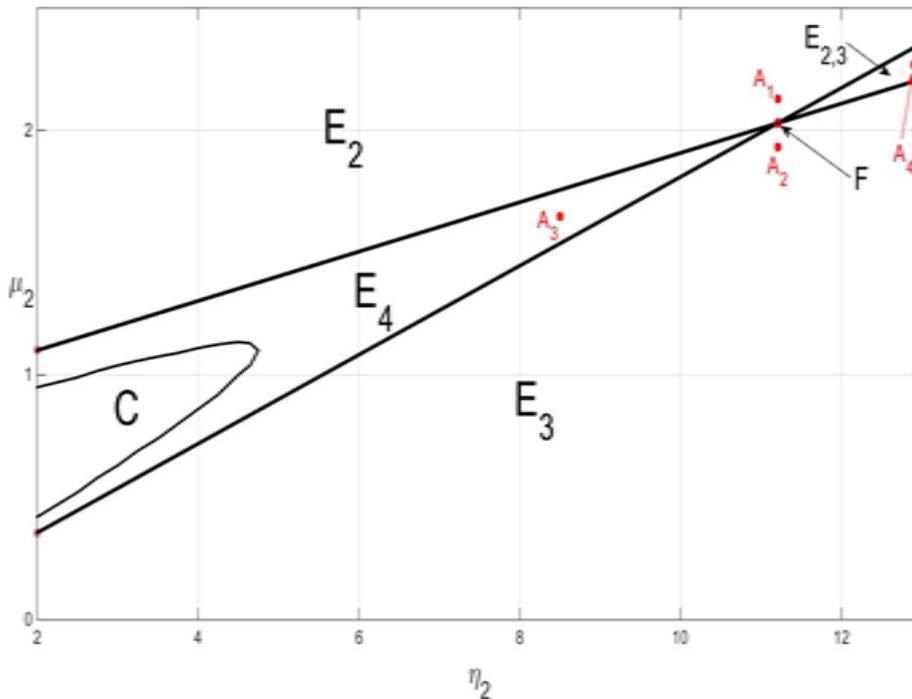


Рис. 1. Карта режимов на плоскости μ_2 и η_2 ; $d_1 = d_2 = \mu_1 = 1$, $\lambda_1 = \lambda_2 = 0.01$, $a_j = b_j = c_j = 0.1$, $j = 1, 2, 3$, $\eta_1 = 10$

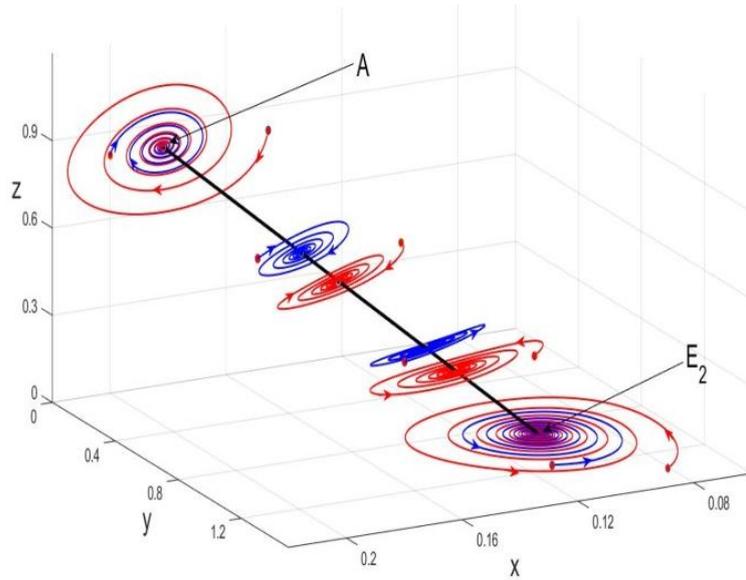


Рис. 2. Реализация равновесий семейства (черная прямая) для разных начальных условий (кружки) при косимметрии;
 $d_1 = d_2 = \mu_1 = 1, \lambda_1 = \lambda_2 = 0.01, \eta_1 = 10, a_j = b_j = c_j = 0.1, j = 1, 2, 3$

Были рассмотрены разные сценарии разрушения семейства Q при нарушении соотношений (3) и изменении функций $f_j(x)$. На рис. 3 приведены бифуркационные диаграммы, иллюстрирующие эффекты разрушения семейства равновесий при а) $f_1 = 1, f_2 = 1 + 0.1x, f_3 = 1 + 0.1(x + y + z)$, б) $f_1 = 1, f_2 = 1 + 0.9x, f_3 = 1 + 0.1(x + y + z)$, в) $f_1 = 1, f_2 = 1 + 0.9x, f_3 = 1 + 0.05x + 0.2z$.

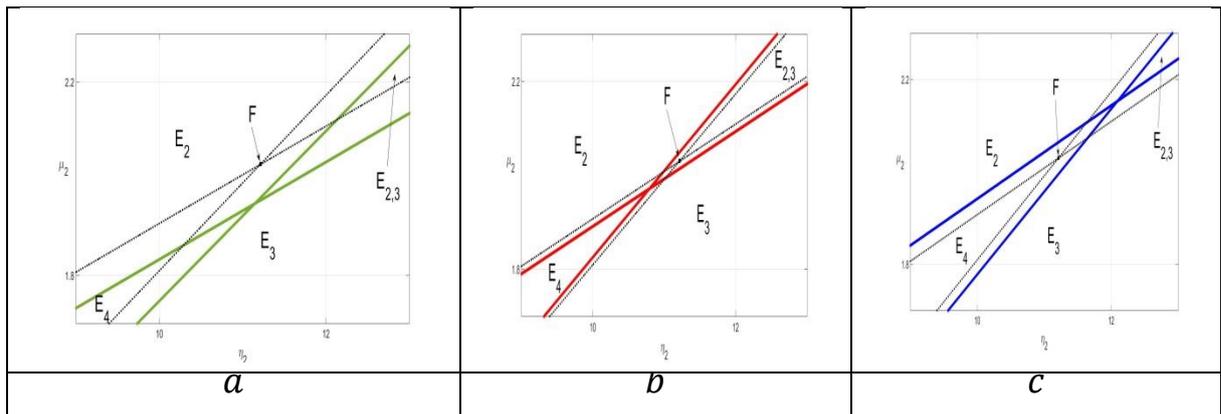


Рис. 3. Бифуркационные диаграммы на плоскости μ_2 и η_2 .
 E_j ($j = 2, 3, 4$) – области устойчивости изолированных равновесий,
 $E_{2,3}$ – область бистабильности, точка F соответствует семейству равновесий для $f_j = 1 + 0,1(x + y + z), j = 1, 2, 3$

Литература

1. А. Д. Базыкин, Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
2. D. DeAngelis, R. Goldstein, R. Neill, A model for trophic interaction // *Ecology*. 56 (1975) 881–892. doi: <https://doi.org/10.2307/1936298>.
3. J. R. Beddington, Mutual interference between parasites or predators and its effect on searching efficiency, *Journal of Animal Ecology* // 44 (1975) 331–340. doi: <https://doi.org/10.2307/3866>.
4. А. Алмасри, В. Г. Цибулин, Анализ динамической системы жертва-хищник-суперхищник: семейство равновесий и его разрушение, компьютерные исследования и моделирование // 15 (2023) 1603–1617. doi: <https://doi.org/10.20537/2076-7633-2023-15-6-1603-1617>.
5. В. И. Юдович, Косимметрия, вырождение решений операторных уравнений, возникновение фильтрационной конвекции // *Мат. заметки*. 49 (1991) 142–148. doi: <https://doi.org/10.1007/BF01142654>.
6. В. И. Юдович, О бифуркациях при возмущениях, нарушающих косимметрию // *Докл. РАН*. 49 (2004) 522–526. doi: <https://doi.org/10.1134/1.1810578>.

СОЗДАНИЕ ОБУЧАЮЩЕГО САЙТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРА И ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

Андреева Е. М., Хошафян А. С.

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

E-mail: andreeva@sfedu.ru, ahoshafyan@sfedu.ru

Создание сайта дистанционного обучения, а также его использование в образовательном процессе является важным моментом для успешного освоения изучаемого материала. Для дисциплины «Архитектура компьютера и операционные системы» был создан сайт, включающий, как стандартные средства, используемые в обучающих сайтах, такие как лекции, содержащие материал по изучаемой дисциплине, лабораторные работы и тестирование для закрепления изучаемого материала, так и систему автоматической проверки кода при написании программ по дисциплине.

Целью разрабатываемого веб-сайта является изучение студентом представленного курса, приобретение теоретических знаний и практических навыков. В свою очередь, задачами, которые способствуют достижению этой цели, являются:

- Концентрация в одном месте всех теоретических материалов, необходимых для изучения данной дисциплины.
- Размещение практических заданий (лабораторных и индивидуальных работ), необходимые для получения практических навыков.
- Размещение тестов для проверки знаний.

Веб-ресурс включает следующие разделы:

1. Главная страница.
2. Раздел с лекциями, где размещаются файлы с теоретическими материалами.
3. Раздел с заданиями, который делится на три подраздела:
 - а. Подраздел с лабораторными работами.
 - б. Подраздел с тестами.
 - с. Подраздел с индивидуальными заданиями.
4. Раздел с дистрибутивами и справочной информацией.
5. Раздел с контактами.
6. Профиль пользователя.
7. Окно входа.
8. Окно регистрации.

Основным и наиболее важным функционалом, предоставляемым обучающим сайтом является система автоматической проверки кода. Современные информационные технологии позволяют уменьшить объем работы преподавателей путем автоматической проверки программного кода лабораторных работ по изучаемой дисциплине. Система автоматической проверки представляет из себя набор методов, которые позволяют проверить программный код на ошибки компиляции и провести ряд тестирующих процедур для сопоставления полученного результата с необходимым решением.

Существует достаточное большое количество систем проверки кода, различающихся своими характеристиками и целями. Очень популярным в данный момент является использование систем автоматической проверки кода при проведении олимпиад по программированию.

Системы тестирования кода можно разделить на категории:

1. Веб-ориентированные системы, такие как Google Code Jam, Ejudge, Contester.
2. Клиент-серверные решения.
3. Системы, предполагающие ручное тестирование, когда проверяющему нужно самостоятельно запускать код на проверку, что не всегда удобно.

Для организации проведения тестирования кода на разрабатываемом сайте была выбрана клиент-серверная технология, которая осуществляет следующий функционал:

- регистрация студентов;
- компилирование исходных кодов;
- тестирование полученного решения на наборе тестов;
- уведомление участника о результате тестирования его программы;
- выставление баллов по результатам прохождения тестов.

Для компиляции и проверки правильности написания исходных кодов на сайте был проведен обзор систем проверки, из которых были выделены следующие:

1. `Clang` – это инструмент для статического анализа кода на языке C/C++. Он обеспечивает детальный анализ кода для обнаружения ошибок, которые обычно пропускаются компиляторами. Однако, он может пропустить некоторые ошибки из-за своего ограниченного понимания контекста кода и может потребовать дополнительной настройки.
2. `Clang` – это компилятор для языков C, C++ и Objective-C. Он основан на абстрактном синтаксическом дереве (AST), что позволяет ему анализировать структуру кода и обнаруживать ошибки. Он обеспечивает высокую производительность и точность анализа, но может

быть сложным для настройки и его сообщения об ошибках могут быть сложными для понимания новичкам.

3. GCC – это компилятор для языков C, C++, Objective-C, Fortran и других. Он компилирует исходный код в машинный код, обнаруживая ошибки в процессе. GCC поддерживает большое количество языков и архитектур, обеспечивает высокую производительность и точность анализа. Однако, GCC может быть сложным для настройки и его сообщения об ошибках могут быть сложными для понимания новичкам.
4. Valgrind – это инструмент для динамического анализа кода. Он работает, выполняя динамический анализ кода во время его выполнения. Valgrind может обнаруживать различные типы ошибок, включая утечки памяти, некорректное использование функций API и неправильное использование памяти. Однако, Valgrind может замедлить выполнение программы, и его использование может быть сложным для новичков.
5. SonarQube – это система непрерывной интеграции, которая включает в себя различные инструменты для статического анализа кода. Она поддерживает множество языков и обеспечивает комплексный анализ кода. Однако, она требует сложной настройки и может быть излишней для небольших проектов.

Такой обзор обусловлен требованиями лабораторных работ, согласно которым программы должны быть написаны на языке программирования Си. Выбор был остановлен на инструменте для статического анализа кода Cppcheck, который был встроен на сайт.

Кроме проверки компиляции кода программ лабораторных работ разрабатывается дополнительный модуль с набором тестирующих программ для проверки требований к программе согласно условиям лабораторных работ.

Задача процедуры тестирования программного решения состоит в определении, решает ли тестируемая программа требуемую задачу.

В последнее время широкое применение находят методы, основанные на анализе исходного кода программ. Но для любого достаточно сложного языка программирования (эквивалентного машине Тьюринга), существуют программы, для которых невозможно эффективно определить, не только решают ли они заданную задачу, но даже, закончит ли программа выполнение за конечное время.

Так как точное определение корректности программы невозможно, то широкое применение находят различные эмпирические методы тестирования. При этом в зависимости от структуры задачи используются различные методы тестирования [1].

Для тестирования правильности написания программ на сайте используется метод тестирования на наборе тестов. Согласно этому подходу,

программа считается корректной, если она выдает правильные ответы на заданном количестве случайных наборов входных данных.

Таким образом, в рамках данной работы был создан сайт для дистанционного изучения дисциплины «Архитектура компьютера и операционные системы», использующий систему автоматической проверки кода с помощью инструмента для статического анализа кода Cppcheck и метода тестирования на наборе тестов. Использование разработанного сайта в образовательном процессе повысит уровень для успешного освоения изучаемого материала.

Литература

1. Корнеев Г. А. Автоматизированная система тестирования программ. // Материалы VIII международной конференции "Современные технологии обучения <<СТО-2002>>". 24 апреля 2002 г. – СПб.: СПбГЭТУ, 2002. – Том 2 – С. 327–329.
2. Якушин А. В., Гладких И. Ю. Выбор системы автоматизированного тестирования решений задач по программированию. // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 4, no. 6, 2016, pp 38–43.
3. Майерс Г. Искусство тестирования программ. / Г. Майерс под ред. Б. А. Позина. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 272 с.
4. ejudge home page _ ejudge contest management system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ejudge.ru> – (Дата обращения 04.03.2024).
5. Система Contester [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vtcloud9.ulstu.ru/ru/> – (Дата обращения 04.03.2024).

ИНФРАСТРУКТУРА ПРАКТИЧЕСКОГО КУРСА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ GITLAB

Баглий А. П.

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

Проведение учебных курсов с лабораторными заданиями, включающими задачи на написание программ с применением различных языков программирования, библиотек и платформ влечет за собой необходимость автоматизировать некоторые аспекты организации курса, создания и распределения заданий, их сбора и проверки. Существующие информационные системы и веб-сервисы, такие как LMS Moodle и аналогичные, позволяют решать многие задачи проведения учебных курсов в целом, но в практических курсах для студентов-программистов требуется значительно более развитый набор функций, которые позволили бы выполнять базовый набор действий, включая их автоматизацию:

1. Создание шаблонов выполненных заданий.
2. Запись студентов на курс.
3. Назначение заданий из установленного набора для каждого студента.
4. Предоставление назначенных заданий студентам вместе с шаблонами для их выполнения.
5. Ведение истории выполнения заданий и работы над ними.
6. Оценку решенных заданий вместе с развернутыми комментариями.
7. Обеспечение совместной работы преподавателя и студентов над текстами их программ.
8. Поиск заимствований в текстах предоставленных студентами программ.
9. Предоставление отчетов по успеваемости в курсе для экспорта в другие информационные системы.

Существуют популярные веб-сервисы, предоставляющие большую часть перечисленных функций, такие как Github Classroom [1], Google Classroom [2] и др. Главная проблема централизованных сервисов – невозможность полного контроля над собственными данными, модификации под собственные нужды, возможность блокировки доступа к ним, закрытия сервисов и потери данных. Популярным является решение поставленных задач с помощью систем контроля версий, общепринятых в индустрии разработки программного обеспечения, например с помощью git и веб-сервисов управ-

ления репозиториями git. Github Classroom позволяет автоматизировать некоторые функции с помощью создания репозитория в сервисе Github [3], автоматизированного управления ими и проверки выполненных заданий с помощью запуска тестов. Самым популярным аналогом Github является сервис Gitlab [4], часть исходного кода которого открыта и запуск собственной копии этого сервиса максимально прост. Но на данный момент нет развитого аналога Github Classroom, который работал бы на базе Gitlab.

Целью этой работы было показать, что возможно разработать информационную систему, обладающую всеми перечисленными функциями на базе Gitlab, что позволит иметь полный контроль над всеми аспектами её работы, разработать сценарии её использования, которые подходили бы почти к любому курсу по компьютерным наукам. Был сформирован прототип веб-сервиса для управления курсом с его интеграцией в имеющиеся системы, сервис был опробован при проведении курса по разработке программ с графическим пользовательским интерфейсом для студентов 2-го курса ИММиКН.

Поскольку использование систем контроля версий (git, mercurial, и т. п.) – общепринятый стандарт при разработке ПО, то при работе с заданиями курса будем полагаться на то, что студенты обладают минимально необходимыми навыками для работы с программными репозиториями, способны создавать собственные рабочие копии репозитория, добавлять в них изменения и отправлять эти изменения на сервер контроля версий.

Сервис Gitlab предоставляет удобный веб-интерфейс к программным репозиториям, не требует больших вычислительных ресурсов для своего запуска и в случае отсутствия у студентов необходимых навыков позволяет им добавлять изменения в репозитории используя веб-интерфейс. Сервис позволяет регистрацию пользователей, создание репозитория, которые можно располагать внутри структуры из вложенных групп и ограничивать доступ пользователей к репозиториям и группам. С помощью развитого программного интерфейса сервисом можно управлять программно, что позволяет автоматически создавать репозитории для новых пользователей. Gitlab имеет развитый набор функций непрерывной интеграции для сборки и тестирования программ, который управляется файлами сценариев в каждой репозитории или через программный интерфейс.

С использованием программного интерфейса Gitlab был разработан набор функций для предоставления каждому записанному на курс студенту набора заданий. Предполагается, что практические задания курса попадают в фиксированный набор тем, каждому студенту выдается одно из возможных заданий по каждой теме. Задание подразумевает его формулировку (текст, спецификация, любой набор описывающих задание документов), подготовку выполненного задания и набор тестов, которые проверяют соответствие выполненного задания спецификации. Каждый вариант задания по

каждой теме оформляется как программный репозиторий, содержащий формулировку, заготовку и тесты. Репозитории заданий располагаются в структуре групп, которая отражает структуру курса. При записи студентов на курс автоматически для каждого из них создается копия каждого из выдаваемых заданий (fork в терминологии Gitlab). Разработанные функции позволяют автоматически выбрать задания, создать необходимые данные о курсе по списку заданий и студентов. Студенты получают возможность авторизоваться в Gitlab, получить свой список заданий на отдельной веб-странице и перейти к каждому из своих репозиториях. Выполнение заданий подразумевает добавление изменений в файлах программ внутри заготовки из репозитория, отправку этих изменений обратно на сервер и получение отчетов о выполненных тестах с указанием оценки и комментариев.

Автоматическая проверка заданий студентов должна выполняться с использованием заранее подготовленных тестов, которые запускаются в Gitlab для каждого нового коммита с изменениями в репозитории студента. Каждый запуск тестов сопровождается отчетом об их выполнении с вложениями в виде артефактов сборки и тестов, если это имеет смысл. Разработка заданий для курса в таком случае должна сопровождаться разработкой тестов, позволяющих всесторонне оценить решение студента и предоставить полезную информацию об ошибках. В зависимости от требуемого программного окружения при сборке программ и запуске тестов требуется организовать наличие подходящих серверов (контейнеров или виртуальных машин) под управлением Gitlab.

Во время прохождения курса группой студентов формируется набор репозиториях с аналогичными решениями одинаковых заданий, для поиска возможных заимствований между ними можно использовать существующие инструменты. Для их использования были разработаны функции экспорта содержимого репозиториях студентов. Кроме этого, возможно использование инструментов работы с репозиториями для поиска фрагментов кода и других видов анализа, например Sourcegraph [5].

Использование Gitlab с разработанными функциями автоматизации и программных репозиториях позволяет также организовать взаимодействие преподавателя со студентами в виде обзоров кода, парного программирования с помощью существующих сред разработки в браузере, решает часть проблем повторяемого окружения разработки и избавляет преподавателя и студентов от части рутинных задач, позволяет студентам избегать многих ошибок при подготовке их решений за счет предоставления готовых к использованию шаблонов.

Разработанные функции автоматизации и веб-сервис управления курсом позволяют автоматически экспортировать данные успеваемости студентов в сервис балльно-рейтинговой системы Университета. Таким обра-

зом, этот набор сервисов максимально упрощает обратную связь со студентами при автоматической и ручной проверке заданий и предоставляет хорошую базовую инфраструктуру для организации курсов, связанных с программированием.

Описанный набор функций был опробован на части курса по программированию для студентов 2-го года, который включал набор заданий из 8 тем, около 70 вариантов заданий для 120 студентов. Задания включали разработку программ с использованием платформы .NET и библиотеки Windows Forms для ОС Windows, поэтому в качестве отчетов выполнения тестов использовался вывод инструментов их запуска (NUnit) вместе с записанными видео запуска программ в случае обнаружения ошибок. За время проведения курса было создано около 900 репозиториях (по 8 на каждого студента), управление которым вручную было бы очень затруднено. Опробованное решение хорошо масштабируется, позволяя работать с несколькими курсами одновременно, имея большое число студентов и вариантов заданий (десятки тысяч репозиториях, тысячи студентов).

Литература

1. Github Classroom – сервис управления курсом на базе Github, URL: <https://classroom.github.com> (дата доступа 19.03.24).
2. Google Classroom – сервис LMS от Google, URL: <https://sites.google.com/view/classroom-workspace> (дата доступа 19.03.24).
3. Github – наиболее популярный сервис управления программными репозиториями, URL: <https://github.com> (дата доступа 19.03.24).
4. Gitlab – сервис управления репозиториями с возможностью установки на собственных ресурсах, URL: <https://gitlab.com> (дата доступа 19.03.24).
5. Sourcegraph – сервис поиска и анализа программного кода в репозиториях, URL: <https://github.com/sourcegraph/sourcegraph> (дата доступа 19.03.24).

ФИНАНСОВЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ

Балашова Т. Н., Головки Л. В.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
Управление финансового планирования, учета и сопровождения,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: tnbalashova@sfnedu.ru, lvgolovko@sfnedu.ru

В целях эффективного использования государственных финансов Министерством финансов (Минфин) и Федеральным казначейством (ФК) поставлена задача создания единого информационного ресурса, который обеспечит достоверность, надежность и актуальность сведений, необходимых для принятия управленческих решений на любом уровне и доступных в онлайн-режиме 24 часа 7 дней в неделю. Основными составляющими такой цифровизации определены единая методология, централизация учета и отчетности, электронный документооборот, СМАРТ-контроль.

Создание и применение **единой методологии** реализуется через программы разработки федеральных стандартов, регламентирующих все сферы учета. Обновлено планы счетов и указания по их применению, инструкции по составлению отчетности, регулярно актуализируется порядок формирования и использования бюджетной классификации.

Централизация учета в госсекторе будет проходить до 2028 года. Цель централизации – собрать всю учетную информацию в едином инфоресурсе, так называемом озере данных. Чтобы аккумулировать сведения в едином хранилище, федеральные и региональные учреждения могут передать учет Федеральному Казначейству. Это право, а не обязанность.

Есть три модели централизации учета учреждений.

1. Функционально-технологическая централизация – когда полномочия по учету передают в Центр компетенции Федерального казначейства.
2. Технологическая централизация – когда централизованная бухгалтерия ведет учет в государственной системе.
3. Технологическая интеграция – когда учреждение ведет учет в своей программе, которая интегрирована с ГИИС «Электронный бюджет» через ЭДО.

При централизации учета возникают проблемы: медленный переход на ЭДО, технические сбои (интернет, информационные системы), несовместимость программ (невозможность интегрировать данные), финансовые вложения. Есть и положительные моменты: повышается качество, скорость и достоверность учета и отчетности, автоматизируются рабочие процессы, обеспечивается разделение ответственности, повышение эффективности работы, получение данных в онлайн-режиме, исключается дублирование функций.

Схема «Модели централизации учета»



Переход на **электронный документооборот (ЭДО)** всех учреждений с 2023 года – это один из первых инструментов всеобщей централизации учета, когда из унифицированных форм документов можно будет собрать данные и интегрировать их в общую базу данных. После перехода всех учреждений на ЭДО показатели учета их электронных форм можно использовать для аналитики бюджетных показателей.

В 2022 году Минфин запустил новый ведомственный проект «**Электронный SMART-контроль** для учета государственных финансов и управленческих решений». В рамках этого проекта к 2025 году планируется ввести новый федеральный стандарт «Электронный документооборот». В нем будут прописаны общие требования к форматам данных в документах.

Срок окончания проекта – 31 декабря 2028 года. Основные мероприятия по этим задачам будут проходить в 2023–2025 годах. В 2023 году внесены поправки в законодательство в части развития централизованной модели бухучета. В 2024 году в учреждениях учетная политика должна быть сформирована на основе федеральных стандартов и единой электронной информации. К 2025 году планируется создание гибких информационных технологий для автоматизации процесса и возможности получения нужных сведений.

Электронный SMART-контроль – новый вид проверок, который понадобится для профилактической работы по расходованию бюджетных средств. За счет единого информационного поля через SMART-контроль можно будет посмотреть учетные показатели учреждения в онлайн-режиме. Причем дополнительную информацию контролерам предоставлять не придется – все данные будут в ГИИС "Электронный бюджет".

Также Федеральная налоговая служба (ФНС) совместно с Минфином разработала Концепцию развития электронного документооборота, которая

предназначена для реализации комплексного подхода к нормативному правовому регулированию в области применения электронной подписи, архивного хранения электронных документов и обеспечения юридической значимости электронного документооборота в сфере хозяйственной деятельности в целях его развития с учетом соблюдения баланса интересов участников рынка и органов государственной власти и направлена на повышение качества и эффективности документооборота на основе высокотехнологичных решений, упрощение, облегчение и создание комфортных условий для электронного взаимодействия между государственными органами власти и/или хозяйствующими субъектами. Область действия Концепции распространяется на случаи применения электронного документооборота во всех направлениях деятельности хозяйствующих субъектов, включая внутренние бизнес-процессы деятельности с обеспечением прослеживаемости выполненных процедур подписания электронных документов.

Обязанность вести электронный документооборот, в том числе финансовый, введена с 2023 года. Все учреждения должны применять унифицированные формы электронных первичных документов и регистров учета и перейти на ЭДО – это требование Минфина. В некоторых случаях допускается смешанный формат обмена документами как в электронном, так и в бумажном виде.

Электронные первичные учетные документы составляются в форме электронного документа, подписанного квалифицированной электронной подписью либо, в случаях, предусмотренных Методическими указаниями, простой электронной подписью.

С каждым электронным документом, как и с бумажным, могут последовательно или одновременно работать несколько сотрудников учреждения, один документ может содержать несколько электронных подписей разных видов, которыми может быть подписана информация из разных разделов документа в соответствии с зонами ответственности сотрудников.

При реализации финансового ЭДО с сотрудника финансовой службы снимается обязанность составлять первичку. Задача сотрудника финансовой службы состоит в том, чтобы проверить поступивший к нему документ на соответствие правилам его заполнения. А потом отразить операцию в учете.

Важной особенностью новых форм является то, что они ориентированы на ведение учета в централизованных центрах обработки данных (ЦОД), созданных в соответствии с Постановлениями Правительства РФ от 27.12.2019 № 1890, от 15.02.2020 № 153, когда первичный документ изначально оформляется и утверждается (подписывается ЭП) в учреждении – субъекте централизованного учета, а затем проверяется, при необходимости дозаполняется бухгалтерскими данными и проводится по бухгалтерскому учету в ЦОДе.

В Южном федеральном университете с 2023 года в соответствии с Концепцией и на основании приказа Министерства финансов Российской Федерации от 15.04.2021 г. № 61н осуществляется поэтапный переход на применение унифицированных электронных документов в целях установления единого порядка ведения бюджетного учета, бухгалтерского учета государственных (муниципальных) учреждений в части применения электронных первичных учетных документов, электронных регистров бухгалтерского учета.

Для перехода на финансовый ЭДО проводятся следующие мероприятия:

Определяется состав сотрудников, которые будут участвовать в процессе подписания документов по зонам компетенций и которые будут нести ответственность за сведения, указанные в документах. Сотрудник финансовой службы только регистрирует документ в учете;

Определяется, какие электронные цифровые подписи будут необходимы сотрудникам в соответствии с установленными маршрутами для подписания документов – простые или усиленные квалифицированные электронные подписи (ПЭП или УКЭП). Квалифицированная ЭЦП нужна руководителю, главному бухгалтеру, председателю комиссии учреждения. Эту подпись сотрудники должны получить в Федеральном казначействе. С каждым сотрудником, который будет участвовать в финансовом ЭДО, подписывается «Уведомление об использовании ПЭП». Простая электронная подпись для сотрудников – это логин и пароль в домене sfedu;

Вносятся изменения в Учетную политику на 2024 год;

Дорабатывается функционал программы «1С:Бухгалтерия государственного учреждения 8» («1С:БГУ»), обеспечивается интеграция с другими учетными информационными системами;

Сотрудникам, которые будут подписывать электронные документы, предоставляется доступ к «1С:БГУ»;

Составляется график электронного документооборота для каждого документа и формируется маршрут подписания в «1С:БГУ 8»;

Ведутся работы по организации электронного архива для хранения документов.

Плюсы финансового ЭДО:

Оптимизация рабочих процессов, оперативность доступа, прозрачность и безопасность обработки и обмена документами, отслеживание статуса в онлайн режиме;

Уменьшение сроков создания, согласования, утверждения и исполнения документов, предотвращение дублирования информации.

Повышение ответственности сотрудников ввиду очевидности кто, как и когда работал с документами;

Снижение трудозатрат при формировании финансовой отчетности.

Минусы финансового ЭДО:

Из-за организационно-технических проблем с интеграцией единого информационного пространства наладить ЭДО удаётся не со всеми контрагентами, как внешними, так и внутренними. В некоторых случаях допустимо совмещение электронного и бумажного документооборота;

Для получения ожидаемой эффективности ЭДО большое значение имеют профессиональные знания и навыки сотрудников, обеспечивающих ввод данных в рамках своих компетенций. Поэтому необходимо обязательное обучение персонала при предоставлении доступа к функционалу ЭДО;

В случае возникновения сбоев при работе с документами (отключении электроэнергии, проникновения вирусов и других нештатных ситуаций) очень важным является создание системы резервного копирования;

К минусам можно отнести и неизбежность расходов на внедрение, сопровождение, настройку и адаптацию ЭДО, в том числе финансового.

Таким образом, ожидаемый эффект от внедрения финансового ЭДО в Южном федеральном университете:

Уменьшение времени обработки документов. ЭДО позволяет автоматизировать обработку документов, что существенно сокращает время на бухгалтерские операции. За счёт этого финансовая информация гораздо быстрее становится доступной для анализа и принятия решений;

Снижение вероятности ошибок. При использовании систем электронного документооборота имеется возможность автоматически проверять документы на неточности и несоответствия. Это уменьшает вероятность ошибок в отчётности, которые способны привести к непредвиденным расходам;

Улучшение контроля над рабочими процессами. ЭДО – надёжный инструмент для эффективного контроля рабочих процессов и финансовых потоков, позволяющий идентифицировать возможные риски и оптимизировать стратегии;

Уменьшение задолженности и оптимизация платежей. ЭДО позволяет автоматизировать процессы учёта и оплаты счетов. Это помогает своевременно платить поставщикам и избегать штрафов и процентов по долгам;

Увеличение прозрачности и доступности данных. Электронные документы и финансовая информация, которая отражается в ЭДО, доступнее и удобнее для анализа. Такой подход улучшает понимание финансовой ситуации учреждения, что помогает принимать оптимальные стратегические решения.

Литература

1. Концепция развития электронного документооборота в хозяйственной деятельности // утверждена решением президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 25 декабря 2020 года № 34).
2. Материалы из Справочной системы «Госфинансы». <https://gosfinansy.ru>.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХОЖЕСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Батычко Н. Н.

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

Определение схожести изображений имеет множество областей применения, среди которых: поиск изображений в интернете, медицина, охрана интеллектуальной собственности, робототехника, контроль качества на производстве, AR, автопилот, вооружение. В зависимости от выбранной области, схожесть изображений определяется по-разному. Соответственно, применяемые алгоритмы тоже будут разные. Их можно разделить на два вида: классические и нейросетевые. Последние показывают наибольшую эффективность в решении большинства задач компьютерного зрения. В данном докладе рассматриваются существующие нейросетевые модели и архитектуры для определения схожести изображений, а также даются рекомендации по областям их применения, высказываются предположения об их дальнейшем развитии.

Почти во всех случаях работа происходит следующим образом. Сначала с помощью нейросети из каждого изображения получают вектор, который является либо кодированным представлением исходного изображения, либо набором извлечённых из него признаков. Иногда этот вектор может быть подвергнут уменьшению размерности. Затем вычисляется расстояние между полученными векторами с помощью определённой метрики. Изображения, для которых расстояние будет наименьшим, являются наиболее схожими.

Наиболее распространёнными методами определения схожести изображений с помощью нейросетей являются: классификаторы, сиамские сети, триплетные сети, автоэнкодеры, Vision Transformer (ViT).

Классификаторы можно использовать для извлечения признаков изображения. Зачастую для этого достаточно отключить выходной слой, отвечающий за определение класса. Например, это могут быть модели ResNet, VGG16, MobileNet. Эти нейросети выделяют достаточно качественные признаки и не имеют существенных ограничений по области применения, но они обладают немалой вычислительной сложностью и могут фокусироваться на признаках, не относящихся к исходной задаче.

Сиамские сети [1] нашли своё применение в задачах распознавания, верификации и идентификации (к примеру, распознавание лиц и проверка

подлинности подписи). Они способны обучаться на небольшом объёме данных, позволяют с достаточно высокой точностью определять схожесть изображений и выявлять аномалии. Но испытывают проблемы с обобщением полученных знаний, если входное изображение существенно отличается от тех, на которых производилось обучение. Также сиамские сети из-за своей архитектуры двойной сети требуют больше вычислительных ресурсов.

Триpletные сети являются модификацией сиамских сетей. Они состоят из трёх подсетей: для рассматриваемого изображения, для положительного примера и для негативного примера. В отличие от сиамских сетей они гораздо меньше подвержены проблемам с генерализацией и не нуждаются в нормализации данных. Но три сети требуют ещё больше ресурсов, чем две. Преимущества tripletных сетей дают возможность использовать их для поиска и ранжирования изображений. Примером такой модели является DeepRanking [2].

Автоэнкодеры позволяют получить кодированное представление изображения или уменьшить размерность данных, полученных из других нейросетей. Из-за большого разнообразия видов автокодировщиков они часто применяются как компоненты других более сложных нейросетей. Сами по себе они могут терять часть информации при сжатии, также они не устойчивы к изменениям освещённости и ракурса. Но они способны хорошо справляться с шумом в данных. Автоэнкодеры можно использовать для точного поиска по базе изображений. В частности, например, для предотвращения нарушения авторских прав.

Vision Transformer является сравнительно новой (2020 год) архитектурой нейросетей. Она во многом похожа на обычные трансформеры, только в качестве токенов используются небольшие куски изображений [3]. В отличие от свёрточных сетей, ViT может лучше охватить сложные связи между частями изображения. Возможно, некоторые техники из NLP удастся применить в задачах компьютерного зрения и обработки изображений, в том числе и в определении схожести изображений.

Помимо рассмотрения различных архитектур нейросетей, хотелось бы уделить немного внимания вопросу выбора метрики при определении схожести. В основном применяются следующие метрики: евклидово расстояние, манхэттенское расстояние (метрика L1) и косинусное расстояние. В статье [4] рассматривается какая из метрик L1 или L2 ближе к человеческому восприятию схожести изображений (как отдельных кусков, так и целых изображений). Выяснилось, что люди немного чаще выбирают метрику L1. Также метрика L1 имеет большую устойчивость к шуму. Думаю, дальнейшее исследование этого вопроса на других метриках может поднять субъективное качество результатов существующих подходов определения схожести.

Исходя из особенностей вышеперечисленных нейросетей, можно дать рекомендации по их применению. Классификаторы являются наиболее универсальным решением, которое можно использовать в большинстве случаев. Но они будут уступать более специализированным сетям. Сиамские сети хорошо показывают себя в задачах распознавания, верификации и идентификации объектов одного класса, например, в распознавании лиц и в проверке подлинности подписи. Триплетные сети более универсальны и хорошо подходят для применения в системах поиска и ранжирования изображений. Автоэнкодеры можно использовать вместе с другими нейросетями для понижения размерности векторов, а также с их помощью можно выявлять небольшие модификации изображений (например, для защиты авторских прав). Архитектура ViT пока недостаточно исследована, и давать рекомендации по её применению рано. Но я предполагаю, что она будет полезна в областях, где требуется выявлять сложное семантическое сходство изображений.

Литература

1. Building image pairs for siamese networks with Python – PyImageSearch URL: <https://pyimagesearch.com/2020/11/23/building-image-pairs-for-siamese-networks-with-python/> (дата обращения 15.03.2024).
2. Learning Fine-grained Image Similarity with Deep Ranking URL: <https://arxiv.org/pdf/1404.4661.pdf> (дата обращения 15.03.2024).
3. An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale URL: <https://arxiv.org/pdf/2010.11929.pdf> (дата обращения 15.03.2024).
4. A perceptually based comparison of image similarity metrics URL: https://web.mit.edu/sinhalab/Papers/sinha_russell2011.pdf (дата обращения 15.03.2024).

МОДИФИКАЦИЯ ПРЕЦЕДЕНТНОГО АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ

Беляков С. Л., Исаев А. В.

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

E-mail: alis@sfedu.ru

Введение. Проблема анализа ситуаций является актуальной. Ситуационный анализ представляет собой процесс оценивания внешних и внутренних факторов с целью определения рационального принятия решений. Одним из инструментов для анализа ситуаций и принятия решений является применение пространственных данных и геоинформационных систем (ГИС). Задачей ситуационного анализа в рамках ГИС является выработка достоверного решения для некоторой проблемной ситуации, представленной картографическим образом. В статье для определения достоверности выработанных решений предлагается возможный вариант развития прецедентного анализа, с помощью методологии образного представления ситуации путем добавления к прецеденту дополнительной экспертной информации, заданной картографически экспертом, а также контекста ситуации. Данная модель является развитием прецедентного анализа. Предлагается функция трансформирования образов в ситуационном анализе для принятия решений в геоинформационных системах.

Прецедентный анализ ситуаций. Задачей ситуационного анализа в рамках ГИС является выработка достоверного решения для некоторой проблемной ситуации, представленной картографическим образом. В конце XX века исследователи из Йельского университета изучили способность людей решать проблемы и обнаружили, что большинство людей находят решения на основе предыдущего опыта работы с подобными ситуациями. Это свидетельствует о значительной роли опыта и повторном использовании знаний в процессе решения задачи ситуационного анализа.

Известным подходом для повторного использования знаний в ситуационном анализе является прецедентный анализ (CBR), основанный на адаптации известной ситуации и вычислении близости к проблемной ситуации по специальной метрике. Однако в статьях [1–9], посвященных применению и реализации прецедентного анализа, малоисследованным остаётся вопрос используемых метрик для расчета близости ситуаций и повышения достоверности выработанных решений для проблемных пространственных ситуаций, в связи с чем данный метод можно считать правдоподобным, но недостоверным. Метод CBR основан на концепции воспоминаний о прошлом

опыте, который каким-то образом напоминает о возникшей проблемной ситуации. Если текущая и историческая ситуации достаточно схожи по своей природе, то можно сделать вывод, что решения в обеих ситуациях одинаковы. Если наиболее похожий случай считается недостаточно похожим на текущую проблему, решение наиболее похожего случая должно быть адаптировано к текущей ситуации. Для измерения близости двух ситуаций вводится показатель расстояния, который вычисляет расстояние между историческим случаем и текущей проблемой. В исследованиях для расчета данной метрики используют модели взвешенной суммы, полиномы более высокого порядка – меры, основанные на регрессии, расстояния Хэмминга, меры, основанные на косинусах. В [10] для определения степени близости используется мера сходства между двумя нечеткими подмножествами. Преимущество прецедентного анализа заключается в том, что все рассматриваемые прецеденты случались в реальной жизни и являются достоверными.

Универсальной метрики расчёта близости двух ситуаций не найдено, так как она сильно зависит от предметной области, и иногда она может быть задана эмпирически. Во многих случаях показатель подобия произошедшей и проблемной ситуации может быть затруднен. Также проблемой в CBR является адаптация известной ситуации, за исключением весьма ограниченных формализмов, существует мало надежной математической теории, поддерживающей практические методы адаптации. Основным недостатком представленных ранее исследований является недостаточный уровень достоверности реализуемой метрики близости двух ситуаций, в этих работах предлагается некая метрика сходства, но не оценивается эффективность полученных результатов на основе данной метрики. Метод CBR не позволяет учитывать неоднозначность пространственных ситуаций и неоднородность земного рельефа. В ГИС атрибутивные данные часто подвержены изменениям со временем: изменения в географических параметрах, обновление атрибутов объектов и другие изменения.

Предлагаемое решение. Основой, предложенной в работах [11–13], является образный анализ, представляющий собой картографическое описание ситуации, состоящее из самого прецедента и его допустимых преобразований, сохраняющих смысл образа при переносе знаний из одной местности в другую. Исследуемая модель образного представления ситуаций включает кроме прецедента интуитивные обобщения, которые делают возможным дедуктивные заключения в последующем сопоставлении образов. Данный подход предполагает решение задачи ситуационного анализа, основываясь на знаниях, накопленном опыте и профессиональной интуиции экспертов в области ГИС. Экспертными знаниями в данном методе являются центр образа и его допустимые преобразования. Под центром образа ситуации понимается реально наблюдавшаяся ситуация, по сути, центр образа си-

туации – это набор размеченных на карте существенно важных картографических объектов, существенно влияющих на размещение прецедента и описывающих ситуацию как прецедент. Допустимыми преобразованиями являются возможные размещения прецедента, которые не меняют сути рассматриваемой ситуации и задаются экспертами картографически [11].

Предлагаемый метод является развитием образного анализа ситуаций. При переносе образа существенную роль играет контекст ситуации, например, важность картографических объектов центра образа при их переносе в новую область, а также картографические объекты, которые не попали в центр образа, но влияющие на допустимые преобразования центра образа ситуации. Таким образом, предлагаемой моделью представления ситуации является набор из трёх компонент: центр образа прецедента (c), допустимые преобразования $H(c)$ и контекст трансформирования (K_{TR}). В данной модели образ ситуации (I), включает помимо представления о ситуации и её допустимые преобразования, информацию, как эта ситуация может быть отображена в другой области:

$$I = \langle c, H(c), K_{TR} \rangle, \quad (1)$$

Контекст ситуации можно описать:

$$K_{TR} = \langle W_C, O_K, T_K, \Omega_K \rangle, \quad (2)$$

Контекст ситуации включает в себя:

- W_C – важность картографических объектов центра образа в контексте исходной области ситуации, влияющие на результат трансформирования ситуации в новую заданную область.
- O_K – массив опорных объектов, не вошедших в центр образа, но влияющих на размещение образа в другом контексте;
- T_K – массив опорных топологических отношений между опорными объектами и центром образа, влияющих на допустимое преобразование центра образа;
- Ω_K – контекст исходной области, выявленный у эксперта (информация об области: топология области, состояние области геопространственные характеристики области).

В общем операция переноса ситуации должна выполняться применением функции трансформирования:

$$I_{new} = \langle c_{new}, H(c_{new}), K_{TR_{new}} \rangle = F_{TR}(\langle c, H(c), K_{TR} \rangle, \Omega_{new}, E_{LIMITS}, \nu_{TR}) \quad (3)$$

где $\langle c, H(c), K_{TR} \rangle$ – центр образа ситуации, его допустимое преобразование и контекст ситуации;

Ω_{new} – целевая область на карте для трансформирования ситуации;

E_{LIMITS} – экспертная информация, заданные онтологии и ограничения;

ν_{TR} – метрика сохранения перенесенного смысла, которой должен удовлетворять перенесенный образ.

Заключение. В данном исследовании анализируется прецедентный анализ ситуаций, выявляются недостатки данного подхода переноса ситуаций в ГИС. Предлагается модификация прецедентного анализа, которая позволяет при трансформировании знаний учитывать контекст ситуации и географические особенности карты. В будущей работе планируется исследование самой метрики достоверности переноса, а также практическая реализация функции трансформирования и оценка её эффективности на примере базы знаний с известными прецедентами.

Литература

1. I. Watson. An introduction to Case-based reasoning. Progress in Case-Based Reasoning. LNAI #1020. Pp 3–16, 1996.
2. D. B. Leake, A. Kinley and D. Wilson. Case-based similarity assessment: estimating adaptability from experience. Proc. of American Association of Artificial Intelligence (AAAI-97), pp. 674–679, 1997.
3. H. R. Osborne and D. G. Bridge. A case base similarity framework. Proc. of 4th European Workshop on Case-Based Reasoning (EWCBR'98), pp. 309–323, 1998.
4. T. Warren Liao, Z. Zhang and C.R. Mount. Similarity measures for retrieval in case-based reasoning systems. Applied Artificial Intelligence 12:267–288, 1998.
5. Ines Rekik, Sabeur Elkosantini and Habib Chabchoub – A case-based reasoning based multi-agent system for the reactive container stacking in seaport terminals.
6. K. Venkatesh Raja, R. Siddharth, S. Yuvaraj, K. A. Ramesh Kumar – An Artificial Intelligence based automated case-based reasoning (CBR) system for severity investigation and root-cause analysis of road accidents – Comparative analysis with the predictions of ChatGPT.
7. Tversky, A. Features of similarity. Psychological Rev. 84:327± 352.
8. M. Sánchez-Marrè, U. Cortés, I. R.-Roda, and M. Poch. Sustainable case learning for continuous domains. Environmental Modelling & Software 14(5):349–358, 1999.
9. Gavin Finnie. Similarity and metrics in case-based reasoning.
10. Liu Huan, Xian Baoan, Liu Gaofeng. Fuzzy pattern recognition model of geological sweetspot for coalbed methane development, EXPLOR. DEVELOP., 2023, 50(4): 924–933.
11. С. Л. Беляков. Трансформирование опыта принятия решений в пространственных ситуациях. Известия ЮФУ. Технические науки, 2021.
12. С. Л. Беляков. Знания для аргументации при сопоставлении пространственных ситуаций. Известия ЮФУ. Технические науки, 2022.
13. С. Л. Беляков. Об особенностях проектирования геоинформационных справочных систем. Известия ТРТУ, 2010.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДОСТУПНОСТИ УБЕЖИЩ

Бережная А. В., Гинис Л. А.

*ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
Институт компьютерных технологий и информационной безопасности,
г. Таганрог*

E-mail: aberezh@sfnedu.ru, gla@sfnedu.ru

Ежедневно в нашем мире происходит пусть и небольшое, на первый взгляд и вовсе незаметное, но улучшение или же и вовсе создание информационных и, в частности, геоинформационных технологий и систем (ГИС). Такие изменения значительно укоряют развитие, но при этом также очень быстро происходит устаревание технологий, то, что еще вчера было актуально, сегодня считается «прошлым веком». Это подводит нас к выводу что технологии постоянно совершенствуются и дают большие возможности, как следствие, помогают в более точном и полном моделировании разных процессов.

Одним из важных и актуальным направлением в современной прикладной геоинформатики, несомненно, можно считать работу в сфере безопасности, в более узком понятии – разработка различных моделей и приложений, помогающих оценивать, проводить мониторинг и создавать целые архивы с работой при катастрофах природного и техногенного характера. Ведь нельзя забывать о том, что чрезвычайные ситуации (ЧС) несут в себе не только мгновенные разрушения, но и последующий ущерб, наступающий уже после окончания катастрофы.

Существует множество природных и техногенных катастроф, в монографии [1] затрагивается данная тема, и приводятся примеры, такие как: наводнения, извержения вулканов, ураганы, антропогенные катастрофы и аварии. Если изучить данные статистики МЧС России [2], то можно заметить, что количество природных чрезвычайных ситуаций незначительно увеличилось с 2020 года по 2021 год. При этом наибольшее число катастроф приходится на: опасные гидрологические явления, следом идут бури и замыкают тройку крупные природные пожары и количество. Из вышесписанного можно сделать вывод, что проблема доступности убежищ при катастрофах природного и техногенного характера является как никогда актуальной.

Для примера возьмем Камчатский край, он находится в сейсмически активном районе Тихоокеанского сейсмического пояса. Для снижения рисков и последствий, а может и вовсе расчета вероятных ЧС Камчатка

нуждается в надежных системах оценки сейсмической и вулканической опасности и прогнозирования землетрясений и извержений вулканов.

Как ни прискорбно это видеть, но действующая карта того же Петропавловска-Камчатского потеряла свою актуальность и нуждается в доработке. В работе [3] была затронута данная тема и предложен ряд решений для уменьшения потерь от природных и техногенных катастроф: укреплять здания и сооружения, расширять сети станций сильных движений, а также необходимость разработки методики для оценки геологических рисков.

Если говорить об существующих и работающих ГИС, можно привести в пример «Карту пожарной обстановки», но следует заметить, что она касается только узкого направления, а именно «пожарной обстановки на особо охраняемых природных территориях федерального значения» и захватывает только малую часть полуострова Камчатка, а также производит мониторинг только пожароопасности. Но данная ГИС не поможет при поиске доступного убежища или хотя бы определения точки его расположения.

В исследовании [4] были предложены и рассмотрены новые модель и алгоритм для определения местонахождения и количества аварийных убежищ, путей сообщения и укрепленных краев при экстренной эвакуации. Такая модель делит различные пути отступления на основные и вспомогательные. Для решения модели используется двухэтапный алгоритм оптимизации. Предлагаемый алгоритм применяется к конкретному случаю, который проверяет его осуществимость и стабильность. Стоит также упомянуть, что предложенный алгоритм был протестирован в тематическом исследовании и обеспечивает основу для отделов управления чрезвычайными ситуациями при планировании действий в случае землетрясения.

Предлагается разработать модель для анализа зон доступности убежищ при ЧС с помощью ГИС, для достижения поставленной цели, мы остановились на объектно-ориентированном методологическом подходе и унифицированном языке моделирования UML для проведения моделирования. Язык UML содержит в себе ряд неоспоримых преимуществ, таких как: объектное моделирование, описание системы максимально подробно и с разных сторон, простота чтения диаграмм UML, возможность ввода собственных текстовых и графических стереотипов, широкое распространение и развитие языка.

Для разработки диаграмм в рамках модели анализа зон доступности и решения проблемы доступности убежищ в концепции методологии UML мы решили использовать программное обеспечение: бесплатный он-лайн сервис draw.io. Перед построением модели провели сбор и анализ необходимых данных, в частности: сбор и анализ статистики катастроф по региону, определение зон наиболее подверженные риску и несомненно произведем анализ существующей инфраструктуры, которая потенциально может использоваться или уже используется в качестве убежища. Основываясь на

полученных данных, приступили к построению модели на основе методологии UML, которая позволит представить все в виде графических диаграмм.

На первом шаге была построена диаграмма процесса создания модели доступности. Далее перечислим все входные и выходные данные, а также управленческие потоки и механизмы для этой модели. К входным данным относятся: данные для оценки доступности убежищ. Выходными данными является сама готовая модель. Механизмом управления у нас изображен разработчик, а к управленческим можно отнести информацию о катастрофах / расположении убежищ / инфраструктуре. Все ранее перечисленное мы можем увидеть на рисунке 1.

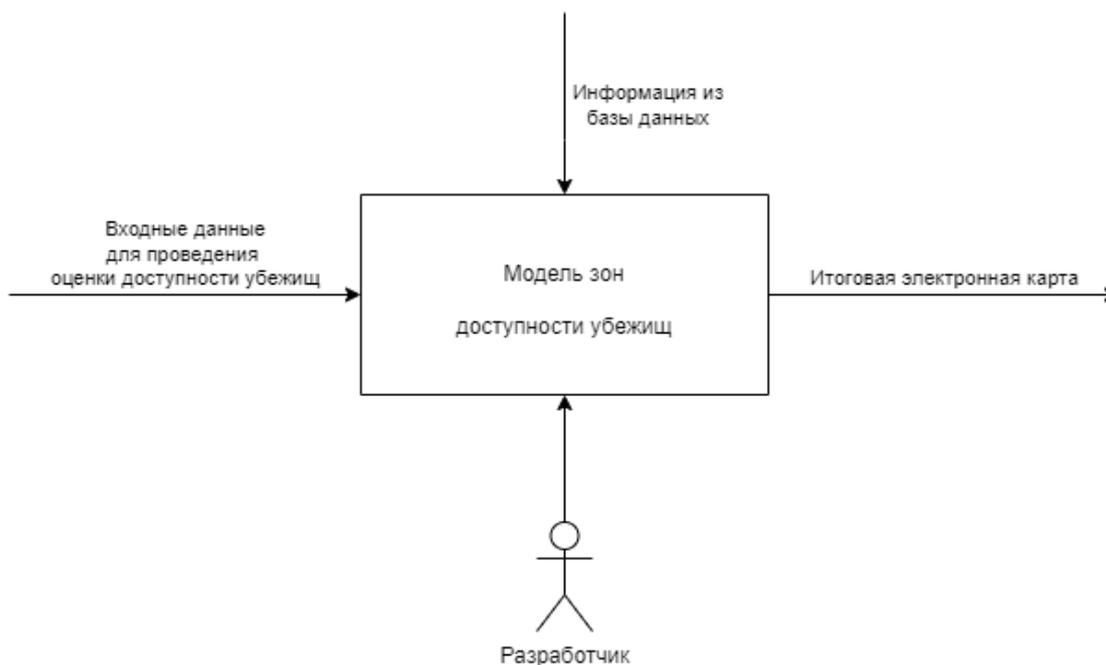


Рис. 1. Начальная диаграмма процесса разработки модели

Определившись с функционалом нашей будущей ГИС, разработали диаграмму вариантов (Use Case Diagram) использования системы. В первую очередь данная система должна иметь возможность для ввода новых или замены устаревших данных, соответственно создадим такие объекты как: ввод данных об опасных объектах и убежищах.

Не стоит забывать, что система должна иметь блок анализа зон доступности убежищ, что является ее основной и первостепенной задачей. Также у пользователя должна присутствовать возможность экспорта и отображения результатов. Результат представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

В данной работе мы произвели анализ современных систем и решений, еще раз подтвердив актуальность данной темы в современных реалиях. После этого, используя технологию UML, которая позволяет графически произвести подробное описание системы с разных сторон и точек зрения, мы положили начало в разработке собственной модели для анализа зон доступности убежищ с помощью ГИС. Система, разработанная на основе модели, должна помочь выявить проблемные зоны доступности и в дальнейшем предложить способы их устранения.

Литература

1. Енджиевский Л. В, Терешкова А. В. История аварий и катастроф: [Текст]: Монография – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. – 440 с.
2. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб./Росстат. – 2022. – № 92. – 115 с.
3. Проценко И. Г., Денисов Ю. А., Кошкарев А. А., Чебанюк С. В., Кошкарева Л. А., Ольков В. П. Система мониторинга Камчатки на базе геоинформационных технологий [Текст] // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2008. – № 7. – С. 74–79.
4. Wang, Y., Xu, Z. An Emergency Shelter Location Model Based on the Sense of Security and the Reliability Level. J. [Text] // Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2023 – № 32 – pp. 100–127.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ DART В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Блинова Е. Е., Абросимова Ю. М.

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

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

В ходе совета по стратегическому развитию и нацпроектам, президент Российской Федерации Владимир Путин говорил о необходимости повышения качества подготовки инженерных и IT-специалистов, так как без выхода на новое качество подготовки кадров у страны не будет технологического будущего. И начинаться эта работа, по мнению Президента, должна уже в школе. «По оценкам Минцифры России, к 2024 году дефицит квалифицированных кадров в IT-сфере может достичь миллиона человек Отмечу, что сегодня они тоже находятся в большом дефиците», – сказал Путин. Таким образом, необходимость качественного пересмотра системы подготовки кадров в сфере IT является одной из важных задач, стоящих в настоящее время перед системой образования.

Важное место в подготовке специалистов в области IT занимает обучение программированию, начинать которое необходимо со школы, ведь чем раньше начнется процесс обучения, тем лучших результатов можно будет достичь. Учить можно не какому-то одному языку, а нескольким, демонстрируя при этом различные парадигмы программирования.

Программирование не только знакомит обучающегося с особенностями языков программирования, но и способствует развитию логического и алгоритмического мышления. Благодаря программированию обучающиеся могут продумывать несколько последовательностей действий, которые смогут привести к необходимому результату. Затем сравнить и выбрать оптимальное решение, отвечающее всем заданным условиям. Таким образом, обучающиеся учатся думать на несколько шагов вперед. Это умение является полезным в любой профессии.

Не менее важным преимуществом программирования является возможность самовыражения и реализация творческого потенциала школьников. Так написав небольшой код, учащийся создает нечто новое и уникальное, что заставляет находить нестандартные и неординарные решения.

На сегодняшний день существует перечень рекомендованных в Федеральных образовательных стандартах языков для обучения программированию в школьном курсе информатики. И выйти за рамки этих языков может лишь используя элективные или факультативные курсы.

Факультативный курс (факультатив) (франц. facultatif – от лат. Facultas – возможность), необязательный учебный курс или предмет, изучаемый студентами вузов и учащимися средних учебных заведений по их желанию для углубления и расширения научно-теоретических знаний [1]. Элективные учебные предметы (от лат. electus – избранный, избирательный) – обязательные учебные предметы по выбору обучающихся из компонента образовательного учебного учреждения [2]. Как можно заметить из определения, элективный курс обязателен для посещения, поэтому у школьников появляется возможность на постоянной основе заниматься интересным им предметом. Поэтому для повышения уровня знаний у заинтересованных школьников может быть разработан элективный курс по изучению языка программирования Dart в 10-11 классах.

Язык программирования Dart был разработан и продемонстрирован на конференции GOTO, которая проводилась 10–12 октября 2011 года в Орхусе. Разработчиками этого языка являются Ларс Бак, Марк Миллер и Каспер Лунд – представители компании Google. Изначальной целью создания Dart было намерение заменить JavaScript, в котором обнаружились некоторые изъяны. Dart является объектно-ориентированным языком программирования, подходящим прежде всего для разработки мобильных и веб-приложений [4].

В настоящее время существует две версии языка: Dart и Dart2. Последняя версия вышла в 2018 году и является продолжением прошлой версии. В ней улучшили синтаксис, инструменты дают возможность реже переключаться между кодом и разметкой. В связи с выходом новой версии Dart становится популярным. К тому же язык «продвигает» компания – разработчик Google. В свободном доступе находится как вся необходимая преподавателю и ученику литература, так и последние обновления языка.

Главной целью разработки факультативного курса по данному языку программирования является усиление мотивации к обучению программированию, через освоение языка Dart.

Элективный курс рассчитан на 68 учебных занятий, продолжительность занятия – 1 академический час в неделю. Таким образом, язык программирования Dart изучается на протяжении двух лет в 10 и 11 классах. Основными формами организации образовательного процесса являются: лекция, компьютерный практикум и компьютерный эксперимент по предложенным учебным материалам. Практикум подразумевает работу как индивидуально, так и в команде, что способствует развитию коммуникативных навыков учащихся в ученической «рабочей» среде. То есть данный курс способен подготовить обучающихся к реальным условиям профессиональной деятельности. Для заданий выбирается команда, состав которой будет

периодически меняться. В команде закреплены роли, каждый учащийся может попробовать себя в качестве тимлида (team leader), аналитика, разработчика, архитектора и тестировщика.

Аттестация проходит в ходе выполнения индивидуальных и групповых заданий. Конечным результатом прохождения курса является выполнение итогового проектного задания, направленного на создание кроссплатформенного мобильного приложения с использованием фреймворка (framework) Flutter.

Работать с языком программирования Dart можно либо с использованием веб-интерфейса среды разработки `dartpad.dev`, либо есть возможность установки приложения Dart на персональный компьютер.

На официальном сайте `dart.dev` есть бесплатная версия приложения с документацией по установке. Приложение возможно установить на операционные системы: Windows, Linux, macOS. Установка проста, может быть самостоятельно осуществлена школьниками на домашних ПК, что даст возможность разработать как в классе, так и дома. Однако для удобной работы необходима среда разработки, например, Visual Studio Code, IntelliJ IDEA (в которой необходимо будет подключить расширение (extensions) Dart).

В ходе курса планируется изучение базовых тем, таких как: установка и общие сведения про язык Dart; типы данных, переменные и константы; логические и арифметические операции; условный оператор; циклы и др.

А также тем, связанных с объектно-ориентированным программированием, словарями и множествами, асинхронностью, тернарными операторами.

В связи с тем, что курс рассчитан на старшую школу, обучение опирается на знания обучающихся по программированию, что облегчает процесс изучения простейших тем. Поэтому на базовые темы выделяется малая часть часов курса (приблизительно по часу на тему, исключением являются условные операторы и циклы).

В поддержку элективного курса разрабатывается электронный информационно-образовательный ресурс (сайт), позволяющий легче освоить изучения языка программирования Dart. Информационный образовательный ресурс имеет четкое тематическое разделение материала. Каждая тема состоит из одного или нескольких занятий. Если же ученик пропускает занятие, то работа с образовательным ресурсом поможет ему разобраться в теме. Потому что каждый урок на сайте содержит теоретический материал, примеры, аудиторные и домашние задания по теме, а также дополнительные материалы для углублённого изучения высокомотивированными и успевающими школьниками.

Литература

1. Роганов Е. А., Основы информатики и программирования: учеб. пособие. – М.: МГИУ, 2001.

2. Салангина Н. Я. Выбор языка программирования для изучения в школе и педагогическом вузе / Н. Я. Салангина // Актуальные проблемы преподавания информатики и информатизации образовательного процесса в учреждениях основного и дополнительного образования: сб. науч. трудов / Под ред. Э. Р. Дроздовой. – Комсомольск-на-Амуре: АмГПУ. – 2021. – № УДК 371.32. – С. 72.
3. Антропова Ю. Р. Чем может быть полезно изучение программирования в школе / Ю. Р. Антропова // Молодой ученый. – 2021. – № 41 (383). – С. 66–67. – URL: <https://moluch.ru/archive/383/84333/> (дата обращения: 14.03.2024).
4. Блинова Е. Е., Абросимова Ю. М., Внедрение языка программирования Dart в учебную программу среднего общего образования/ Блинова Е. Е., Абросимова Ю. М. // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXX научной конференции (Ростов-на-Дону, 13–15 апреля 2023 г.) Под ред. Г. В. Муратовой, Е. Е. Блиновой, Я. М. Демяненко – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета. – 2023 № УДК 004(063), 444 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Блинова Е. Е., Глазко И. В.

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

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

По мере интенсивного развития общества, большие изменения претерпевали различные сферы человеческой жизни, в частности это не могло не затронуть систему образования.

Согласно посланию Федеральному собранию от президента В. В. Путина от 1 марта 2018 года развитие цифровой среды приняло прогрессивный характер. Меры, предпринятые для реализации данного процесса, были нацелены на развитие информационного пространства посредством внедрения современных сервисов, созданием научных и проектных групп. Предполагалось, что такое объединение компетенций создаст масштабный цифровой ресурс.

Основываясь на данных портала «Проекты России» процесс цифровизации образования берет свое начало в 2019 году и продолжается по сей день. Реализуется он в рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда». Главной целью данного проекта предполагается обеспечение образовательных учреждений современным оборудованием, развитие информационных сервисов и разработку образовательных материалов.

Понятие «цифровизация» имеет множество разных подходов к определению.

Сафуанова Р. М., Лехмуса М. Ю., Колганова Е. А. под «цифровизацией» понимают «оцифровывание» реальности; накопление «цифровых следов»; объективный процесс вытеснения всего аналогового из технологии, экономики и культуры [6].

По мнению Никулиной Т. В., «цифровизация» – это развитие компьютерных технологий [3].

Т. В. Фомичева представляет «цифровизацию» как преобразование информации в цифровую форму [4].

Цифровизация охватывает все сферы деятельности человека. Система образования также была вовлечена в данный процесс. По мнению Гордеевой Е. В. цифровизация в образовании – процесс перехода на электронную систему обучения. Особую роль данный процесс играет в появлении современных инструментов для создания учебных материалов, инструментов для

различных способов организации преподавания и наконец к построению новой образовательной среды. Благодаря этому большинство учебных заведений смогли достичь современного уровня в образовании [5].

Действительно, использование различных обучающих программ, приложений, цифровых и электронных образовательных ресурсов дает возможность сделать процесс обучения более доступным всем категориям обучающихся.

Существует несколько подходов к определению понятия электронный образовательный ресурс:

1) ЭОР – учебный материал, для воспроизведения которого используются электронные устройства (А. А. Валуева) [1].

2) ЭОР – совокупность данных в электронном виде, реализующая возможности средств информационных и коммуникационных технологий, содержащая информацию, предназначенную для осуществления всесторонней педагогической деятельности (И. В. Морозова) [2].

ЭОР в отличие от остальных средств обучения может разрабатываться под конкретные учебные цели и задачи педагога, может разрабатываться им самим.

Современный педагог, обладающий достаточно высоким уровнем сформированности ИКТ-компетентности, а особенно педагог областью профессиональной деятельности которого является информатика, должен обладать всеми необходимыми знаниями, умениями и навыками для разработки ЭОР.

Формирование знаний, умений и навыков по проектированию ЭОР требует большой доли самостоятельной работы. Такая деятельность хорошо реализуема на этапе обучения в ВУЗе. Будущие учителя информатики формируют все необходимые компетенции, основанные на алгоритмах, приемах и способах деятельности, но со значительной долей самостоятельной работы. В результате формируются методические особенности обучения разработке ЭОР. Они базируются на системе образовательных целей, структуре, методах, средствах и формах обучения.

Целесообразно вводить учебный материал для обучения разработке ЭОР будущих учителей информатики в рамках таких дисциплин, как «Педагогическая информатика», «Основы Веб-программирования» или подобных дисциплин, предполагающих получение необходимых ЗУН и цифровых компетенций в области веб-программирования. Реализация может происходить и отдельными модулями в рамках таких дисциплин, как «Методика обучения информатике», поскольку важным аспектом для создания веб-ресурса является его соответствие методическим требованиям к разработке. Кроме того, в рамках этой же дисциплины, в процессе прохождения технологической практики по информатике целесообразно создать условия для непосредственной разработки продукта. Контрольно-оценочный этап может организовываться в форме защиты проекта как индивидуального, так и группового.

Стоит обратить внимание на то, что в процессе обучения использование уже готовых ЭОР или встреча с опытными педагогами активно используемыми и разрабатываемыми ЭОР будет оказывать положительное влияние на мотивацию обучающихся. Кроме того, разрабатываемый ЭОР можно связать с темой будущей выпускной квалификационной работы, обеспечив разработку электронного приложения диплома.

Трудности, с которыми могут столкнуться будущие учителя – обилие средств и инструментов разработки, которые позволяют создавать и проектировать ЭОР без особых навыков программирования. Однако учитель информатики в первую очередь обязан понимать, как тот или иной ЭОР работает изнутри, то есть какова его структура, функционал, возможности.

Главной образовательной целью курса обучения разработке ЭОР является овладение навыками программирования и верстки. Любой сайт имеет стандартную структуру HTML документа, внешний вид которого моделируется с помощью CSS, а функциональность и интерактивность достигается благодаря JavaScript. Сайт, разработанный на основе данной технологии, будет соответствовать всем необходимым требованиям ЭОР с точки зрения содержания.

В процессе обучения разработке ЭОР важную роль играет накопление опыта, умений и навыков. Реализовать это можно посредством выполнения лабораторных и практических работ, исследованием ПО для проектирования ЭОР. Область изучения строится на основе следующих разделов:

- Теоретические основы информатики.
- Основы алгоритмизации и программирования.
- Базы данных и информационные системы.
- Компьютерные сети / облачные технологии.
- Компьютерное моделирование.
- Web-технологии.

Основными методическими особенностями обучения будущих учителей информатики разработке ЭОР являются:

- Мотивационно-целевой компонент.
- Содержательный компонент.
- Деятельностный компонент.

Таким образом, можно сделать вывод, что проблема подготовки и обучения будущих учителей информатики разработке ЭОР всегда была и существует, однако решение данной проблемы есть. Необходимо обеспечить будущее поколение педагогов знаниями, умениями и навыками в области разработки и применения онлайн-ресурсов. Благодаря этому можно достичь результатов, которые полностью будут отражать суть современного образования и задавать инновационный темп развития средств и методов обучения.

Литература

1. Валуева А. А. К вопросу о классификации электронных образовательных ресурсов / А. А. Валуева // Проблемы и перспективы развития индустрии гостеприимства Калининградской области глазами молодых ученых, 2019. С. 102–104.
2. Морозова И. В. Классификация информационных электронных образовательных ресурсов // Вестник Марийского государственного университета. 2012. № 9.
3. Никулина Т. В., Стариченко Е. Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. № 8. С. 107–113.
4. Фомичёва Т. В., Катаева В. И. Ценности россиян в контексте цифровизации российской экономики // Уровень жизни населения регионов России. 2019. № 2. С. 80–84.
5. Гордеева Е. В., Мурадян Ш. Г., Жажоян А. С. Цифровизация в образовании // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 4-1.
6. Сафуанов Р. М., Лехмус М. Ю., Колганов Е. А. Цифровизация системы образования // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 2 (28).

ТРАНСФОРМАЦИЯ КУРСА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ» В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

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,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: eesivokon@sfnedu.ru, agpeksheva@sfnedu.ru

В современном обществе цифровые технологии являются неотъемлемой частью образовательного процесса, при этом они в той или иной степени вовлекаются в него всеми участниками образовательного процесса по конкретному предмету/дисциплине, как непосредственными (педагогами и учащимися), так и «косвенными» (родителями, вспомогательным учебным персоналом, администрацией образовательной организации, авторами учебно-методических комплектов, электронных курсов и др.). Такое вовлечение приводит к необходимости изменения содержательного наполнения компетентностей, и напрямую связанных с цифровыми технологиями, таких как цифровая грамотность [2], информационная культура, так и «производных» компетентностей, характерных для цифрового общества в период трансформации, например, сетевая (цифровая) самоидентификация, риск-ориентированное целеполагание, компетенция в реализации проектной деятельности и др. [1]. В данном случае под содержанием компетентности понимается знания, умения, навыки применения средств цифровых технологий, психологическая и методическая готовность их применения, и накопленный опыт применения цифровых технологий в решении задач в ситуации неопределенности. При этом происходит изменение и системы подготовки педагога для «наращивания» его профессиональной компетентности, включающей и профессионально-ориентированную цифровую компетентность (которая также обозначается как ИКТ-компетентность педагога).

Традиционная точка зрения на применение цифровых технологий в образовательном процессе близка к идеализации: «цифровые технологии оптимизируют образовательный процесс», «педагог освобождается от рутинных операций», «средства цифровых технологий способствуют развитию учащихся, их креативности» и т. д. Однако, существуют определенные риски их внедрения, к тому же на первых этапах внедрения любая цифровая технология приводит к повышению трудозатрат педагога, даже если для него уже подготовили платформу и цифровые инструменты. Кроме того, влияние средств цифровых технологий сложно предсказать, поскольку

часто учащиеся привносят свой, уже сформировавшийся, опыт применения цифровых технологий, и даже учитель информатики (не говоря уже о учителях предметниках, которые так же работают над коррекцией этого опыта, но несколько систематизированного в рамках курса информатики) вынужден заниматься не столько формированием цифровой компетентности учащихся, сколько коррекцией уже сформировавшихся у учащихся алгоритмов применения средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). При этом, если все педагоги образовательной организации работают на то, чтобы учащиеся применяли сформированные компетенции в жизни, необходимо создавать условия для коррекции знаний, умений и навыков применения средств цифровых технологий учащимися в рамках других предметов. Поэтому в учебные планы подготовки по многим профилям и программам направления «Педагогическое образование» введена дисциплина «Информационные технологии в образовании» (в некоторых учебных планах она получила новое название – «ИКТ и медиаинформационная грамотность»).

Данная дисциплина была изначально предназначена для формирования содержания компетентности в сфере применения средств ИКТ согласно требованиям профессионального стандарта с учетом специфики реализации образовательного процесса. Профессиональный стандарт педагога [4] определяет широкий спектр требований к ИКТ-компетентности педагога, начиная от применения ИКТ для психолого-педагогической диагностики с целью совершенствования образовательного процесса по предмету и применения технологий в процессе обучения для обеспечения оптимизации этапов его осуществления (подача учебного материала, тренировка, контроль, рефлексия), заканчивая внедрением специализированных средств цифровых технологий в образовательный процесс и обеспечения процесса обучения в дистанционном, электронном, смешанном и гибридном форматах. К профстандарту было выпущено приложение, где была введена категория «профессионально-педагогическая ИКТ-компетентность», обозначавшая «квалифицированное использование общераспространенных в данной профессиональной области в развитых странах средств ИКТ при решении профессиональных задач там, где это необходимо» [4], она включала три компонента – общепользовательскую, общепедагогическую и предметно-педагогическую ИКТ-компетентности, определявшие основное содержание подготовки студентов по направлению «Педагогическое образование» с дополнительными темами, рассматривающими применение ИКТ в науке, в воспитательной работе.

Однако, процесс развития образовательной системы не стоит на месте – он, вслед за цифровой трансформацией общества, меняющей привычную логику реализации процессов жизнедеятельности членов общества, влечет за собой необходимость постоянного развития пула цифровых компетенций

самого педагога и создания им условий формирования компетенций учащихся по предмету в виде информационно-образовательной среды (которая все чаще имеет сетевую реализацию, но представляет собой комбинацию офлайн и онлайн источников знаний и опыта), учитывая тот факт, что большинство учащихся имеет стихийно сформированный опыт применения цифровых инструментов как для получения информации и знаний, так и для ее трансформации в процессе освоения и выполнения заданий по предмету.

Таким образом, структура и содержательное наполнение ИКТ-компетентности педагога меняется, появляется новый термин, описывающий готовность к применению «цифры» в образовательном процессе – цифровая компетентность (также применяется термин «цифровая грамотность второго поколения»), предполагающая существование педагога-предметника на уровне «digital fluency» – свободного владения цифровыми технологиями в условиях неопределенности.

В связи с этим, появляются как новые направления подготовки педагогов, так и уточняется содержание уже существующих модулей. Среди новых содержательных направлений, которые важно интегрировать в систему подготовки педагога предметника, можно выделить такие как:

1. Анализ больших данных, связанных с образовательным процессом посредством алгоритмов машинного и глубокого обучения [5].

2. Безопасность личности, включая цифровую идентификацию/ самоидентификацию, цифровую гигиену, цифровую репутацию, систему защиты психологического здоровья обучающегося в условиях информационной войны; применение здоровьесберегающего подхода в контексте применения цифровых средств.

3. Безопасность организации и информационно-образовательной среды (частью которой является и сам педагог): знание основ защиты информации, хранящейся на устройстве и в сети; понимание рисков и угроз для педагога и обучающегося в цифровой образовательной среде и знание способов обеспечения безопасности персональных данных и обеспечения конфиденциальности при взаимодействии в цифровой образовательной среде;

4. Диагностика и решение проблем: диагностика собственной цифровой компетентности, нахождение путей восполнения пробелов и поддержания ее в актуальном состоянии; первичная диагностика информационных систем, вовлеченных в образовательный процесс; определение направлений и необходимых аппаратных, программных средств и технологических решений для дальнейшей цифровизации и цифровой трансформации образовательного процесса по предмету.

Также среди необходимых изменений уже существующих содержательных направлений отметим:

– в области информационной грамотности: отбор, оценка и верификация цифрового контента для реализации задач деятельности педагога в

широком контексте (обучения, развития, воспитания, проектной деятельности и др.) с возможным последующим представлением их в цифровой образовательной среде (на определенной сетевой платформе обучения);

– в области коммуникации: интеграция в коммуникационную систему образовательной организации (включая такие аспекты, как электронный документооборот, представительство организации с социальных сетях); применение средств цифровых технологий для автоматизации некоторых аспектов коммуникации с участниками образовательного процесса (например, создание/перенастройка ботов для общения в мессенджерах); интеграция в проектную деятельность в том числе, и в сетевом формате; выстраивание новых способов «доставки» содержания образования учащимся через различные коммуникационные каналы (включая и обеспечение мультиканальности); взаимодействие в сетевых профессиональных сообществах (в том числе, и знание сетевого этикета);

– в области создания дидактических материалов: расширение представлений о создании цифрового контента для обучения, воспитания и развития в разных форматах (подкасты, водкасты, скринкасты, интерактивные плакаты, цифровые мини-игры, сетевые кейсы); экспертная оценка, интеграция и, при необходимости, адаптация цифрового контента, который уже представлен в цифровых образовательных средах, к которым подключена образовательная организация; соблюдение авторского права в отношении цифрового контента (и дидактического и не дидактического назначения – сетевых информационных ресурсов, вовлекающихся в образовательный процесс);

– в области социализации и воспитания: профорентация с точки зрения применения цифровых технологий, связанных с различными предметными областями; применение цифровых ресурсов в воспитательной работе; формирование системы ценностей, связанных с культурой цифрового общества; саморегуляция и осознанное управление собой в цифровом мире;

– в области формирования универсальных учебных действий, которые способствуют формированию личностных и метапредметных результатов (часто обозначаемых термином «гибкие компетенции» или «soft skills»). В основу данных компетенций ляжет система ценностей, влияющая на активную жизненную позицию учащегося в части его обучения (самообразования, саморазвития), самопрезентации (в том числе и через цифровые ресурсы – артефакты, которые ученики создают в процессе обучения по предмету – они потом могут стать не только частью цифрового портфолио обучающегося, но и пополнить его собственную информационно образовательную среду).

Таким образом, учитывая необходимые содержательные дополнения в курс «ИТ в образовании», актуальным вопросом является модификация ме-

тодической системы подготовки по данной дисциплине для студентов педагогического направления в Южном федеральном университете. Результатом работы первого этапа, помимо определения новых содержательных линий стало создание учебного пособия «Цифровые технологии в образовании», включающего основное содержание курса, с сетевой поддержкой на платформе электронного обучения, где представлены актуализированные материалы.

Главной целью «печатного» учебного пособия определена систематизация содержания компетентности будущих педагогов в области применения средств цифровых технологий и определение пути их дальнейшего самосовершенствования в данном вопросе. Оно имеет модульную структуру – его содержание представлено как совокупность трех основных содержательных модулей, каждый из которых состоит из: блока вводного материала (необходимого для усвоения основного материала), блока основного теоретического материала, блока практических заданий, блока проектных заданий, вопросов для самостоятельного изучения и списка дополнительных источников информации. Содержание пособия ориентировано на практическое освоение дисциплины, поскольку, наряду с достаточно детальным, хотя и компактным, представлением теоретического материала, оно содержит значительное количество практических и проектных заданий для аудиторной и самостоятельной работы студентов. Проектные задания ориентированы на решение кейсов, максимально приближенных к реальному образовательному процессу и для их выполнения необходимо креативное переосмысление теоретического материала. Также важным компонентом учебного пособия является включение определений ключевых понятий на английском языке, что дает возможность развития коммуникативной компетентности будущих педагогов.

Литература

1. Кондаков А. М. Образование в условиях цифровой трансформации российского общества [Электронный ресурс] URL: <https://vcht.center/wp-content/uploads/2019/06/Kondakov-Peterburg25maya2019-1.pdf> (Дата обращения: 18.03.2024).
2. Обучение цифровым навыкам: Модели цифровых компетенций: аналитический отчет [Электронный ресурс] URL: http://obzory.hrmedia.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika (Дата обращения: 14.03.2024).
3. Педагогический дизайн - новая компетенция педагога [Электронный ресурс] URL: <https://www.mgpu.ru/pedagogicheskij-dizajner-novaya-kompetentsiya-pedagoga/> (Дата обращения: 14.03.2024).
4. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 N 544н (ред. от 05.08.2016) «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего,

среднего общего образования) (воспитатель, учитель) [Электронный ресурс] URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/fcd5ad2f7bcae420af7b0e706a20935cafd7f5ec/ (Дата обращения: 14.03.2024).

5. Фиофанова О. А. Концепция и практики «Педагогике, основанной на данных»// Мир образования – образование в мире. – 2021 – № 4. [Электронный ресурс] URL: <https://rffi.1sept.ru/article/345> (Дата обращения: 14.03.2024).

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ИОС ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В КОЛЛЕДЖЕ

Блинова Е. Е., Костыльга А. Г.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*
E-mail: eesivokon@sfnedu.ru

Современная система профессионального образования предусматривает развитие и становление личности как профессионала в течение всей жизни и поэтому должна снабдить его инструментарием для результативного обучения. Наиболее эффективно может справиться с этой задачей активное использование проектных методов обучения, которые позволят применить полученные студентами знания и умения при решении практических задач, что поможет в понимании сущности производственных процессов выбранной ими профессиональной области. Кроме того, проектное обучение способствует развитию у обучающихся творческих навыков, самоорганизации, лидерства и коммуникативных способностей [1].

В организации среднего профессионального образования ГБПОУ «Ростовский-на-Дону колледж радиоэлектроники, информационных и промышленных технологий» (ГБПОУ РО «РКРИПТ») проектно-ориентированное обучение организовано, начиная с первого и заканчивая выпускным курсом.

Начинается проектно-ориентированное обучение с выполнения индивидуального проекта (ИП) студентами первого курса. ИП выполняется в течение всего первого курса, в основе его лежит практическая задача, связанная со спецификой специальности, на которой обучается студент. Индивидуальный проект может быть направлен либо на получение завершеного учебного или научного исследования, либо на решение практической задачи, результатом выполнения которой должен выступить конечный продукт. Проект может быть информационным, может носить творческий характер, иметь социальную значимость, позволять решить прикладную задачу, быть инновационным, может быть направлен на решение конструкторской или инженерной задачи.

Несмотря на то, что проект индивидуальный, он может выполняться студенческим коллективом, состоящим из нескольких обучаемых, при этом руководитель проекта обязан проследить за четким распределением функций и задач между каждым членом группы, определить это распределение относительно содержательного компонента проекта, чтобы степень участия

в проектной деятельности всеми членами студенческой группы была равнозначной.

Следующей ступенью проектно-ориентированного обучения в РКРИПТ является работа над курсовыми проектами. На втором и третьем курсе студенты выполняют курсовые проекты в рамках профессиональных модулей, эти проекты основываются на материалах и являются логичным продолжением изучения одной из дисциплин модулей. На четвертом курсе студенты выполняют сразу две курсовые работы по профессиональному модулю и дисциплине «Экономика».

Курсовой проект выполняется, как правило на заключительном этапе изучения профессионального модуля, и если при выполнении индивидуального проекта на первом курсе происходит закрепление общеучебных умений и навыков, то при работе над курсовым проектом уже происходит формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Выбор темы и работа над курсовым проектом являются частью реализации индивидуальной образовательной траектории студента колледжа, в которой происходит накопление практического опыта решения практических задач (наряду с прохождением производственных практик), совокупное интегративное закрепление теоретических знаний и умений (в том числе использования справочной и нормативной документации), полученных при изучении профессиональных дисциплин. Кроме приобретения практического опыта, происходит развитие и совершенствование таких личностных качеств, как самостоятельность, ответственность, самоорганизация и креативность.

Два последних курсовых проекта, выполняемых на четвертом курсе ложатся в основу дипломного проекта- завершающего этапа проектно-ориентированного образования в колледже, фактически являющегося одной из форм итогового контроля результатов сформированности компетенций обучающегося, позволяющего сделать вывод о качестве полученных им за время обучения знаний и готовности будущего специалиста к самостоятельному решению профессиональных практических задач.

Таким образом, система проектно-ориентированного обучения в РКРИПТ охватывает все годы обучения в колледже, позволяет уже с первого курса заинтересовать учащихся проблемами их будущей профессиональной деятельности, начать погружение в профессиональную среду, мотивировать к более осознанному получению теоретических знаний, активизировать познавательную деятельность студентов и повысить их вовлеченность в образовательный процесс.

Для организации проектно-ориентированного обучения в Колледже радиоэлектроники, информационных и промышленных технологий были использованы такие компоненты информационно-образовательной среды (ИОС) образовательной организации, как технологический (использование

ряда цифровых сервисов), методический (методическое сопровождение проектной деятельности).

В ходе выполнения проектов используется ряд цифровых сервисов, практически на каждом этапе подготовки каждого проекта.

На поисковом этапе работы над проектом использовались поисковые и справочные системы для сбора информации (Google, Yandex, Консультант, Гарант), для генерации идей и для поиска путей их решений, противоречий, возможных рисков были использованы такие инструменты, как электронная почта (для обмена информацией и уточнения возможных содержательных компонентов проекта, кроме того, можно выкладывать методические рекомендации и требования к проекту и другие вспомогательные материалы) мессенджеры (общение осуществлялась в специально созданных группах в Telegram и ВКонтакте, это позволяло оперативно обмениваться идеями, материалами) и сервисы для построения ментальных карт для анализа проблемы, формулировки идей, поиска путей решения проблемной ситуации, и прогнозирования возможных рисков:

- Bubl.us: достаточно простой сервис для создания схем, диаграмм и ментальных карт, и их экспорта при условии регистрации на сайте, экспорт возможен в различных форматах, включая PNG, JPG и HTML. Данный онлайн сервис позволяет создавать ментальную карту сразу несколькими участниками проектной группы, так как предоставляет возможность совместного доступа в режиме реального времени, имеет журнал изменений, можно редактировать ментальную карту при переходе по ссылке, добавлять файлы и изображения к карте,

- Mindmeister: онлайн-сервис для создания интеллект-карт, интуитивно понятный, есть возможность скачать мобильное приложение или работать на сайте. Есть возможность бесплатного доступа, но редактирование сразу несколькими членами проектной группы возможно только по платной подписке,

- Mindomo: онлайн сервис для создания ментальных карт (можно выбрать ассоциативные карты, и с помощью этого инструмента нарисовать интеллект-карту), возможности бесплатного доступа привычно ограничены, но даже в бесплатном варианте есть возможность работать сразу несколько человек над одной картой,

- Google рисунки: данный инструмент, который предоставляется на бесплатной основе (без скрытых покупок) позволяет, используя Гугл-диск (доступен при регистрации почтового ящика на Google.com) создавать графический документ, предоставлять разный уровень доступа к этому документу, и работать совместно с неограниченным количеством пользователей.

Ментальные карты подходят для этого этапа наилучшим образом, так как карта памяти, интеллект-карта или ментальная карта (Mind maps) – это

технология изображения информации в графическом виде, которая позволяет изобразить связи (смысловые, ассоциативные, причинно-следственные и другие) между понятиями, частями, составляющими исследуемого в проекте объекта. Кроме того, считается, что нет строгих правил построения интеллект-карт, как нет и неправильных карт.

Аналитический этап, в котором происходит изучение, анализ и структурирование собранной информации по проекту реализуется средствами выше перечисленных поисковых и справочных систем, продолжается взаимодействие между членами проектных групп и руководителем проекта через электронную почту, группы в ТГ и ВКонтакте, кроме того осуществляется консультирование и групповое взаимодействие студентов с использованием сервиса с, сервиса видео-телефонной связи и видеоконференций, разработанного компанией Google, с помощью которого можно проводить запланированные защищенные встречи и совершать моментально групповые звонки, обмениваться видеосообщениями, удобен этот сервис и тем, что можно подключаться к встрече с браузера, если нет возможности установить отдельное приложение (подключение может осуществляться с ПК, планшета, смартфона, что тоже добавляет удобства в его использовании). В сервисе есть возможность включения субтитров, что решает дополнительную важную задачу, если в группе присутствуют люди с ОВЗ (глухие и слабослышащие) это возможность позволяет включаться им в рабочий процесс, не чувствуя себя некомфортно.

На данном этапе работы над проектом так же используются ментальные карты.

В конце аналитической стадии студенты формулируют задачу проекта, и согласовывают с руководителем проекта и с членами проектной группы сроки исполнения (календарный план выполнения рекомендуется вносить так же в Google календарь) проекта с помощью встречи в Google Meet, карт памяти, составляемых в графическом редакторе Google. На этом этапе использовались так же такие системы сервиса для совместной работы, как система управления проектами Trello.

Trello – это бесплатный облачный сервис, позволяющий организовывать взаимодействие небольших команд, работающих над одним проектом. Данный сервис был выбран потому, что он очень прост в использовании и обладает интуитивно понятным интерфейсом, что позволяет с легкостью освоить его функции для работы как студентам, так и коллегам, представителям работодателя при включении их в команду проекта. В основе работы сервиса лежит методология Kanban, являющаяся частью философии Agile.

Kanban позволяет визуализировать процессы работы команды, используя виртуальную (в случае офлайн обучения можно использовать любую реальную доску, позволяющую закреплять на ней карточки или стикеры: маг-

нитную, пробковую, просто обтянутую плотной тканью, на которую булавками можно прикрепить карточку или приклеивать стикеры вообще на обычную классную доску) доску и набор стикеров или карточек. Доска позволяет видеть, на каком этапе решения находится задача проекта. Навык работы с доской пригодится обучающимся в обычной повседневной жизни при планировании.

При обсуждении плана реализации проекта, студенты разделяют доску на столбцы, которые формируются исходя из этапов.

Имена столбцов менялись в ходе выполнения другого проекта, но обязательно сохранной оставалась их последовательность (это можно отнести к одной из основных особенностей Kanban). Карточки или стикеры представляют перечень задач, которые движутся «в потоке» от одного столбца к другому в зависимости от состояния, начиная с первого столбца.

Kanban является частью философии Agile – методологии гибкого управления проектами, которая из ИТ сфера распространилась и вошла во многие сферы экономики и бизнеса, стала популярной у менеджеров и управленцев. В основе философии лежит то, что команда должна быстро подстраиваться под меняющиеся требования заказчика, новым потребностям рынка и различным неожиданностям. При этом суть философии состоит в том, что команда должна работать как можно быстрее (все время показывая и согласовывая свой продукт с заказчиком), чтобы практически сразу продуктом можно было пользоваться, при этом меняя по ходу функции продукта.

Считаем, что знакомство и использование таких инструментов при обучении в колледже, позволяет в большей мере и с высокой эффективностью погружаться студентам в будущий рабочий процесс после окончания колледжа.

Практический этап направлен на непосредственную реализацию проекта, с осуществлением текущего контроля работы, взаимодействуя в группе и консультируясь с руководителем проекта. На данном этапе студенты продолжают использовать видеоконференции, соцсети и мессенджеры, ментальные карты, Google-диск для хранения собранной в ходе работы информации, сервисы управления проектами и линии времени (таймлайн).

Таймлайн, или линия времени позволила выстроить в хронологическом порядке структуру работы проекта, с тестовыми описаниями, фотографиями, вставкой видео-фрагментов (результат при этом представляется в виде интерактивного объекта инфографики). Затем после завершения практического этапа студенты выполняют расчет экономической эффективности реализации проекта, с использованием облачного хранилища информации и сервиса онлайн-конференции.

Этап предварительного тестирования и контроля предусматривает проведение оценки качества выполненной проектной задачи, выполняемой с

помощью облачного хранилища, соцсетей и мессенджеров, использовали так же на этом этапе и сервис онлайн-конференции.

Презентационный этап (защита проекта осуществлялся офлайн на экзамене, если это предусмотрено учебным планом дисциплины, в которую он включен, либо проводится отдельная процедура защиты проектов).

Кроме того, в ходе работы над проектами обучающиеся используют цифровые ресурсы, расположенные на сайте колледжа выложены в группе ВКонтакте и представлены в системе управления обучением Moodle.

Moodle позволяет получить доступ к необходимым материалам различного формата студентам от руководителя проекта, отследить активность и успеваемость обучающихся, провести текущий и итоговый контроль по результатам выполнения проекта [2].

Сбор и анализ цифровых следов позволяет определить уровень сформированности проектной компетентности студентов, оценить и скорректировать траекторию дальнейшего обучения и развития, оценить долю участия каждого обучающегося в выполнении проекта.

Для осуществления обратной связи, по итогам выполнения и защиты проектов, студентам было предложено заполнить анкету, представленную в виде Google-формы, для оценки их личного отношения к проектной деятельности в целом и работы над конкретным проектом. Полученные данные были учтены при обновлении тем проектов, сроков их исполнения, планировании модернизации системы проектной деятельности колледжа, а также при корректировке индивидуальных образовательных траекторий обучающихся.

Литература

1. Гордиенко Т. П., Яворский Я. К. Современные тенденции практико-ориентированного обучения общепрофессиональных дисциплин технического направления в колледже // Современное педагогическое образование. – 2023. – № 5. – С. 169–172.
2. Матросова Н. В. Потенциал цифровой образовательной среды для реализации проектной деятельности студентов // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2022): сб. статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 17–18 ноября 2022 г. / Под ред. В. В. Рубцова, М. Г. Сороковой, Н. П. Радчиковой. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2022. 90–102 с.

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ БАЗЫ ДАННЫХ ПЛАЗМОННЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Болдырев Р. А., Авакян Л. А.
ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: rboldyrev@sfnedu.ru

Наноплазмонные материалы выделяются среди прочих объектов возможностью локализации энергии электромагнитной волны оптического диапазона на масштабах порядка размера наночастицы (менее 100 нм), что является величиной меньшей по сравнению с длиной волны излучения (~ 500 нм) [1]. Такая особенность является привлекательной для создания устройств, управляющих светом на наномасштабах. В настоящее время наноплазмонные материалы используются для задач детектирования молекул (SERS, surface enhanced Raman spectroscopy – поверхностная усиленная Рамановская спектроскопия) [2], фотовольтаики [3] и фотокатализа [4]. Наиболее распространенными плазмонными материалами являются золото и серебро, что является следствием их высокой химической стабильностью и отличными качествами плазмонного резонанса, такими как ширина и положение пика плазмонного резонанса в спектре поглощения. Однако, применение золота и серебра ограничено дороговизной этих материалов, а также сложностью изменения профиля резонанса, поскольку изменение размера наночастиц позволяет сдвигать положение длины волны резонанса лишь на величины ~ 10 нм. Существуют и другие материалы, обладающие плазмонным резонансом, и целью представляемой работы является разработка вычислительной платформы для поиска и предложения новых плазмонных материалов, не ограничиваясь золотом или серебром. Примером таких материалов является магниевая плазмоника [5, 6], развиваемая для создания широкополосных поглотителей света в оптическом диапазоне.

В настоящей работе мы рассматриваем только плазмонный резонанс, оставляя в стороне вопрос химической устойчивости. Это возможно сделать благодаря существованию инертных прозрачных матриц [7], в которых принципиально возможно стабилизировать наночастицы без изменений оптических свойств материала. Для построения спектров плазмонного резонанса в оптической области использовалась теория Ми [1], реализованная в разрабатываемом нами Python программе MSTM-Studio [8]. В этой теории наночастицы представляют собой идеальные шары, помещенные в матрицу. Для выполнения расчета необходимо задать радиус шара, коэффициент преломления среды а также диэлектрическую функцию материала наночастицы. Стандартным подходом, который мы используем в этой работе,

является использование диэлектрической функции для объемного материала, что накладывает ограничение на размер рассматриваемых наночастиц, не менее ~ 10 нм. Для наночастиц меньшего размера, сопоставимого с длиной свободного пробега электрона, необходимы размеро-зависимые поправки к объемной функции. В связи с этим мы рассматривали наночастиц наименьшего доступного размера, 10 нм. В качестве матрицы выбрано наиболее распространенное стекло, обладающее коэффициентом преломления 1.5.

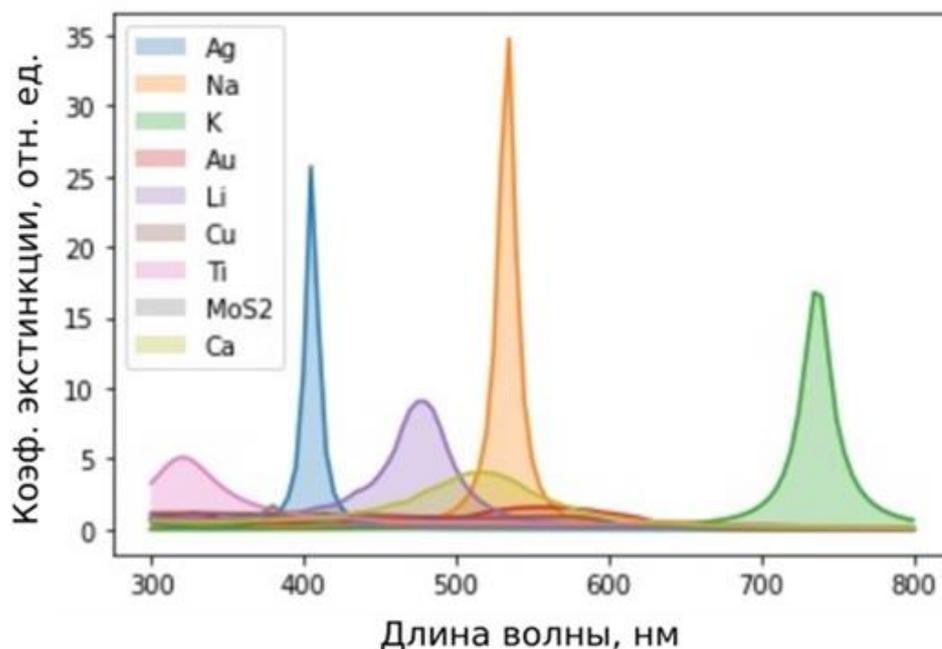


Рис. 1. Примеры плазмонных резонансов в спектре оптического поглощения наночастиц из указанных в легенде материалов

В качестве диэлектрической функции материала наночастиц использовались экспериментальной диэлектрическая функции материалов, представленные в онлайн базе данных <https://RefractiveIndex.INFO> (далее – RII) [9]. Альтернативой является расчет диэлектрических функций методами теории функционала плотности [10], но этот способ требует привлечения значительных вычислительных ресурсов и не является надежным.

Нами был написан Python-парсер дампа базы данных RII, выгружаемого в виде zip файла. Для каждого материала-кандидата проверялось наличие действительной и мнимой частей диэлектрической функции, определенной в оптическом диапазоне (300 – 800 нм). Некоторые классы материалов, такие как органика и стекла, были отброшены как заведомо бесперспективные. В итоговой базе данных содержалось 170 различных материалов.

Для каждого материала-кандидата из списка был выполнен расчет спектра поглощения в рамках теории Ми. На рисунке 1 приведены примеры

таких спектров для некоторых материалов, дающих наиболее сильные плазмонные резонансы. Для оценки плазмонных свойств автоматическим образом рассчитывалась добротность резонансного пика, согласно выражению:

$$Q = \omega_{\max} / \Delta\omega,$$

где ω_{\max} – частота резонанса, $\Delta\omega$ – ширина пика в шкале частот. Рассматривались также альтернативные метрики качества резонанса – добротность в шкале длин волн, площадь под кривой и т. д., которые приводят к качественно сходным результатам.

Таблица 1.

Список лучших материалов по добротности плазмонного резонанса наночастиц

Место	Добротность, Q	Материал	Ссылка в базе RII
1.	158.134	Na	Smith
2.	134.745	Li	Mathewson-140K
3.	125.031	K	Smith
4.	113.225	Ca	Mathewson
5.	101.107	Bi	Werner-DFT
6.	93.687	Ti	Rakic-BB
7.	91.108	Ag	Rakic-BB
8.	81.969	Cu	Stahrenberg
9.	79.759	Au	Rosenblatt-11nm
10.	76.845	Er	Larruquert
11.	74.248	Ta	Ordal

В Таблице 1 приведен сформированный в результате исследования «рейтинг» материалов по добротности плазмонного резонанса. Ожидаемо, серебро и золото вошли в него, но несколько удивительным оказалось то, что их позиции не самые верхние – 7 и 9 места, соответственно. Лучшими материалами оказались щелочные металлы Na, K, Li – первые три места. Их высокая химическая активность затрудняет практическое применение, но не делает это невозможным. Также в рейтинг лучших попали более сложные соединения – TiN и ZrTe5 – что указывает на принципиальную возможность обнаружения новых, ранее не рассмотренных плазмонных материалов с выдающимися свойствами.

Работа поддержана грантом РФФ № 22-12-00106.

Литература

1. Kreibig U. and Vollmer M. 1995 Optical Properties of Metal Clusters (Springer) p. 553.

2. Hartman T., Wondergem C. S., Kumar N., van den Berg A. and Weckhuysen B. M. 2016 "Surface- and Tip-Enhanced Raman Spectroscopy in Catalysis" *J. Phys. Chem. Lett.* 7 1570–1584.
3. de Aberasturi D. J., Serrano-Montes A. B. and Liz-Marzán L. M. 2015 "Modern Applications of Plasmonic Nanoparticles: From Energy to Health" *Adv. Opt. Mater.* 3 602–617.
4. Yu H., Peng Y., Yang Y. and Li Z. Y. 2019 "Plasmon-enhanced light–matter interactions and applications" *npj Computational Materials* 5 1–14.
5. Biggins J. S., Yazdi S. and Ringe E. 2018 "Magnesium Nanoparticle Plasmonics" *Nano Letters* 18 3752–3758.
6. Avakyan L., Durimanov V., Nemesh D., Srabionyan V., Ihlemann J. and Bugaev L. 2020 "Theoretical approach for calculation of dielectric functions of plasmonic nanoparticles of noble metals, magnesium and their alloys" *Optical Materials* 109 110264.
7. Zhao X., Bi L., Khatir B., Serles P., Filleter T., Wulff J. E. and Golovin K. 2022 "Crosslinking inert liquidlike polydimethylsiloxane brushes using bis-diazirine chemical insertion for enhanced mechanical durability" *Chemical Engineering Journal* 442 136017.
8. Avakyan L. A., Heinz M., Skidanenko A. V., Yablunovskiy K. A., Ihlemann J., Meinertz J., Patzig C., Dubiel M. and Bugaev L. A. 2018 "Insight on agglomerates of gold nanoparticles in glass based on surface plasmon resonance spectrum: Study by multi-spheres T-matrix method" *J. Phys.: Condens. Matter* 30 045901–045909.
9. Polyanskiy M. N. 2024 "Refractiveindex.info database of optical constants" *Scientific Data* 11 94.
10. Rahm J. M., Tiburski C., Rossi T. P., Nugroho F. A. A., Nilsson S., Langhammer C. and Erhart P. 2020 "A Library of Late Transition Metal Alloy Dielectric Functions for Nanophotonic Applications" *Advanced Functional Materials* 30 2002122.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ РЕШЕНИЮ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Бреус И. А., Шатурная Ю. А.

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

E-mail: iabreus@sfedu.ru, Yulya.Shaturnya@mail.ru

Современный мир не стоит на месте, он развивается невероятно стремительно. Во всех сферах нашей жизни широко используются информационные технологии. Один из ярких примеров – образование. Каждый преподаватель думает, как удержать и сконцентрировать внимание обучающихся на протяжении всего урока. На помощь приходят информационные технологии.

Обратим внимание на раздел «Стереометрия» в школьном курсе математики. Порой ученики считают, что стереометрические задачи – это сложный и громоздкий набор чертежей, геометрический фигур и формул. Использование информационных технологий позволяет углубить знания обучающихся, расширить их кругозор и показать на сколько может быть увлекательным мир стереометрии.

Стереометрия – раздел евклидовой геометрии, в котором изучаются свойства фигур в пространстве. Ученые благодаря своим исследованиям сделали вывод, что стереометрия стала развиваться в Древнем Египте благодаря древним египетским архитекторам около 2500 лет до н.э. Принято считать, что точка, прямая и плоскость являются основными или простейшими фигурами. Стереометрия тесно связала с планиметрией, так как задачи по стереометрии решаются с помощью рассмотрения различных плоскостей, в которых соблюдаются планиметрические законы [4].

В древних цивилизациях стереометрия чаще всего использовалась в строительстве. Так, например, древние египтяне с помощью стереометрии проводили расчеты для определения количества необходимого строительного материала для блоков, из которых позже возводились пирамиды. Древняя Греция благодаря стереометрическим знаниям спроектировала и воздвигла Парфенон, который можно считать классическим примером использования стереометрии в архитектуре. Также стереометрия помогала в строительстве Древнему Риму, Древней Индии, Древнему Китаю.

Сегодня стереометрия все также используется в архитектуре и строительстве. С развитием технологий стереометрию также стали использовать:

- в машиностроении, при проектировании деталей различных механизмов;
- в геодезии и картографии, при измерении объемов объектов местности;

- в астрономии, при изучении космических тел;
- в компьютерной графике, при разработке 3D-моделей.

С объемными фигурами знакомятся еще в раннем детстве, но углубляться в их особенности и свойства начинают в старшей школе на уроках математики. Умение решать стереометрические задачи становится важным аспектом для учеников, потому что эти задачи не только развивают точность, внимательность, пространственное и критическое мышление, но и являются важной частью единого государственного экзамена (ЕГЭ).

При обучении решению стереометрических задач преподаватели сталкиваются с различными проблемами, которые в современном мире можно решать с помощью информационных технологий. Рассмотрим две основных проблемы в обучении решению стереометрических задач.

Первой проблемой является отсутствие у обучающихся пространственного мышления. Ученикам сложно перейти от решения планиметрических задач на плоскости к решению стереометрическим задачам в пространстве [3].

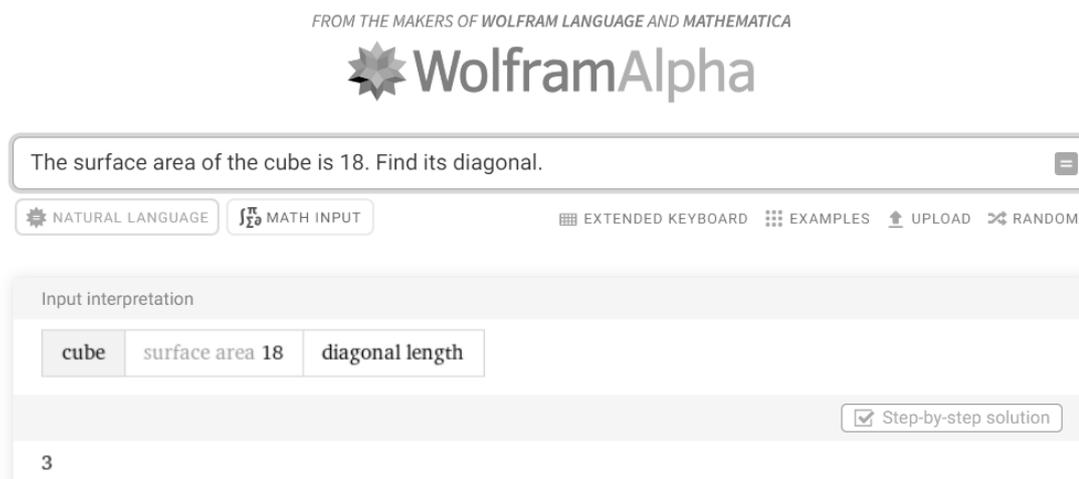
Решением этой проблемы может стать математическая программа Geogebra. Это бесплатная динамическая программа, позволяющая строить графы, таблицы, геометрических и стереометрических фигуры. Geogebra разработана Маркусом Хохенвартером на языке программирования Java. Программа активно продолжает развиваться. Также она переведена на 39 языков, в том числе и русский язык [1].

Использование Geogebra при обучении решению стереометрических задач будет способствовать развитию пространственного мышления у обучающихся. С помощью данной программы можно показать ученикам как строить объемные фигуры, которые не «закреплены» на плоской доске. Интерфейс Geogebra позволяет поворачивать фигуру в пространстве, что помогает обучающимся лучше воспринимать и запоминать особенности и свойства той или иной стереометрической фигуры.

Второй проблемой при обучении решению стереометрических задач становится незаинтересованность обучающихся в изучении стереометрии. Ученики считают, что стереометрические задачи не понадобятся им в дальнейшей жизни, они к решению таких задач на ЕГЭ она даже не приступают [3].

Замотивировать обучающихся может помочь программа Wolfram|Alpha. Это вопросно-ответная система, которая может ответить на огромное количество вопросов. Программа была разработана Стивеном Вольфрамом и запущена 15 мая 2009 года. Wolfram|Alpha не является поисковой системой. Программа не возвращает перечень ссылок, а вычисляет ответ на основе собственной базы знаний, которая включает в себя данные о математике, физике, химии, биологии и т. д. [2]. Wolfram|Alpha может обрабатывать запросы на различные темы и предоставлять точные и полезные ответы, используя свои алгоритмы и машинное обучение. Важно отметить, что запросы необходимо формулировать на английском языке.

Wolfram|Alpha – вычислительная система, которая предоставляет доступ к огромной базе знаний и алгоритмов. Программа способна производить вычисления при работе с объемными фигурами, например, при запросе «Площадь поверхности куба равна 18. Найдите его диагональ», Wolfram|Alpha выдаст правильный ответ, но решения данной задачи представлено не будет.



А вот если программа получит более сложный запрос, например, «Объем первого куба в 8 раз больше объема второго куба. Во сколько раз площадь поверхности первого куба больше площади поверхности второго куба?», то ответ либо будет неверный, либо его не будет вообще. Но при этом пользователь может использовать Wolfram|Alpha, как помощника, например, при решении данной задачи, он может задать вопрос «Площадь поверхности куба».

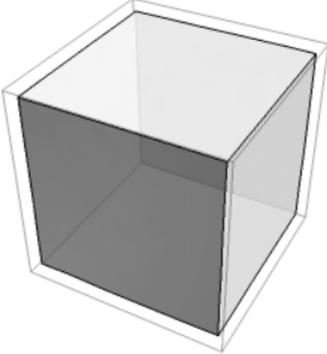
Использование данного сервиса можно осуществлять в виде самостоятельного изучения в качестве домашнего задания. Работа с Wolfram|Alpha разнообразит учебный процесс и вызовет интерес учеников в дальнейшем изучении стереометрии.

Информационные технологии могут облегчить процесс обучения решению стереометрических задач. Они помогают преподавателю нагляднее демонстрировать фигуры в пространстве и способствуют развитию у обучающихся интереса к более глубокому изучению стереометрии. Также важно отметить, что разнообразные сервисы и программы помимо наглядности могут предоставить возможность практиковаться в решении стереометрических задач в онлайн формате.

Result

$6s^2$
(assuming edge length s)

Visual representation



Properties of cube More

independent diagonal lengths	$(\sqrt{2} s \mid \sqrt{3} s) \approx (1.41421 s \mid 1.73205 s)$
volume	s^3
lateral surface area	$4 s^2$
base area	s^2
surface area	$6 s^2$

Литература

1. GeoGebra [электронный ресурс]// режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GeoGebra> (Дата обращения: 09.03.2024).
2. WolframAlpha [электронный ресурс]// режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WolframAlpha> (Дата обращения: 10.03.2024).
3. Шашеро В. Г. Зачем нужны факультативы по стереометрии? // СYBERLENINKA: <https://cyberleninka.ru/article/n/zachem-nuzhny-fakultativy-po-stereometrii/viewer> (Дата обращения 06.03.2024).
4. Стереометрия [электронный ресурс]// режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стереометрия> (Дата обращения 06.03.2024).

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОСНОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В 5–6 КЛАССАХ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Брылова В. Д., Шабас И. Н.

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

Согласно письму Министерства Просвещения Российской Федерации (Минпросвещения России) от 08.08.2022 г. «О внедрении программ по искусственному интеллекту» [3] для федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» уже в 2021 году был создан учебно-методический комплекс по реализации в системе общего образования учебных курсов, направленных на изучение основ ИИ, включая машинное обучение в различных сферах жизни таких, как: искусство, игры, наука, спорт, голосовой помощник.

Логично предположить, что это повлечет за собой пересмотр содержания курса информатики на уровне ООО. На данный момент, изучения основ машинного обучения (МО) в рамках школьного курса информатики в основной школе чаще всего не происходит.

Благодаря появлению в учебных планах некоторых образовательных организаций курсов по основам ИИ стали появляться методические разработки по машинному обучению. Однако, они ограничены в своем количестве или направлены на более старшие классы. Так, интерес представляют методические материалы для 7–8 классов по теме «Искусственный интеллект и машинное обучение» Крицкого Федора Сергеевича [1]. Его целью является на примере ИИ и МО познакомить школьников с перспективными направлениями развития IT-индустрии. Разработанные методические материалы автора опираются на всероссийский образовательный проект «Урок Цифры», где ученикам предлагается посмотреть видеоролик и самим озвучить, о чем пойдет речь на уроке.

Весь материал подобран так, чтобы учащимся было понятно и легко его воспринимать. Немаловажным является использование видеороликов в ходе урока, так как они значительно увеличивают вовлеченность в образовательный процесс. Первичное закрепление новых знаний происходит в онлайн-тренажере «Зоопарк». Таким образом, можно достичь наилучшего усвоения учебного материала учащимися, так как тренажер на прямую основан на использовании инструментов ИИ и МО. К плюсам можно отнести и тот факт, что учащиеся при полном прохождении данного онлайн-тренажера могут получить сертификат.

Но изучение основ искусственного интеллекта и машинного обучения в основной школе может начинаться уже с 5–6 классов. Отсюда возникает важный вопрос о выделении учебного времени на его изучение и подбор программного обеспечения образовательного процесса.

Достаточно успешно в настоящее время в школе на этапе обучения учащихся 5–6 классов используется высокоуровневый блочный визуальный язык программирования Scratch. Программирование в данной среде происходит путем соединения цветных блоков так, чтобы их можно было собрать только в синтаксически верных конструкциях. Различные типы данных имеют разные формы, что исключает ошибки.

Scratch довольно простой язык, но он позволяет создавать достаточно сложные и эффективные проекты: графику, компьютерные игры, презентации. Это все делает среду Scratch полезной и интересной. Программное обеспечение полностью бесплатно. Можно работать прямо на сайте, или скачать его, и пользоваться не зависимо от сети интернет. Возможности в первом и во втором случае абсолютно одинаковы.

Несмотря на это, не все подозревают о том, что данная среда программирования может быть использована и для работы с машинным обучением. Специально для этого был разработан такой инструмент, как Machine Learning for Kids [4]. Он напрямую подключается к Scratch для того, чтобы создавать программы с помощью машинного обучения внутри данной среды.

Так как данная платформа ориентирована на детей и подростков и имеет более игровую структуру, то данный способ отлично подойдет для изучения машинного обучения в 5–6 классах в рамках курса внеурочной деятельности. Данный курс будет содержать основной теоретический материал, который необходим для учеников, и разработку игр с использованием машинного обучения.

Для работы с данным интерфейсом как учителю, так и учащимся желательно авторизироваться на сайте Machine Learning for Kids. Данный сайт является англоязычным, поэтому рекомендуется включить автоперевод текста для собственного удобства. Кроме того, ресурс Machine Learning for Kids взаимосвязан с IBM Cloud (рис. 1).

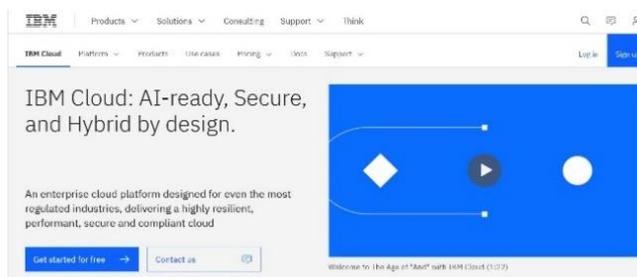


Рис. 1. Интерфейс IBM Cloud

А это значит, что для выполнения каких-то проектов учителю необходимо будет создать бесплатный аккаунт в IBM Cloud и подгрузить из него коды для дальнейшей работы. И как раз на этом этапе могут возникнуть сложности, с которыми учителя могут столкнуться при разработке курса внеурочной деятельности, так как данный ресурс является англоязычным и имеет ограничения при работе на территории Российской Федерации.

Рассмотрим пример проекта, который был создан без аккаунта в IBM Cloud. В качестве примера была выбрана сортировка цветов с помощью распознавания изображений. Для реализации данного проекта в самом начале потребовалось обучить компьютер распознавать виды цветов.

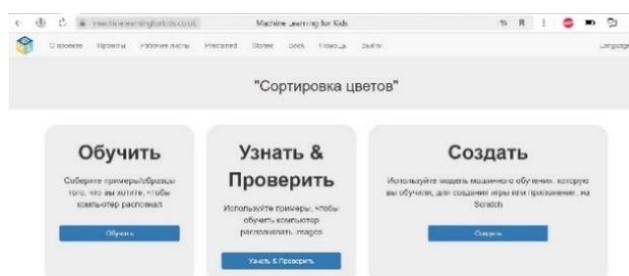


Рис. 2. Функции внутри созданного проекта

Обучение представляет собой сбор различных изображений выбранных цветов. Важный момент, чтобы компьютер хорошо обучился, стоит подгрузить как можно больше изображений.

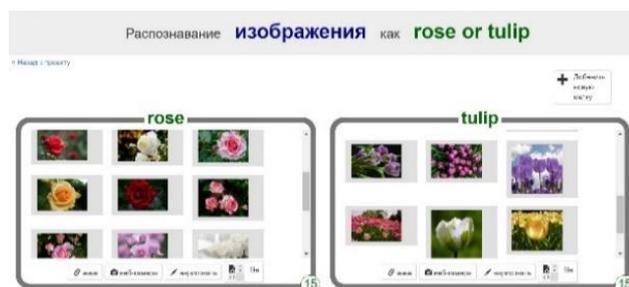


Рис. 3. Обучение компьютера

Чтобы проверить, получилось ли обучить компьютер, следует вернуться к проекту и выбрать раздел «Узнать и Проверить». В него необходимо загрузить те изображения, которые еще не использовались. После такой процедуры компьютер выдает в процентах узнаваемость видов цветов. Значения могут варьироваться от 50–100 %.

И только после того, как были выполнены все эти действия, можно переходить в самую среду разработки Scratch. В ней пользователь самостоятельно выбирает фон для своего проекта и спрайты, а после переходит к написанию кода с помощью машинного обучения (рис. 4).



Рис. 4. Машинный код в среде программирования Scratch

С помощью таких пошаговых действий и решению учащиеся смогут самостоятельно создать собственный проект. При этом никто не ограничивает их в фантазии. Они смогут выбрать в качестве проекта не только сортировку цветов, но и, к примеру, сортировку животных или транспорта. По итогу у школьников получится такой результат, как на рисунках 5–7.



Рис. 5. Запуск проекта



Рис. 6. Начало сортировки



Рис. 7. Итоговый результат проекта

Таким образом, машинное обучение имеет огромный потенциал и может стать одной из важных частей школьной программы, так как оно поможет учащимся развить навыки анализа данных, решения задач и программирования. Введение машинного обучения в школьную программу может способствовать пониманию, как компьютеры могут учиться и принимать решения на основе данных. Это также повлияет на понимание учеников, как использовать алгоритмы и модели для решения реальных задач. В целом, машинное обучение может стать полезным инструментом для развития критического мышления и компьютерной грамотности.

Литература

1. Крицкий Ф. С., Искусственный интеллект и машинное обучение// Образовательная социальная сеть, [Электронный ресурс] – URL: <https://nsportal.ru/shkola/informatika-i-ikt/library/2020/04/05/urok-po-informatike-8-klass-iskusstvennyu-intellekt-i> (дата обращения: 30.01.2024).
2. Лейн Д. Машинное обучение для детей. Практическое введение в искусственный интеллект / Д. Лейн. – М.: Лаборатория знаний, 2023. – 288 с.
3. Министерство просвещения Российской Федерации. О внедрении программ по искусственному интеллекту [Электронный ресурс] – URL: https://monrt.rtyva.ru/images/news/08082022_1052_Kravcov_SS_Xramcov_AV.pdf (дата обращения: 06.09.2023).
4. Machine Learning for Kids [Электронный ресурс] – URL: <https://machinelearningforkids.co.uk/#!/login> (дата обращения: 17.02.2024)
5. Учебники издательства «БИНОМ. Лаборатория знаний» в Федеральном Перечне // УМК БИНОМ по естественно-математическому образованию, [Электронный ресурс] – URL: <https://bosova.ru/metodist/iumk/> (дата обращения: 13.03.2024).

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ФОТОННЫХ КАРТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕКСТУРЫ КАУСТИК

Вавилкин М. А.

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

Для получения красивого и реалистичного освещения в компьютерных играх существует множество алгоритмов и методов. Одним из таких является обычный алгоритм рейтрейсинга, другим метод фотонных карт, который позволяет эмулировать каустики. Однако такие методы затратны по памяти и имеют низкую скорость работы, из-за чего не каждый компьютер может поддерживать стабильную частоту кадров при их использовании. По этой причине создатели видеоигр иногда идут на компромиссы, один из которых рассмотрен и реализован в данной работе – создание текстур каустики для последующего наложения на объекты.

Целью данной работы является реализация метод фотонных карт на C++ для создания текстур каустики, которые впоследствии можно использовать для эмуляции эффекта каустики без потерь в производительности.

В первую очередь была реализована основная логика алгоритма – отслеживание и сбор фотонов. Этот этап осуществлен с помощью обычного рейтрейсинга, с тем учетом, что при попадании луча на тот или иной объект сохраняются данные о «фотоне» во временное хранилище (`std::vector`). После достаточного количества итераций данные переносятся в сбалансированное k-размерное дерево, с помощью которого впоследствии можно осуществлять поиск ближайших фотонов с высокой скоростью [1]. Далее такое дерево будет называться «фотонная карта», при этом будет иметься два экземпляра – для глобального освещения и каустик. Во время тестирования при использовании большого количества фотонов изначально рекурсивный алгоритм составления дерева выдавал ошибку переполнения стека, по этой причине был написан не рекурсивный метод без потери возможности распараллеливания.

Для удобства использования программы был написан интерфейс с возможностью настраивать количество испускаемых фотонов и количество собираемых фотонов при оценке освещения, выбрать один из видов фильтров, а также настраивать несколько других параметров. Для оценки работы метода фотонных карт и настройки различных параметров в реализованной программе имеется возможность просмотра результата рейтрейсинга, учитывающего фотонные карты. Во время визуального тестирования была

найдена проблема, которая заключалась в засвете углов сцены, на которой проверялась работа алгоритма. Так происходило из-за того, что алгоритм поиска ближайших фотонов захватывает не только относящиеся к поверхности фотоны, на которой лежит оцениваемая точка, но и те, что находятся на соседних плоскостях. Добиться более корректного результата получилось, преобразовав сферу (область поиска) в диск (эллипсоид) путем ее сжатия в направлении нормали к поверхности в рассматриваемой точке [2].

На заключающем этапе разработки программы была реализована возможность выбора объекта сцены (сцена загружается из директории программы и представляет собой связку obj и mtl файлов), просчета эффекта каустики для него и выгрузка результата в отдельную текстуру с заданным разрешением.

Литература

1. Russell, A. B. Building a Balanced k-d Tree in $O(kn \log n)$ Time / A. B. Russell // Journal of Computer Graphics Techniques : электронный журнал. – URL: <https://jcgt.org/published/0004/01/03/paper.pdf>. – Дата публикации: 30.03.2015. – ISSN 2331-7418.
2. Jensen, H. W. Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping / H. W. Jensen. – United States : AK Peters, 2001. – 110 с. – ISBN 1568811470.
3. Ray Tracing Gems II Next Generation Real-Time Rendering with DXR, Vulkan, and OptiX // Springer Link : сайт. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-7185-8> (дата обращения: 19.03.2024).

РАЗРАБОТКА ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАСТРАИВАЕМЫХ TELEGRAM-БОТОВ

Валяев С. Н.

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

E-mail: sergey.valiaev1525@gmail.com

В современном мире Telegram продолжает укреплять свою позицию как важный элемент повседневной жизни людей, предоставляя им уникальные возможности коммуникации, доступа к информации и развлечений. В этом контексте разработка инструмента предоставляющего возможность создавать, настраивать и управлять визуальным контентом с высокой скоростью и эффективностью становится актуальной задачей.

Цель данной работы заключается в разработке фреймворка, специально адаптированного для создания визуальных новелл в мессенджере Telegram. Он должен обеспечивать удобное создание, настройку и управление визуальными новеллами, предоставляя разработчикам гибкие инструменты для интеграции графических элементов и интерактивных сценариев, с целью создания привлекательного и увлекательного контента для пользователей Telegram.

В качестве базы используются язык программирования Java и фреймворк Spring [1]. Они обеспечивают надежную и мощную основу для разработки приложения, которое будет легко масштабироваться, обновляться и поддерживаться в долгосрочной перспективе.

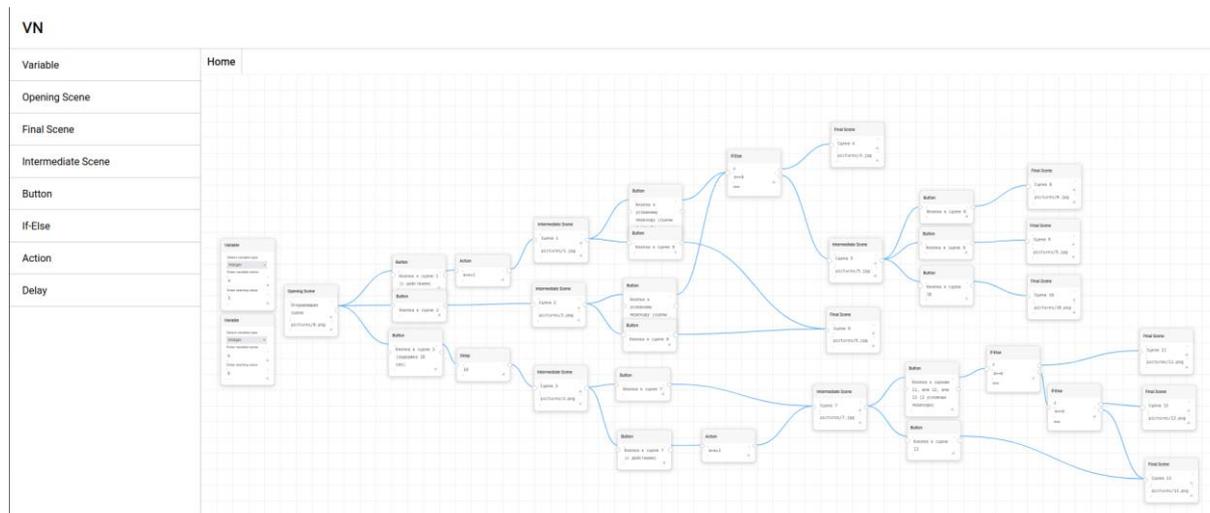


Рис. 1. Пример интерфейса

В рамках фреймворка реализованы узлы, отвечающие за условные переходы и обработку вычисления значений переменных. Эти узлы предоставляют разработчикам возможность создавать сложные логические структуры визуальных сценариев, которые могут включать в себя условные ветвления и операции над переменными.

Для парсинга выражений, используемых в условных операторах и операциях над переменными, в фреймворке применяется парсер, написанный с использованием JavaCC [2].

Таким образом, фреймворк предоставляет разработчикам инструменты для создания визуальных новелл с гибкой структурой и множеством возможностей для развития и расширения, что позволяет создавать уникальные и захватывающие пользовательские впечатления.

Литература

1. Spring Framework Documentation <https://docs.spring.io/spring-framework/reference/index.html>.
2. JavaCC – Java Compiler Compiler <https://javacc.github.io/javacc/documentation/>.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ PUZZLE-МЕХАНИК ДЛЯ 2D ИГРЫ НА UNITY

Виниченко А. В.

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

Разработка видеоигры в жанре головоломки представляет собой творческий процесс, включающий в себя разнообразные аспекты геймдизайна и программирования. Головоломки в видеоиграх должны заставлять игрока логически мыслить, и вызывать интерес к решению постепенно усложняющихся задач. Разработка таких игр включает в себя много этапов, таких как разработка идеи и концепции, проектирование механик, дизайн и проектирование уровней, проработка кривой сложности, а также тестирование, балансировка и интеграция в игровое окружение [1].

В процессе проработки идеи разработчик должен решить, будет итоговая головоломка трёхмерной или двумерной, традиционной (логической) или физической, будет структура игры линейной, или будет по мере прохождения открывать игроку выбор из нескольких доступных уровней, возможны ли несколько разных путей решения для одной задачи.

В данном докладе рассматривается процесс дизайна и разработки механики логической игры-головоломки. В результате работы было решено разбить её на две объединенные независимые игры. Для каждой из них были проработаны правила и механики, лежащие в основе игрового процесса. Основной идеей первой является постановка перед игроком тривиальной задачи, такой как соединение точек на поле, а для второй – перемещение из одной точки локации в другую при помощи расположенных на ней порталов. Для повышения заинтересованности игроков решение каждой из игр усложняется с каждым уровнем при помощи введения различных правил и условий для решения, вводимых постепенно и в различных комбинациях.

Была проведена проработка деталей механик, определение различных вариаций и комбинаций правил и элементов головоломки, а также возможных путей и стратегий их решения. Было уделено особое внимание так называемой кривой сложности – балансу усложнения игровых уровней, для поддержания интереса игрока и мотивации для решения всё более сложных задач.

Помимо создания основных механик были проработаны другие аспекты геймплея, такие как интеграция головоломок в игровое окружение и их роль в игровом процессе.

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

Литература

1. Schell, J. The Art of Game Design: A Book of Lenses. – CRC Press, 2008.

СРЕДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОЗДАНИЮ И РАЗРАБОТКЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Волошко К. 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: kkrivoruchko@sfedu.ru, enkuvshinova@sfedu.ru

Дополненная реальность – это технология, которая позволяет добавлять к реальному миру цифровые объекты, информацию и интерактивные элементы. Использование дополненной реальности в образовании позволяет сделать учебный процесс более интересным и эффективным, а также обогатить опыт обучающихся.

Существуют различные среды для разработки и создания дополненной реальности. При разработке используются различные фреймворки, то есть наборы IT-инструментов, которые упрощают саму разработку и поддержку приложений дополненной реальности. Наиболее используемые фреймворки для разработки дополненной реальности представлены ниже.

Unity – фреймворк, позволяющий создавать не только компьютерные игры, но и приложения дополненной реальности.

ARToolKit – фреймворк для разработки дополненной реальности для операционных систем Android, iOS и других. Библиотека ARToolKit имеет открытый исходный код, что является ее главным достоинством.

Vuforia – платформа для разработки приложений дополненной реальности. Через интеграцию с игровым движком Unity Vuforia предоставляет следующие возможности: 1) интерфейсы программирования приложений на языках C++, Java, Objective-C, и .Net; 2) технологии компьютерного зрения и отслеживает плоские изображения и простые реальные объекты в режиме реального времени. Поддерживает совместимость с операционными системами iOS и Android.

EasyAR – фреймворк, поддерживающий все основные мобильные платформы. Его набор средств разработки позволяет компаниям и разработчикам расширить функции AR в мобильных приложениях.

Wikitude – платформа, позволяющая создавать приложения дополненной реальности на таких языках программирования, как HTML, JavaScript и CSS. К особенностям можно отнести первоклассное распознавание и отслеживание изображений, трехмерное слежение на базе SLAM и облачное распознавание.

Представленные выше среды разработки подходят для обучения программированию дополненной реальности в профильных 10-11 классах.

Другим способом создания дополненной реальности является технология Web AR, представленная в виде онлайн-сервисов, позволяющих определять и транслировать в реальный мир анимацию и объекты при помощи специального маркера или QR-кода. Таким образом, с помощью существующих разработок можно создавать проекты без написания определенной программы и знаний программирования.

Рассмотрим такие онлайн-сервисы.

«Generate QR Online» позволяет сгенерировать готовый QR-код для текста, URL-адреса, электронной почты, sms, визитной карточки, номера телефона и других данных на сайте, причём абсолютно бесплатно. Он может стать полезен в разработке презентаций, методических карточек, проектов. Также может пригодиться учителю в разработке классных часов, родительских собраний и при объяснении новых тем.

«Quiver» является образовательным ресурсом, который позволяет пользователям создавать виртуальные, реалистичные 3D-модели анатомических деталей и инструменты для научного изучения технологий. Данный сервис можно использовать для изучения клеточных структур, способов защиты от взлома программного обеспечения, а также для создания наглядных пособий по программированию.

«Онлайн конструктор Web-AR & AR-проектов» предназначен для создания фотографий, альбомов и других объектов с текстом, аудио и видео с возможностью иллюстрации эффектов движения и их характеристик.

«CoSpaces Edu» позволяет создавать собственные 3D-игры с эффектом дополненной реальности.

«MyWebAR» (My Web Augmented Reality) является онлайн-сервисом, в котором можно загружать собственные 3D-модели, а также использовать готовые шаблоны объектов. Есть возможность добавления в проекты звуковых и визуальных эффектов, анимации и других интерактивных элементов.

Данные онлайн-сервисы могут использоваться на уроках информатики в 7–9 классах, так как для работы с ними не требуются профессиональные навыки программирования.

Дополненная реальность позволяет организовать процесс обучения с элементами визуализации и интерактивности. Данная технология помогает обучающимся приобрести новые знания и навыки, повышает познавательный интерес к темам, которые обычно вызывают сложность и затруднения при изучении. Изучение технологий дополненной реальности в школе позволит реализовать задачи предпрофильного и профильного обучения информационным технологиям.

Литература

1. Волошко К. В., Кувшинова Е. Н. Технология дополненной реальности как средство реализации школьных образовательных проектов // Современные

информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXX научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 13 – 15 апреля 2023 г.) – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2023. С. 71–73.

2. Воробьев Б. А., Кирьянов А. Е., Маслов Д. В., Масюк Н. Н., Ёылмаз Р. М. Технологии дополненной реальности в сфере образования // Инновации. – 2020. – № 5. – С. 81–88.
3. Жигалова О. П., Толстопятов О. В. Использование технологии дополненной реальности в образовательной сфере // Балтийский гуманитарный журнал. 2019. Т. 8. № 2. С. 43–46.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ СВЧ

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

Для проектирования одномерных соединений интегральных схем (ИС) СВЧ первоначально необходимо инвариантно формализовать методами эквивалентных схем и комплексных амплитуд энергетические процессы в многоуровневой конструкции, содержащей дискретные диоды и (или) транзисторы, соединенные питающими проводниками (рис. 1) [1, 2]. Следующим этапом теоретического исследования «открытого» множества полупроводниковых приборов (ПП) является феноменологическое изучение его граничных условий, зависящих от параметров применяемых материалов, многомодового резонанса и явления дифракции электромагнитных (ЭМ) волн с помощью теории электронной волновой цепи (ЭВЦ) без использования принципа суперпозиции [3–7]. Дело в том, что при разработке аналоговых и цифровых ИС микроволнового диапазона первоначально отсутствует возможность числового анализа когерентной реакции ПП, вольтамперные характеристики (ВАХ) которых не подчиняются закону Ома [5].

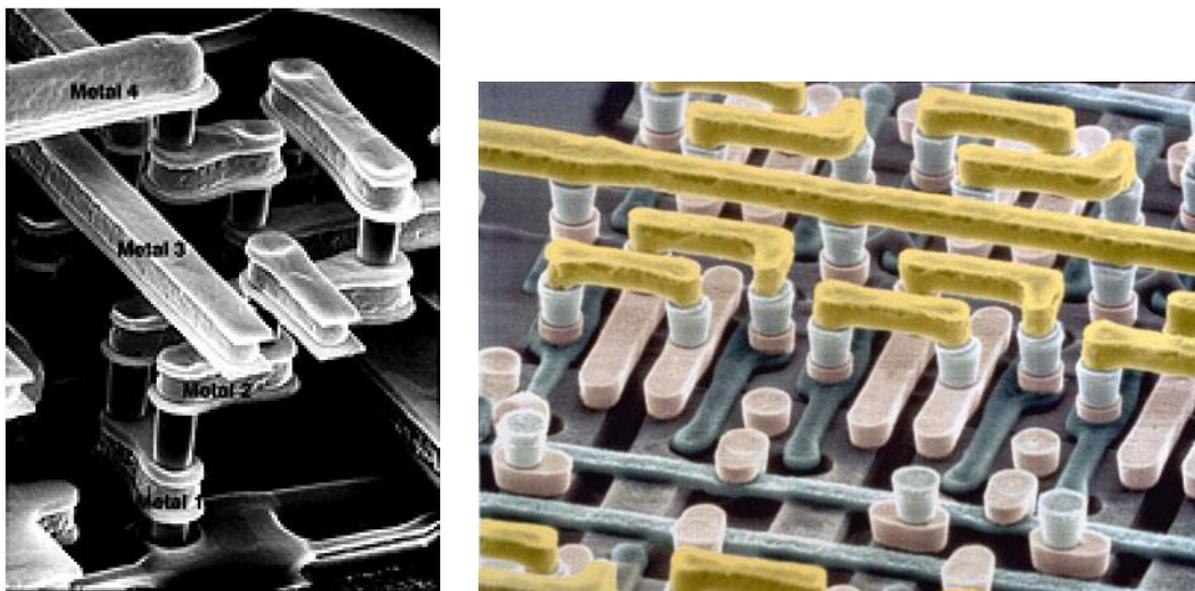


Рис. 1. Полупроводниковые приборы, межсоединения и питающие проводники внутри интегральной схемы арифметическо-логического устройства (слева) и статической памяти (справа)

Вместе с этим, в настоящее время наглядно-адекватные алгоритмы достоверного инженерного расчета устойчивого энергетического состояния электронных микро- и наносистем СВЧ любого назначения и конструктивно-технологического исполнения (КТИ) отсутствуют.

Целью доклада является математическое моделирование и символичный анализ коллективного электромеханического воздействия ПП и металлических проводов, направленный на конструктивный синтез многоуровневых гальванических и беспроводных соединений ИС методом неавтономных блоков. В работе получены идеализированные графические и аналитические операторы теории ЭВЦ, представляемой в виде отрезка линии передачи, шунтированной на обоих концах «полезной» нагрузкой и негatronами – нелинейными элементами (НЭ) с отрицательной проводимостью [4]. Теоретическое изучение амплитудно-зависимой трансформации ВАХ ПП в неоднородном ЭМ поле реализовано в гармоническом приближении без учета распределенных потерь и дисперсии в длинном соединении, энергоёмких свойств резистивно-негатронного двухполюсника. Показано, что вещественная составляющая входного импеданса ЭВЦ и, соответственно, граничные условия в КТИ ИС определяется мгновенной суммой постоянного и переменного тока и напряжения, зависящей от координаты точки наблюдения и интенсивности воздействия, типа и мощности источника питания полупроводниковой микросхемы. Проведенное инженерное исследование инерционного композиция мощности СВЧ сигналов необходимо для прогнозирования изменения положения «рабочей» точки на ВАХ отдельного НЭ, ориентированного на минимизацию энергопотребления и нагрева многослойных конструкций аналоговых и цифровых ИС ГГц и ТГц.

Литература

1. K. N. Tu Reliability challenges in 3D IC packaging technology // Microelectronics Reliability. Science Direct, Elsevier, Volume 51, Issue 3, March 2011, Pages 517–523 <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2010.09.031>.
2. Bogdan Botezatu. "Swift" to Hold AMD's GPU, Core Logic and CPU// Softpedia [сайт]. –2007. –URL: <https://news.softpedia.com/news/Swift-to-hold-AMD-039-s-GPU-Core-Logic-and-CPU-73923.shtml> (дата обращения 15.03.2024).
3. 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. EDN: YHOZPL.
4. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Основы теории цепей: одномерная нелинейная электрическая и электронная волновая цепи: учебное пособие. – Москва: Издательство Юрайт, 2016. – 101 с. EDN: XMQDPF.

5. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Применение электронно- вычислительных средств для визуализации трансформации вольтамперной характеристики полупроводниковой структуры СВЧ в учебном процессе // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Текст]: материалы XXIX научной конференции (ЮФУ, Ростов-на-Дону, 21–23 апреля 2022 г.). – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, -2022. С 77–79. EDN: EWJKXX.
6. 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. EDN: YTPREQH.
7. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Феноменологическое моделирование беспроводной сети передачи электрической энергии // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Текст]: материалы XXX научной конференции (ЮФУ, Ростов-на-Дону, 13–15 апреля 2023 года). – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, – 2023. С 78–81. EDN: DPFYHC.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ

Гармашов С. И., Быковский М. И., Тонконогов Н. И.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

физический факультет,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: garmashov@sfedu.ru

В общем случае моделирование явления миграции жидких включений в неоднородно нагретом кристалле [1–17] (или кратко, термомиграция [4, 5]) требует решения трехмерного нестационарного уравнения диффузии в области с подвижными границами. Это достаточно сложная задача, поскольку возникает необходимость не только в построении трехмерной сетки на каждом шаге изменения формы, но и в учете размеров (площадей) граней и углов между ними для правильного учета межфазного давления, определяющего (помимо температуры) граничные условия для уравнения диффузии.

К настоящему времени в научной литературе подробно описаны модели термомиграции в одномерном и двумерном приближении [3–13]. Одномерная модель применима для случая, когда включение представляет собой плоскую прослойку жидкой фазы, заключенную между двумя кристаллическими пластинами [3, 6, 7]. В стационарном тепловом режиме такая модель допускает аналитическое решение, но требует применения численных методов при наличии колебаний температуры и в случае нелинейных механизмов межфазных процессов. Учет нестационарности тепловых условий приводит к ряду интересных эффектов, описанных в монографии [7].

Двумерная модель термомиграции требуется для описания движения включений цилиндрической формы, когда длина такого включения заметно превышает два других поперечных его размера. Интерес к такому варианту моделирования связан с использованием термомиграции как метода создания солнечных элементов, датчиков излучений, изолирующих областей [14–17], где включение из технологических соображений действительно должно иметь протяженный вид в одном из измерений. В этом случае массоперенос протекает в двумерной области, граница которой должна правильно учитывать анизотропию удельной межфазной энергии и быть изменяемой в зависимости от скоростей межфазных процессов в ее точках. В некоторых случаях двумерная модель допускает аналитическое решение [4, 5, 9–12], но при более общем подходе выгодно использовать метод граней, предложенный в [4], когда криволинейная часть межфазной границы аппроксимируется набором плоских участков (граней), которые могут менять свои размеры (углы между соседними гранями при этом считаются неизменными)

и тем самым описывать эволюцию формы сечения включения. Результаты такого двумерного моделирования представлены в работах [11–13].

Иногда двумерная модель применяется для интерпретации результатов экспериментов с включениями в виде капель [4, 5, 9–13]. Насколько допустимо такое приближение представляется интересным выяснить с помощью трехмерной модели включения.

Существующие многочисленные математические пакеты позволяют достаточно просто моделировать разнообразные задачи тепло- и массопереноса, в том числе трехмерного. Однако специфика рассматриваемой задачи заключается в том, что в ней важно контролировать на каждом шаге изменения формы включения геометрию границы для корректного расчета граничных условий. Поэтому на первых порах авторы ограничились разработкой собственного кода для построения трехмерной сетки с переменным шагом и решения уравнения диффузии методом конечных разностей.

На рис. 1,а представлена модельная форма, аппроксимирующая реальное трехмерное включение (рис.1,б) внутри кристалла, ограниченное шестью сингулярными гранями $\{100\}$ и криволинейными (несингулярными) участками границы, которые представлены в модельной форме конечным набором граней с разной кристаллографической ориентацией. Для численного решения трехмерного уравнения диффузии в такой трехмерной области использовалась прямоугольная сетка, фрагмент которой показан на рис. 1,а.

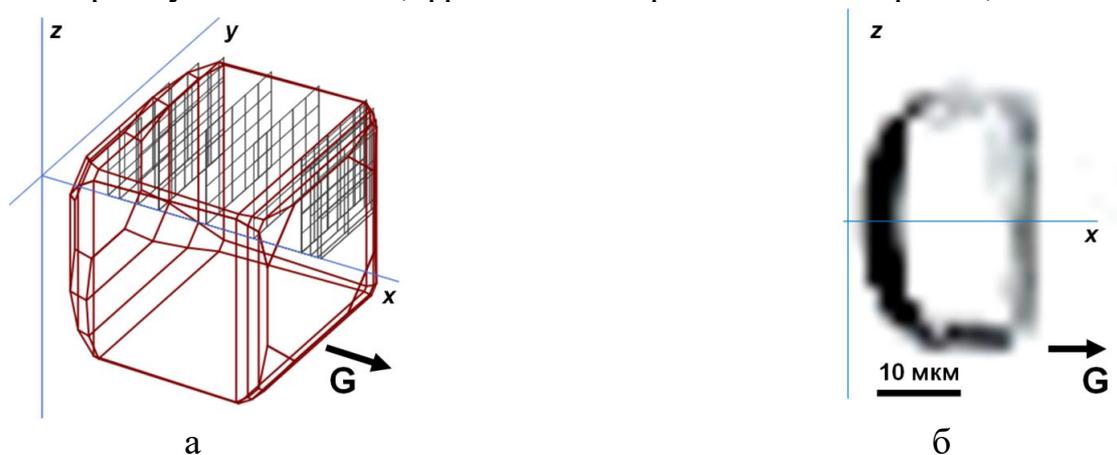


Рис. 1. Модельная форма (а), аппроксимирующая реальное трехмерное включение (б, показано в сечении) внутри кристалла, и фрагмент конечно-разностной сетки (а), используемой для численного решения нестационарного уравнения диффузии

На основе построенной модели было проведено тестовое моделирование двух случаев эволюции формы включения: в равновесных условиях с начальной неравновесной формой включения (рис. 2,а), которая эволюционировала

в равновесную (рис. 2,б), и в неравновесных условиях, вызванных градиентом температуры G в объеме жидкого включения, от начальной равновесной формы (рис. 2,б) до установившейся неравновесной (рис. 2,в).

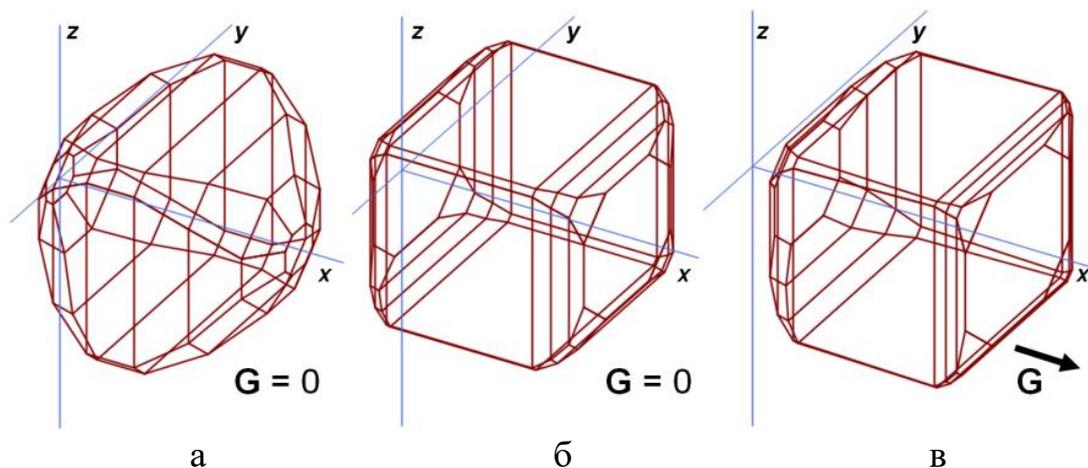


Рис. 2. Эволюция трехмерного включения от неравновесной формы (а) к равновесной (б) в отсутствие градиента температуры и от равновесной формы (б) к установившейся неравновесной форме (в) при миграции под действием градиента температуры G

Полученные данные свидетельствуют об адекватности построенной модели трехмерного включения и дают основания для дальнейшего её использования. В докладе проводится сравнение результатов двумерного и трехмерного моделирования эволюции формы мигрирующего включения при прочих равных условиях.

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. Tiller, W. A. Migration of a liquid zone through a solid [Text] / W. A. Tiller // J. Appl. Phys. – 1963. – V. 34. – P. 2757–2762.
4. Cline, H. E. Nonequilibrium morphology of liquid inclusions migrating in solids [Text] / H. E. Cline, T. R. Anthony // J. Appl. Phys. – 1977. – Vol. 48. – P. 5096–5104.
5. Cline, H. E. On the thermomigration of liquid wires [Text] / H. E. Cline, T. R. Anthony // J. Appl. Phys. – 1978. – Vol. 49. – P. 2777–2786.
6. Лозовский, В. Н. Зонная перекристаллизация градиентом температуры полупроводниковых материалов [Текст] / В. Н. Лозовский, Л. С. Лунин, В. П. Попов. – М.: Металлургия, 1987. – 232 с.

7. 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.
8. Garmashov, S. I. Velocity and Cross-Section Shape of Liquid Cylindrical Inclusions Migrating Normally to Close-Packed Planes of a Non-Uniformly Heated Crystal under Stationary Thermal Conditions [Text] / S. I. Garmashov, V. Yu. Gershanov // J. Cryst. Growth. – 2009. – V. 311, N. 2. – P. 413–419.
9. Гармашов, С. И. К методике исследования межфазной кинетики и анизотропии удельной межфазной энергии из экспериментов по миграции жидких цилиндрических включений в кристалле в стационарных тепловых условиях [Текст] / С. И. Гармашов // Кристаллография. – 2018. – Т. 63, № 5 – С. 827–831.
10. Гармашов, С. И. О скорости термомиграции жидких цилиндрических включений в кристалле в стационарных тепловых условиях [Текст] / С. И. Гармашов // ФТТ. – 2019. – Т. 61, № 12. – С. 2303–2306.
11. 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.
12. Гармашов, С. И. Модель термомиграции жидких цилиндрических включений в кристалле и ее применение : монография [Текст] / С. И. Гармашов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. – 99 с.
13. Garmashov, S. I. Evolution of cross-sectional shapes of liquid inclusions enclosed in a crystal: Computer simulation and its application for studying interface kinetics [Text] / S. I. Garmashov // J. Cryst. Growth. – 2024. – V. 627. – 127532.
14. Полухин, А. С. Использование термомиграции в технологии структур силовых полупроводниковых приборов [Текст] / А. С. Полухин, Т. Зуева, А. Солодовник // Силовая электроника. – 2006. – № 3. – С. 110–112.
15. Eslamian, M. Thermodiffusion applications in MEMS, NEMS and solar cell fabrication by thermal metal doping of semiconductors [Text] / M. Eslamian, M. Ziad Saghir // Fluid Dynamics and Materials Processing. – 2012. – V. 8, N. 4. – P. 353–380.
16. Ломов, А. А. Формирование и структура термомиграционных кремниевых каналов, легированных Ga [Текст] / А. А. Ломов, Б. М. Середин, С. Ю. Мартюшов, А. Н. Заиченко, И. Л. Шутьпина // ЖТФ. – 2021. – Т. 91. – С. 467–474.
17. Широков, В. Б. Роль упругих напряжений при термомиграции жидких зон на основе алюминия в кремнии [Текст] / В. Б. Широков, Б. М. Середин, П. Е. Тимошенко, В. В. Калинин, В. П. Попов // Проблемы прочности и пластичности. – 2023. – Т. 85, № 3. – С. 426–436.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АСАН ЙОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

Гладкова К. Н., Демяненко Я. М.

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

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

Домашние занятия йогой являются популярным способом поддержания здоровья и качества жизни, однако отсутствие внешнего наблюдения может привести к неправильному выполнению асан и, как следствие, травмам. Для решения этой проблемы мы предлагаем мобильное приложение для контроля выполнения асан йоги. Приложение использует компьютерное зрение и машинное обучение для анализа поз пользователей, выполняемых на камеру в режиме реального времени, и предоставляет персонализированную обратную связь и корректировку поз. Это приложение повышает безопасность и эффективность домашних занятий йогой, делая практику более доступной и комфортной для широкого круга пользователей. Распознавание асан и контроль их выполнения основан на использовании нейросетей.

Общая схема его работы представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структура мобильного приложения для йоги

Основными этапы приложения являются:

1) определение и отслеживание ключевых точек тела человека по видеопотоку с камеры;

- 2) визуализация обнаруженных точек тела и связей между ними в режиме реального времени;
- 3) оценка правильности выполнения асаны;
- 4) выдача замечаний и рекомендаций.

Первый этап, решающий задачу Human Pose Estimation, реализуется посредством нейросети. В рамках задачи распознавания позы человека в сфере тренировок по йоге нами используется модель на основе архитектуры «последовательности песочных часов», как быстрая и точная модель, строящая предсказания в виде карты распределения вероятностей и на основании системного анализа изображения в разных масштабах [1].

Далее эта модель была обучена на собственном разработанном датасете [2]. Для разметки основного собранного массива данных с YouTube мы использовали систему MediaPipe [3], дополнив её точечной ручной разметкой для исправления ошибок, возникающих при распознавании сложных асан.

Нейросеть должна быть приспособлена для работы на мобильных приложениях, то есть быть достаточно компактной, энергоэффективной и не перегружать процессор смартфона. TensorFlow предоставляет фреймворк TensorFlow Lite [4] для разработки и развертывания нейросетей на мобильных устройствах.

Правильность асан оценивается путем сравнения положения ключевых точек (соответствующих суставам) с таковыми в целевой асане из заготовленной базы. Для оценки используются следующие метрики, которые учитывают отклонения в углах суставов и расстояниях между ключевыми точками:

$$L_j = \sum_{i=1}^N w_i \cdot |\alpha_i - \hat{\alpha}_i|,$$

$$PCK = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I(\|p_i - \hat{p}_i\| < \text{threshold}),$$

где L_j – функция потерь от угла сустава для сустава j , N – количество углов суставов в позе, w_i – вес угла сустава i , α_i – истинный угол сустава i , $\hat{\alpha}_i$ – предсказанный угол сустава i ; PCK (Percent of Correct Keypoints) – метрика процента верно определенных ключевых точек, N – общее количество ключевых точек, $\|p_i - \hat{p}_i\|$ – нормализованное расстояние между предсказанной ключевой точкой \hat{p}_i и истинной ключевой точкой p_i , threshold – заданный порог расстояния, $I(x)$ – индикаторная функция, которая возвращает 1, если x истинно, и 0 в противном случае.

Целевая асана выбирается пользователем из списка в приложении. После оценки выдается отчёт пользователю, с указанием всех ошибок и рекомендаций.

Приложение должно удовлетворять следующим требованиям:

- 1) быстрая обработка видеопотока нейросетью;
- 2) плавное отображение точек тела;

3) обширная база асан с соответствующими сочетаниями положений ключевых точек;

4) энергоэффективность: минимальное влияние на время автономной работы устройства;

5) удобство использования: интуитивно понятный интерфейс и персонализированная обратная связь.

Для обеспечения безопасности и конфиденциальности данных было принято решение отказаться от пересылки и обработки видеопотока на стороне сервера. Следовательно, запланировано адаптировать разработанную нейросеть к работе на мобильных устройствах на базе Android.

Для реализации выбран следующий стек технологий: Android Studio + Kotlin для создания мобильного приложения, TensorFlow + Python для создания и обучения нейросети, CameraX, OpenCV для обработки потока видео.

В результате разработано мобильное приложение, которое может значительно улучшить домашние занятия йогой. Дальнейшие исследования будут направлены на улучшение точности определения поз, расширение базы асан и интеграцию дополнительных функций, таких как отслеживание прогресса и персонализированные рекомендации.

Литература

1. Гладкова К. Н., Демяненко Я. М. Анализ моделей для решения задачи распознавания позы человека в сфере тренировок по йоге – Информационные технологии. Физика и математика: материалы 88-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 29 января – 16 февраля 2024 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск: БГТУ, 2024. – https://conf.belstu.by/wp-content/uploads/2024/01/Программа-НТК2024_ФИТ.pdf.
2. Гладкова К. Н., Демяненко Я. М. Анализ проблемы выбора датасета для обучения модели распознавания позы человека в сфере тренировок по йоге – Информатика: проблемы, методы, технологии: сборник материалов XXIV международной научно-практической конференции / под редакцией Д. Н. Борисова; Воронеж, Воронежский государственный университет, 14–15 февраля 2024 г. – Воронеж, ВГУ, 2024. – https://www.cs.vsu.ru/ipmt-conf/conf/2024/программа_конференции_Информатика_2024.pdf.
3. MediaPipe Pose [Электронный ресурс]: электрон. прикл. прогр. – Режим доступа: <https://chuoling.github.io/mediapipe/solutions/pose.html>.
4. TensorFlow Lite [Электронный ресурс]: электрон. прикл. прогр. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/lite>.

ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В GODOT ENGINE С ПОМОЩЬЮ WAVEFUNCTIONCOLLAPSE

Гнатенко Б. С.

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

Процедурная генерация – создание игрового контента с помощью алгоритмов. Процедурно генерировать можно многие вещи, например, игровые миры, анимации, текстуры, музыку и даже стихи. Существует много различных алгоритмов процедурной генерации, но в этом докладе будет разбор одного из них – WaveFunctionCollapse.

WaveFunctionCollapse (WFC) – это алгоритм процедурной генерации на основе удовлетворения ограничений, был разработан Максимом Гуминым в 2016 году [1]. Разберем его на примере генерации простой местности из “плиток”.

Допустим у нас есть плитка моря, пляжа, поля и леса. Плитка моря может находиться только рядом с пляжем и с самой собой, пляж – с морем, пляжем и полем, поле – с пляжем, полем и лесом, а лес – только с полем, лесом. Эти правила называют ограничениями.

Далее инициализируем матрицу местности, элементами которой является набор всех возможных клеток, который называют доменом, а сами элементы называют переменными.

Потом выбираем случайную переменную из матрицы и назначаем ей случайную плитку из ее набора. Например, выбрали плитку с лесом. Далее смотрим на ее соседние элементы, так как рядом с лесом может находиться только поле, мы удаляем из доменов соседних элементов все кроме поля.

Далее мы повторяем то же самое для соседей элементов, в которых мы упростили домены. Так как в элементах возможно только поле, это значит, что в соседних переменных может быть только поле, лес и пляж, получается мы удаляем из их доменов море. И это повторяется до тех пор, пока домены не перестанут упрощаться. Это действие называется распространением ограничений.

Теперь выбираем случайную переменную с наименьшим количеством возможных плиток. В примере это элементы с доменами, содержащими только поле. И это все повторяется до тех пор, пока в доменах всех переменных не останется одна плитка.

В процессе работы алгоритма так же может возникнуть ситуация, когда в домене переменной нет возможных значений. В этом случае обычно

генерацию начинают заново, либо используют перебор с возвратом (backtracking).

Алгоритм WaveFunctionCollapse хорошо описан в [2, 3].

Судoku является идеальным примером удовлетворения ограничений и также решается с помощью WFC [2].

Пример реализации WFC в 3D. Алгоритм WFC в 3D почти такой же, как и в 2D. Создаем в Blender 3D объекты, то, из чего мы будем генерировать местность. Затем в Blender создается, с помощью программы на Python, JSON файл, в котором для каждого объекта указаны все возможные соседи, его название, поворот и т. д.

Правила создаются на основании границ объектов. Рассматриваются все границы объектов, и составляется список возможных соединений этих объектов по горизонтали и вертикали, учитывая повороты объектов и симметричность их границ.

Потом в Godot, используя 3D объекты и полученный JSON файл с правилами, генерируем местность с помощью WFC (рис. 1).

В этой реализации также использованы дополнительные ограничения. Например, объекты, соприкасающиеся с водой на рис. 1, имеют свойство “bot”, то есть они могут находиться только на самом нижнем слое по оси Z.



Рис. 1. Результат генерации в Godot Engine

Литература

1. Репозиторий WaveFunctionCollapse на GitHub URL: <https://github.com/mxgmn/WaveFunctionCollapse> (дата обращения 19.03.2024).
2. Разбираемся с алгоритмом коллапса волновой функции URL: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/497590/> (дата обращения 19.03.2024).
3. Isaac Karth, Adam M. Smith, “WaveFunctionCollapse: Content Generation via Constraint Solving and Machine Learning”. IEEE Transactions on Games (Volume: 14, Issue: 3, September 2022).

МОДЕЛИРОВАНИЕ «БЕЗРИСКОВЫХ» ПРОЦЕНТНЫХ СТАВОК И ОЦЕНКА ДЕРИВАТИВОВ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Голенищев А. Э., Белявский Г. И.
ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: golenishev@sfnedu.ru

Вплоть до 2023 года крупные финансовые институты взаимодействовали между собой, предоставляя кредиты на основе широко используемых ставок межбанковского кредитования (interbank offering rate, IBOR), таких как LIBOR. В сущности, эти ставки определялись теми же самыми банками, что зачастую приводило к случаям манипуляций с ними. В ответ на это регуляторы решили перейти к использованию так называемых «безрисковых» ставок (risk-free rate, RFR) уже в 2021 году, но переход был отложен. Эти ставки, основанные на суточных межбанковских операциях, представляют собой более надежный и прозрачный способ определения процентных ставок. В России, например, такой безрисковой ставкой является RUONIA [1]. Этот переход от IBOR к RFR является важным шагом в стабилизации и обеспечении надежности финансовых рынков.

Критически важной задачей для крупных компаний является защита их активов от всевозможных изменений и потрясений на рынке. В частности, такие компании желают обезопасить себя и от изменений «безрисковых» ставок (а ранее от изменений IBOR). Благодаря этому широкое распространение получили производные финансовые инструменты (деривативы), базовым активом которых является «безрисковая» ставка (деривативы на RFR, RFR-деривативы). Наиболее простым вариантом таких деривативов являются кэпы и флоры [2] (страховка от роста и страховка от падения ставки соответственно). Выплаты по таким контрактам имеют временную структуру (состоят из нескольких временных периодов, в конце каждого из которых происходит расчёт), а так как они зависят от динамики «безрисковой» ставки, для вычисления справедливой цены этих деривативов актуальной стала проблема моделирования динамики таких ставок. Математическая модель динамики «безрисковых» ставок «Forward Market Model» (FMM) была предложена в [3]. Согласно данной модели, «безрисковая» процентная ставка имеет следующую динамику относительно вероятностной меры Q^{Tj} :

$$dR_j(t) = R_j(t)\sigma_j(t)g_j(t)dW_j(t), \quad (1)$$

где $\sigma_j(t)$ – волатильность ставки в момент времени t , $g_j(t)$ – произвольная функция угасания волатильности, $W_j(t)$ – броуновское движение. В рамках этой модели получены аналитические формулы цен кэпов и флоров, однако её использование становится невозможным при оценке экзотических деривативов – производных контрактов с нестандартными условиями. Для поиска справедливой цены экзотических деривативов необходимо обратиться к методам Монте-Карло.

В докладе продемонстрированы результаты симуляции «безрисковой» процентной ставки разработанной имплементацией метода Монте-Карло, а также проведена оценка их точности.

Симуляция процесса (1) произведена по схеме Эйлера. В качестве $g_j(t)$ выбрана формула

$$g_j(t) = \min\left(\frac{(T_j - t)^+}{T_j - T_{j-1}}, 1\right). \quad (2)$$

То есть, так как каждый день фиксируется новое значение ставки, предполагается монотонное убывание волатильности (Рис. 1.).

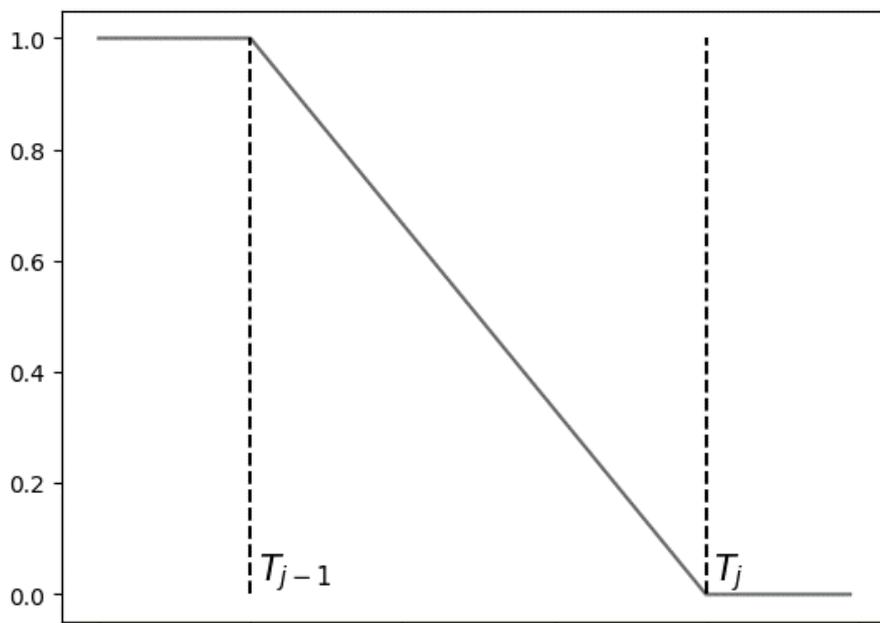


Рис. 1. Функция убывания волатильности, выбранная для симуляции

На Рис. 2. изображён результат симуляции ставки. Стоит обратить внимание, что угасание волатильности хорошо заметно.

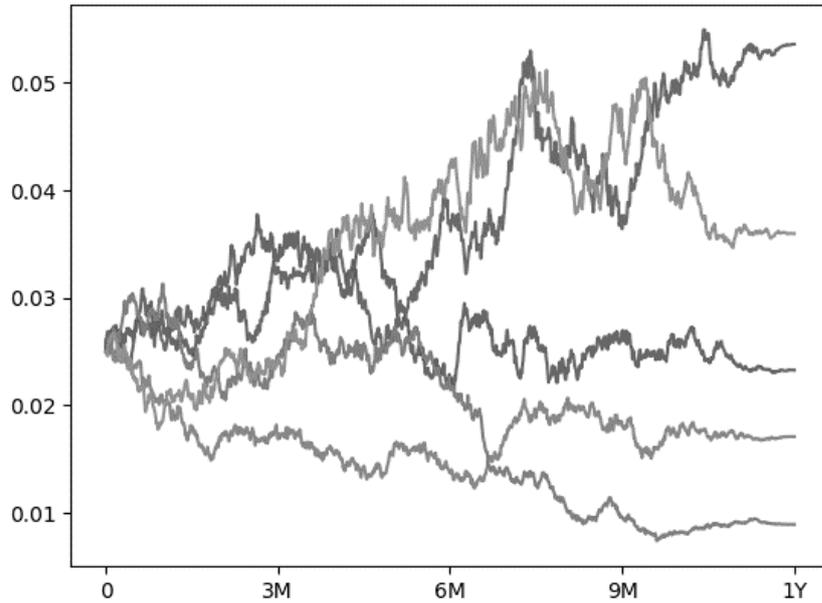


Рис. 2. Результат симуляции пяти ставок с параметрами $R_0 = 0,25$, кол-во периодов = 4, кол-во шагов симуляции = 1000, $T_j = 1Y$

Оценка качества симуляции произведена следующим образом: вычислена справедливая цена кэплета (одного периода кэпа [2]) с помощью аналитической формулы и с помощью метода Монте-Карло (Рис. 3.). Было измерено отклонение результата, полученного в результате симуляции Монте-Карло от результата явной формулы.

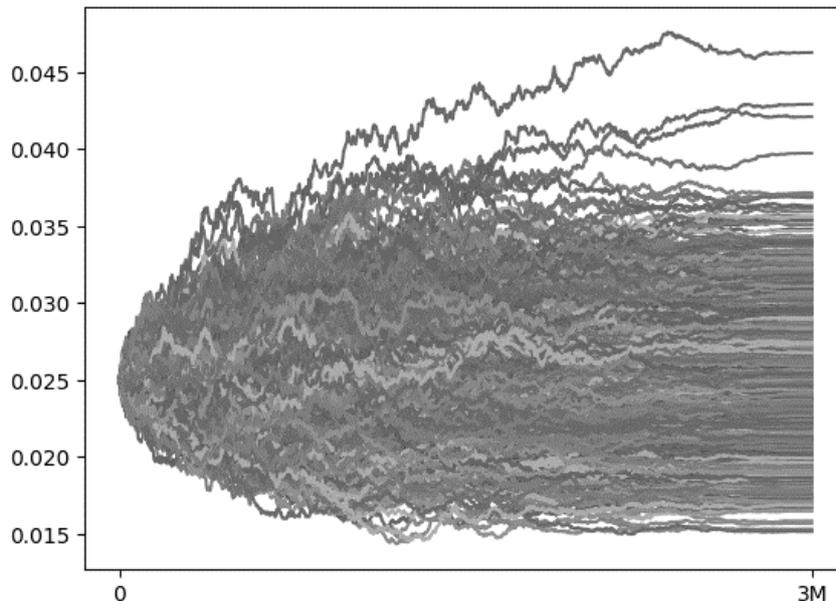


Рис. 3. Траектории ставки, полученные в результате симуляции Монте-Карло с параметрами $R_0 = 0,25$, кол-во траекторий = 1000, кол-во периодов = 1, кол-во шагов симуляции = 1000, $T_j = 3M$

Справедливая цена кэплета при использовании метода Монте-Карло оценивается по следующей формуле:

$$V_{caplet} = P_j(T_j) \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [R_j^i(T_j) - K]^+, \quad (3)$$

где $P_j(T_j)$ – коэффициент дисконтирования, $R_j^i(T_j)$ – значение i -ого пути процентной ставки в конечный момент времени, K – страйк кэпа.

Результаты

```
reference caplet price: 0.010078514946010426
monte carlo caplet price: 0.010010645890814355
pricing error: 0.10905091551780544 %
```

Листинг 1. Вывод результата оценки кэплета со страйком $K = 0,015$ и периодом $= 0,25$ при $R_0 = 0,25$ и $\sigma_j(t) \equiv 0,3$ с помощью явной формулы (reference caplet price) и с помощью метода Монте-Карло (Monte Carlo caplet price). Вычислена ошибка оценки pricing error

Таким образом, был имплементирован алгоритм симуляции «безрисковой» ставки межбанковского кредитования, позволяющий с высокой точностью оценивать стандартные производные финансовые инструменты, такие как кэп и флор на данную ставку. Более точная оценка торгуемых деривативов помогает крупным компаниям защитить свои активы, что в дальнейшем приводит к более стабильной ситуации в экономике.

Литература

1. Сайт российской ставки межбанковского кредитования RUONIA [Электронный ресурс] URL: https://cbr.ru/hd_base/ruonia.
2. Filipović D. Term-Structure Models // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2009. – С. 19–21.
3. Lyashenko A., Mercurio F. Looking Forward to Backward-Looking Rates: A Modeling Framework for Term Rates Replacing LIBOR // SSRN. – 2019.

ПЕРЕНОС ПАССИВНЫХ ЧАСТИЦ В ПОЛЕ СКОРОСТИ ВИХРЕВОГО ДИПОЛЯ НА ПЛОСКОСТИ

Гончаров Б. К., Говорухин В. Н.

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

E-mail: bgoncharov@sfnedu.ru, vngovoruhin@sfnedu.ru

Процессы массопереноса в вихревых плоских потоках жидкости и газа определяются свойствами фундаментальных вихревых структур. Простейшими нетривиальными структурами являются диполи – конфигурации из двух вихрей. Динамика этой вихревой конфигурации зависит от знаков интенсивностей (направления вращения) вихрей. Подобные вихревые структуры возникают и наблюдаются в двумерной турбулентности, в атмосфере и океане [1]. Динамика диполей изучается уже несколько десятилетий теоретически, численно и экспериментально [2, 3], но изучению массопереноса в поле их скорости уделялось гораздо меньше внимания. В докладе проводится анализ переноса и перемешивания пассивных частиц на плоскости вихревым диполем, исследуется влияние на эти процессы интенсивностей вихрей. Используется численная схема исследования подобных вихревых структур, описанная в [4].

Постановка задачи и метод исследования

Математическая модель точечного вихревого диполя и динамики пассивной частицы описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -\frac{\omega_2}{2\pi} \frac{y_1 - y_2}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ \dot{y}_1 &= \frac{\omega_2}{2\pi} \frac{x_1 - x_2}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ \dot{x}_2 &= -\frac{\omega_1}{2\pi} \frac{y_2 - y_1}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ \dot{y}_2 &= \frac{\omega_1}{2\pi} \frac{x_2 - x_1}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ \dot{x} &= -\frac{\omega_1}{2\pi} \frac{y - y_1}{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} - \frac{\omega_2}{2\pi} \frac{y - y_2}{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2} \\ \dot{y} &= \frac{\omega_1}{2\pi} \frac{x - x_1}{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} + \frac{\omega_2}{2\pi} \frac{x - x_2}{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2}\end{aligned}$$

Здесь $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x, y)$ – координаты соответственно точечных вихрей и пассивной частицы на плоскости, параметры ω_1 и ω_2 определяют интенсивности точечных вихрей. Начальные условия:

$$x_1(0) = x_2(0) = 0, y_1(0) = 1, y_2(0) = -1, x(0) = a_0, y(0) = b_0.$$

Интенсивность первого вихря предполагается фиксированной, $\omega_1 = 1$, а исследование проводится при изменении параметра ω_2 .

Для исследования динамики системы используется численный анализ. Это включает решение задачи Коши явным методом Рунге-Кутты 8-го порядка с контролем точности и автоматическим выбором шага. В расчетах задавалась относительная погрешность метода $\epsilon = 10^{-9}$, что гарантировало корректность получаемых результатов. Для качественного анализа динамики и процессов переноса пассивных частиц строились сечения Пуанкаре и применялись маркерные окружности на плоскости. Маркерная окружность представляет собой 5000 точек на плоскости, заключающей внутри точечные вихри. Каждая точка задает положение пассивной частицы в начальный момент времени. В расчетах использовалось 6 маркерных окружностей, решалась задача Коши для системы из 60004 уравнений.

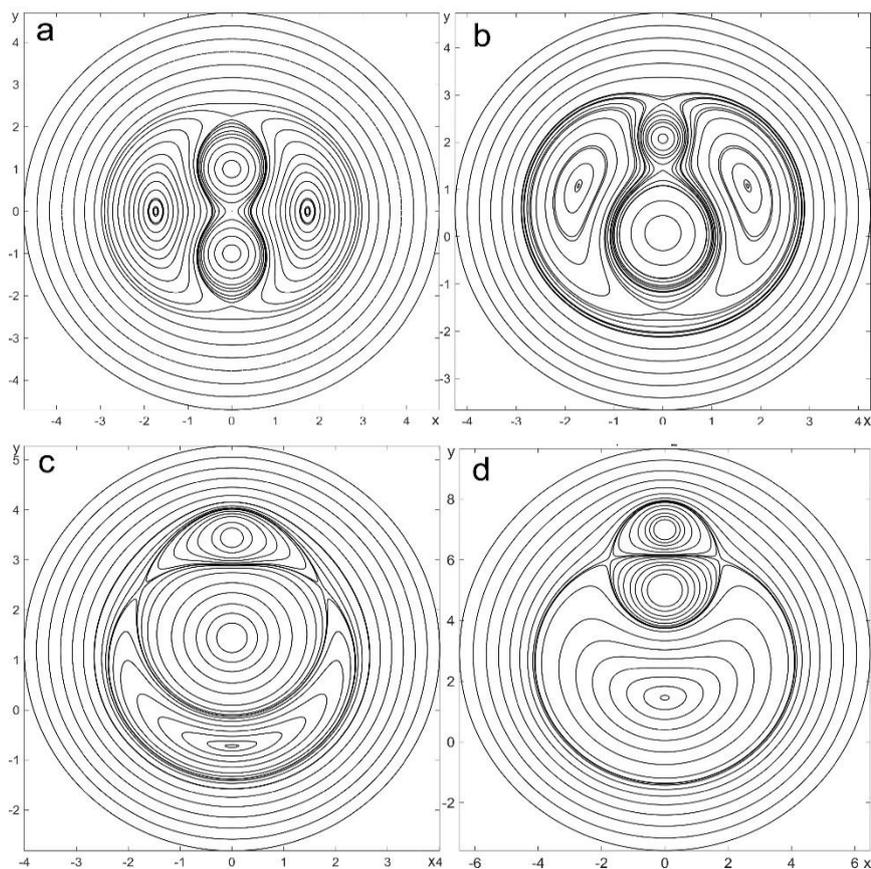


Рис. 1. Сечения Пуанкаре плоскостью $x_1 - x_2 = 0$.
 а) $\omega_2 = 1$, б) $\omega_2 = 0,3$, в) $\omega_2 = -0,1$, д) $\omega_2 = -0,5$

Результаты численного исследования

Динамика системы двух точечных вихрей известна, интегрируема, и принципиально различна при $\omega_1 = 1, \omega_2 = -1$ и $\omega_1 = 1, \omega_2 = 1$. В первом случае формируется модон, который движется к бесконечности вдоль оси $y = 0$ с постоянной скоростью. Во втором случае точечные вихри вращаются вокруг общего центра завихренности, а вся конфигурация не перемещается на плоскости. При промежуточных величинах возможны сложные движения вихревой структуры, являющиеся комбинациями описанных двух сценариев. При численном анализе рассматривались значения параметров $\omega_1 = 1, \omega_2 \in [-1, 1]$.

Для исследования динамики пассивных частиц построены сечения Пуанкаре секущей $x_1 - x_2 = 0$, которые даны на Рис. 1. Видно, что в рассмотренных случаях в окрестности диполя формируется несколько областей (3 или 4, в зависимости от знака ω_2), разделенных сепаратрисами седловых точек. При далеких начальных данных частицы движутся по окружающим вихревую структуру траекториям.

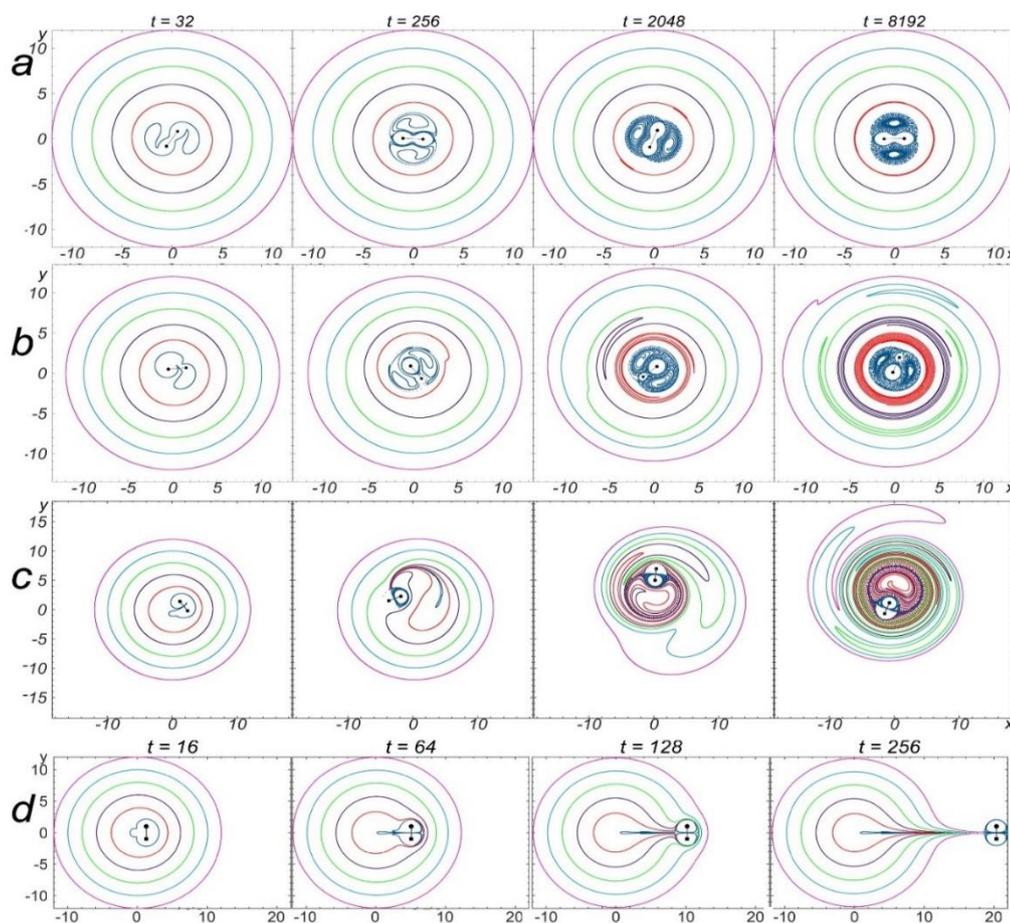


Рис. 2. Динамика маркерных окружностей (линии) и диполя (точки) в различные моменты t при
 а) $\omega_2 = 1$; б) $\omega_2 = 0,3$; в) $\omega_2 = -0,5$; д) $\omega_2 = -1$

Информацию о переносе частиц на плоскости дает динамика маркерных окружностей, изображенная на Рис. 2. При равных по знаку интенсивностях диполь вращается вокруг центра завихренности, возмущая отдаленные маркерные окружности и перемешивая частицы лишь в некоторой окрестности, а при разных знаках вихревая пара движется по границе круга с центром, совпадающим с центром завихренности, перенося и перемешивая частицы.

На Рис. 2 видно, что на больших временах при равных по знаку интенсивностях сохраняется локальное перемешивание, такое, что маркерные частицы не переносятся на большое расстояние. При интенсивностях разного знака, но, когда $\omega_2 > -1$, воздействие диполя деформирует маркерные окружности и перемешивает их частицы. При $\omega_2 \rightarrow -1$ сдвигается центр завихренности и растет длина окружности, по которой движется вихревая пара, а частицы, встречающиеся на пути точечных вихрей, переносятся вместе с ними на некоторое расстояние. В предельном случае нулевой суммарной завихренности диполь захватывает часть ближайших частиц, и переносит их по прямому пути.

В результате исследования показано, что характер перемешивания и переноса частиц сильно зависит от знаков интенсивностей вихрей. При интенсивностях одного знака движение диполя локализовано на плоскости в окрестности начального положения, областью сильного перемешивания маркерных окружностей является эта окрестность. При противоположных знаках интенсивностей диполь перемещается по плоскости и переносит пассивные частицы из целых подобластей на большие расстояния. В последующих работах авторов предполагается исследование фоновых течений на свойства массопереноса в поле скорости вихревого диполя.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-21-00371 «Развитие вычислительных методов и алгоритмов анализа и идентификации вихревых структур».

Литература

1. Hughes C. W., Miller P. I. Rapid water transport by long-lasting modon eddy pairs in the southern midlatitude oceans // *Geophysical Research Letters*. Vol. 44. 12. P.375–12. Doi: 10.1002/2017GL075198.
2. Trieling R., Dam C., van Heijst G. Dynamics of two identical vortices in linear shear // *Physics of Fluids*. 2010. Vol. 22. № 11. art. 117104. DOI: 10.1063/1.3489358.
3. Folz P.J.R, Nomura K.K. On asymmetric vortex pair interactions in shear // *J. of Fluid Mechanics*. 2023. art. 969:A21. DOI: 10.1017/jfm.2023.525.
4. Говорухин В. Н. Перенос пассивных частиц в поле скорости движущегося по плоскости вихревого триполя // *Известия вузов. ПНД*. 2023. Т. 31, в. 3. С. 286–304. DOI: 10.18500/0869-6632-003039.

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-РЕДАКТОРА ДЛЯ ИГРОВОГО ДВИЖКА DRAGONRUBY

Горшков С. А.

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

E-mail: sgorshkov@sfnedu.ru

DragonRuby – это минималистичный игровой движок, предоставляющий необходимый набор инструментов для создания игр: средства для рендеринга графических примитивов и спрайтов, функцию обратного вызова, срабатывающую каждый кадр, методы для обработки пользовательского ввода, и т. д. Однако существенным недостатком DragonRuby по сравнению с более популярными решениями является отсутствие инструментария для редактирования игровых сцен без написания кода.

В отличие от редакторов сцен, поставляемых вместе с самим игровым движком, разрабатываемый мной инструмент – отдельное от игрового движка приложение. Для того, чтобы пользователь DragonRuby мог не устанавливать никаких дополнительных программ и сразу приступал к созданию сцены, было принято решение разрабатывать редактор как Web-приложение на Ruby on Rails [1] с использованием фреймворков Hotwire [2] и Vue [3] для клиентской части.

В рамках данной работы были разработаны 2 страницы Web-приложения: страница проектов и страница редактора. Страница проектов отображает все созданные пользователем проекты, позволяет создавать новые и удалять существующие. При выборе проекта на странице проектов пользователь перенаправляется на страницу редактора сцены.

Интерфейс редактора состоит из 3 блоков: иерархия (Hierarchy), инспектор (Inspector) и непосредственно сцена (Рис. 1). Такое разделение и названия блоков вдохновлены редактором Unity [4].

Иерархия отображает имена всех объектов на сцене. Выбранный объект выделяется в иерархии тёмно-серым цветом. Объект может быть выбран как в самой иерархии при нажатии на его имя, так и на сцене при нажатии на сам объект. Кроме того, нажатие правой кнопки мышки на объекте в иерархии вызывает контекстное меню с опциями переименования и удаления объекта.

В блоке сцены объекты можно выбирать нажатием левой кнопки мышки и перемещать их с помощью движений мышью Drag and Drop. Кроме того, изменения характеристик объектов в блоке Inspector мгновенно отображаются в блоке сцены.

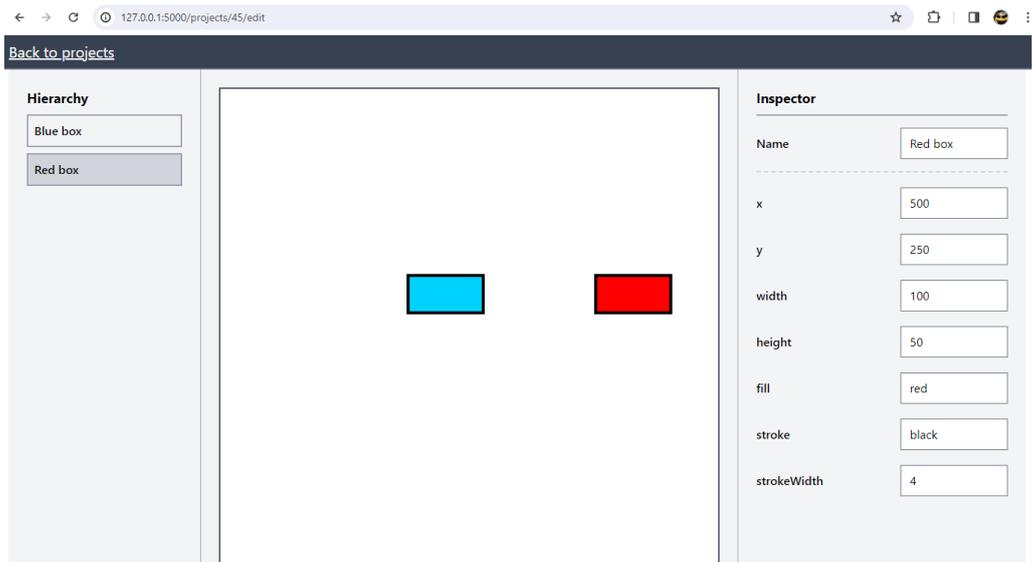


Рис. 1. Интерфейс редактора сцен

Инспектор отображает все доступные для изменения характеристики объекта сцены. Каждая характеристика представлена в виде названия и поля для ввода, тип которого зависит от типа характеристики. Кроме обычных характеристик, в инспекторе можно изменить ещё и имя объекта – изменения сразу отобразятся в блоке Hierarchy.

Таким образом, каждый из трех блоков взаимодействует с остальными. При разработке использовались стандартные средства реактивности фреймворка Vue [5], а Drag and Drop перемещение объектов на Canvas было взято из библиотеки Konva.js [6]. Кроме того, для интеграции Vue и Konva друг с другом использовалась библиотека vue-konva [7].

Литература

1. Официальный сайт фреймворка Ruby on Rails [Электронный ресурс] URL: <https://rubyonrails.org/>.
2. Официальный сайт фреймворка Hotwire [Электронный ресурс] URL: <https://hotwired.dev/>.
3. Официальный сайт фреймворка Vue [Электронный ресурс] URL: <https://vuejs.org/>.
4. Официальный сайт Unity [Электронный ресурс] URL: <https://unity.com/>
5. Документация по средствам реактивности фреймворка Vue [Электронный ресурс] URL: <https://vuejs.org/guide/essentials/reactivity-fundamentals.html>.
6. Официальный сайт библиотеки Konva.js [Электронный ресурс] URL: <https://konvajs.org/index.html>.
7. Репозиторий библиотеки vue-konva [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/konvajs/vue-konva>.

ОБЩАЯ ЗАДАЧА ОГРАНИЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В СЕТИ

Госьков Д. А., Скороходов В. А.

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

E-mail: goskov@sfedu.ru, vaskorohodov@sfedu.ru

В работе предметом исследования является поток, который транспортируется по некоторой сети, представляемой в виде взвешенного ориентированного графа, из начального узла (источника) в конечный (сток).

Весом дуги графа является её пропускная способность – наибольшее значение потока, которое может быть пропущено по этой дуге в момент времени. Для заданной сети известно максимальное значение потока, которое может быть передано по дугам из источника в сток. Его можно найти, воспользовавшись алгоритмом Форда-Фалкерсона. На практике часто появляется необходимость управлять этим потоком. В большинстве случаев речь идёт об уменьшении (или ограничении) передаваемого потока. Под управлением потоком в сети понимается всевозможное изменение пропускных способностей дуг, инцидентных вершинам (узлам сети) из заданного множества вершин, которые называются управляемыми.

В процессе выполнения работы общая задача ограничения максимального потока в сети была разделена на следующие подзадачи

1. Исследование задачи об оценке величины, на которую может произойти уменьшение максимального потока в сети в случае одноэлементного множества управляемых вершин;

Результатом решения первой подзадачи стало получение оценок уменьшения максимального потока в зависимости от расположения управляемой вершины в сети относительно её минимального разреза – такого набора дуг сети, при удалении которых источник и сток становятся несвязанными, и имеющего наименьшую пропускную способность (сумму пропускных способностей дуг этого разреза) среди всех разрезов данной сети. Рассмотрены три случая, для каждого из которых сформулирована и доказана теорема об оценке величины уменьшения максимального потока:

1) управляемая вершина находится на левой границе минимального разреза (то есть вершина является началом дуги, принадлежащей минимальному разрезу сети);

Теорема. При уменьшении пропускной способности дуги, принадлежащей минимальному разрезу сети, на величину d значение максимального потока в сети уменьшится на величину d .

2) управляемая вершина находится на правой границе минимального разреза (то есть вершина является концом дуги, принадлежащей минимальному разрезу сети);

Теорема. *Значение максимального потока в сети уменьшится на величину d , если суммарное значение пропускных способностей дуг, выходящих из вершины, находящейся на правой границе минимального разреза, будет равно суммарному значению потока, изначально пропущенного по этим дугам, минус величина d .*

3) управляемая вершина не находится на границе никакого из минимальных разрезов (то есть вершина не инцидентна ни одной из дуг, принадлежащих минимальному разрезу сети).

Теорема. *Наибольшее уменьшение максимального потока в сети с единственной управляемой вершиной, не находящейся на границе минимального разреза, достигается путём удаления из сети этой вершины и всех инцидентных ей дуг.*

2. Исследование задачи об оценке величины, на которую может произойти уменьшение максимального потока в сети в случае произвольного множества управляемых вершин;

В результате выполнения второй подзадачи разработан алгоритм управления пропускными способностями дуг, выходящих из управляемых вершин для достижения требуемой величины максимального потока в сети.

3. Исследование задачи о поиске наибольшей величины, на которую может произойти уменьшение максимального потока в сети для случая как одноэлементного, так и произвольного множества управляемых вершин.

Итогом решения третьей подзадачи стало получение оценок наибольшего диапазона уменьшения максимального потока в сети при управлении произвольным множеством вершин. Сформулирована и доказана следующая теорема:

Теорема. *Наибольшее уменьшение максимального потока в сети с произвольным множеством управляемых вершин достигается путём удаления из сети всех этих вершин и всех инцидентных им дуг.*

На языке C++ реализован алгоритм определения возможности уменьшения максимального потока в сети на требуемое значение для заданного множества управляемых вершин.

С ограничением максимального потока в сети может быть связан обширный круг задач в области маршрутизации и логистики. Умение управлять потоком с использованием полученных закономерностей и алгоритмов может упростить их решение.

Литература

1. Ерусалимский Я. М. Дискретная математика. Теория и практикум: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 476 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Еремеева Л. Э. Потоки в сетях: учебное пособие / Сыктывкар: СЛИ, 2012. – 100 с.
3. Форд Л. Р., Фалкерсон Д. Р. Потоки в сетях. Издательство «Мир», 1966.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА МИКРОЧАСТИЦ В ВЯЗКОУПРУГИХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ

Гребнев И. И.¹, Попов В. А.¹, Ганченко Г. С.², Демехин Е. А.²,
Моршнева И. В.¹

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

² Лаборатория электро- и гидродинамики микро- и наномасштабов,
Финансовый университет,

г. Краснодар

E-mail: gre@sfedu.ru

Электрофорез – это движение заряженных частиц в жидкостях под действием внешнего электрического поля. Исследование электрофореза микрочастиц является важной частью микрофлюидики, так как позволяет разрабатывать методы управления микрочастицами для их сортировки, улавливания и детектирования. Особую роль электрофорез играет в разработке микролабораторий на чипах для проведения комплексных химических анализов для нужд медицинской диагностики. Актуально рассмотрение электрофореза именно в электролитах – дисперсных средах, заряд в которых переносится только за счет ионов растворенных солей.

В данный момент активно проводятся как теоретические [1], так и экспериментальные [2] исследования электрофореза микрочастиц в ньютоновских электролитах. Однако известно, что биологические жидкости могут проявлять неньютоновские свойства, в частности вязкоупругие [3]. Имеющиеся работы по исследованию электрофореза в вязкоупругих электролитах ограничены в основном рассмотрением асимптотических пределов для простых диэлектрических микрочастиц [4].

В докладе будут представлены результаты численного моделирования электрофореза ионоселективных микрочастиц в FENE-электролитах под действием внешнего электрического поля малой напряженности. Результаты моделирования показывают, что поведение электролита около частицы при малых значениях напряженности качественно аналогично рассмотрению ньютоновских электролитов [5], однако распределение областей, в которых неньютоновские свойства преобладают, значительно отличается от классического случая обтекания сферы [3]. Обнаружено, что упругие свойства электролита замедляют скорость электрофореза. Количественные характеристики находятся в хорошем соответствии с аналитическими решениями упрощенных постановок.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 22-79-10085 (<https://rscf.ru/project/22-79-10085/>).

Литература

1. Ganchenko G. S. и др. Instabilities, bifurcations, and transition to chaos in electrophoresis of charge-selective microparticle // *Phys Fluids*. 2020. Т. 32. № 5. С. 054103.
2. Tottori S. и др. Nonlinear Electrophoresis of Highly Charged Nonpolarizable Particles // *Phys Rev Lett*. 2019. Т. 123. № 1. С. 014502.
3. Chilcott M. D., Rallison J. M. Creeping flow of dilute polymer solutions past cylinders and spheres // *J Non-newton Fluid*. 1988. Т. 29. С. 381–432.
4. Li G., Koch D. L. Electrophoresis in dilute polymer solutions // *J Fluid Mech*. 2020. Т. 884. С. A9.
5. Frants E. A. и др. Nonequilibrium electrophoresis of an ion-selective microgranule for weak and moderate external electric fields // *Phys Fluids*. 2018. Т. 30. № 2. С. 022001–16.

ПЛАНИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУППЫ АГЕНТОВ В НЕИЗВЕСТНОЙ СРЕДЕ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ

Гробер М. А., Скороходов В. А.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: mgrober@sfnedu.ru

Многоагентный поиск путей (МАРП) – это семейство задач комбинаторной оптимизации, возникших на основе задач автоматизированного планирования. Задача заключается в планировании оптимальных маршрутов для нескольких агентов, перемещающихся между заданными узлами в связном графе. Она возникает в таких задачах как перемещение персонажей в видеоиграх, планирование логистики. Существует два варианта данного алгоритма: централизованный (решение за всех агентов принимается единым алгоритмом) и децентрализованный (каждый агент сам принимает решение о своём движении). Стоит отметить, что алгоритм может обладать как характеристиками централизованного алгоритма, так и децентрализованного. Большинство существующих алгоритмов работают на заранее известных графах. В данной статье рассматривается решение данной задачи в ситуации, когда связный граф представляет из себя квадратную сетку, но часть узлов заняты блоками. При этом местоположение блоков заранее неизвестно.

В ходе анализа был сделан вывод, что просчитать путь невозможно, так как граф агентам неизвестен. Поэтому было принято решение создать алгоритм децентрализованным, но с общим разумом, который хранит память о найденных блоках и тупиковых коридорах, определяет порядок запуска агентов в каждой итерации. На каждой итерации агент оценивает соседние вершины и вычисляет их стоимость с помощью функции $f = g + h$, где g – это расстояние до узла, до которого просматривает агент в ходе рекурсии на заданную глубину, а h – эвристическая функция, оценивающая расстояние до цели. После этого агент идет в нужный узел. Если в этом узле стоит другой агент, то в начале пойдет другой агент. И уже после этого текущий агент встанет на его место. Если другой агент не смог сдвинуться, то текущий агент выбирает другой узел и старается попасть уже в него. Если агент не сможет попасть ни в один узел, то он останется на своём месте.

В ходе разработки алгоритма был выявлен ряд конфликтов, в результате которого алгоритм зацикливался. Для их решения были созданы следующие правила и улучшения.

Главное правило данного алгоритма заключается в том, что агент, запущенный централизованным алгоритмом, не может идти на своё прошлое местоположение (кроме случаев, когда это необходимо для разрешения конфликтов). В то же время агенты, которые запущены под действием других агентов, могут возвращаться на своё предыдущее местоположение. Это связано с тем, что агент может быть «вытолкнут» другим агентом или со своего целевого местоположения, или со своей оптимальной траектории. Для того чтобы агент не застывал на одном месте, введено правило, что стоимость отсутствия движения максимальна.

Для корректной работы алгоритма были введены различные эвристики. Для алгоритмов на основе A^* обычно используют Манхэттенское расстояние. Однако версия с такой эвристической функцией обрабатывает не все виды связных графов. Дело в том, что в некоторых ситуациях важно, чтобы «вытолкнутый» со своего целевого положения агент оказывался не на пути следования другого агента, а съезжал в сторону. В других случаях важно, чтобы «вытолкнутый» агент оставался в окрестности своего целевого положения. Для этого было внесено изменение в алгоритм. В качестве эвристической функции выбрана функция, вычисляющая Манхэттенское расстояние. В случае, когда стоимость двух узлов для агента одинакова, то выбирается тот узел, из которого меньше евклидово расстояние до целевого узла.

Другой важной эвристикой является подсчет частот посещенных состояний. Для этого в каждый агент была добавлена память о пройденных узлах. С каждым посещением стоимость узла увеличивается. Причиной введения данной эвристики является дилемма Exploration-exploitation: на полях большого размера и с большим количеством препятствий агенты застревали в бесконечном цикле поиска путей и не достигали своих целей. Всё дело в том, что юниты просматривают возможность прохода к своей цели только на какую-то определенную глубину рекурсивной функции в связи с ограниченными вычислительными мощностями.

Рассмотрим коридорный конфликт. В данном алгоритме есть способ решения тупикового коридора как с ветвлением, так и без. Для этого был создан алгоритм для выявления тупиковых коридорных узлов. Данный алгоритм работает следующим образом: при выявлении простого коридора создаётся объект – коридор. Данный объект содержит в себе данные о том, какие агенты и в каком порядке должны въехать в тупиковый коридор. Тем агентам, которые принадлежат данному коридору, но въехали не в своём порядке, ставятся флаги с помощью следующего метода:

```
bool b = true;
foreach (var Unit in tunell_units)
{
    if (Unit.IsRealEnd())
        Unit.flag = false;
```

```

bool t = Board.InTunell(Unit, this);
foreach (var tunell in tunells)
    t = t || Board.InTunell(Unit, tunell);
b = b && t;
if (Unit.IsRealEnd() && !b)
    Unit.flag = true;
}

```

Флаг отвечает за то, чтобы агент продолжал своё движение, даже если достигнуто целевое положение. Благодаря этому, агенты, блокирующие движение в коридоре, могут выехать из коридора и освободить место для других агентов, чтобы они могли проехать. Флаг отключается, когда агент выходит из коридора. Ситуация с разветвлёнными тупиковыми коридорами решается следующим образом. Когда два тупиковых коридора соединяются, в узле соединения создаётся новый коридорный узел, в котором сохраняются данные об агентах, которые должны въехать в один из двух коридоров, а также ссылки на те два коридора. Благодаря этому, алгоритм, описанный выше, может корректно работать с разветвлёнными тупиковыми коридорами. Для всех агентов, которые не являются правильными в соответствии с порядком въезда в коридор, ставится большая стоимость на въезд. Для правильных агентов ставится минимальная стоимость на коридорный узел. Так лишние агенты не въезжают в коридор, а нужные агенты въезжают в рамках своей очереди.

Для улучшения работы алгоритма был добавлен алгоритм поиска «плохих» узлов. «Плохой» узел – это такой коридорный узел, в котором отсутствует целевое местоположение какого-либо из юнитов. «Плохие» узлы используются для улучшения расчета стоимости. Стоимость таких узлов будет максимальной, поэтому агенты не будут подъезжать и заезжать в коридоры с плохими узлами без необходимости. В случае, когда агент едет не в порядке очереди, а «вытолкнут» другим агентом, плохие узлы, наоборот, считаются хорошими (их стоимость минимальна), так как въезжая в зону с плохими узлами, агент перестаёт мешать другим агентам.

В ходе тестирования полей с большим количеством агентов был выявлен конфликт, связанный с перпендикулярным хождением агентов относительно своих целей. Для решения этого конфликта была придумана следующая идея: если агент, который «вытолкнул» другой агент, пришёл на своё место, то у другого агента обнуляются предыдущие значения. За счёт этого другой агент сможет вернуться на своё предыдущее местоположение, то есть на местоположение своей цели. При этом стоит отметить, что данный метод срабатывает только тогда, когда не поставлен флаг и когда агент уже был на местоположении своей цели. Это необходимо для корректной работы алгоритма.

Для улучшения и более эффективной работы алгоритма, множество всех агентов Units разделяется на два множества: множество агентов, которые уже достигли своей цели $Was_near_end_units$, и множество тех агентов, которые ещё не достигли своей цели $NOT_Was_near_end_units$. Приоритет даётся тем агентам, которые ещё не достигли своей цели, то есть агентам из множества $NOT_Was_end_units$. Для корректной обработки ситуации с туннелями необходимо, чтобы те агенты, которые запускались под действием других агентов, на новой итерации также запускались под действием других агентов, если такая ситуация вообще возможна. Для этого те агенты, которые запускались под действием других агентов, выделяются в отдельное множество юнитов $Was_bool_step_units \subset Was_near_end_units$, которые запускаются, если они не запустились от действия других агентов, централизованным алгоритмом в конце. Кроме того, стоит выделить агентов, которые находятся в коридоре, и запускать их раньше, но перед множеством $Was_bool_step_units = Tunell_NOT_Was_end_units \subset NOT_Was_end_units$. Ещё существуют третье и четвертое множества агентов, заданные следующим образом:

$Was_void_near_end_units = Was_near_end_units \setminus Was_bool_step_units$,
 $NOT_Tunell_end_units = NOT_Was_end_units \setminus Tunell_NOT_Was_end_units$
Порядок запуска множеств юнитов централизованным алгоритмом получается следующим:

- $NOT_Tunell_end_units$
- $Was_void_near_end_units$
- $Tunell_NOT_Was_end_units$
- $Was_bool_step_units$

При этом юниты в каждом из множеств сортированы таким образом, чтобы приоритет давался тем юнитам, которые дальше от своих целей. Это позволяет повысить эффективность работы алгоритма.

Данный алгоритм эффективно работает на различных квадратных связанных графах благодаря созданию определенной очередности агентов в рамках итерации и методов, которые решают конфликтные ситуации.

Литература

1. Пшихопов В. Х., Медведев М. Ю. «Планирование движения группы подвижных объектов в двумерной среде с препятствиями», УДК 681.5.013.
2. Thayne T. Walker, Nathan R. Sturtevant «Collision Detection for Agents in Multi-Agent Pathfinding», arXiv:1908.09707v3.
3. Павлов А. С. «Методика планирования траектории движения группы мобильных роботов в неизвестной замкнутой среде с препятствиями», УДК 004.896.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПИСЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ДИСЦИПЛИНЫ “ЦИФРОВОЙ КАФЕДРЫ” И МУАМ

Губская Н. В., Дугина Л. В.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: ngubskaya@sfedu.ru, dugina@sfedu.ru

С развитием цифровой экономики по всему миру возникает все большая потребность в высококвалифицированных специалистах в области информационных технологий. В ответ на эту потребность университеты начали активно внедрять специализированные образовательные программы, направленные на подготовку кадров для IT-сферы. Одним из ярких примеров таких инициатив стал проект "Цифровые Кафедры", запущенный в 2022 году в Южном Федеральном Университете (ЮФУ).

Проект "Цифровая кафедра" является частью программы профессиональной переподготовки, предусмотренной федеральным проектом национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации". С момента своего запуска в начале 2022 года Цифровая кафедра ЮФУ активно сотрудничает с крупными компаниями России и Ростовской области, такими как Ростех, СберТех, Банк "Центр-инвест" и другие. Этот проект предоставляет студентам возможность получить дополнительную квалификацию и освоить новые IT-компетенции.

За относительно короткий период времени более тысячи двухсот студентов успешно завершили обучение по программе "Цифровая кафедра", а сейчас в нее вовлечено более двух с половиной тысяч студентов. Это говорит о высоком интересе к данной инициативе и ее важности в контексте современной цифровой экономики.

В 2023/2024 учебном году для различных образовательных программ ЮФУ обучающимся были предложены различные варианты включения дисциплин "Цифровой кафедры" (ЦК) в учебный процесс:

1. Включение дисциплин ЦК в выборный блок МУАМ (модулей университетской академической мобильности) учебного плана обучающихся (для обучающихся 2-3 курсов бакалавриата, специалитета).
2. Обеспечение возможности перезачёта дисциплин выборного блока образовательных программ обучающегося по пересекающимся компетенциям.
3. Включение дисциплин ЦК в учебные планы обучающихся старших курсов бакалавриата, специалитета, магистратуры в блок факультативных дисциплин.
4. Реализация в формате исключительно ДПП.

Ввиду предложенных смешанных форматов включения дисциплин ЦК в основной образовательный процесс обучающихся и некоторой рассинхронизации сроков согласования программ ДПП по “Цифровым кафедрам” и основных образовательных программ в процессе практической организации “выборных кампаний” (записи обучающихся) и последующего формирования групп для освоения дисциплин МУАМ и ЦК возникали определенные трудности и проблемы в ходе его реализации:

Запись на дисциплины Цифровых кафедр из личного кабинета и из лэндинга привела к ситуации, когда студенты одновременно оказались записаны и на дисциплины Цифровых Кафедр, и на обычные дисциплины МУАМ. В результате процесса автоматической отписки от дисциплин МУАМ стало очевидно, что не все студенты были удовлетворены таким подходом. По многочисленным запросам студентов стало ясно, что данная ситуация подходит не всем. Некоторые студенты выразили желание вернуться к записи на обычные дисциплины МУАМ, в то время как другие решили продолжать посещать как Цифровые Кафедры, так и МУАМ одновременно.

Студенты случайно записывались через лэндинг на дисциплины, не соответствующие их направлению обучения, в частности студенты не IT-направлений ошибочно записываются на дисциплины для IT направлений.

Для различия между обычными дисциплинами МУАМ и дисциплинами Цифровых Кафедр в таблице с описанием групп было внесено новое поле под названием "sk". Для дисциплин Цифровых Кафедр значение "it" указывало на то, что это дисциплины для IT-специальностей, в то время как "noit" использовалось для дисциплин, не относящихся к IT. Для обычных дисциплин МУАМ это поле оставалось пустым (NULL).

Сотрудники деканатов подавали списки студентов для записи на дисциплины Цифровых Кафедр вместо обычных дисциплин МУАМ без соответствующего предварительного планирования в учебных программах. Это привело к ситуации, при которой дисциплины МУАМ ЦК добавлялись в рабочие планы студентов “задним числом”.

Для корректного отображения дисциплин ЦК и МУАМ в системе СБРС было введено дополнительное поле "brs" в таблице записи. Значение 1 в этом поле указывает на необходимость отображения дисциплины в СБРС, а значение 0 – на противоположное действие.

Отсутствие ограничений записи для студентов, прошедших обучение на направлениях Цифровых кафедр, в прошлом году привело к необходимости выявления их с последующим описыванием от дисциплин ЦК и восстановлением записи на обычные дисциплины МУАМ.

Для определения студентов, которые уже завершили обучение на Цифровых Кафедрах в 2022 году и затем зарегистрировались на Цифровые Кафедры в 2023 году, в системе было введено дополнительное поле sk_year с

возможными значениями 2022 и 2023. Более того, некоторым студентам, прошедшим обучение на Цифровых Кафедрах в 2022 году, пришлось оставить запись на дисциплины ЦК в 2023 г. из-за отсутствия альтернативных сложившихся групп дисциплин МУАМ.

Помимо вышеперечисленного одной из основных задач при реализации данного проекта явилась организация возможности просмотра в режиме реального времени состояния записи и комплектности групп и аналитики в различных разрезах как для службы технической поддержки, так и для сотрудников деканатов учебных подразделений ЮФУ.

Для этого было принято решение использовать средство визуализации данных и аналитики – Redash.

Redash – это открытая платформа для визуализации данных и аналитики, которая предоставляет простой интерфейс для создания дашбордов, запросов и отчетов, в том числе создавать отчеты на основе различных типов данных, включая графики, таблицы и диаграммы. Также позволяет проводить анализ данных с помощью SQL-запросов и визуализаций, что помогает выявить тенденции и закономерности в данных, создавать документацию на основе данных, а также делиться ею с коллегами и заинтересованными сторонами, а простой и интуитивно понятный интерфейс, делает его доступным для использования даже для пользователей, которые не имеют опыта работы с аналитическими инструментами.

Наиболее привлекательным для нас оказалось, что Redash как open-source проект, доступен для бесплатного использования и изменения, а также для установки на собственные серверы. Он предоставляет пользователю возможность создавать свои собственные плагины и дополнения, что позволяет расширять его функциональность и адаптировать под свои потребности, а также создавать пользовательские SQL-запросы для получения нужных данных в режиме реального времени и анализа их в соответствии с конкретными потребностями.

Основные объекты Redash: запросы, визуализации, дашборды, пользователи и группы (позволяют разграничивать доступ к просмотру и редактированию определенных дашбордов, запросов и баз данных).

Redash поддерживает большое количество баз данных, включая PostgreSQL, MySQL, Oracle, SQL Server, Amazon Redshift, Google BigQuery, MongoDB, Cassandra и многие другие.

Radash установлен на одной из виртуальных машин ЦОД ЮФУ. Доступ извне университетской сети возможен только при подключении через OpenVPN. В этом заключается и плюс, и минус. Плюс – это безопасность получаемых пользователем данных. Отрицательный момент – сложность разделения прав на уровне публичного доступа.

Покажем примеры использования Redash в нашей работе.

Первый пример – это дашборд с информацией о записи студентов на дисциплины МУАМ.

The dashboard is divided into three main sections:

- Student details:** A form showing personal information for student 'Абдуллаев Артур Тимурович' (ID: 000374486), including his city (Tashkent), faculty (Institute of Philosophy and Social and Political Sciences), and email (arorora2002@mail.ru).
- Учебный план студента 2022/23:** A table showing the student's schedule for the 6th semester. It lists two groups: Group 620 (Marketing technologies) and Group 192 (Marketing and Branding). The latter is associated with a specific department (00000954-000002392).
- Текущая запись студента:** A table showing the student's current records. It lists three entries for semesters 1, 2, and 2, with columns for group ID, discipline code, discipline name, and whether the record is valid.

Поиск внутри этого дашборда проводится по университетскому аккаунту студента.

Дашборд состоит из трех виджетов. Первый виджет содержит в себе персональные данные студента. Мы видим номер его учебного плана, на каком курсе он учится, его имейл и различные идентификаторы. Второй виджет содержит данные из учебного плана студента о дисциплинах на выбор. Они разделены по семестрам (триместрам). И последний виджет показывает нам записи студента (открытые и аннулированные) по полугодиям.

Также в работе активно используются дэшборды с информацией о записи на дисциплины по иностранному языку и посещениях обучающимися дисциплин по физической культуре и спорту.

Использование таких инструментов отображения справочной, статистической и аналитической информации по состоянию записи на вариативные дисциплины обеспечило возможность оперативного регулирования возникающих вопросов в организации учебного процесса.

Литература

1. Redash. Описание функциональных возможностей. <https://redash.io/product/>.
2. Губская Н. В., Загриценко Н. Н. Сопровождение выборной кампании и формирование групп обучающихся по освоению элективных дисциплин МУАМ. / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXX научной конференции. Издательство Южного федерального университета, 2023. С. 136–139.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСКАДА РЕГРЕССОРОВ ДЛЯ СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗА НОВОСТНЫХ ЗАГОЛОВКОВ И ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОГО ВЛИЯНИЯ НОВОСТЕЙ НА ПРОЦЕНТНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СТОИМОСТИ АКЦИЙ

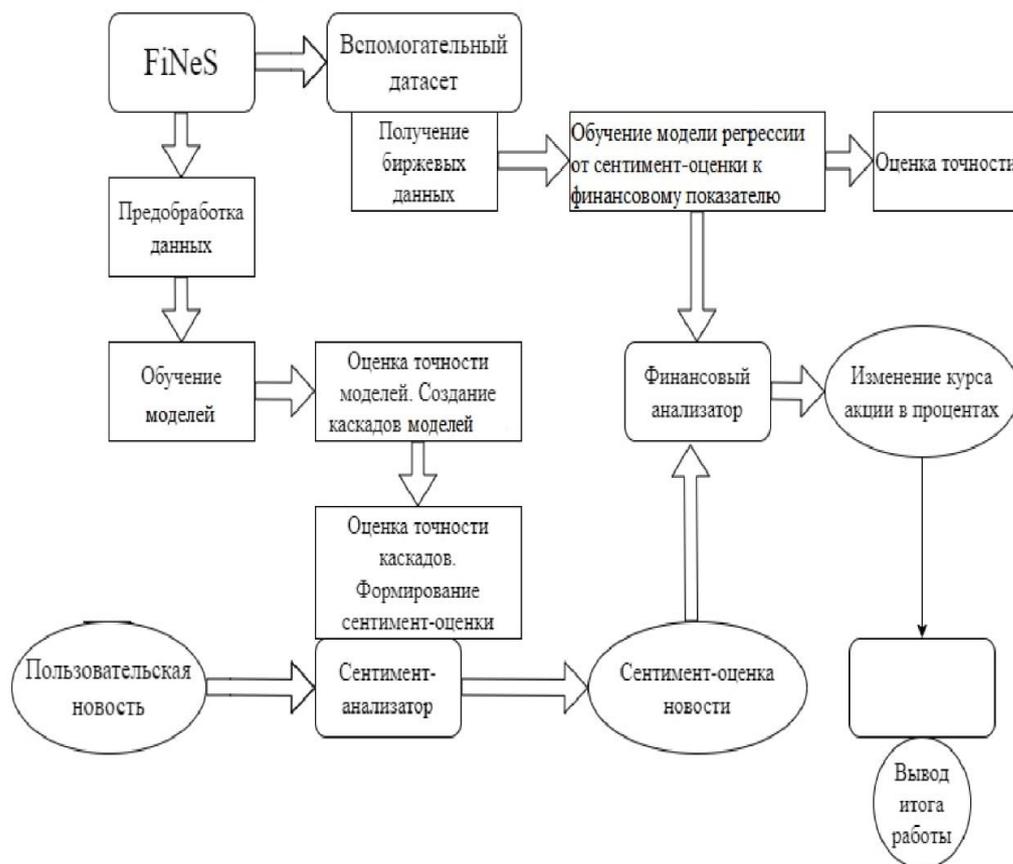
Гурин И. С., Ячменева Н. Н.

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

E-mail: igurin@sfedu.ru, nnyachmeneva@sfedu.ru

В работе предметом исследования являются методы и подходы решения задачи sentiment-анализа текстовых данных средствами машинного обучения, а также задача прогнозирования изменения стоимости ценных бумаг по значению sentiment-окраски текста новости.

Этапы решения основной цели



Под sentiment-окраской текста новости понимается оценка эмоциональной окрашенности текста некоторой новости, связанной со сферой финансов и некоторой финансовой компанией, упоминаемой в тексте данной новости. Под каскадной архитектурой регрессионных моделей понимается формирование итогового значения sentiment-оценки на основе результатов работы 6 регрессионных моделей, обученных на разных входных данных с применением различных методов предобработки входных данных.

В процессе исследования, поставленные задачи были разбиты на следующие подзадачи:

1. Поиск и создание необходимых наборов данных;

Для решения первой подзадачи найден и применён набор данных FiNeS. На основе этих данных был собран датасет с данными об изменении стоимости акций после публикации финансовых новостей, собранных в FiNeS. Датасет содержит: sentiment-оценку, дату публикации, тикер упоминаемой в новости компании, цену акций на открытии торгов и цену на закрытии.

2. Применение методов предобработки к входным текстовым данным;

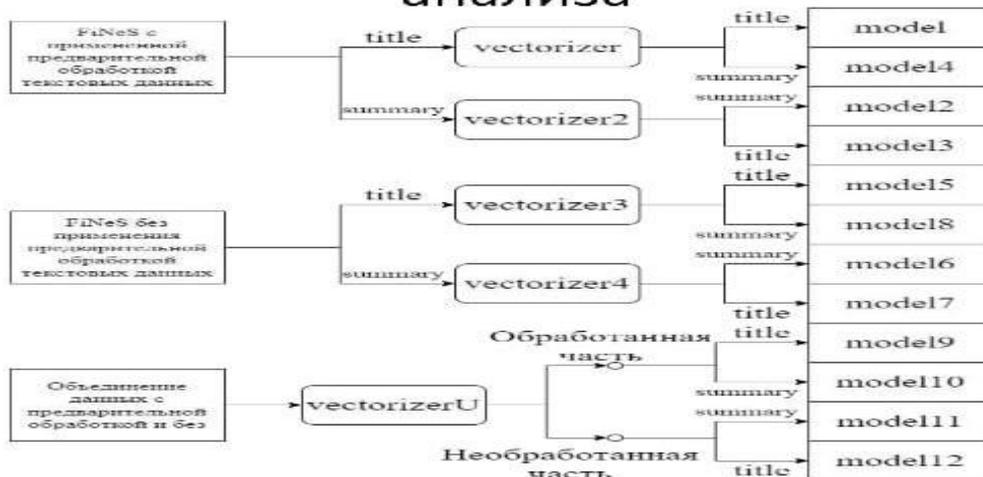
Результат решения второй подзадачи – получение различных обучающих выборок, обработанных в разной степени. К входным данным применены: токенизация, удаление стоп-слов, лемматизация, TF-IDF векторизация. Было получено 3 обучающие выборки: полностью предобработанная выборка новостных заголовков и статей; исходная выборка заголовков и новостей; объединение двух предыдущих выборок. На различных данных из полученных выборок обучено 5 TF-IDF векторизаторов, осуществивших векторизацию данных для последующего обучения моделей регрессоров.

3. Обучение моделей и формирование каскада моделей для оценки sentiment-тональности текста;

С применением векторизаторов, обученных на разных данных, на различных обучающих выборках было обучено 12 моделей линейной регрессии. Для оценки их точности работы была применена оценка точности, равная полусумме среднеквадратичной и средней абсолютной ошибок от анализа заголовков и полных текстов новостей из тестового множества, умноженная на коэффициент, который обратно пропорционален отношению количества верно подобранных по знаку оценок и количества записей в тестовой выборке. Далее, отбиралось по 3 модели с наименьшим значением ошибки на необработанных данных и на обработанных данных. Каждые 3 модели формировали свой каскад. Значение, получаемое после объединения в каскад, равняется среднеарифметическим от результатов предсказания входящих в каскад моделей. Полученные 2 каскада также были объединены в каскад. Далее, для всех трех полученных каскадов была вычислена оценка точности на обработанных и необработанных входных данных. Итоговая оценка sentiment-тональности текста получается при применении

наиболее точного каскада с соответствующей предобработкой входных данных. Подобное объединение позволяло существенно уменьшить количество ошибок предсказания.

Модели регрессии для sentiment-анализа



Точность моделей регрессии



4. Оценка влияния sentiment-тональности на финансовый показатель с помощью регрессионной модели.

Оценка выполнена одной обученной на данных собранного датасета моделью регрессора.

По итогу, была получена модель, решающая поставленные задачи. Сопоставление рассчитанных и биржевых данных выглядит следующим образом:

Сравнение всех финансовых показателей



Литература

1. Вводное руководство по науке о данных Python nltk. – URL: <https://russianblogs.com/article/87231561340/> (дата обращения 02.05.2022).
2. Репозиторий – источник FiNeS. – URL: <https://github.com/WebOfRussia/financial-news-sentiment/> (дата обращения 17.12.2022).
3. Статья “Основы Natural Language Processing для текста”. – URL: <https://habr.com/ru/company/Voximplant/blog/446738/> (дата обращения 08.03.2022).
4. Техническая документация по библиотеке nltk. – URL: <https://www.nltk.org> (дата обращения 06.05.2022).

АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Давтян Т. А., Махно В. В.

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

E-mail: tdavtyan@sfedu.ru, vvmakhno@sfedu.ru

Нейронные сети стали неотъемлемой частью современного мира и оказывают огромное влияние на различные аспекты нашей жизни. В мире информационных технологий нейронные сети используются для решения широкого спектра задач, начиная от распознавания образов и обработки естественного языка до анализа данных и управления процессами. Они становятся основой для создания интеллектуальных систем, способных автоматизировать множество повседневных задач и оптимизировать бизнес-процессы.

На данный момент современные фреймворки для работы с нейронными сетями предоставляют различные возможности для экспорта и передачи моделей. В качестве результата получается “черный ящик”, для тестирования которого необходимы определенные знания в области нейронных сетей и конкретного фреймворка, и документация к получившейся модели. Из этого следует, что процесс демонстрации возможностей нейронной сети на другом устройстве – это процесс, требующий большого времени и определенных знаний в области.

В конечном итоге большинство прибегают к следующим вариантам развертывания и демонстрации собственных моделей нейронной сети:

- 1) Передача экспортируемой модели и документации к ней
- 2) Создание приложений-оберток (веб-приложение, мобильное, компьютерное приложение) для модели

Данные варианты не унифицированы и для каждой модели нужен свой собственный подход.

В качестве решения можно представить систему автоматизации развертывания моделей нейронных сетей (например, веб-приложение), в которой каждый пользователь может получить индивидуальную веб-страницу с интерфейсом для ручного использования/тестирования модели, а также WEB API, для использования модели другими приложениями/программами.

Данная система используется Docker [1] для того, чтобы каждая модель была запущена в отдельном контейнере. Docker – программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации. Docker позволяет упаковывать приложения

и их зависимости в контейнеры, которые могут быть легко экспортированы между различными устройствами. Преимуществом использования Docker являются:

- 1) Запускаемые внутри контейнера приложения находятся вне контекста машины, на которой они запускаются.
- 2) Легкость экспортирования. Для того, чтобы запустить Docker-контейнер нужен образ контейнера и сам Docker, установленный на машине (Docker является мультиплатформенным. Доступен на Linux, Windows, macOS).
- 3) Безопасность. За счет изолированности контейнера в случае атак и недобросовестного использования основная машина не изменит своего состояния.

Для построения системы используется микросервисная архитектура, набирающая последние несколько лет существенную популярность. Микросервисная архитектура – это подход к разработке программного обеспечения, в котором приложение строится как набор автономных сервисов, каждый из которых выполняет одну конкретную задачу. В такой архитектуре сервисы являются независимыми друг от друга, а дальнейшая масштабируемость упрощается. Ниже представлена на рисунке 1 представлена схема системы:

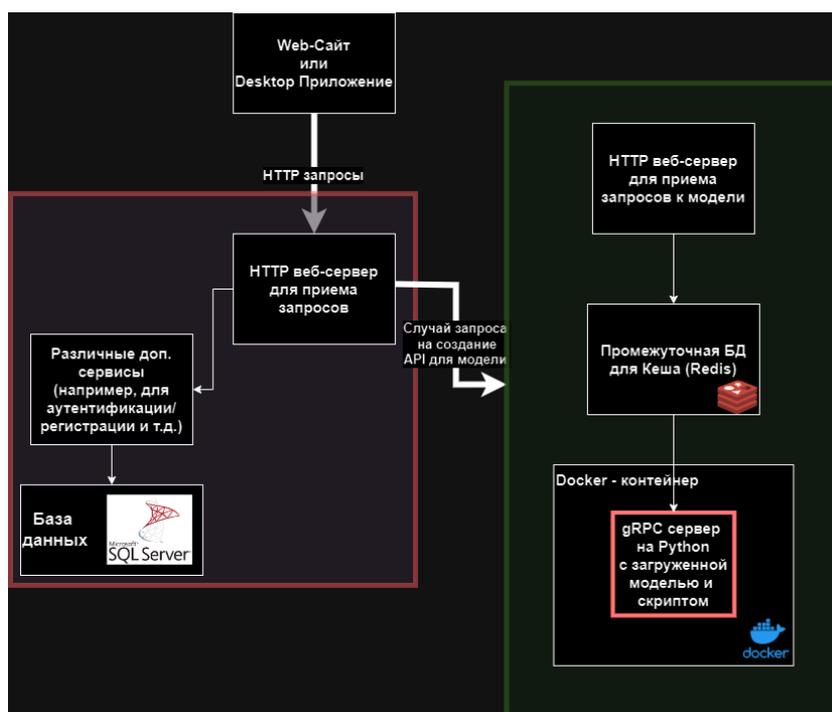


Рис. 1. Общая схема автоматизации развертывания нейронных сетей

Для ускорения и оптимизации запросов в системе используется кеширование. Кеширование – временное хранение данных в специальном буфере (называемом кешем), чтобы ускорить доступ к этим данным в будущем. Так как модель нейронных сетей будет на одинаковые запросы возвращать одинаковые результаты – их можно запомнить для переиспользования.

Для связи между сервисами приложения внутри развертываемого контура будет использоваться современный протокол gRPC [2] (Google Remote Procedure Calls – протокол для удаленного вызова процедур, разработанный компанией Google). Данный подход имеет ряд преимуществ над классическим REST API подходом:

- 1) Эффективность и производительность: gRPC использует протокол HTTP/2. HTTP/2 обеспечивает сжатие заголовков и потоковую передачу. Это особенно выгодно при работе с большим объемом.
- 2) Сильная типизация и контрактные интерфейсы: gRPC использует Protocol Buffers для определения сервисных интерфейсов и структур данных. Благодаря этому уменьшится влияние человеческого фактора, ведь в Protocol Buffers используется автоматическая кодогенерация.
- 3) Поддержка различных языков программирования: gRPC поддерживает несколько языков программирования: **Python, Go, C++, Java, Ruby, JavaScript** и т. д.
- 4) Поддержка двунаправленных потоков: gRPC поддерживает стриминг данных как с сервера на клиент, так и в обратном направлении.

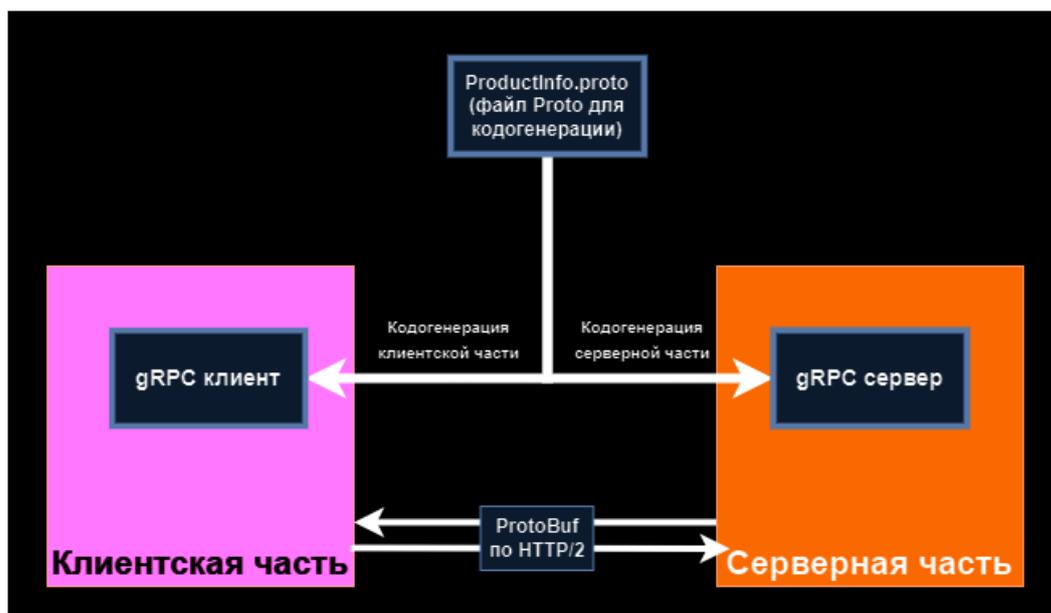


Рис. 2. Схема микросервисной архитектуры с использованием gRPC

Литература

1. Использование Docker, Моуэт Э. 2017 г., ISBN 978-5-97060-426-7.
2. gRPC: запуск и эксплуатация облачных приложений. Go и Java для Docker и Kubernetes (pdf + epub) | Индрасири Касун, Куруппу Данеш. 2021 г., ISBN 978-5-4461-1737-6.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТОВОГО ОПИСАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Деев И. М., Лошкарёв И. В.

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

E-mail: ideev@sfedu.ru, iloshkaryov@sfedu.ru

В мире ежедневно появляются миллиарды новых фотографий. Поэтому классифицировать и организовать их таким образом, чтобы поиск конкретной группы или уникального изображения не требовал много времени и усилий – задача довольно сложная. Описание изображения с помощью нейросетей облегчает задачу поиска и выдачи релевантных результатов в поисковых системах по запросу пользователя на естественном языке. Можно автоматически создавать категории и сортировать личные коллекции медиафайлов, отмечать тегами продукцию в онлайн-каталогах, готовить входные данные для алгоритмов компьютерного зрения и решать другие задачи в самых различных сферах – от электронной коммерции до помощи людям с частичным или полным отсутствием зрения.

Для решения данных задач необходимо обучить модель, принцип работы которой выглядит следующим образом:

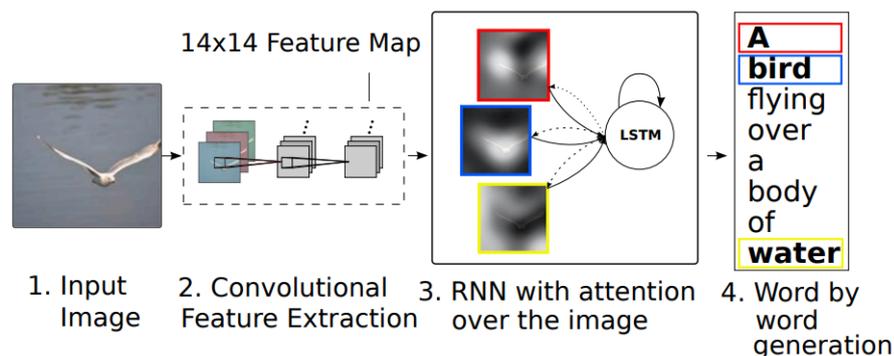


Рис. 1. Общая схема работы модели

Модель получает на вход изображение и генерирует описание y – последовательность слов:

$$y = \{y_1, \dots, y_C\}, y_i \in \mathbb{R}^K,$$

где K – размер словаря и C – длина полученного предложения-описания.

Модель имеет схему кодер-декодер [1]. На этапе кодирования исходное изображение проходит через сверточную нейронную сеть, такую как VGGNet или ResNet. Они состоят из сверточных слоёв и одного или нескольких полносвязных слоёв. После прохода изображения по всем сверточным слоям получается набор векторов различных специфических признаков объектов на этом изображении. Далее они проходят по полносвязным слоям и используются для решения задачи классификации [2]. Для нашего же случая нужны только векторы признаков для дальнейшего их использования в декодере. Они имеют вид:

$$a = \{a_1, \dots, a_L\}, a_i \in \mathbb{R}^D,$$

где D – количество фильтров, используемых для выявления признаков.

Так при использовании VGG16, схема работы которой выглядит следующим образом:

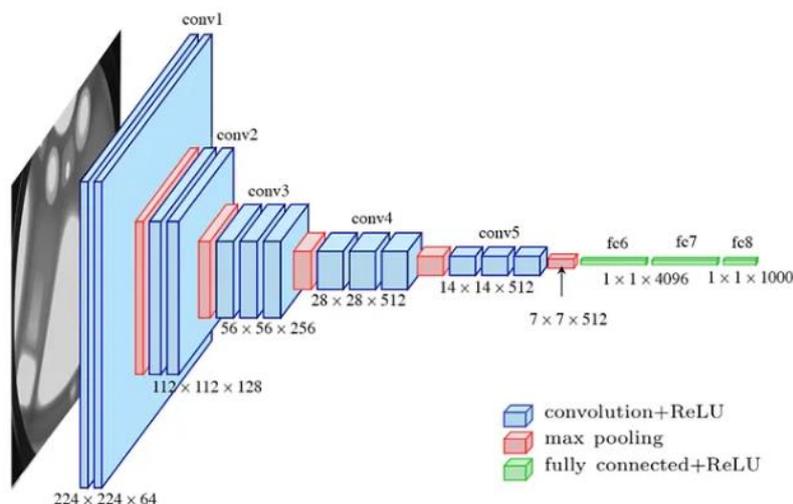


Рис. 2. Схема работы VGG16

Последний сверточный слой имеет набор признаков 14 x 14 x 512, декодер нашей модели будет работать с набором 196 x 512, где $L = 196$ – количество векторов размерностью $D = 512$ [3].

В качестве декодера используется обычная сеть долгой краткосрочной памяти (LSTM), которой на вход итеративно поступают предыдущее предсказанное слово, состояние ячейки, скрытое состояние и, кроме того, контекстный вектор $z_t = \sum_{i=1}^L \alpha_{t,i} * a_i$, где $\alpha_{t,i}$ – вес i -го вектора признаков на шаге t , вычисленный механизмом внимания на основе предыдущего скрытого состояния h_{t-1} [4]. С помощью контекстного вектора модель старается понять, какая область изображения важнее для анализа. Данный механизм является "мягким". Разным признакам a_i соответствуют разные веса, в нашем случае контекстный вектор учитывает все веса, и модель оценивает признаки соответственно их весам. Можно было бы использовать "жесткий" механизм,

тогда модель оценивала бы область с наибольшим весом, не учитывая остальные, но был использован другой вариант, т. к. он менее ресурсоёмкий, а наша модель должна достаточно быстро работать на мобильных устройствах.

Учитывая возможность того, что мобильное приложение потенциально может быть использовано людьми, имеющими проблемы со зрением, оно должно быть простым в использовании. Поэтому основным режимом работы мобильного приложения должно быть использование камеры. После распознавания полученного снимка приложение должно озвучивать сгенерированное описание снимка. Кроме того, для остальных случаев, когда тяжёлых проблем со зрением нет, у приложения, как у всех подобных, работающих с изображениями, должна быть возможность выбора изображения из памяти мобильного устройства, тогда полученное текстовое описание должно быть выведено на экран с опцией выбрать, использовать или нет озвучивание.

Литература

1. Обзор архитектуры кодера-декодера [Электронный ресурс] URL: https://d2l.ai/chapter_recurrent-modern/encoder-decoder.html (дата обращения: 17.02.2024).
2. Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A.J. *et al.* Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *J Big Data* 8, 53 (2021). URL: <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>.
3. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. *ICLR*. 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1409.1556>.
4. Xu K., Ba J., Kiros R., Cho K., Courville A.C., Salakhutdinov R., Zemel R.S., Bengio Y. Show, Attend and Tell: Neural Image Caption Generation with Visual Attention. *ICML*. 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1502.03044>.

ИНСТИТУТ МЕНТОРСТВА В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Демяненко Я. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: demyana@sfedu.ru

Прежде чем говорить об институте менторства, попробуем определить, кто такой ментор, в частности ментор в сфере ИТ. Ментор – это опытный профессионал, готовый поддержать и вдохновить своего подопечного, «менти», в его профессиональной жизни. Задача такого человека – не давать прямые ответы и решения, а помочь разобраться с теорией и направить в нужное русло.

Различают персональных менторов и менторов команд. На мехмате в качестве персональных менторов для старшекурсников обычно выступают научные руководители студентов. Я же хочу рассказать о менторстве на проектной деятельности, причем как у бакалавров, так и у магистров. Попытаемся ответить на главный вопрос – почему менторство приносит максимальную пользу всем участникам процесса.

Проектная деятельность возникла уже достаточно давно, и о ней не раз говорили на конференции. Предложена она была не нами. Но мы попытались из нее сделать что-то интересное, полезное и эффективное. И нам кажется, что у нас получилось. А мы продолжаем развиваться.

До этого года на проектной деятельности у нас были: студенты-участники, разбитые на команды, члены-жюри, причем для бакалаврской ПД в жюри входили и студенты тоже, но те, кто уже прошел школу ПД, т. е. третий и четвертый курс бакалавров и магистры. Для магистерской ПД в жюри входили преподаватели и представители индустрии. Кроме того, для бакалавров были организованы специальные списки добровольных консультантов, которые могли бы помочь разобраться с теми или иными вопросами. Это могут быть как студенты, так и преподаватели. Но дело это совершенно добровольное, и до таких консультаций доходят немногие. Сказываются школьные привычки промолчать, спрятаться, а некоторые не очень понимают, что стоит спросить.

С командами бакалавров мы собираемся 5 раз в году. Перед каждой встречей, кроме первой, жюри тщательно проверяет, что команды успели сделать, дают конструктивную критику и пожелания. Но этого оказывалось недостаточно. Чего-то не хватало.

В этом году благодаря успешным выпускникам магистерской программы по направлению ФИИТ нас нашли представители фирмы 1С Game

Studios и предложили обсудить варианты сотрудничества. Одним из вариантов такого сотрудничества стал институт менторов для проектной деятельности магистров. Магистры окунаются в реальную разработку в индустрии, менторы отбирают понравившихся им ребят на работу. Но, помимо этого, наши магистры решили опробовать себя в качестве менторов для бакалаврской ПД. Инициатива, исходящая от самих студентов, приносит много свежего и интересного.

В структуре ПД бакалавров появились новые участники – менторы из числа магистров и бакалавров-старшекурсников. У каждой команды свой ментор, который «присматривает» за младшекурсниками. Большинству менторов этот вид деятельности оказывается интересным. Многие из таких ребят, прошедших школу жюри, а теперь и менторства, хотят попробовать себя в роли преподавателей.

Вот мы и добрались до пользы, которую получает факультет. Лучшие студенты, хорошо подготовленные преподавателями мехмата, имеющие опыт работы в индустрии, и главное, хотя бы немного ощутившие, что такое преподавательская деятельность, хотят идти дальше и пробовать себя как полноценные преподаватели практики, пусть и на небольшую долю ставки. В этом году впервые возник даже некоторый ажиотаж. Магистры хотят преподавать у бакалавров. И таких желающих становится много. Это становится престижно. Появляется здоровая конкуренция. Можно отбирать тех, у кого лучше получается. Кто-то, конечно, после одного года преподавания уходит, понимая, что это не его. А кто-то остается и надолго.

Литература

1. Демяненко Я. М. Об опыте организации проектной деятельности студентов бакалавриата ФИИТ// Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс]: Материалы XXV научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 17–18 мая 2018г.) – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018.
2. Демяненко Я. М. Элементы проектного обучения в бакалавриате и магистратуре ФИИТ// 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.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ МЕТОДАМИ DATA MINING

Диточкин И. О.

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

Современные технологии информационной обработки сталкиваются с растущей необходимостью обеспечения безопасности пользователя. Задача идентификации человека по его уникальным характеристикам в процессе взаимодействия с компьютером приобретает особую актуальность. Методы Data Mining предоставляют большое количество инструментов для анализа данных и выявления закономерностей, что делает их эффективным средством для решения проблемы идентификации пользователей.

Целью данной работы является создание эффективных моделей и методов, способных автоматически идентифицировать пользователя на основе его уникальных паттернов во время работы за компьютером. Это включает в себя разработку алгоритмов анализа данных, способных выявлять скрытые закономерности в поведении пользователя, и создание системы, способной обнаруживать изменения в этих паттернах для дополнительного обеспечения безопасности.

Результаты данного исследования могут усилить методы аутентификации и предоставить важные методы для областей безопасности информационных систем, мониторинга активности пользователей и предотвращения нежелательного доступа к цифровым ресурсам компаний.

Приложение будет иметь следующий функционал:

- Фоновый сбор “сырых” данных о работе пользователя за компьютером: запись нажатий клавиш клавиатуры и мыши, названий процессов и времени.
- Обработка данных для выявления уникальных паттернов пользователя.
- Анализ обработанных данных с помощью методов Data Mining. В результате анализа должен быть дан ответ, на сколько активность пользователя за определённый период времени соответствует его обычному поведению за компьютером.

Фоновый сбор данных будет разработан на C++ с помощью WinAPI. C++ обеспечивает высокую производительность благодаря своей компилируемой природе, что особенно важно для приложений, требующих

быстрой обработки данных в реальном времени. Благодаря возможности использования WinAPI в C++, разработчики могут напрямую взаимодействовать с операционной системой Windows, что позволяет создавать более функциональные и гибкие приложения, включая функции регистрации нажатий клавиш.

Для обработки “сырых” данных и применения методов Data Mining был выбран язык программирования python. Python предлагает обширный выбор библиотек и инструментов для анализа данных и применения методов Data Mining. Для хранения данных пользователя выбрана база данных SQLite.

Литература

1. Обучение без учителя: PCA и кластеризация (<https://habr.com/ru/companies/ods/articles/325654/>).
2. Анализ клавиатурного почерка как метод идентификации личности (<https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/438796/>).
3. Говорящие клавиши. Характер человека определяют по клавиатурному почерку (<http://smartnews.ru/regions/yoshkarola/17278.html>).
4. Идентификация пользователя по динамическим характеристикам работы с манипулятором “мышь” с использованием нейронных сетей (<https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-polzovatelya-po-dinamicheskim-harakteristikam-raboty-s-manipulyatorom-mysh-s-ispolzovaniem-neyronnyh-setey>).

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Довыборцев Г. А., Усов А. Б.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: Glebunder@mail.ru

Введение

Непрерывный рост численности населения и постоянное желание улучшения условий жизни людей приводит к необходимости развития строительной сферы. Определение способов эффективности строительства домов является на нынешний день одной из важных задач. Большое значение для заказчика имеет разработка системы управления маржинальностью инвестиционно-строительного проекта. Для этого были созданы различные технологии и формы управления проектами. С целью извлечения большей эффективности и прибыли, в частности. Особый интерес представляют многоквартирные жилые дома, т. к. имеют большой спрос на рынке жилья, и, как следствие, растущее число предложений. Однако, с увеличением готовых единиц-квартир, возрастает и их стоимость, что является негативным аспектом для конечного потребителя. Инвестиционно-строительная сфера имеет свои особенные отраслевые факторы в материальном производстве, которые являются решающими для определения стратегических и тактических задач.

Управление продолжительностью инвестиционно-строительного проекта является одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность капитальных вложений и строительного производства. Для управления продолжительностью работ применяют математический аппарат, основанный на теории сетевых моделей (графов) [1]. Управление продолжительностью проекта в целом и его отдельных этапов сосредоточено в двух группах процессов: планирования и контроля. На стадии планирования выполняют пять основных процессов [2]: составляют перечень работ, определяют их последовательность, проводят оценку потребных ресурсов и продолжительности работ, составляют график работ. На стадии контроля осуществляются мониторинг и корректировка графика работ.

В данный момент методология управления проектом имеет большое количество разных методов и инструментов управления продолжительностью [3].

ОБЗОР

Ниже для моделирования системы управления инвестиционно-строительными проектами используется двухуровневая иерархически

организованная система управления. В роли ведущего выступает Заказчик, т. е. будущий владелец и пользователь самого проекта. Им может быть физическое или юридическое лицо, а также организации, объединившие свои интересы и капиталы. Заказчик выбирает, как распорядиться финансами, и сколько заплатить генеральному подрядчику, в частности, чтобы извлечь большую прибыль из своей деятельности.

В роли ведомого выступает генеральный подрядчик – юридическое лицо, несущее ответственность за выполнение работ в соответствии с контрактами и ставящее ту же цель – увеличение собственной прибыли.

От того насколько деятельность инвестиционно-строительных проектов эффективна, зависит сколько человек приобретут жилье, и сколько заработают сами участники строительства. Для этого ключевые фигуры проекта должны эффективно расходовать средства на решение первоочередных задач. Заказчик должен грамотно распределять финансы на нужды строительства и на исполнителей.

В данной работе предлагается математическая модель оптимального управления инвестиционно-строительного проекта. В процессе исследования модели программно реализуется алгоритм нахождения равновесия Штакельберга, при котором заказчик строительства может функционировать с большей маржинальностью и предоставить лучшую цену на рынке жилья.

Математическая постановка задачи

Предлагается двухуровневая иерархическая модель оптимального управления инвестиционно-строительных проектов, включающая субъекты управления верхнего и нижнего уровня.



Рис. 1. Схема двухуровневой иерархической модели оптимального управления инвестиционно-строительных проектов

В качестве субъекта управления верхнего уровня (ведущего) выступает заказчик (застройщик), а в качестве субъекта управления нижнего уровня (ведомого) – генеральный подрядчик. Каждый из участников системы стремится к максимизации своего дохода. Рассмотрим целевую функцию Ведущего (1) и Ведомого (2):

$$J_0 = U + U(\alpha) - G - G_d(\tau_{cp} - \tau_{v.p.}(U)) - C(\tau_{v.p.}(U)) - M(\tau_{v.p.}(U)) - P \rightarrow \max \quad (1)$$

где $U = \text{const}$ – расчетный фиксированный доход от продаж квартир построенного здания, $U(\alpha)$ – доход от скорости обращения денег, который зависит

от коэффициента времени выполнения работ (чем меньше времени займет строительство, тем больше получится заработать заказчику) – линейная нисходящая функция; $G = \text{const}$ – средняя расчетная оплата за работы Генеральному подрядчику; $G_d(\tau_{\text{ср}} - \tau_{\text{в.р.}}(U))$ – дополнительная оплата (премия) Генеральному подрядчику либо штраф, зависящий от фактического коэффициента времени выполнения работ – линейная нисходящая функция; $\tau_{\text{ср}} = \text{const}$ – средний расчетный коэффициент времени выполнения работ; $\tau_{\text{в.р.}}(U)$ – фактический коэффициент времени выполнения работ, который зависит от средней расчетной оплаты за работы Ведомому и управления Генерального подрядчика – функцией является парабола выпуклая вниз; $C = \text{const}$ – расчетная себестоимость строительства, за исключением затрат на Ген. подрядчика; $M(\tau_{\text{в.р.}}(U))$ – затраты на маркетинг для продажи квартир, которые зависят от фактического коэффициента времени выполнения работ – функцией является парабола выпуклая вверх; $P = \text{const}$ – прочие расходы на непредвиденные обстоятельства (переделать документы для приемки, исправить ошибки и т. д.).

$$J_{\text{в}} = G + G_d(\tau_{\text{ср}} - \tau_{\text{в.р.}}(U)) - T(\tau_{\text{в.р.}}(U)) - A(\tau_{\text{в.р.}}(U)) - M_{\text{в}} - P_{\text{в}} \rightarrow \max \quad (2)$$

где $T(\tau_{\text{в.р.}}(U))$ – оплата труда рабочим Ген. Подрядчиком, зависящая от фактического коэффициента времени. Это часть средств, полученная от заказчика. Чем быстрее строительство, тем больше оплата рабочим в первой половине строительства и тем меньше во второй – функцией является парабола выпуклая вверх; $A(\tau_{\text{в.р.}}(U))$ – аренда техники и приспособлений. Это часть средств, полученная от заказчика. Чем быстрее строительство, тем меньше затрат на аренду – функцией является парабола выпуклая вверх; $M_{\text{в}} = \text{const}$ – затраты на маркетинг (рекламу) по поиску клиентов Ген. Подрядчику; $P_{\text{в}} = \text{const}$ – прочие расходы Ген. Подрядчика (реклама о наборе кадров и т. д.).

Литература

1. Афанасьев В. А. Организация и управление в строительстве. Основные понятия и термины: Учебн.-справ. пособие / Афанасьев В. А., Варламов Н. В. и др., под общ. редакцией В. М. Васильева. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 1998. – 316 с.
2. Бабин А. С. Управление строительными инвестиционными проектами: Учебн. пособие / Бабин А. С., Васильев В. М. и др. – М.: Изд-во АСВ, 1997. – 216 с.
3. Васильев В. М. Управление в строительстве / Васильев В. М., Панибратов Ю. П. и др. – М.: Изд-во АСВ, 1994. – 160 с.
4. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства. – Л.: Стройиздат, 1990. – 232 с.

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА ЖЕСТОВ

Доц Е. А., Ячменева Н. Н.

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

E-mail: dots@sfedu.ru, nnyachmeneva@sfedu.ru

Речь является одним из важнейших достижений человека, позволивших использовать накопленный опыт и выстроить эффективную систему передачи информации. Одной из первых речевых форм является устная речь, которая основана на передаче данных посредством звуковых волн, порождаемых речевым аппаратом и воспринимаемых слуховой системой. Впоследствии была развита концепция языка как знаковой системы, ставящей в соответствие понятийному содержанию звучание (а позже и написание). Однако в силу различных отклонений в развитии некоторые люди не могут воспринимать или воспроизводить звуки, что затрудняет или делает невозможным вербальное общение. В то же время существуют языки, передающие понятийное содержание с помощью особых движений тела человека - жестов. Поскольку во многих обществах большинство людей общаются между собой вербально, лишь немногие знают язык жестов на достаточном уровне, чтобы с его помощью общаться, что создаёт дополнительный барьер между людьми с ограниченными способностями и остальным обществом. Одним из способов преодоления данного барьера может стать своеобразный переводчик с языка жестов на более распространённые языки для вербального общения. Такой переводчик может быть построен на основе нейронной сети, решающей задачу классификации.

В сети доступно несколько переводчиков языков жестов, но они ориентированы в основном на иностранные языки. Поскольку жестовые языки имеют свои отличительные особенности даже внутри одной страны в разных регионах, их сложно применить к русскому жестовому языку.

Для обучения нейросети был использован датасет Slovo [1] – один из крупнейших датасетов, находящихся в открытом доступе. Набор данных содержит 20 000 записей в формате FullHD, разделённых на 1000 классов. На текущем этапе было использовано 300 классов, на каждый отводится по 20 образцов. Полученные видеофрагменты с демонстрацией жестов были переведены в столбчатый формат parquet при помощи методов Holistic фреймворка mediapipe [2]. На каждом фрагменте видеозаписи были определены и записаны в трёхмерной системе координат координаты рук, тела и лица.

Предварительная обработка происходила с использованием пользовательского слоя Preprocess Layer, унаследованного от `tf.keras.layers.Layer` [3]. В нем используется матрица нормализации, которая позволяет скорректировать направление съёмки камеры, меняя местами левую и правую руки. Доминирующая рука определяется путём суммирования абсолютных координат. Дополнительно к данным добавляются повторяющиеся элементы.

В качестве архитектуры нейросети было использовано смещение свёрточных слоев и слоев долгой краткосрочной памяти. С помощью встроенной библиотеки KerasTuner [4] для подбора оптимальных параметров была выбрана функция активации `selu` между слоями, на финальном полносвязном слое – `softmax`. В качестве одного из начальных слоев был использован слой `Embedding`, который принимает в качестве аргументов основные индексы для рук, лица и позы. Этот слой объединяет отдельные признаки и преобразует данные в векторное представление, после чего дополнительным слоем происходит нормализация. Входные данные сортируются по признаку, описывающему часть тела, после чего используется вычитание среднего значения и деление на стандартное отклонение. Данные объединяются и подвергаются повторным формированиям для входа в последующие слои.

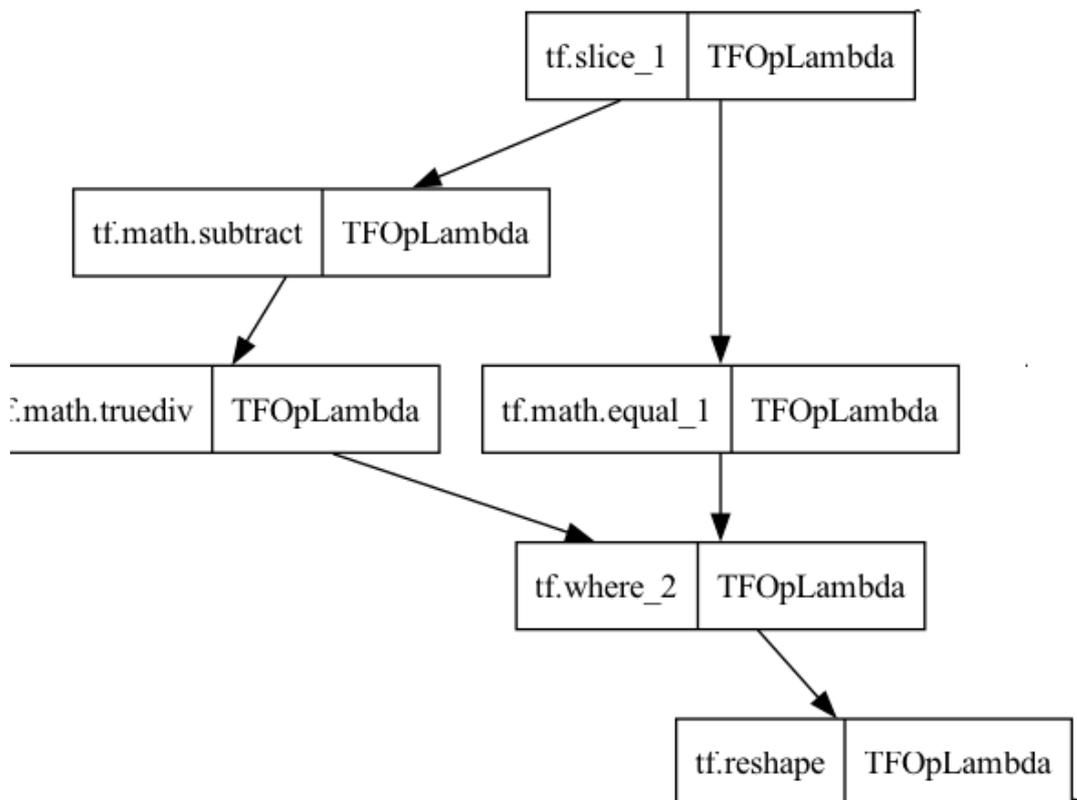


Рис. 1. Блок преобразования

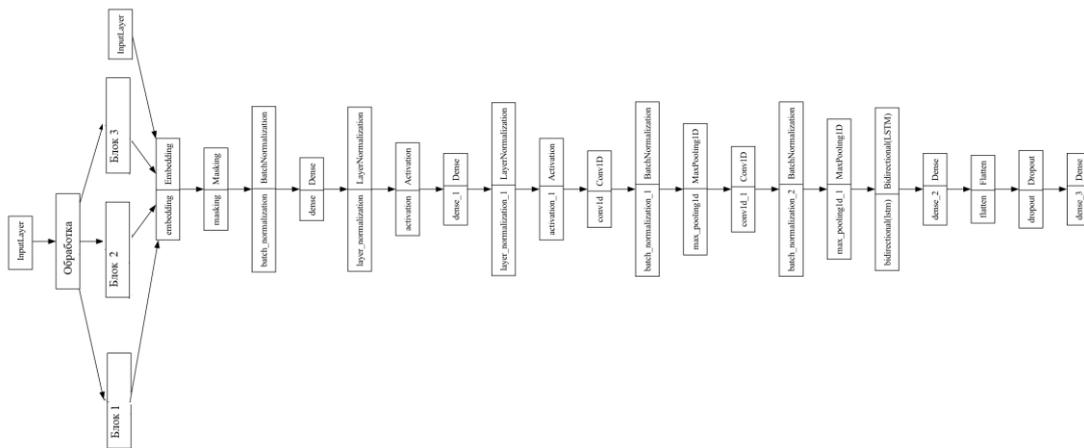


Рис. 2. Структура сети

Использование свёрточных слоев и операций понижения разрешения со взятием максимума в слое подвыборки (Pooling) помогает извлекать ключевые признаки из последовательных данных. Двухнаправленный слой долгой краткосрочной памяти помогает учитывать контекст как в прямом, так и обратном порядке, что может быть полезно при анализе последовательных данных в жестах.

Дополнительные промежуточные полносвязные слои, слои пакетной нормализации и методы регуляризации позволяют уменьшить переобучение и ускорить сходимость обучения [5]. В рекуррентном слое использовалась регуляризация 'L2', которая помогает предотвратить переобучение модели и улучшить ее обобщающие способности. Также был заменён метод соединения двух направлений рекуррентных слоёв на суммирование. Этот метод позволил получить небольшой прирост в валидационной точности по сравнению с использованием базового метода соединения. В процессе тренировки сети использовалось изменение коэффициента скорости обучения, что отражено на графике.

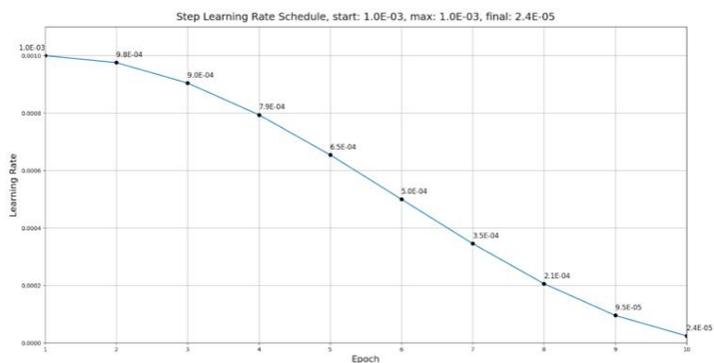


Рис. 3. Изменение коэффициента скорости обучения с изменениями эпох

В результате подбора параметров на 10 эпохах обучения была достигнута точность 72% при проверке на валидационном наборе данных. Предполагается, что для улучшения результатов необходимо расширение набора данных, поскольку 20 обучающих образцов на один класс не выглядит достаточным количеством по сравнению с другими датасетами. Полученная модель преобразована в TFLite формат для встраивания в мобильное приложение, направленное на перевод русского языка жестов.

Литература

1. Описание датасета SLOVO: <https://arxiv.org/pdf/2305.14527.pdf>.
2. Описание MediaPipe: <https://developers.google.com/mediapipe>.
3. Документация библиотеки Keras URL: <https://keras.io>.
4. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. 2-е межд. издание. – СПб.: Питер, 2023.
5. Рашка С., Мирджали В. Python и машинное обучение: машинное обучение и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и Tensorflow 2, 3 изд.: – Диалектика, 2020.

СОЗДАНИЕ И ПОСТОБРАБОТКА ЛЕГКОВЕСНЫХ ГРАММАТИК GO И GRAPHQL ДЛЯ РАЗМЕТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЕЙ КОДА

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

Современное промышленное программирование требует работы с большим количеством файлов и навигации по проектам. Для упрощения этих задач, а также структуризации и хранения знаний о коде существует инструментальный комплекс LanD [1]. Данная программа позволяет написать легковесную грамматику для нужных языков, сгенерировать парсеры и использовать их для разметки кода в инструменте LandExplorer [2]. Созданное дерево функциональностей автоматически обновляется при изменении кода, поэтому схема проекта всегда актуальна. Такая алгоритмическая привязка называется устойчивой [3].

В данной работе рассматривается разметка проектов на Go, использующих язык запросов GraphQL. Преследуется цель в полуавтоматическом режиме разделить код на логические модули. Рассматриваются проекты, предоставляющие интерфейс запросов для клиента. В таких системах реализация функциональности начинается с обработки входящего сообщения. В нашем случае за это отвечают специальные функции Go – резолверы, которые следует соотнести со схемой API.

Поскольку схема пишется в файлах GraphQL, а реализация запросов – в коде Go, то между ними нельзя перемещаться с помощью средств, имеющихся в средах разработки VS Code и GoLand. Использование LandExplorer устраняет данную проблему.

Помимо прочего, данные инструменты могут быть использованы для автоматического поиска функциональностей в коде на двух языках: для каждой функции, определенной в GraphQL, ищется реализующий метод в Go и оба добавляются в дерево. Такая разметка является семантической, поскольку определяет смысловые части кода.

Первый этап в достижении данной цели – создание LR(1) легковесных парсеров, используемых в LandExplorer. В текущей задаче для нас важны только функции и типы. Чтобы не определять полную грамматику, принято решение использовать возможность инструмента LanD – символ Any [4]. Это позволяет не определять неиспользуемые конструкции языка, а также упрощать те, которые нужны частично, например тело функции [5].

Кроме того, использованы такие возможности LanD, как удаление узлов из итогового дерева, а также слияние родительского узла и его потомков в один объект. Это позволяет упрощать и структурировать получившееся АСД.

В силу особенностей языка запросов GraphQL невозможно отличить функцию без аргументов от поля типа, поскольку и то и то единообразно определяется внутри одной синтаксической сущности `type` [6]. Данная неоднозначность разрешается на уровне языка программирования, реализующего схему GraphQL. Поэтому объекты, полученные на этапе парсера, подлежат постобработке.

Для проверки корректности написанной грамматики проведено сравнение результатов легковесного и полного парсеров на шести репозиториях из 145 файлов. Точность составляет 100% для тех конструкций, которые однозначно разбираемы парсером (типы и функции с аргументами).

Грамматика языка Go является специфичной. К примеру, в ней точки с запятой являются необязательными. Кроме того, существует три способа задания аргументов функции и множество вариантов определения полей структуры. Наконец, допускается определение сигнатуры функции без типа возвращаемого значения и тела. В таком случае нелегко найти границы объявления. Для решения данной проблемы в грамматику вводится символ перевода на новую строку и используется как разделитель в соответствующем правиле, а в остальных игнорируется.

В полной грамматике Go точка с запятой используется так же, как и в других Си-подобных языках, но традиционно не ставится программистами в большинстве случаев – это делает компилятор [7]. Отсюда вытекает ограничение на созданную легковесную грамматику: код должен быть отформатирован стандартным средством `go fmt`, которое удаляет избыточные разделители и расставляет переносы на новую строку.

Обобщить вариативность синтаксиса при задании аргументов функций или полей структуры на уровне грамматики затруднительно. Для этого реализована постобработка полученного парсером дерева. Действительно, когда вся сигнатура функции известна, можно пройти справа налево и определить, где аргумент, а где его тип. Такая постобработка по результатам экспериментов занимает около 2% от общего времени разбора.

Для проверки валидности созданного парсера используется аналогичный подход, что и в GraphQL. Тестирование проведено на 15 проектах из 48370 файлов. Около 30% кода принадлежит сторонним библиотекам, что расширяет разнообразие проверяемых данных. Поскольку один и тот же сторонний пакет может быть подключен сразу к нескольким репозиториям, выполнена предварительная очистка одинаковых файлов. По результатам проверки легковесный парсер Go разбирает верно все рассмотренные репозитории.

Созданные легковесные парсеры подключены к панели разметке и позволяют вручную маркировать код и описывать функциональности, которые реализуются сразу на двух языках. При изменении кода срабатывает пере-привязка [8], корректность которой на данный момент проверена на нескольких проектах.

Таким образом, написаны легковесные грамматики для Go и GraphQL, позволяющие разбирать функции и типы данных. Проведена проверка полным парсером. Полученные результаты могут быть использованы для семантической разметки программного кода.

Литература

1. Головешкин, А. В., Михалкович, С. С. LanD: инструментальный комплекс поддержки послойной разработки программ // Труды XXV всероссийской научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». 2018. С. 53–56.
2. Головешкин, А. В., Михалкович, С. С. Разметка сквозных функциональностей в коде программы // Научный сервис в сети Интернет: труды XXI Всероссийской научной конференции. 2019. С. 245–256.
3. Головешкин, А. В., Михалкович, С. С. Устойчивая алгоритмическая привязка к произвольному участку кода программы // Программные системы: теория и приложения. 2022. Т. 13. С. 3–33.
4. Goloveshkin, A. V., Mikhalkovich, S. S. Tolerant parsing with a special kind of “Any” symbol: the algorithm and practical application // Trudy ISP RAN. 2018. Vol. 30. P. 7–28.
5. Goloveshkin, A. V., Mikhalkovich, S. S. Tolerant parsing using modified LR(1) and LL(1) algorithms with embedded “Any” symbol // Trudy ISP RAN. 2019. Vol. 31. P. 7–28.
6. Porcello, E., Banks, A. Learning GraphQL: declarative data fetching for modern web apps. O’Reilly Media, Inc. 2018.
7. Bodner, J. Learning Go. O’Reilly Media, Inc. 2024.
8. Goloveshkin, A. V., Mikhalkovich, S. S. Using improved context-based code description for robust algorithmic binding to changing code // Procedia Computer Science. 2021. Vol. 139. P. 239–249.

СИМУЛЯЦИЯ ДЫМА В ЭКРАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ

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@sfedu.ru

При необходимости создать интерактивную симуляцию дыма в играх обычно прибегают к одному из двух способов, полноценной симуляции в трёхмерном пространстве, и к двумерной симуляции на плоскости, поворачивающейся в сторону игрока. Так, например, оба этих подхода реализованы в игровом движке Unreal Engine 5.

Трёхмерная симуляция обеспечивает высокую степень достоверности, но она оказывается очень требовательной к вычислительным мощностям компьютера. В то время как симуляция в двумерном пространстве может быть использована только для достаточно далёких или небольших объектов, поскольку при рассмотрении достаточно близко, является не слишком достоверной.

Предлагаемый алгоритм использует в качестве базового алгоритм двумерной симуляции, которая производится не на плоскости, в игровом пространстве, а непосредственно в координатах экрана. Такой подход способен обеспечивать оптимальное качество симуляции, поскольку качество непосредственно зависит от дальности игрока до источника дыма.

Для работы алгоритма необходимо иметь полноэкранный буфер, хранящий вектор скоростей каждой точки экрана. Помимо этого, необходимо хранить расстояние до объекта симуляции в данной точке. В данной реализации используется два расстояния — ближней и дальней точки, что позволяет воспринимать дым не как плоский поток, а как некоторый объём, и учитывать это в процессе симуляции и рендеринга.

Различные алгоритмы симуляции газов широко описаны в литературе [1], [2]. В данном случае качестве базового взят модифицированный алгоритм stable fluids [3], приведённый на ресурсе shadertoy [4].

Описание метода

Весь алгоритм состоит из трёх этапов:

- Преобразование пространства.
- Симуляция.
- Рендеринг.

Преобразование пространства нужно при перемещениях камеры по игровому миру. Поскольку симуляция происходит в пространстве экрана,

необходимо совершать дополнительные действия, чтобы дым в симуляции визуально находился на одном месте.

Это достигается за счёт трассировки пространства вдоль луча зрения. На Рис.1 изображён этот процесс. Камера после смещения, имеет другую точку зрения на положение симуляции, таким образом один пиксель для нового положения соответствует нескольким старого, по которым необходимо последовательно пройти для определения ближней, дальней точек дыма, плотности и скорости.

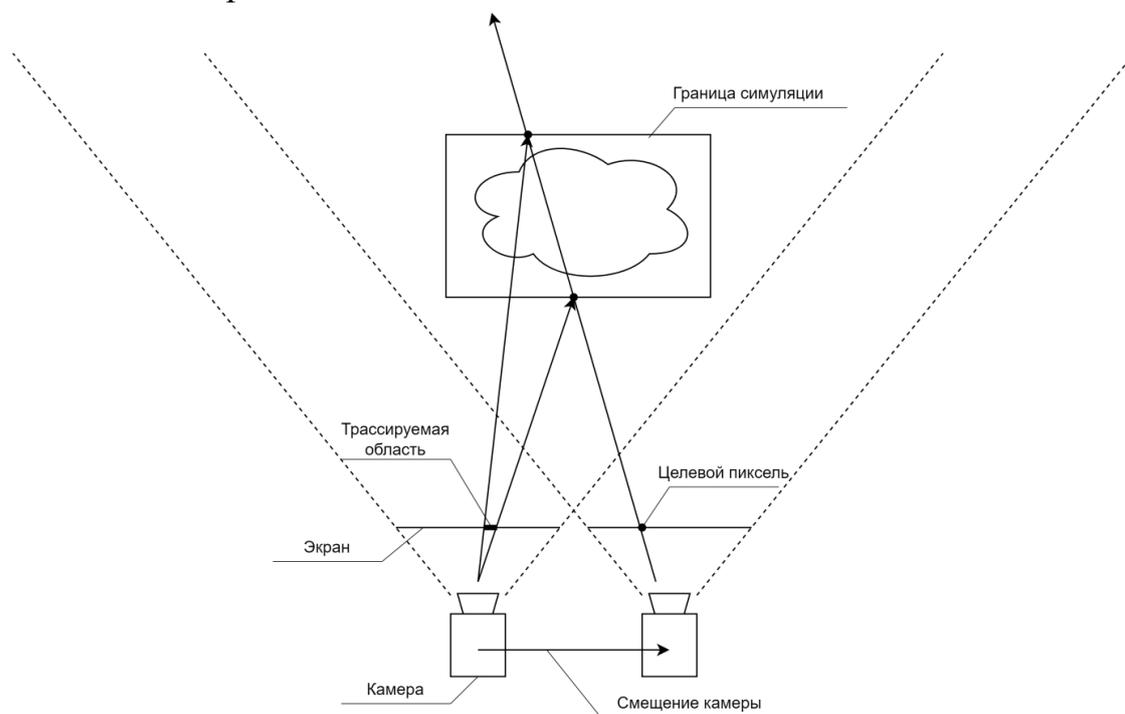


Рис. 1. Трассировка экранного пространства

Затем происходит двумерная газодинамическая симуляция в экранном пространстве. В процессе симуляции помимо обычных характеристик среды, учитывается так же дальность до объекта в данной точке, относительное расположение соседних точек, и значения буфера глубины.

Интерактивность алгоритма достигается за счёт взаимодействием симуляции с буфером глубины. Такой подход позволяет не задействовать для взаимодействия с симуляцией физическую подсистему игрового движка, и обеспечивает точное взаимодействие с каждым объектом на игровой сцене.

Область симуляции задаётся ближней и дальней точками от камеры, и фактически представляет из себя объём газа. Для рендеринга объёмов хорошо подходит метод ray marching, позволяющий получить достоверную визуализацию взаимного затенения дыма, либо простое изменение прозрачности воздуха в области симуляции, аналогично игровому рендерингу тумана.

Ограничения метода

На данный момент метод имеет ряд ограничений и нерешённых проблем. Основная из них это ограниченность области симуляции областью зрения.

Поскольку симуляция не происходит в невидимом пространстве, если игрок отвернётся от источника дыма, после чего повернётся обратно, его пространство начнётся заново. Это можно решить, имея постоянно существующую симуляцию другого типа (трёхмерную или двумерную), но имеющую более низкое разрешение (причём как разрешение буфера, хранящего вектор скоростей, так и меньшую частоту тактирования симуляции).

Ещё одной проблемой являются сложности с реализацией нескольких симуляций, находящихся на одной линии зрения. Для этого можно иметь два и более полноэкранных буферов, и производить симуляцию для каждого в отдельности. Но такой подход сильно уменьшает эффективность метода. Таким образом, на данный момент рекомендация состоит в неиспользовании нескольких источников дыма на одной игровой локации.

Литература

1. Самарский А. А., Попов Ю. П. “Разностные методы решения задач газовой динамики”. Учебное пособие. – 3-е изд., доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1992. – 424 с. ISBN:5-02-014377-7.
2. Ferziger, Milovan Perić. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, Berlin, 2002. ISBN: 978-3-642-56026-2.
3. J. Stam, Stable Fluids, In SIGGRAPH 99 Conference Proceedings, Annual Conference Series, August 1999, 121–128.
4. Fluid simulation – URL: <https://www.shadertoy.com/view/MdSczK> (дата обращения 20.03.2024).

ЛОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВХОДЯЩИМИ ПОТОКАМИ В РЕГУЛЯРНЫХ РЕСУРСНЫХ СЕТЯХ С МАЛЫМ РЕСУРСОМ

Евсеенко А. В., Скороходов В. А.

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

E-mail: aevseenko@sfedu.ru, vaskorohodov@sfedu.ru

Исследованием потоковых задач занимаются довольно давно. Так, например, Л. Форд и Д. Фалкерсон в середине прошлого века получили задачу определения величины максимально возможного потока по модели сети железнодорожного транспорта. Одним из результатов их работы стала теорема о максимальном потоке. Она нашла своё отражение в [1].

О. П. Кузнецов и Л. Ю. Жилякова в работах [2, 3, 4, 5] предложили рассматривать ресурсные сети, которые в настоящее время являются отдельным направлением исследования динамических потоковых задач.

Ресурсная сеть – это ориентированный связный граф. Он не имеет ни источника, ни стока. Для каждой его дуги указана пропускная способность. При этом величина потока, проходящего по дуге, не может превышать величину её пропускной способности. Для каждой вершины ресурсной сети известно количество ресурса, находящегося в ней на каждом шаге.

В основе функционирования ресурсных сетей лежат два основополагающих условия. Первое называется условием замкнутости. Оно гласит о том, что ни в какой момент времени ресурс не может быть добавлен извне в ресурсную сеть, а также не может исчезнуть из неё.

Второе называется условием неразрывности. Оно гласит о том, что на каждом шаге ресурс убывает из любой вершины ресурсной сети по исходящим дугам, а поступает в вершину – по входящим. При этом количество убывающего ресурса вычитается, а входящего – суммируется с общим количеством ресурса, находящимся в вершине.

Немаловажной является задача управления потоком в ресурсной сети. Она состоит в нахождении таких значений пропускных способностей для выделенных дуг, при которых её предельное состояние окажется наиболее близким к заданному.

Существует два вида управления. Первый – управление потоком "вперёд" а второй – управление потоком "назад". В первом случае управляемые дуги выходят, а во втором – входят в выделенные вершины, называемые управляемыми.

Существует ряд работ, посвящённых решению задач с управлением вперёд. Так, например, авторы [6] исследуют различные конфигурации регулярных ресурсных сетей и в итоге получают критерий достижимости предельного состояния, равного текущему.

Целью представляемой работы является получение аналогичного критерия для случая управления потоком назад. Для его получения в первую очередь необходимо исследовать на достижимость предельного состояния, для которого $\rho(Q'; Q^*) = 0$.

Пусть $G(X; U)$ - некоторая регулярная ресурсная сеть и $S (\subset X)$ – подмножество её вершин, которые будем называть управляемыми. Обозначим множество неуправляемых вершин с помощью $N = X \setminus S$.

Поскольку в отличии от S^- , пропускные способности дуг из N^- известны до начала работы $G(X; U)$, можно сформулировать первое условие недостижимости предельного состояния, равного заданному.

Теорема 1. Если в некоторой регулярной ресурсной сети $G(X; U)$, работающей с малым ресурсом, $\exists x_i \in X \setminus \Gamma(\Gamma^-(S)) (i \in N, 1 \leq i \leq |X|)$, для которой $q_{x_i} \neq (A(Q'))_{x_i}$, при некотором наборе величин пропускных способностей дуг из S^- , то для любых величин пропускных способностей из S^- место неравенство $\rho(Q'; Q^*) > 0$.

Однако, существуют случаи, при которых первое условие недостижимости не выполнено, но $\rho(Q'; Q^*) > 0$. Опишем их в виде второго условия недостижимости.

Теорема 2. Если в некоторой регулярной ресурсной сети $G(X; U)$, работающей с малым ресурсом, $\forall x \in X \setminus \Gamma(\Gamma^-(S))$ при некотором наборе величин потоков дуг из S^- имеет место равенство $q_x = (A(Q'))_x$, и нарушается хотя бы одно из следующих условий

$$1) \forall x \in \Gamma(\Gamma^-(S))$$

$$\sum_{y \in \Gamma^-(x) \setminus \Gamma^-(S)} F_{yx} \leq q'_x \leq \sum_{y \in \Gamma^-(x) \setminus \Gamma^-(S)} F_{yx} + \sum_{y \in \Gamma^-(x) \cap \Gamma^-(S)} q'_y;$$

$$2) \forall x \in X$$

$$q'_x \leq \sum_{y \in \Gamma(x)} q'_y,$$

то для любых величин потоков по дугам из S^- имеет место неравенство $\rho(Q'; Q^*) > 0$.

Показав, что при выполнении сформулированных выше теорем для одного шага всегда можно определить величины пропускных способностей дуг S^- , а также потоков по ним, так, чтобы состояние Q' являлось устойчивым получен критерий недостижимости предельного состояния, равного заданному.

Теорема 3. Пусть $G(X; U)$ – регулярная ресурсная сеть, работающая с малым ресурсом, $S (\subset X)$ – множество её управляемых вершин, Q' – заданное состояние ресурсной сети. Если, $\forall x \in X \setminus \Gamma(\Gamma^-(S))$ при некотором наборе величин пропускных способностей дуг в вершины S имеет место равенство $q_x = (A(Q'))_x$, и выполняются следующие условия

$$\begin{aligned}
& 1) \forall x \in \Gamma(\Gamma^-(S)) \\
& \sum_{y \in \Gamma^-(x) \setminus \Gamma^-(S)} F_{yx} \leq q'_x \leq \sum_{y \in \Gamma^-(x) \setminus \Gamma^-(S)} F_{yx} + \sum_{y \in \Gamma^-(x) \cap \Gamma^-(S)} q'_y; \\
& 2) \forall x \in X \\
& q'_x \leq \sum_{y \in \Gamma(x)} q'_y,
\end{aligned}$$

то существует такой набор величин пропускных способностей дуг, входящих в вершины из S для которого существует единственное предельное состояние $Q^* = Q'$.

Литература

1. Ford, L. R. Constructing maximal dynamic flows from static flows / L. R. Ford, D.R. Fulkerson // Operations Research. – 1958. – Vol. 6. – P. 419–433.
2. Zhilyakova, L. Yu. Asymmetrical resource networks. I. Stabilization processes for low resources / L. Yu. Zhilyakova // Autom. Remote Control. – 2011. – Vol. 72, No. 4. – P. 798–807.
3. Zhilyakova, L. Yu. The limit states control in absorbing resource networks / L. Yu. Zhilyakova // Autom. Remote Control. – 2014. – Vol. 75, No. 2. – P. 360–372.
4. Kuznetsov, O. P. Bidirectional resource networks – a new flow model / O. P. Kuznetsov, L. Yu. Zhilyakova // Doklady Mathematics. – 2010. – Vol. 82(1). – P. 643–646.
5. Kuznetsov, O. P. Nonsymmetric resource networks. The study of limit states / O. P. Kuznetsov, L. Yu. Zhilyakova // Management and Production Engineering Review. – 2011. – Vol. 2, No. 3. – P. 33–39.
6. Skorokhodov, V. A. Flows local control in resource networks with a low resource / V. A. Skorokhodov, I. M. Erusalimskiy // Mathematics and Statistics. – 2023. – Vol. 11, No. 2. – P. 300–307.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД В МАГНИТООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

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

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

² Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: nyegorov@sfedu.ru, iegorov@sfedu.ru, siyegorova@gmail.com

Измельчение грубодисперсных материалов является одним из распространенных технологических процессов. Дисперсный состав продуктов измельчения является одним из основных факторов, обуславливающих их физико-технологические характеристики. Так как измельчение является весьма энергоемким процессом, то вопросы выбора рациональных режимов измельчения имеют важное народно-хозяйственное значение. Основной целью выбора режимов и времени измельчения является получение дисперсного материала заданной крупности. Широкое использование тонкоизмельченных дисперсных материалов в промышленности вызвало интерес к изучению изменения закономерностей гранулометрического состава и выявлению рациональных режимов измельчения. Разработка концептуальной математической модели процесса изменения фракционного состава от времени обработки дисперсной системы в мельнице, изучение свойств и поведения оригинала модели позволяет анализировать и прогнозировать время получения дисперсной системы заданного гранулометрического состава. Моделирование процессов измельчения грубодисперсных сред в различных мельницах ведутся исследователями достаточно давно [1–3]. Экономическими соображениями объясняется математическое моделирование процесса измельчения грубодисперсных сред ферромагнитных материалов в бильной мельнице в магнитоожигенном слое [4]. Магнитоожигенный слой ферромагнитной дисперсной системы образуется в мельнице под действием переменного и постоянного магнитных полей, силовые линии которых взаимно перпендикулярны и параллельны плоскости вращающихся бил [5]. Разработка эмпирической модели измельчения в бильной мельнице заключается в имитации изучаемого явления изменения фракционного состава от времени обработки грубодисперсной системы гексаферрита стронция. Для изучения явления изменения дисперсного состава от времени обработки грубодисперсной системы гексаферрита стронция со средним размером частиц 1560 мкм в бильной мельнице проводили измельчение в течение 120 минут без электромагнитного воздействия (режим 1) и в магнитоожигенном слое, образованном в постоянном магнитном поле с индукцией

$B_c = 15,4$ мТл и в переменном с градиентом индукции $\partial B_v / \partial y$: 90 мТл/м (режим 2), 210 мТл/м (режим 3).

С использованием программного пакета математической обработки данных Origin 8.1 исследовались кумулятивные вероятностные кривые распределения частиц по размерам, построенные по экспериментальным результатам измельчения грубодисперсного материала гексаферрита стронция. Аппроксимация заключалась в подборе значений свободных параметров в формуле, которые минимизируют среднеквадратичное отклонение точек аппроксимационной кривой от экспериментальных данных. На процесс измельчения в бильной мельнице в магнитоожигенном слое оказывают влияние факторы: время измельчения, параметры электромагнитного воздействия, обеспечивающие перемешивание дисперсной системы, дефлокуляция агрегатов и самоизмельчение [4]. С учетом этих факторов предлагается функциональная зависимость распределения порошка по крупности в виде:

$$\frac{\Delta n}{n} = 100 \cdot \frac{d^2}{\left(\frac{1}{a + bt^p + ct \frac{\partial B_v / \partial y}{q/t + \partial B_v / \partial y}} \right)^2 + d^2} \quad (1)$$

где $\Delta n/n$ – процент содержания фракции в измеряемой выборке порошка (%); d – размер фракции (мкм); t – время измельчения порошка (мин); $\partial B_v / \partial y$ – градиент индукции переменного магнитного поля (Тл/м); a – параметр соответствующий начальным условиям, т.е. гранулометрическому составу порошка до помола; параметр b характеризует интенсивность измельчения за счет ударного действия бил, параметр c – вклад процессов дефлокуляции и самоизмельчения.

Так как задачей аппроксимации является подбор параметров аппроксимирующей функции, при которых точки ее графика минимально отклоняются от экспериментальных точек, то путем аппроксимации кумулятивной кривой распределения частиц по размерам исходной дисперсной системы (рис. 1), параметр a равен 0,02. Параметр b равный 0,003 определялся из аппроксимации серии гистограмм построенных по экспериментальным данным (рис. 2), полученным при измельчении дисперсной системы в мельнице без электромагнитного воздействия. Проведя совместную аппроксимацию экспериментальных данных, полученных при измельчении дисперсной системы в режимах 2 и 3 (рис. 3, 4) для различных времен помола, определен аппроксимационный коэффициент c равный 0,25.

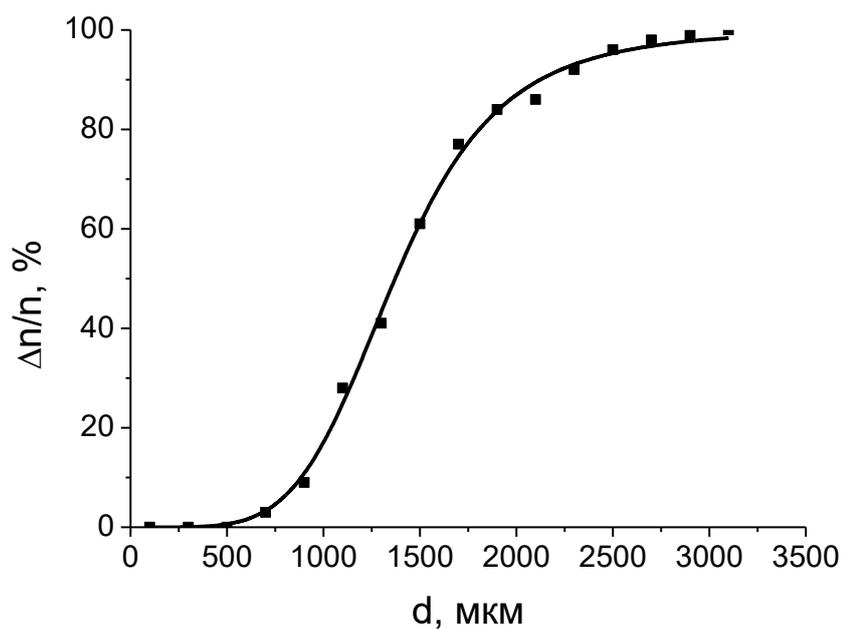


Рис. 1. Распределение частиц по размерам и модельная кривая для определения параметра a

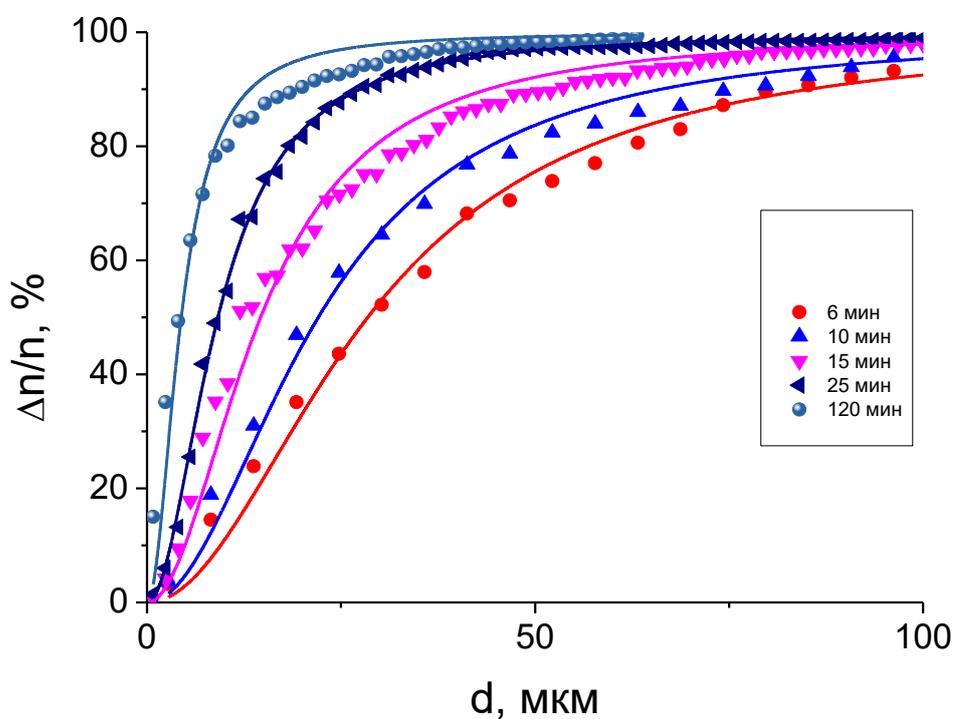


Рис. 2. Распределение частиц по размерам дисперсной системы после измельчения в режиме 1 и модельные кривые для определения параметра b

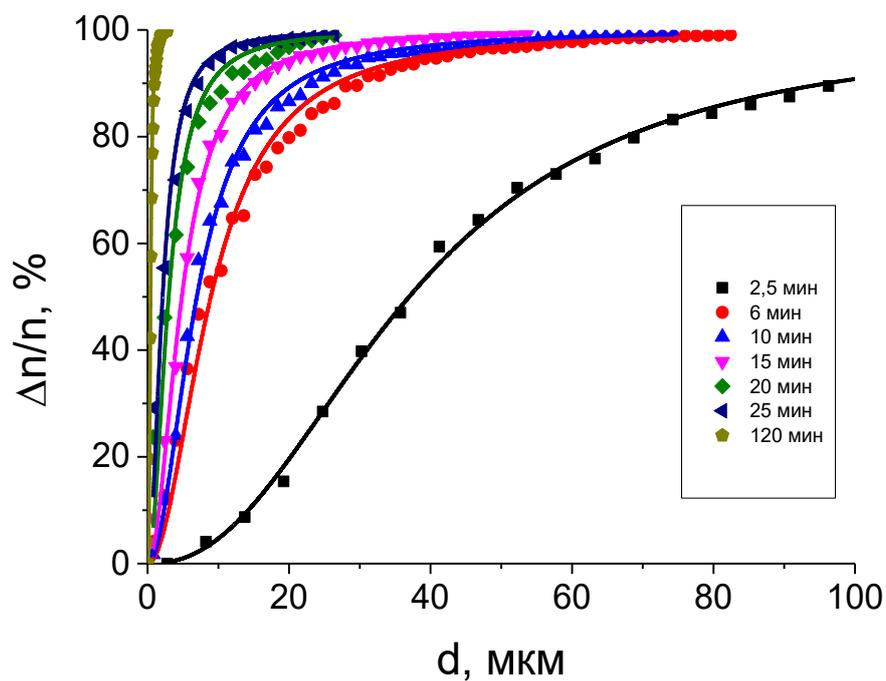


Рис. 3. Распределение частиц по размерам дисперсной системы и модельные кривые для режима 2

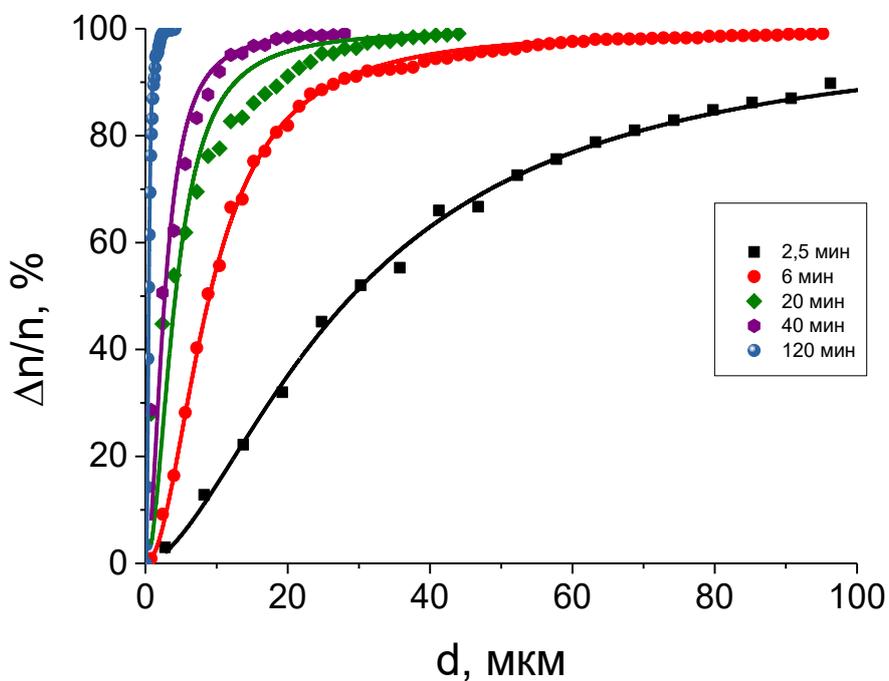


Рис. 4. Распределение частиц по размерам дисперсной системы и модельные кривые для режима 3

На рисунках 1–4 приведены результаты аппроксимации экспериментальных данных по измельчению грубодисперсного порошка гексаферрита стронция по формуле (1). Данная функциональная зависимость подтверждена результатами эксперимента и позволяет прогнозировать гранулометрический состав порошка, получаемого при измельчении в бильной мельнице в магнитоожигенном слое.

Литература

1. Андреев, С. Е. Закономерности измельчения и исчисления характеристики гранулометрического состава / С. Е. Андреев, В. В. Товаров, В. А. Перов. – М.: Metallurgizdat, 1959. – 437 с.
2. Goldman A. Modern Ferrite Technology, 2nd Ed. – Pittsburgh: Springer. – 2006. – 438 p.
3. Биленко, Л. Ф. Закономерности измельчения в барабанной мельнице / Л. Ф. Биленко. – М.: Недра, 1984. – 198 с.
4. I.N. Egorov and S. I. Egorova Effect of Electromagnetic Action on Dispersed Composition on Milling Ferromagnetic Materials in a Hammer Mill // Russian Journal of Non_Ferrous Metals, 2014, Vol. 55, No. 4, pp. 371–374.
5. Способ измельчения магнитных материалов и устройство для его осуществления: пат. 2306180 Рос. Федерация. № 2006103313/03; заявл. 06.02.2006; опубл. 20.09.2007, Бюл. № 26. 2 с.

МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Ёлшина Е. Б.

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

В данной статье рассмотрены методики обучения программированию в начальной школе, т.к. информатизация на этапе начального образования является актуальным и важнейшим социально-востребованным элементом образовательного процесса. Хотя и методика преподавания информатики в начальной школе является относительно новым направлением в образовательном процессе, при этом целесообразность привлечения программированного обучения не вызывает никаких сомнений. Преимуществами такого обучения являются широта сферы применения, оперативность выявления качества знаний, активизация и стимулирование познавательной деятельности, формирование навыков самостоятельной работы, контроля, самодисциплины и самоконтроля, возможность адаптивного обучения, все это и не только способствует успешному обучению младших школьников.

Алгоритмизация как часть программирования является центральным и основным элементом содержания курса информатики. Изучение алгоритмизации имеет два аспекта: программистский и развивающий. В программистском аспекте изучение связано с необходимостью показа учениками содержания деятельности программистов, т.е. преимущественно профориентационный характер, развивающий, в свою очередь, с необходимостью развития алгоритмического мышления, как важного качества личности современного человека.

Необходимость развития алгоритмического мышления, умение анализировать, работать с информацией являются одними из основных функций школы, т. к. к ученику, пришедшему в первый класс, уже нужно иметь определенный уровень логического мышления для освоения школьной программы.

Основная задача программирования в школе: заложить основу, фундаментальные знания, научить детей алгоритмическому и логическому мышлению, познакомить с базовыми понятиями языка программирования, его структурами.

Логическое мышление определяется как способность и умение ученика самостоятельно производить: простые логические действия, анализ, сравне-

ние, обобщение, синтез; логические операции составные: построение отрицания, доказывания как построение рассуждения, опровержение; использование дедуктивных и индуктивных схем для выполнения этих операций.

Для эффективного развития и формирования логико-алгоритмического и алгоритмического мышления на уроках информатики необходимо использовать специально подготовленную систему заданий, которую возможно включить в учебный процесс, наряду с традиционным обучением по учебникам. При этом данная система должна учитывать специфику мышления и восприятия учениками младшего школьного возраста.

Американский педагог и программист С. Пейперт в конце 1960 г. разработал специальный учебный язык программирования ЛОГО, в состав которого входил исполнитель Черепашка, позволяющий изображать на экране компьютера рисунки и чертежи, состоящие из прямых линий и отрезков. Черепашка выполняла следующие системы команд: вперед, назад, направо, налево, поднять и опустить хвост. (Рисование хвостом происходило, когда хвост черепашки опущен). Наглядность процесса выполнения команд являлась очень важным методом исполнителя Черепашка. Результат выполнения программы виден сразу, чему способствует наличие визуального исполнителя. Дети в игровой форме знакомятся с алгоритмами и их свойствами, начинают более уверенно себя чувствовать, пользуясь персональным компьютером. Таким образом, выполняя все действия, начинают проявлять интерес: «Что происходит в данный момент?», «Как устроены эти процессы и как они работают?» и т.д. Тем временем задача учителя объяснить теоретическую часть всего происходящего, а именно то, что их «проектом» является алгоритм, дать несложное и доступное его определение, привести жизненные примеры, форм представления алгоритмов, а далее совершить переход на стандартную методику изложения раздела «Алгоритмизация».

Таким образом, данный язык программирования позволял программировать легко и непринуждённо, что актуально для учеников младшего возраста.

Пошаговое исполнение алгоритма на доске и в тетради, проверка условий, особое внимание, уделяя компьютерному исполнителю алгоритмов, с помощью которого можно целиком или по шагам исполнять алгоритм на компьютере, что является завершающим этапом в разработке алгоритмов.

Наибольший интерес у детей вызывает групповое выполнение проектов, область знаний которых им близка, ясна и понятна.

Группой академика А. П. Ершова был разработан язык Робик для обучения программированию, в котором использовалось несколько исполнителей. А. Г. Кушнарченко, взяв за основу идею академика А. П. Ершова, он разработал методический прием, в основе которого стало использование учебных исполнителей робота и чертёжника. Роботом управлял компьютер, которые подавал ему управляющие команды, получая от него обратную

связь о текущей обстановке, перемещаясь по полю из клеток с разными стенками и выполняя различные задания: измерение радиации и температуры, закрашивание клеток. Что позволяло создавать алгоритмы сложной структуры для управления работой исполнителя, содержащие ветвления и циклы, формируя идею обратной связи.

Работа чертёжника была схожа с работой черепашки, т. к. он выполнял чертежи, рисунки и графики из прямолинейных отрезков в системе координат.

Также существует такая среда программирования, как Little Wizard, обучающая школьников основам программирования и основам знаний о главных элементах компьютерных языков.

Один из самых популярных визуальных языков программирования для детей на сегодняшний день это Scratch.

Данный язык не требует написания текстов программ на формализованных языках программирования, т. к. он включает в себя графические средства для изображения данных и структур управления, что позволяет создавать детям игры, интерактивные истории, различные анимации, с возможностью делиться ими со всем миром.

Исходя из вышеизложенного, следует вывод, что изучение современных основ алгоритмизации в начальной школе, оказывает значительное влияние на развитие у учеников младшего школьного возраста логического, алгоритмического и творческого мышления, а также, развитие интеллектуальных способностей, таких как: способность к обучению, рассуждению и действию. Изучая основы алгоритмизации, формируется системно-информационная картина окружающего мира, вырабатывается навык постановки и решения задач, навык общего понимания и различий объектов, структур, процессов и явлений.

ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВЫЕ ПОДПИСИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КАДРОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Ёлшина Е. Б.

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

19 ноября 2021 г. Президент РФ Владимир Владимирович Путин подписал Федеральный закон № 377-ФЗ, который позволяет вести документы в сфере трудовых отношений в электронном формате (электронный документооборот, далее ЭДО или КЭДО – кадровый электронный документооборот) и устанавливает порядок ведения ЭДО работодателями, кадровые службы которого используют в своей деятельности ЭДО.

Для осуществления цифрового обмена данными потребуется цифровая электронная подпись (далее ЦЭП).

ЦЭП подтверждает авторство владельца подписи и в зависимости от вида может выполнять различные функции: от аутентификации на различных сервисах и платформах до подписания цифровых документов. Это значительно облегчает и ускоряет процессы согласования и подписания разного вида документов.

В Российской Федерации применение электронной подписи регулируется федеральным законом от 06.04.2013 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи». Закон устанавливает виды электронных подписей, правила признания юридической силы электронных документов, подписанных электронной подписью, а также правила выдачи и использования ЦЭП.

ЦЭП выдает удостоверяющий центр. На сегодняшний день законодательством предусмотрено 3 вида электронных подписей:

- простая электронная подпись (ПЭП);
- усиленная неквалифицированная электронная подпись (УНЭП);
- усиленная квалифицированная электронная подпись (УКЭП).

Простая электронная подпись создается средствами информационной системы, в которой она используется («логин-пароль» для аутентификации владельца). Данный вид подписи подтверждает, что пользователь самостоятельно создал данные для входа на различные сервисы и платформы и считается простым средством аутентификации. Такая подпись имеет низкий уровень защиты и не подходит для подписания важных документов. Так, в 63-ФЗ прямо запрещено использовать ПЭП для работы с государственной тайной.

УНЭП имеет среднюю степень защиты. Данный вид подписи возможно получить в удостоверяющем центре, где ее создают путем криптографического шифрования с помощью специальных программных средств. Используется во внутреннем документообороте КЭДО и внешнем ЭДО с контрагентами. С помощью этой подписи можно идентифицировать личность ее владельца и отследить внесение изменений в документе.

УКЭП наиболее защищенный и надежный вид подписи, являющийся гарантом юридической силы документа. Такая подпись обязательно имеет квалифицированный сертификат ключа проверки в бумажном или электронном виде и выдается только аккредитованными удостоверяющими центрами. Сертификат подтверждает подлинности подписи, оспорить которую возможно исключительно в судебном порядке. Она используется в электронных торгах, при работе на государственных порталах и при сдаче электронной отчетности. УКЭП для руководителей организаций и ИП выпускает только УЦ ФНС и его доверенные лица.

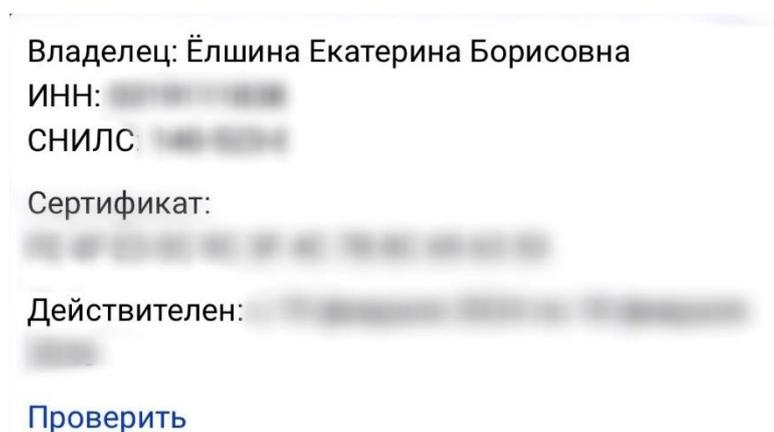


Рис. 3. Пример УКЭП

При подписании документа используется два метода его создания: присоединенный и отсоединенный.

Присоединенный вид подписи подразумевает прикрепление к подписываемому документу, а отсоединенная подпись, в свою очередь, сохраняется в отдельном файле, таким образом, подписываемый документ остаётся неизменным.

Также различают электронную подпись работодателя, ЭП для сотрудника кадрового отдела и электронная подпись работника.

Электронная подпись работодателя подходит для действий и документации, выполняемых и подписываемых только от имени юр. лица. Юридически значимый электронный документооборот возможен только с квалифицированной электронной подписью. Поэтому руководители организаций и ИП, выступающие в качестве работодателя, для подписания документов используют УКЭП.

Сотрудникам, отвечающим за кадровую документацию персонала в организации, для обеспечения своей деятельности с электронным документооборотом, необходима КЭП.

Только данный вид подписи позволяет осуществлять подписание документов: заключать договоры, сдавать кадровую отчетность в ФСС, ПФР и Росстат.

Важно отметить, что для работы от имени ИП или организации на сотрудника оформляется машиночитаемая доверенность (МЧД). Документ создается в электронном виде. В МЧД руководитель или индивидуальный предприниматель прописывает полномочия для сотрудника, подписывает документ личной УКЭП и регистрирует доверенность в необходимых реестрах.

Электронная подпись работника необходима для подписания кадровых документов, для которых, в свою очередь достаточно УНЭП. Поэтому для подписания документации в КЭДО работники могут использовать как квалифицированную, так и неквалифицированную электронную подпись.

Для подписания некоторых документов применяются усиленная квалифицированная электронная подпись – УКЭП работодателя и усиленная неквалифицированная электронная подпись – УНЭП работника.

К таким документам относятся:

- трудовой договор;
- ученический договор;
- уведомление об изменении условий трудового договора;
- договор о материальной ответственности;
- внесение изменений в договоры;
- приказ о применении дисциплинарного взыскания%;
- ознакомление с приказом о применении дисциплинарного взыскания;
- согласие на перевод;
- договор на получение образования без отрыва или с отрывом от работы;
- заявление об увольнении и его отзыв.

Электронная подпись дистанционного работника определяется по тем же правилам: ученический договор, доп. соглашение, договор о материальной ответственности и соглашение о расторжении трудового договора подписываются удаленным сотрудником с помощью УКЭП или УНЭП. Электронная подпись в кадровом документообороте ускоряет и упрощает процесс обмена подписания документов между работником и работодателем. Простую электронную подпись можно использовать только для ряда кадровых документов, в случаях, если работа с таким видом ЭП закреплена в специальном локальном акте или трудовом договоре.

Кадровые документы чаще всего подписываются с помощью неквалифицированной УНЭП или квалифицированной УКЭП электронной подписью ЭП.

В таблице ниже представлено, какие документы можно подписывать с помощью различных видов цифровой подписи.

Работодатель		Сотрудник			
Тип документа для подписания	УКЭП	УНЭП	УНЭП	УКЭП	ПЭП
Трудовой договор	✓	×	✓	✓	×
Доп.соглашения	✓	×	✓	✓	×
Договор материальной ответственности	✓	×	✓	✓	×
Ученический договор	✓	×	✓	✓	×
Договор на получение образования	✓	×	✓	✓	×
Приказ о дисциплинарном взыскании	✓	×	✓	✓	×
Уведомление об изменении условий ТД	✓	×	✓	✓	×
Согласие на перевод (не подписывается работодателем)	×	×	✓	✓	×
Остальные кадровые документы	✓	✓	✓	✓	✓

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что переход на кадровый ЭДО позволяет не только ускорить документооборот со штатными сотрудниками, но и упростить процесс трудоустройства соискателей. Организации с КЭДО могут провести собеседование трудоустройство удаленно.

К плюсам КЭДО можно отнести стандартные преимущества электронного документооборота: сокращение затрат на оформление документов, упрощение доступа к документам, обеспечение безопасности документооборота и сохранности документов.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ РЕКОНСТРУКЦИИ НА RGB ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Ермолаев Д. 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: ermolaev@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Задача реконструкции на изображениях является генеративной задачей в области компьютерного зрения. Алгоритмы решения этой задачи имеют широкий спектр применимости – от восстановления небольших повреждений фотографий до полной замены или удаления объекта. Традиционные методы хорошо справляются с небольшими искажениями, но не способны восстанавливать элементы, которые не присутствуют в корректной части. Из-за этого нейросетевые решения доминируют в этой задаче последние годы. Ключом к их успеху является насмотренность и способность запоминать семантику разных объектов, которые проходят через нее в процессе обучения.

Оценка качества методов реконструкции является очень сложной задачей. Разные алгоритмы могут по-разному выполнять реконструкцию, каждая из которых будет правильной. Традиционно такая оценка выполняется на следующих наборах данных: Places2 [1], Paris Street View [2], CelebA [3] и CelebA-HQ [4]. Первые два набора данных содержат изображения улиц с редкой встречаемостью конкретных объектов на переднем фоне, что позволяет решениям использовать избыточность в процессе реконструкции. Третий и четвертый наборы содержат фотографии лиц известных людей. Любой анализ на таких данных нередко выделяется в отдельную задачу, так как для них стоимость артефактов выше. При этом как современные исследования, так и работы прошлых лет редко используют в своих оценках более новые и разнообразные наборы данных, или изображения, используемые для оценки других генеративных задач, таких как увеличение пространственного разрешения (image super-resolution) или удаление шума (image denoising).

Как правило, сам алгоритм оценки заключается в том, чтобы взять целое изображение, повредить его, обычно с помощью маскирования случайной области, и реалистично реконструировать в этой области изображение. Оригинальное и восстановленное изображения сравниваются между собой с помощью определенных показателей. Как правило это метрики SSIM (structural similarity index measure) [5], PSNR (Peak signal-to-noise ratio) [6] и FID (the Fréchet inception distance) [7]. Первые две являются достаточно низкоуровневыми, анализируют схожесть пикселей, метрика FID заключается в

сравнении восприятия той же моделью переданных изображений, что делают такую метрику зависимой от самого алгоритма. Важно отметить, что так как алгоритм маскирования является случайным, то может также искажать сравнение двух разных методов.

Сами алгоритмы реконструкции бывают детерминированными и стохастическими. Основное различие между ними заключается в том, что последние могут генерировать не один результат, а целое множество разных вариантов на основе случайности. В последние годы они доминируют в различных генеративных задачах и делятся на GAN модели и diffusion модели. Современные исследования поведения различных алгоритмов реконструкции [8][9] имеют разреженные таблицы сравнения в силу того, что разные авторы редко проводят одинаковые сравнения и на одних наборах данных. Также в них редко включаются современные мультимодальные модели, которые могут в том числе решать задачу реконструкции, несмотря на то что разрабатывались не для этого.

Основной целью является сравнение существующих решений на традиционно используемых данных с одинаковым алгоритмом маскирования. Проводится оценка качества последних успешных представителей каждого класса нейросетевых методов, таких как RFR [10], MADF [11], CMGan [12], LGNet [13], RePaint [14] и Stable Diffusion v2 [15]. Метрики остаются теми же, которые традиционно используются. В качестве наборов данных взяты традиционные, описанные выше, и, помимо них, новый сет изображений, который был создан специально для такого рода задач – HQ-50k [16]. Он является более разнообразным и содержит фотографии более высокого качества. Ключевым результатом работы является восполнение пробелов при оценке алгоритмов реконструкции. Из результатов видно, что на традиционно используемые метрики полагаться трудно и процедура оценки качества для данной задачи требует переосмысления, чтобы лучше отражать поведение модели. Видно, что алгоритмы хуже справляются с более сложным набором данных, особенно при полной реконструкции объекта. Тем не менее полученные результаты показывают существенное превосходство диффузионных моделей перед всеми остальными архитектурами.

Литература

1. Zhou B., Lapedriza A., Khosla A., Oliva A., Torralba A. (2017) Places: A 10 million image database for scene recognition. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell* 40(6), pp 1452–1464.
2. Doersch C., Singh S., Gupta A., Sivic J., and Efros A. (2015) What makes Paris look like Paris? *Commun. ACM* 58, 12 (December 2015), pp 103–110.
3. Liao H., Funka-Lea G., Zheng Y., Luo J., Zhou SK (2018a) Face Completion with Semantic Knowledge and Collaborative Adversarial Learning. In: *Asian Conf. Comput. Vis.*, vol 11361, pp 382–397.

4. Karras T., Aila T., Laine S., Lehtinen J. (2018) Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation. In: Int. Conf. Learn. Represent.
5. Wang Z.; Bovik A.; Sheikh H.; Simoncelli E. (2004) "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity". IEEE Transactions on Image Processing. 13 (4): pp 600–612.
6. Horé A. and Ziou D. (2010) "Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM," 20th International Conference on Pattern Recognition, Istanbul, Turkey, 2010, pp. 2366–2369.
7. Karras T., Laine S., Aittala M., Hellsten J., Lehtinen J. and Aila T. (2020) Analyzing and improving the image quality of stylegan. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition, pp. 8110-8119.
8. Jam J., Kendrick C., Walker K., Drouard V., Hsu J. G. S. and Yap M. H., (2021) A comprehensive review of past and present image inpainting methods. Computer vision and image understanding, 203, pp.103147.
9. Zhang X., Zhai D., Li T., Zhou Y. and Lin Y., (2023) Image inpainting based on deep learning: A review. Information Fusion, 90, pp.74–94.
10. Li J, Wang N, Zhang L, Du B, Tao D (2020c) Recurrent Feature Reasoning for Image Inpainting. In: IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recog., pp. 7757–7765.
11. Zhu M., He D., Li X., Li C., Li F., Liu X., Ding E., Zhang Z. (2021) Image inpainting by end-to-end cascaded refinement with mask awareness. IEEE Trans Image Process 30, pp. 4855–4866.
12. Zheng H., Lin Z., Lu J., Cohen S., Shechtman E., Barnes C., Zhang J., Xu N., Amirghodsi S. and Luo J., (2022), October. Image inpainting with cascaded modulation gan and object-aware training. In European Conference on Computer Vision, pp. 277–296.
13. Quan W., Zhang R., Zhang Y., Li Z., Wang J., Yan DM. (2022) Image inpainting with local and global refinement. IEEE Trans Image Process 31, pp. 2405–2420.
14. Lugmayr A., Danelljan M., Romero A., Yu F., Timofte R., Van Gool L. (2022) RePaint: Inpainting using Denoising Diffusion Probabilistic Models. In: IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recog., pp 11451–11461.
15. Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P. and Ommer, B., (2022), High-resolution image synthesis with latent diffusion models. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition pp. 10684–10695.
16. Yang Q., Chen D., Tan Z., Liu Q., Chu Q., Bao J., Yuan L., Hua G. and Yu N., (2023), HQ-50K: A Large-scale, High-quality Dataset for Image Restoration. arXiv preprint arXiv:2306.05390.

ВНЕДРЕНИЕ СЭД 1С-ДОКУМЕНТООБОРОТ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЮФУ

Загриценко Н. Н., Гнилицкий Д. К.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: nnz@sfedu.ru, dgnilitskiy@sfedu.ru

Документационное обеспечение является одной из важнейших сторон деятельности как образовательной организации, так и любого другого учреждения, организации, предприятия. Создаваемые и получаемые организацией документы отражают вопросы работы с персоналом, административно-хозяйственную и производственную деятельность, фиксируют и сопровождают основные бизнес-процессы предприятия, организации и т. д.

В современных условиях, когда любая организация или предприятие стремятся к тому, чтобы всякое управленческое решение базировалось на данных, информации, на служебном документе и эффективности управления уделяется огромное внимание на всех уровнях, необходимость совершенствования работы с данными и документами является одной из приоритетных задач любой организации.

Таким образом, от того насколько рационально организована работа с документами, включающая фиксацию, передачу и хранение управленческой информации, во многом зависит гибкость и оперативность управленческих решений, а также эффективность их выполнения и конкурентоспособность организации.

Эффективную работу с большим количеством документов призваны обеспечить системы электронного документооборота (СЭД). Грамотно выбранная и внедрённая в работу организации СЭД, по сути, представляет собой пространство для совместной работы со всеми документами компании, автоматизирует работу с документами, чтобы сотрудники тратили как можно меньше времени на рутину.

Основные функции СЭД:

- Фиксация и регистрация входящих, в том числе “внешних” документов (в том числе в числе скан-копий), их классификация;
- автоматизированное создание документов на основании шаблонов и по заданным правилам;
- подписание документов ЭЦП;
- маршрутизация, т.е. “продвижение” документов в системе по определенным маршрутам согласования, подписания, ознакомления;
- архивное хранение и регламентированный доступ к ним;
- эффективный поиск документов;

- возможность всех сотрудников работать совместно и с гарантированно актуальными данными;
- работа с “внешним” документооборотом: интеграция с сервисами внешнего ЭДО, интеграция с системами внутреннего кадрового учёта (для формирования приказов на отпуск, командирование, подписание трудовых договоров и т. п.).

В ВУЗе, как и в любом другом учреждении, предприятии существует комплекс документов, необходимых для реализации функций и задач управления, организации и сопровождения основных, сквозных бизнес-процессов. И вопросы обеспечения эффективной работы с документами стоит не менее остро.

ЮФУ, как и в любая образовательная организация в процессе своей деятельности сталкивается с большим количеством различных документов. Их можно условно разделить на несколько групп:

Организационно-правовые документы: положения, правила, инструкции, договоры и др.

Распорядительные документы: приказы, протоколы, постановления, распоряжения и др.

Информационно-справочные документы: акты, справки, докладные записки, служебная переписка и др.

А также планы, прогнозы, программы, отчёты и др., в зависимости от конкретных управленческих задач.

К настоящему момент в Южном федеральном университете внедрена и активно используется СЭД DocsVision.

Однако ввиду определённых функциональных ограничений используемой в настоящий момент версии данной СЭД, некоторых проблем лицензирования и технического сопровождения, а также вопросов интеграции с используемыми в ЮФУ учётными системами было принято решение о необходимости постепенно миграции к другой СЭД.

Поскольку в качестве учётных систем в Университете в основном используются платформенные решения 1С (1С-кадры, 1С-бухгалтерия, организация управления учебным процессом и движением контингента обучающихся – 1С-Университет), в качестве такой системы была выбрана система 1С-Документооборот.

СЭД 1С-Документооборот реализована на платформе 1С-Предприятие 8.3, разработка непосредственно 1С (распространение и сопровождение через сеть сертифицированных франчайзеров), позиционируется разработчиками как ЕСМ-система (Enterprise Content Management — управление корпоративным контентом) и стандартным образом интегрируется с другими 1С системами.

Внедрение новой СЭД в деятельность Университета было решено начать с блока приказов по движению контингента обучающихся.

Выбор обоснован тем, что с одной стороны это один из самых объемных (с точки зрения количества согласуемых и подписываемых приказов) блоков, а с другой – один из наиболее структурированных и автоматизированных типов приказов. При этом ввиду определенных изменений законодательства, а также перестройки некоторых процессов движения контингента внутри самого ЮФУ, этот блок приказов нуждается в ревизии маршрутов согласования и подписания, а также его исключение из учёта в среде DocsVision существенно облегчит текущее сопровождение данной СЭД.

Итак, движение контингента обучающихся в ЮФУ осуществляется на основании приказов о движении контингента.

Вся информация об обучающихся Университета, их успеваемости, движении ведётся в 1С-Университет ПРОФ.

Все изменения статуса обучающегося происходят на основании приказа, после его подписания и вступления в силу.

В настоящий момент приказы формируются в учётной системе 1С-Университет и проходят следующую цепочку обработки и взаимодействия с СЭД DocsVision (DV):

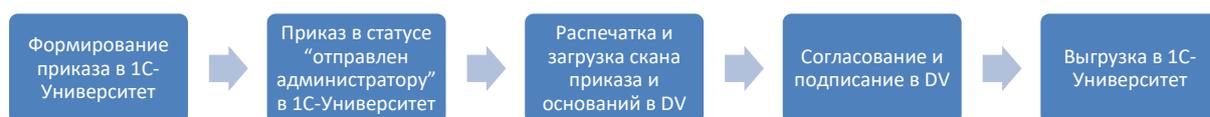


Рис. 1. Текущая схема прохождения приказа по движению контингента обучающихся (1С-Университет – СЭД DocsVision)

Планируемая схема взаимодействия при внедрении 1С-Документооборот выглядит следующим образом:

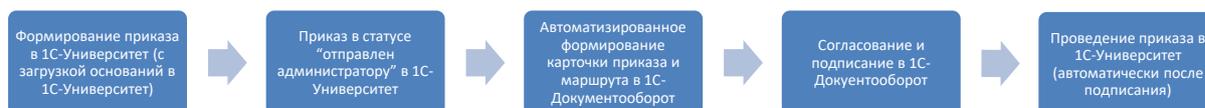


Рис. 2. Планируемая схема прохождения приказа по движению контингента обучающихся (1С-Университет – 1С-Документооборот)

В настоящий момент ЮФУ находится на стадии старта опытной эксплуатации 1С-Документооборот по схеме на Рисунке 2.

Это потребовало достаточно большого объема подготовительных работ и мероприятий:

- проработана схема нумерации и классификации приказов в 1С-Документооборот;

- доработан функционал на стороне 1С-Университет (в т. ч. возможность загрузки файлов-оснований на стороне 1С-Университет);
- проведена настройка и доработка на стороне 1С-Документооборот (в том числе вопросы со штампом ЭЦП и возможность одновременной с подписанием процедуры регистрации документа).

В рамках данного проекта в ближайшее время нам предстоит проведение первичного обучения пользователей, отработка нескольких шифров приказов по новой схеме (приказ на смену ФИО обучающегося, приказ на отчисление по собственному желанию) и при необходимости внесение корректировок в функционал 1С-Университет, 1С-Документооборот.

По результатам опытной эксплуатации и последующего полномасштабного внедрения Университет рассчитывает на получение более эффективного и прозрачно интегрированного в ИТ-ландшафт организации решения по автоматизации управления документооборотом ВУЗа.

Литература

1. 1С-Документооборот 8. Описание функциональных возможностей. <https://v8.1c.ru/doc8/>.
2. Документационное обеспечение управления. Л. А. Румынина <https://gsuda.gospmr.org/wp-content/uploads/2021/12/ДОУ-уч-Румынина2008.pdf>.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ УЧАЩИХСЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Записных Н. М.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@sfnedu.ru

Основной государственный экзамен (ОГЭ) является формой государственной итоговой аттестации в конце курса основного общего образования (9 класс). Несмотря на то, что ОГЭ по информатике является экзаменом по выбору, согласно анализу практического опыта и результатам опроса сайта «Навигатор поступления», проведенным в 2022 году, в течение последних пяти лет ОГЭ по информатике стабильно входит в четвёрку самых «выбираемых» предметов ОГЭ.

Несмотря на то, что существует множество курсов по подготовке к ОГЭ, разработанных методических рекомендаций, тренажёров для отработки заданий, их ориентация на «среднего» учащегося без учета личностных особенностей учеников и их опыта применения ИКТ (зачастую стихийно приобретенного и неупорядоченного), снижает результативность подготовки. Поэтому возникает необходимость не только в дифференциации содержания подготовки, когда учащиеся делятся на группы по уровню усвоения материала и происходит адаптация тренировочных заданий для каждой из групп, но и в индивидуализации стратегии, содержания и алгоритмов подготовки к ОГЭ таким образом, чтобы максимально учесть личностные потребности и способности ученика.

Несмотря на то, что многие исследователи (С. А. Вдовина, Л. И. Еремина, Э. Ф. Зеер, Д. П. Заводчиков, И. Ю. Исаева, Э. Н. Ильясова, А. С. Кремнева, М. А. Кунаш, Е. В. Лучникова, Е. А. Самохвалова, М. Ю. Силантьева и другие) рекомендуют использовать технологии индивидуализации обучения, однако остается открытым вопрос о том, как встроить технологию индивидуализации в образовательный процесс обучения информатике, ориентированный на подготовку к ОГЭ. Решение данного вопроса и определило проблематику исследования.

Основываясь на анализе порядка проведения и КИМ для проведения ОГЭ по информатике, и учитывая существующие методические материалы, был сделан вывод о том, что для более результативной подготовки следует

применять такой способ индивидуализации как индивидуальный образовательный маршрут.

Под индивидуальным образовательным маршрутом (ИОМ) вслед за Н. А. Лабунской понимаем «целенаправленно проектируемую дифференцированную образовательную программу, обеспечивающую обучающемуся позиции субъекта выбора, разработки и реализации образовательной программы при осуществлении преподавателями педагогической поддержки его самоопределения и самореализации» [6]. Основой и первой организационной ступенью формирования таких маршрутов в рамках традиционной системы общего образования, по мнению Ю. А. Герасимовой, становится вариативный образовательный маршрут, который определяется ею, как модель образовательного процесса, созданная педагогами в конкретной образовательной организации для инициации саморазвития индивидуальных возможностей учеников «в течение определенного времени с учетом учебной и психофизической нагрузки» [3].

Обобщив обзор исследований и научно-методических разработок, связанных с индивидуализацией обучения, мы выделили основные необходимые условия построения и реализации ИОМ:

- возможность оказания каждому учащемуся индивидуального педагогического сопровождения и консультирования [1];

- преодоление индивидуальных недостатков в знаниях, умениях и навыках в процессе восприятия учебного материала в разных формах [5];

- учет и работа над преодолением недостатков семейного воспитания, работа над развитием и коррекцией недоразвитости мотивации, волевой сферы;

- адаптация образовательного процесса к личностным интересам и склонностям учащихся [2];

- предоставление возможностей инклюзии не только в отношении к учащимся с ограничениями здоровья, но и к одаренным учащимся (из-за их слабой адаптированности к социуму, его нормам и правилам) [4];

- создание условий для свободного выбора ряда элементов процесса обучения и установления последовательности прохождения этих элементов;

- опора на развитие универсальных учебных действий, формирующих основу «общеучебных» компетенций;

- диагностика уровня самооценки и создание условий для формирования у учащихся адекватной самооценки;

- привлечение средств цифровых технологий для повышения «индивидуализированности».

При проектировании содержательного наполнения ИОМ учитывалось то, что в ОГЭ по информатике, как отмечают И. В. Латыпова, М. С. Майданова [7], для объективной проверки освоения содержания предмета на

уровне ФГОС основного общего образования (ФГОС ООО) происходит проверка учащихся сразу по трем основным направлениям:

– информационная подготовка: знакомство с основными правилами поведения на экзамене, заполнения бланков и т. д.;

– предметная подготовка: соответствие содержания компетенции учащихся требованиям ФГОС основного общего образования, отраженным в контрольно-измерительных материалах по информатике;

– психологическая подготовка: степень рациональности деятельности в ситуации, ограниченной по времени формы контроля, способность учащихся к успешным действиям в ситуации прохождения тестирования.

Поскольку подготовка к ОГЭ по информатике требует учета возрастных психофизиологических особенностей 9-классников, были проанализированы особенности подросткового возраста, на который приходится на этап подготовки к ОГЭ по информатике. Выявлено, что физиологические процессы, такие как интенсивный рост, половое созревание, оказывают влияние и на протекание психических процессов: перепады настроения, острое желание казаться взрослыми, потребность нравиться сверстникам могут вызвать нестабильное проявление и развитие когнитивных ресурсов учащегося (абстрактного мышления, произвольной памяти), а также и волевой сферы. Несмотря на то, что существует выделенные специалистами признаки, которыми обладают подростки, современный этап развития общества, насыщенного цифровыми технологиями и вовлекающего подростка в новые типы взаимодействия, характеризуется тем, что происходит пересмотр типов ведущей деятельности и психофизиологических особенностей подростков, поэтому на первое место выходит учёт личностных психолого-физиологических особенностей каждого обучающегося, что, в свою очередь, порождает потребность в диагностике и адаптации образовательного процесса под индивидуальные особенности обучающихся.

В рамках магистерского исследования была разработана модель комплексной психолого-педагогической диагностики, включающая опросные и тестовые методики выявления у учащихся уровня обученности, мотивационного, когнитивного (память, мышление, внимание), поведенческого (лидерство, стрессоустойчивость, самооценка), личностного (тип темперамента, направленность личности) показателей, и уровня обучаемости и представлена методика формирования ИОМ для подготовки к ОГЭ по информатике на основании данной диагностики, приведены принципы ее формирования и этапы реализации. Первый этап – диагностический, когда посредством стандартизированных психолого-педагогических методик проводится диагностика индивидуальных психологических особенностей, диагностика уровня обученности через тренировочное тестирование с помощью пробных версий КИМ. Второй этап – первичное разделение, предлага-

ется разделить обучающихся на несколько категорий для того, чтобы в будущем их можно было объединять на определенные виды занятий. Третий этап – создание ИОМ в виде документа и формирование индивидуального плана освоения тем (в виде электронного документа в «облачном» доступе). Четвертый этап – реализация обучения в системе внеурочной работы, и некоторых занятий по предмету, проведения профориентационных консультаций, занятий-тренингов. В процессе реализации четвертого этапа определяются диагностические «точки» в виде индивидуальных консультаций, когда анализируется прогресс учащегося и корректируется его план. Пятый этап – подведение итогов, рефлексия со стороны учащегося.

Разработанное учебно-методическое обеспечение для реализации индивидуальных образовательных маршрутов при подготовке к ОГЭ включает формы маршрутных листов (где есть место самостоятельному целеполаганию ученика), формы индивидуального плана по изучению тем курса информатики с возможностью самостоятельной градации степени изученности, описание коучинговых инструментов, технологические карты для проведения консультаций с применением коучинговых инструментов, конспекты занятий.

Как показал опыт апробации индивидуальных образовательных маршрутов в процессе подготовки к ОГЭ по информатике в МБОУ СШ № 8 «Классическая» города Волгодонска Ростовской области, учащиеся не только преодолевают пробелы в подготовке к предмету и усваивают материал, позволяющий сдавать экзамен более успешно, но и развиваются в соответствии с их потребностями и интересами. Также в результате апробации методики было выявлено, что если привлекать инструменты, которые способствуют развитию навыков самоорганизации и самостоятельности, то это в свою очередь приводит к повышению не только учебной мотивации и успешному продвижению по учебному материалу, более глубокому его пониманию, но и к повышению общей самооценки, личностных и метапредметных компетенций, связанных с обработкой учебной информации, самодиагностикой, что, в свою очередь, является основой для дальнейшего успешного обучения.

Литература

1. Александрова Е. А. Педагогическое сопровождение старшеклассников в процессе разработки и реализации индивидуальных образовательных траекторий : автореф. дис. ... докт. пед. наук : 13.00.01 – Тюмень, 2006. – 42 с.
2. Ваганова О. И., Павлова Е. С., Шагалова О. Г., Воронина И. Р. Технология индивидуализации обучения // Балтийский гуманитарный журнал. – 2020. – № 2 (31). – С. 208–211.
3. Герасимова Ю. А. Индивидуальный образовательный маршрут // Символ науки. – 2023. – № 9(2). – С. 80–82.

4. Еремина Л. И., Силантьева М. Ю. Особенности проектирования индивидуального образовательного маршрута обучающегося // Общество: социология, психология, педагогика. – 2020. – № 7. – С. 88–92.
5. Зайдуллина В. Ю. Индивидуализация и дифференциация обучения на уроках информатики // Образование и наука в современных реалиях : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 04 июня 2018 – Чебоксары: Интерактив плюс, 2018. – С. 103–109.
6. Лабунская Н. А. Индивидуальный образовательный маршрут учащегося и его формирование – СПб., 2017. – 61 с.
7. Латыпова И. В., Майданова М. С. Методическое сопровождение педагогов при подготовке государственной итоговой аттестации // Научно-методическое обеспечение оценки качества образования. – 2017. – № 2 (3). – С. 45–49.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУМЕРНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЕ ЖИДКОСТЕЙ

Зеленчук П. А.

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

Конвективные течения, связанные с неоднородным нагревом некоторой области, являются самым распространенным видом течений жидкости и газа в природе [1]. В стандартной задаче Релея-Бенара вертикальный размер конвективных ячеек сравним с их горизонтальным размером, и они занимают всю толщину слоя жидкости. Однако, часто возникают ситуации, когда конвективные ячейки встречаются только в части толщины слоя или во всем слое, но с разным характером движения. Такое поведение обычно связано с вертикальным распределением параметров и их зависимостью от состояния вещества.

В разнообразных технических устройствах важную роль играет конвекция в плоских, вытянутых по вертикали структурах, заполненных одной или несколькими жидкостями. Исследованиям подобных структур, особенно с взаимодействующими жидкостями посвящено большое количество публикаций [2–5].

В данной работе представлены экспериментальные исследования структуры конвективных течений в изначально устойчивой стратифицированной двухслойной системе смешивающихся жидкостей при подогреве снизу и сбоку. Один из слоев системы образован чистым этиловым спиртом, а второй – однородной смесью органического вещества и водным раствором этилового спирта.

Экспериментальная установка (рис. 1) представляет собой ячейку Хелли-Шоу с твердыми, непроницаемыми для вещества границами. Передняя широкая стенка выполнена из стекла для визуального наблюдения происходящих внутри ячейки процессов. На узких вертикальных стенках задан градиент температуры, а между нижней и верхней гранями задана постоянная разница температур. Задняя широкая стенка теплоизолирована.

Корпус ячейки выполнен из пластика посредством 3D-печати. Металлические вставки изготовлены из латуни. В качестве нагревательных элементов выступают микросхемы L78 DPAK фирмы ST Microelectronics. Установка собирается с использованием герметика ВГО-1. Смотровое стекло марки М1 имеет толщину 3,5 мм.

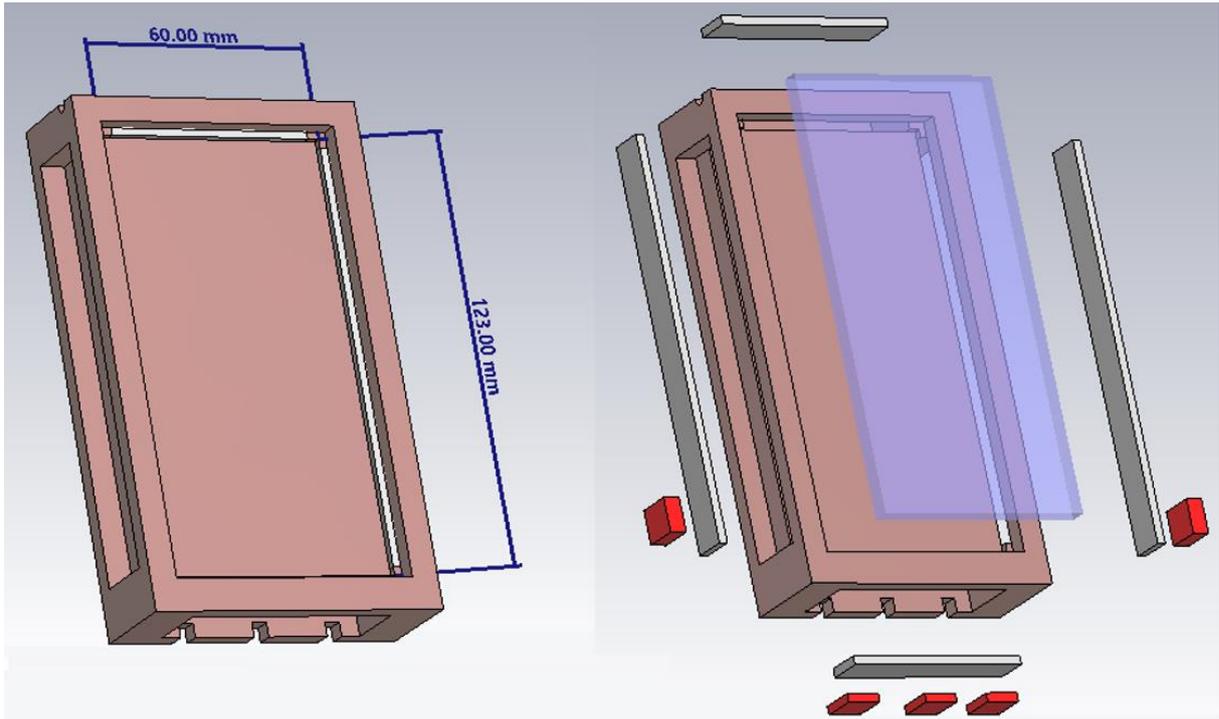


Рис. 1. Конструкция корпуса ячейки

Электропитание нагревательных элементов осуществлялось от лабораторного источника постоянного тока. Номинальное напряжение составляло 12 В, потребляемая мощность – 3,6 Вт.

Фото экспериментальной установки, заполненной системой двух жидкостей представлено на рис. 2. На этом же рисунке представлена картина теплового поля, полученного с помощью тепловизора Fluke-TI 125.

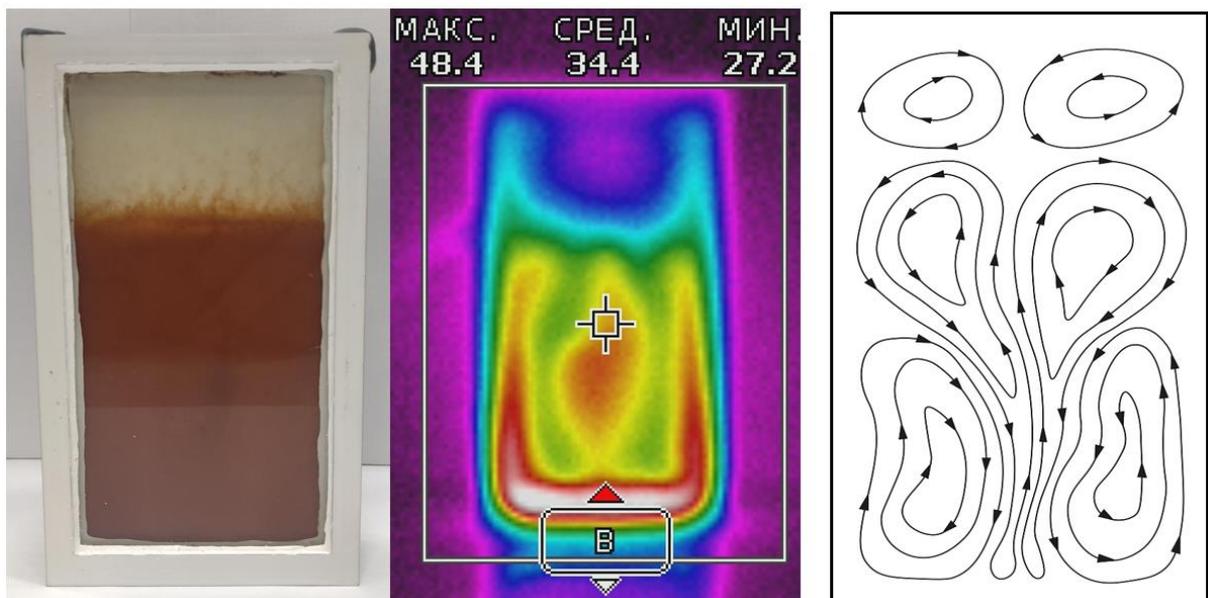


Рис. 2. Ячейка, заполненная двумя жидкостями (слева), ее температурное поле (посередине) и структура конвективных течений (справа)

Кроме того, на рис. 2 показана структура конвективных течений, полученных в рамках приближения Буссинеска:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v}\nabla)\vec{v} &= -\frac{1}{\rho_0}\nabla P + \nu\nabla^2\vec{v} - \beta T\vec{g}, \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v}\nabla T &= \alpha\Delta T, \\ \operatorname{div}(\vec{v}) &= 0,\end{aligned}\tag{1}$$

в программе FreeFEM. Распределение температурного поля так же моделировалось в программе Ansys Fluents. Результаты вычислений продемонстрировали хорошее согласование с экспериментальными данными.

Возникновение и развитие конвективных валов, наблюдаемых по движению взвешенных в растворе органических частичек, фиксировалось визуально с помощью фото- и видеосъемки.

Исследовались как стационарные (граница раздела жидкостей неподвижна), так и переходные процессы. В частности, система доводилась до критической температуры, когда наступало сложное перемешивание жидкостей и кипение. В последнем случае были экспериментально получены два режима, один из которых характеризуется равномерным переходом к кипению с плавным движением границы между жидкостями вверх, второй – скачкообразный, с разрушением границы раздела, и турбулентным перемешиванием жидкостей.

Литература

1. Гетлинг А. В. Конвекция Рэлея-Бенара. Структуры и динамика. М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 248 с.
2. Rasenat S., Busse F.H., Rehberg I. A theoretical and experimental study of double-layer convection // J. Fluid Mech. 1989. V. 199. P. 519–540.
3. Pringle S. E., Glass R. J., Cooper C. A. Double-diffusive finger convection in a Hele-Shaw cell: an experiment exploring the evolution of concentration fields, length scales and mass transfer // Transport in Porous Media. 2002. V. 47. № 2. P. 195–214.
4. Дразин Ф. Введение в теорию гидродинамической устойчивости. М.: Физматлит, 2005. 287 с.
5. Любимова Т. П., Лепихин А. П., Паршакова Я. Н., Богомолов А. В., Ляхин Ю. С., Исахов А. Особенности гидродинамики водоемов с вертикальной плотностной неоднородностью водных масс в условиях активного техногенеза // Вычислительная механика сплошных сред. 2023. Т. 16, № 1. С. 115–124.

АРХИТЕКТУРА МНОГОЯЗЫКОВОЙ КОМПИЛЯЦИИ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCALABC.NET НА ПРИМЕРЕ ЯЗЫКА SPYTHON

Земляк А. С., Крылов В. В., Мовчан Е. В., Михалкович С. С.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: krylov@sfnedu.ru, emovchan@sfnedu.ru, azemliak@sfnedu.ru,
miks@sfnedu.ru

Платформа PascalABC.NET активно развивается последние несколько лет [1]. В неё добавляются новые функции, сервисы [2–4] В данной статье описывается создание многоязыковой среды на базе PascalABC.NET, а также разработка в ней компилятора языка SPython – подмножества языка Python. Кроме того, анализируются возможности применения данной многоязыковой системы в учебном процессе.

Python – популярный скриптовый язык программирования. Он является интерпретируемым с динамической типизацией. Python часто применяют при работе с большими данными и алгоритмами машинного обучения. Последние 6 лет происходит его активное внедрение в образовательный процесс. Тем не менее, у языка Python можно выделить и недостатки, среди которых:

- Низкая скорость выполнения программ интерпретатором.
- Необходимость требующей значительных ресурсов компьютера IDE для комфортного написания программ.
- Затруднительный процесс обнаружения семантических ошибок.

Вышеописанные проблемы фактически отсутствуют в среде PascalABC.NET. Программы на языке компилируются в платформе .NET, что повышает скорость выполнения. По той же причине упрощается и обнаружение семантических ошибок. Оно происходит ещё на этапе компиляции. IDE, поставляемое вместе с компилятором, не нагружает систему, в отличие от, например, популярной среды разработки для языка Python PyCharm.

SPython (Static Python) – разрабатываемый авторами язык, реализующий некоторое подмножество языка Python. Ключевыми его отличиями является наличие компилятора и статической типизации.

Воспользовавшись опытом предыдущих работ над языком PascalABC.NET [5], авторы предлагают механизм для поддержки возможности запуска программ на других языках в инфраструктуре языка PascalABC.NET, в том числе SPython. Он затрагивает ступени лексического,

синтаксического и семантического анализа [8]. Последовательность компиляции программы на языке платформы PascalABC.NET теперь выглядит следующим образом:

1. Обработка исходного текста программы, предшествующий лексическому и синтаксическому анализатору. Для языка SPython из текста удаляются однострочные комментарии и добавляются в него токены для начала и конца блоков кода обозначаемыми отступами, токены для конца выражений, для их корректного последующего разбора. Благодаря данной обработке реализована структура кода языка SPython на основе отступов.
2. По расширению файла программы автоматически выбираются лексический и синтаксический анализаторы. Они могут быть собраны отдельно, автоматически загружены при запуске среды PascalABC.NET. Данный механизм в платформе уже присутствовал, но в рамках данной работы подвергнут рефакторингу в целях улучшения архитектуры в соответствии с [6].
3. Лексический анализ текста программы. Обработанный файл разбивается на токены.
4. Синтаксический анализ потока токенов. Формируется синтаксическое дерево программы. Следует отметить, что синтаксическое дерево строится в терминах языка PascalABC.NET. Это позволяет на дальнейших этапах компиляции использовать уже реализованные в последнем обработчики.
5. Для программы загружаются стандартные модули её языка. Пересмотрен способ их подключения, существовавший в среде PascalABC.NET. Стандартный модуль языка представляет из себя модуль, написанный на языке PascalABC.NET и содержащий некоторые стандартные функции реализуемого языка. Модуль PABCSystem в программах на реализуемом языке недоступен.
6. По расширению файла выбирается транслятор из синтаксического дерева в семантическое. Создан механизм их загрузки, аналогичный загрузке синтаксических анализаторов. Трансляторы новых языков разрабатываются на основе уже реализованного для языка PascalABC.NET [7].
7. Транслятор переводит синтаксическое дерево программы в семантическое. Семантическое дерево строится в терминах языка PascalABC.NET, что позволяет в дальнейшем применять уже реализованные семантические преобразователи. Транслятор предоставляет возможности как для расширения, так и для сужения семантики по сравнению с языком PascalABC.NET.

Данная схема позволяет сделать платформу PascalABC.NET в полной мере многоязыковой. Важной возможностью этой среды является написание и подключение программ на разных языках друг к другу. На любом

языке данной многоязыковой среды можно создать модуль и впоследствии подключить его к другой программе проекта. Так, программы на языке SPython могут подключать к себе модули, написанные как на PascalABC.NET, так и на SPython. Программы же на PascalABC.NET теперь могут подключать к себе модули и на языке SPython. Важно сказать, что программы-модули на SPython синтаксически не отличаются от исполняемых программ. Определение их типа происходит на этапе компиляции.

В языке SPython как подмножестве Python реализовано следующее:

1. Четыре типа данных: целые и вещественные числа, строки, булевы значения.
2. Функции приведения типов на уровне стандартной библиотеки.
3. Арифметические операции над числовыми типами: сложение, умножение, вычитание, целочисленное деление, взятие остатка от деления.
4. Логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция.
5. Таблица приоритетов языка Python.
6. Циклы for и while с поддержкой операторов continue и break.
7. Объявление функций и их последующий вызов. В описании функций явно указывается тип формальных параметров и возвращаемого значения (при его наличии).

Рассмотрим пример программы, написанной на языке Python. Сравним время выполнения её в среде PascalABC.NET и в популярном интерпретаторе CPython.

Пример. Вычисление суммы ряда $1/n$, $n \geq 1$.

Текст программы на языке Python (на языке SPython программа записывается аналогично):

```
from time import *
n = 100000000
i = 1.
sum = 0.
start = time() * 1000
while i < n:
    sum = sum + 1.0/i
    i = i + 1
print(sum, time() * 1000 - start)
```

Характеристики системы: процессор AMD Ryzen 5 4600H, x64, операционная система Windows 11.

При использовании компилятора SPython в среде PascalABC.NET в режиме Release получен следующий результат:

```
18.9978964038526 126.071533203125
```

При использовании же интерпретатора CPython:

```
18.997896403852554 16878.864990234375
```

Программа на языке SPython по времени выполнения соответствует аналогичной на языках C# и PascalABC.NET, что в 100 раз быстрее интерпретатора CPython.

Таким образом, реализованная архитектура многоязыковой компиляции и язык SPython открывают новые возможности для PascalABC.NET как образовательной платформы. Обучающиеся смогут не пользоваться многочисленными «тяжелыми» промышленными IDE и при этом продолжать программировать на удобном им языке. Программа на нём будет выполняться со скоростью компилируемых языков PascalABC.NET и C#.

Литература

1. Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET: 20 лет развития / XXX Научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов-на-Дону, 2023. С. 287–290.
2. Михалкович С. С. Первое сообщение о модуле невидимой автоматической проверки заданий по программированию в среде PascalABC.NET / XXIX Научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 204–207.
3. Бондарев И. В., Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET: новые возможности 2015-16 гг. / Труды XXIII Научно-методической конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 69–71.
4. Михалкович С. С., Баглий А. П., Кобзарь Д. В., Пахомов А. А. Jupyter-ноутбуки для PascalABC.NET и их использование в учебном процессе / Материалы XXIX Научно-методической конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2022. С. 208–210.
5. Водолазов Н. Н., Михалкович С. С., Ткачук А. В. Опыт разработки учебного языка программирования для платформы .NET / СИТО2007. С. 71–73.
6. Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влссидес. Приемы объектно-ориентированного проектирования (паттерны проектирования). Питер, 2001, 368 с.
7. Водолазов Н. Н., Михалкович С. С., Ткачук А. В. Архитектура компилятора PascalABC.NET. / Труды IV Всероссийской научно-технической конференции «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». 2007 г., – С. 181–182.
8. Ахо, Альфред В., Лам, Моника С., Сети, Рави, Ульман, Джеффри Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2008 – 1184 с.

РАЗРАБОТКА ADVENTURE ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY 3D

Зиннатуллин К. С.

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

Введение.

Адвенчур (от слова Adventure – приключение) – жанр компьютерных игр, представляющий собой интерактивную историю с главным героем, управляемым игроком. Основной задачей адвенчур игры является предоставление игрокам захватывающего и хорошо проработанного сюжета, который бы мотивировал их исследовать мир игры, решать головоломки и раскрывать секреты.

Данный жанр игр был выбран, потому что его основным элементом является рассказ истории. Навык сторителлинга (от слова storytelling – рассказывание историй) является одним из важнейших навыков при создании игр. Также была задача создания игры, которая бы давала человеку иллюзию участия или вовлеченности в повествование.

Этапы разработки видеоигры.

1. Продумывание сеттинга и примерного лора (от слова lore – история).
2. Создание макетов локаций.
3. Прототипирование локаций на движке.
4. Реализация основного функционала.
5. Подгрузка Asset-ов (Игровой asset – это любой ресурс, который используется при разработке видеоигры – от 3D-моделей и текстур до звуковых эффектов и музыки) в движок и замена заглушек.
6. Тестирование.

Продумывание сеттинга и примерного лора.

Начальным этапом при создании игры является работа над сюжетом, который включает в себя сеттинг (среда, в которой происходит действие; место, время и условия действия) и подробное описание истории. В случае с игрой жанра адвенчур вышеописанные два факта особенно важны. В первую очередь необходимо определиться с сеттингом, от которого зависит, как именно происходит повествование. Далее пишется краткое содержание истории от начала и до конца. Это нужно для того, чтобы определить основные главы сюжета. Завершив работу над кратким содержанием, можно начать детальное описание глав.

Создание макетов локаций.

Окончательно определившись с деталями лора, можно приступить к созданию макетов локаций. Процесс создания начинается с поиска референсов (вспомогательное изображение: рисунок или фотография, которые художник или дизайнер изучает перед работой, чтобы точнее передать детали, получить дополнительную информацию, идеи). На основе собранных картинок (идейных вдохновителей) создаются концепции. После согласования различных концепций выбирается ключевая, которая в дальнейшем будет использована в игре. В свою очередь макет локаций строится из двух важных пунктов: выбранной итоговой концепции и прописанного сюжета.

Прототипирование локаций на движке.

Спроектировав макеты локаций, можно начать создание *blockout* (черновой 3D-уровень, построенный с использованием простых 3D-форм) сцен. В Unity распространён способ проектировки пространства при помощи пакета *ProBuilder*. Процесс проектирования происходит при помощи примитивных форм (куб, сфера, цилиндр и другие). Стоит отметить, что если пространство замкнутое, то инструментария данного пакета достаточно, если же работа происходит над открытым пространством, то отличным решением будет использовать 3D-объект *Terrain* для создания кастомного (то есть индивидуального, уникального) ландшафта. Конечным результатом данного этапа является локация, собранная при помощи примитивных форм, в которой в будущем при подгрузке ассетов будут заменены формы-заглушки на готовые модели.

Реализация основного функционала.

Так как разрабатываемая игра в жанре адвенчур, то основное внимание при продумывании функционала было сфокусировано на том, как рассказать игроку историю посредством геймплея. В игре была реализована диалоговая система между главным персонажем и его спутником, который рассказывал ему о мире, в котором он находится. Для создания челленджа (от слова *challenge* – испытание) были продуманны и разработаны головоломки на физике движка Unity. Из базового функционала были реализованы: камера от первого лица и классическое движение персонажа при помощи привязывания отдельных движений к нажатию клавиш *W*, *A*, *S*, *D*.

Подгрузка *Asset*-ов в движок и замена заглушек.

Завершив реализацию основного функционала игры, можно приступить к поиску доступных и бесплатных ассетов (или прибегнуть к собственному проектированию моделей). Путем поиска на различных интернет-платформах, предоставляющих бесплатные 3D-модели, были найдены подходящие под стилистику разрабатываемой игры. Затем они были подгружены в игровой движок и расставлены на месте заглушек.

Тестирование.

Было проведено несколько тестирований, которые применялись на различных этапах разработки. Посредством тестирования были выявлены и

своевременно устранены незначительные баги (от слова bug – ошибка) в игре.

Заключение.

Описываемый продукт является лишь ДЕМО-версией (то есть демонстрационным вариантом). Он предназначен для ознакомления с игровым процессом и историей. В дальнейшем будущем данные наработки послужат созданию полноценного игрового приложения.

Литература

1. Документация: Документы и справочники по работе с экосистемой Unity. – 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.unity.com/> (Дата обращения 01.04.2024).
2. Level Design in Unity: Blocking Out a Cyberpunk Scene with UModeler [Электронный ресурс]. URL: <https://80.lv/articles/level-design-in-unity-blocking-out-a-cyberpunk-scene-with-umodeler/> (Дата обращения 01.04.2024).
3. Glover G. A Guide to First and Third Person Cameras for Unity Games [Электронный ресурс]. URL: <https://gamedevacademy.org/unity-3d-first-and-third-person-view-tutorial/> (Дата обращения 01.04.2024).
4. John Leonard French Dialogue Systems in Unity [Электронный ресурс]. URL: <https://gamedevbeginner.com/dialogue-systems-in-unity/> (Дата обращения 01.04.2024).

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

И А. Е., Юдина В. А.

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

E-mail: aei@sfedu.ru, iudina@sfedu.ru

На данный момент произошел большой скачок загруженности автомобильных дорог ввиду увеличения количества транспортных средств. Количество автомобилей продолжает расти, загружая дорожную инфраструктуру города, тем самым создавая ряд проблем, связанных с экологией и жизнью человека, следовательно оптимизация организации транспортных потоков становится все более актуальной. Решение проблем оптимизации дорожного движения имеет большое значение для повышения эффективности, безопасности и устойчивости городских транспортных систем.

Наряду с классическими подходами оптимизации дорожной инфраструктуры (в большей части сводящейся к расширению существующей дорожной сети, строительству новых дорог), можно отметить возрастающую актуальность оптимизации транспортных потоков на основе существующей дорожной инфраструктуры. Объясняется это развитием автономных транспортных средств, для которых возможны специфичные алгоритмы маршрутизации и локального контроля.

В работе рассматриваются методы организации автомобильного движения, включая оптимизацию сигналов светофора [1] и реализацию различных стратегий поиска пути. Следует отметить, что аналитическое исследование данных задач довольно сложно, и в рамках данной работы предполагается их исследование с помощью имитационного моделирования.

Оптимизация светофоров на перекрестках играет важную роль в управлении потоками транспорта и повышении эффективности дорожного движения. Вот несколько методов оптимизации светофоров на перекрестках:

Классическим способом оптимизации светофоров на перекрестках – это синхронизация их работы. При синхронизации светофоров на нескольких перекрестках вдоль одной дороги можно создать "зеленую волну", которая обеспечивает более плавное и непрерывное движение автотранспорта по дороге, что в конечном итоге способствует сокращению времени в пути и уменьшению вероятности образования пробок. Использование данного метода в имитационной системе показало, что данный подход сложно будет реализовать на реальных дорогах.

Также в рамках имитационной системы реализован режим адаптивного управления светофорами [2]. В данном случае каждый светофор имеет свою зону ответственности, включающую участки дорог на подъездах к перекрестку, и умеет распознавать загруженность этих участков в текущий момент времени. Последним из рассмотренных методов является установка датчиков движения на перекрестках, которые позволяют светофорам определять наличие автомобилей и пешеходов и соответственно регулировать время сигналов для минимизации ожидания. Вдобавок рассматривается подход, при котором участники движения, располагая построенными маршрутами, информируют систему о последовательности светофоров, которые они должны проехать. На основе полученных данных система определяет наилучшую последовательность работы светофоров, тем самым увеличивая пропускную способность перекрестков.

Не менее важную роль играет оптимизация дорожного движения посредством алгоритмов поиска пути [3, 4]. Оптимизация пробок с использованием алгоритмов построения маршрутов предполагает использование вычислительных методов для определения наиболее эффективных маршрутов движения транспортных средств через перегруженные районы. Для этого в работе будут рассмотрены следующие алгоритмы:

Первым алгоритмом является алгоритм A^* – популярный выбор для поиска пути при оптимизации трафика. A^* может использоваться для нахождения оптимального маршрута между двумя точками, учитывая, что каждый участник дорожного движения желает в кратчайшее время достичь конечной точки. Несмотря на то, что этот алгоритм представляет индивидуальные интересы каждого участника дорожного движения, его можно использовать с корректировкой эвристики, представляющей системные интересы.

Алгоритм Форда-Фалкерсона применяется для нахождения максимального потока в сети, что делает его более подходящим для решения задачи маршрутизации в сетях с учетом потока трафика. Данный алгоритм может использоваться для оптимизации распределения трафика между различными маршрутами, учитывая пропускную способность дорог и объем трафика. Данный алгоритм предоставляет возможность назначать некоторым участникам дорожного движения путь, который будет благоприятно влиять на загруженность инфраструктуры города.

Использование “сломанного” алгоритма A^* и Форда-Фалкерсона в имитационной системе показало, что назначение некоторым водителям не самого короткого из возможных маршрутов положительно сказывается на общей работе дорожной системы.

Литература

1. Селиверстов С. А., Шаталова Н. В., Сазанов А. М., Никитин К. В., Бендерская Е. Н., Лукомская О. Ю. Анализ современных подходов оптимизации систем регулирования дорожным движением [Электронный ресурс] – URL: <https://scm.etu.ru/assets/files/2021/scm21/papers/152-154.pdf>. (Дата обращения: 19.03.2024).
2. Х. Мирзаи Разработка адаптивного алгоритма контролера светофора с приоритетной выборкой в режиме реального времени. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2017/01/2017-01-04.pdf> (Дата обращения: 19.03.2024).
3. Сошников А. Н. Оценка эффективности и способы оптимизации дорожного движения [Электронный ресурс] // Московский городской педагогический университет 2016 г. // URL: <https://izron.ru/articles/razvitiie-tekhnicheskikh-nauk-v-sovremennom-mire-sbornik-nauchnykh-trudov-poitogam-mezhdunarodnoy-na-sektsiya-8-transport-i-svyaz-korablestroenie-spetsialnost-05-22-00-05-08-00/otsenka-effektivnosti-i-sposoby-optimizatsii-dorozhnogo-dvizheniya/>.
4. Зотов Л. Л. Теория транспортных потоков и систем // Издательство СЗТУ – 2008.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО ЛАЗЕРА НА ТРОЙНОЙ СМЕСИ ПАРОВ МЫШЬЯКА С ГЕЛИЕМ И НЕОНОМ

Иванов И. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: igivanov@sfedu.ru

Как установлено нами ранее [1], “перезарядка” – столкновение второго рода атомов металла с ионами буферного инертного газа (гелия, неона, аргона) в плазме разряда с полым катодом (ПРПК) – является эффективным механизмом накачки многих ионных лазеров на парах металлов (ИЛПМ). Традиционный способ увеличения набора длин волн излучения такого ИЛПМ для его использования, например, в измерительной технике, заключается в применении с одним буферным газом паров двух рабочих металлов. Это обеспечивает одновременную перезарядку для обоих металлов, однако, вызывает существенное усложнение как конструкции лазера, так и способов стабилизации давлений паров [2]. В [3] нами было предложено с целью увеличения набора длин волн излучения ИЛПМ с накачкой перезарядкой в ПРПК, использовать для паров одного рабочего металла смесь двух буферных газов (гелия и неона), каждый из которых накачивал перезарядкой различные группы ионных квантовых переходов металла, принадлежащих различным частям спектра. Там же приведены спектры излучения таких ИЛПМ на парах таллия, серебра, меди, теллура.

Цель данной работы состояла в анализе возможности одновременной накачки ионных квантовых уровней и лазерных переходов еще одного вещества, паров мышьяка, в ПРПК в двухкомпонентном буферном газе – смеси гелия и неона. Методом компьютерного моделирования выполнялась оптимизация режима накачки этого лазера.

Оказалось, что в таком режиме разряда возможна одновременная накачка ионных лазерных переходов мышьяка: с $\lambda=455,06\text{нм}$ (квантовый переход $5d^3F_2-5p^3D_1 As^+$) и $\lambda=459,28\text{нм}$ (переход $5d^3F_3-5p^3D_2 As^+$) в синей, и с $\lambda=507,82\text{нм}$ (переход $5d^3F_4-5p^3D_3 As^+$) в зеленой частях спектра, а также с $\lambda=602,48\text{нм}$ (переход $4s^24p5p^1P_1-4s^24p5s^3P_0 As^+$) в красной части спектра. Переходы в синей и зеленой частях накачиваются перезарядкой с атомов мышьяка на ионах гелия (реакция в ПРПК: $He^+ + As_0 \rightarrow He_0 + As^{+*}$), а лазерный переход в красной части – перезарядкой на ионах неона (реакция в ПРПК: $Ne^+ + As_0 \rightarrow Ne_0 + As^{+*}$). В результате данный лазер излучает три цвета базовой цветовой модели видимого излучения.

Компьютерная модель представляла собой математическое описание: РПК и её параметров; перезарядочных столкновений (He^+As_0) и (Ne^+As_0) и их скоростей; параметров накачки перезарядкой уровней $5d$ и $4s^24p5p$ As^+ , учитывающей связанные с этими уровнями спонтанные и столкновительные переходы; системы однородных кинетических уравнений для 12-ти лазерных и связанных с ними уровней As^+ , что позволило найти их приведенную населенность и значения инверсии населенностей уровней для лазерных переходов As^+ с учетом каскадных излучательных и безызлучательных переходов.

Использовались программный пакет компьютерной алгебры *Maple*, а также приложение *MSExcels* и пакет программ *Origin*.

Расчеты по модели позволили так же, как и в [3], найти оптимальные величины давления гелия, неона, паров мышьяка, плотности разрядного тока; выявить, как влияет перезарядка атомов мышьяка с каждым из газов на оптимальное давление другого, а также прогнозировать выходные параметры He-Ne-As^+ ионного лазера.

Результаты компьютерного моделирования показывают, что происходящий в плазме РПК процесс перезарядки Ne^+As_0 в целом не влияет на скорость накачки верхних лазерных уровней переходов с $\lambda=455,06\text{нм}$ (переход $5d\ ^3F_2 - 5p\ ^3D_1$ As^+) и $\lambda=459,28\text{нм}$ (переход $5d\ ^3F_3 - 5p\ ^3D_2$ As^+) в синей, и с $\lambda=507,82\text{нм}$ (переход $5d\ ^3F_4 - 5p\ ^3D_3$ As^+) в зеленой частях спектра, заселяемых перезарядкой в столкновениях He^+As_0 . Найдено также, что перезарядка Ne^+As_0 в оптимальном по давлению газа режиме за счет каскадных переходов на $\sim 25\%$ повышает результирующую скорость накачки и коэффициент усиления на переходе с меньшей энергией возбуждения (с $\lambda=602,48\text{нм}$, переход $4s^24p5p\ ^1P_1 - 4s^24p5s\ ^3P_0$ As^+), непосредственно заселяемого перезарядкой в столкновениях Ne^+As_0 .

Изменять соотношение энергии излучения He-Ne-As^+ ионного лазера на переходах в сине-зеленой и красной частях спектра можно путём изменения соотношения давлений компонент бинарного буферного газа.

Литература

1. Ryazanov A. V., Ivanov I. G., Privalov V. E. About Creation of Population Inversion in Mixture of Inert Noble Gas and Metal Vapor // *Optical Memory and Neural Networks*. 2014. Vol. 23. N 3. P. 177–184.
2. Ivanov I. G., Latush E. L., Sem M. F. *Metal Vapour Ion Lasers: Kinetic Processes and Gas Discharges*. – Chichester: John Wiley & Sons, 1996. – 285 pp.
3. Иванов И. Г. Компьютерное моделирование параметров ионного лазера на смеси паров теллура с бинарным буферным газом / В сб. “Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития” // *Материалы XXX научной конференции*. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ. 2023. 444 с. С. 193–194.

ОБЗОР ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ МЕТОДОМ ГРАФОВЫХ ГРАММАТИК

Иванченко В. В.

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

E-mail: vivanchenko@sfedu.ru

Создание детализированных моделей и текстур для компьютерной графики и видеоигр в частности является сложной и объёмной задачей. Для автоматизации этого процесса создано множество разных алгоритмов процедурной генерации, каждый из которых специализируется на своём классе порождаемых объектов. Многообещающим методом являются активно исследуемые графовые грамматики. Изначально созданные для распознавания изображений, они применяются для анализа широкого спектра типов объектов, поскольку графом можно описать карту уровня, изображения, меши, музыку, программный код, структуру базы данных, белки [1, 2]. В данном обзоре мы сосредоточимся на двумерных и трёхмерных структурах, такие как текстуры и полигональные модели.

Графовая грамматика определяется парой: начальным графом и набором продукций – правилами замены одного подграфа на другой. Есть два основных подхода к работе с продукциями: алгебраический [2] и теоретико-множественный [1]. В процедурной генерации превалирует алгебраический подход, при котором продукции задаются с помощью двух морфизмов, один из которых определяет замену вершин, а второй – рёбер. Алгебраический подход также часто рассматривают как состоящий из операций разрезания и склейки [3, 4] (пример на рис. 1.). С другой стороны, графовые грамматики разделяют [1] по использованию свойств графа на геометрические и семантические. Под семантическими графовыми грамматиками подразумевают такие грамматики, в которых при описании графа никак не учитывается взаимное расположение вершин между собой, а сами вершины могут обозначать собой целые фигуры или трёхмерные объекты. Под геометрическими подразумевают такие графовые грамматики, в которых каждая вершина графа напрямую соответствует вершине, получающейся в результате фигуры, а в дополнительных атрибутах может храниться информация об углах между рёбрами [3], такие варианты графовых грамматик сходны по свойствам с грамматиками форм [5]. В работе [4] демонстрируются возможности по генерации двумерных фигур реализованной графовой грамматикой с возможностью задания произвольных атрибутов. Автор воспроизвёл возможности генерации кривых и деревьев, подобным порождаемым L-системами, а также продемонстрировал возможности по генерации фасадов зданий и

орнаментов, аналогичных таковым у алгоритмов процедурной генерации на основе грамматик форм, однако, с большими вычислительными затратами.

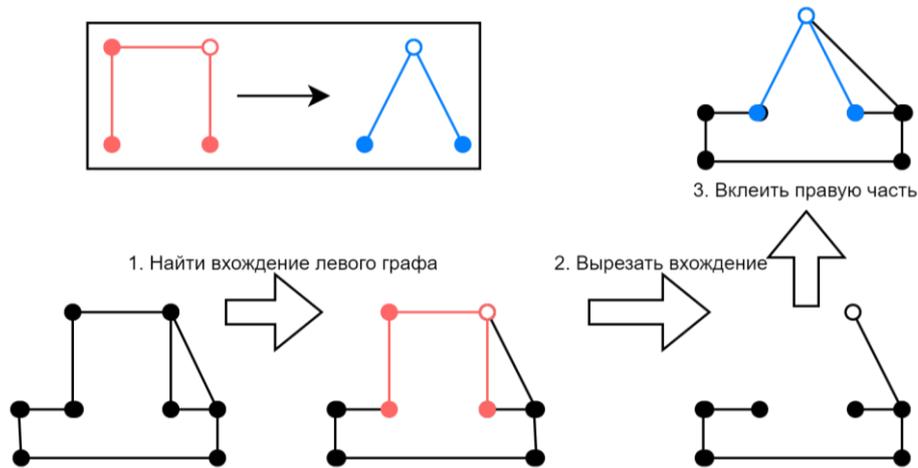


Рис. 1. Пример применения продукции

Нередко графовые грамматики комбинируют с другими методами процедурной генерации. Так, например, в работе [6] совместно используются графовая грамматика и грамматика формы для автоматического создания уровня с подземельями. С помощью графовой грамматики генерируется логический граф игровой миссии: в каком порядке и какие типы комнат подземелья должен обойти игрок, чтобы закончить миссию. На основе полученного графа генерируется игровое пространство, но уже с помощью грамматики форм. В схожей манере графовая грамматика комбинируется с генеративно-состязательной нейронной сетью в более свежей работе [7], где графовая грамматика используется для генерации общей структуры уровня и определения взаимного расположения комнат, а их содержимое генерируется нейронной сетью.

Одной из основных проблем при работе с графовыми грамматиками является составление подходящей под задачу грамматики, поскольку это требует нетривиальных знаний. В недавней статье [3] эта задача решается построением грамматики на основе примеров двумерных и трёхмерных моделей. Метод является развитием идей γ -схожести и γ -симметрии для грамматик форм [8]. В статье вводится понятие локальной симметрии, позволяющей нарезать модель на небольшие графы. Из набора нарезанных графов организуется их иерархия, на основе которой создаётся графовая грамматика. Новый метод позволяет автоматически генерировать грамматики для более сложных трёхмерных примеров, чем раньше, но они всё ещё должны быть локально симметричны, например, в случае декоративных деформаций объектов их нужно наносить дополнительным постэффектом после генерации объекта.

Другой важной проблемой при использовании грамматик в процедурной генерации является контроль над глобальными ограничениями,

поскольку в продукциях можно контролировать только локальные свойства. Возможным решением данной проблемы является применение методов Монте-Карло. В статье [9] генерировали различные варианты топологии локальных сетей методом графовых грамматик с оптимизацией набора характеристик (общая стоимость, латентность, нагруженность). Для поиска оптимальных вариантов топологий, авторы статьи применили поиск Монте-Карло по дереву применений продукций, что позволило добиться соблюдения глобальных ограничений результатами генерации. Однако, такой метод хорошо работает только при небольших и хорошо продуманных грамматиках, что усложняет комбинирование данного метода с грамматиками, генерируемых на примерах [3] из-за их размеров.

Рассмотренные графовые грамматикки позволяют процедурно генерировать разнообразный контент. Были выявлены недостатки, устранение которых требует дальнейших исследований: способы оптимизации грамматик, генерации грамматик по более сложным примерам и методы соблюдения глобальных ограничений.

Литература

1. Fahmy H., Blostein D. A survey of graph grammars: Theory and applications //International Conference on Pattern Recognition. – IEEE Computer Society Press, 1992. – С. 294.
2. Albane S., Slimani H., Kheddouci H. Graph grammars according to the type of input and manipulated data: A survey //Computer Science Review. – 2018. – Т. 28. – С. 178–203.
3. Merrell P. Example-based procedural modeling using graph grammars //ACM Transactions on Graphics (TOG). – 2023. – Т. 42. – №. 4. – С. 1–16.
4. Pogrzebacz V., Ilčík M. A Graph Grammar for Modelling of 2D Shapes //Proceedings of the 23rd Central European Seminar on Computer Graphics. – 2019.
5. Gu N., Amini Behbahani P. Shape grammars: A key generative design algorithm //Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences. – Cham : Springer International Publishing, 2021. – С. 1385–1405.
6. Dormans J. Adventures in level design: generating missions and spaces for action adventure games //Proceedings of the 2010 workshop on procedural content generation in games. – 2010. – С. 1–8.
7. Gutierrez J., Schrum J. Generative adversarial network rooms in generative graph grammar dungeons for the legend of zelda //2020 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC). – IEEE, 2020. – С. 1–8.
8. Bokeloh M., Wand M., Seidel H. P. A connection between partial symmetry and inverse procedural modeling //ACM SIGGRAPH 2010 papers. – 2010. – С. 1–10.
9. De Moraes R. S., Nadjm-Tehrani S. NetGAP: A Graph-Grammar approach for concept design of networked platforms with extra-functional requirements //arXiv preprint arXiv:2306.07778. – 2023.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ОТВЕТАХ НА ВОПРОСЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИГР

Игнатенко Е. А.

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

E-mail: iignatenko@sfnedu.ru

Большие языковые модели активно применяются для широкого круга задач: одной из них является системы автоматического ответа на вопрос: в том числе, для открытых и закрытых генеративных систем (Open и Closed Generative Question Answering). Для этой задачи существует много разных по формату, области знаний и оцениваемым характеристикам модели наборов данных. Среди них есть те, которые оценивают способность модели рассуждать логически или проверяют понимание бытовых концепций и ассоциаций [1].

Для этих целей особый интерес представляют данные, основанные на материалах (вопросах и ответах) интеллектуальных игр, в частности спортивного «Что? Где? Когда?». Это обусловлено тем, что они, с одной стороны, опираются на общеизвестные факты и бытовые ассоциации, а с другой, эти факты в тексте вопроса скрыты. Чтобы их восстановить и дать успешный ответ, модели нужно уметь находить неочевидные связи внутри текста и восстанавливать логические цепочки, опираясь на обрывочные сведения и представления о мире. Поэтому такие данные предоставляют возможность исследовать способности больших языковых моделей с несколько новой стороны.

Также, база вопросов «Что? Где? Когда?» [2] за годы существования накопила в себе более 350 тысяч вопросов. Эти данные естественным образом размечены в формате «вопрос-ответ» и часто имеют список альтернативных правильных версий и авторские комментарии и ссылки на источники, что делает их удобным материалом для формирования наборов данных.

Целью данной работы является исследование эффективности больших языковых моделей в применении их к задаче ответа на вопросы интеллектуальных игр и способов ее улучшения. Для этого были рассмотрены различные варианты языковых моделей, обученных на русскоязычных текстах: проприетарные (GigaChat) и с открытым кодом (saiga); было проведено сравнение их эффективности.

Тестовый набор, состоящий из 1000 вопросов, был создан на основании данных из базы вопросов интеллектуальных игр для школьных и студенческих

лиг, так как они содержат достаточно очевидные логические цепочки и опираются на наиболее общеизвестные факты.

Помимо этого, был проведен анализ методов, которые используются для улучшения работы модели на конкретной задаче: обусловленная генерация (Retrieval Augmented Generation, RAG) и дообучение [3].

Для этих методов дополнительно был собран набор данных, составленный из 30 тысяч вопросов, содержащихся в базе материалов интеллектуальных игр, комментариев к ним и ответов.

Для RAG вопросы были загружены в векторную базу данных. По ней во время запроса проводился поиск с помощью другой модели, и наиболее близкие экземпляры добавлялись в запрос к большой языковой модели как дополнительный контекст.

Также в работе приводятся результаты дообучения модели на упомянутых выше данных. Из-за ограниченных вычислительных мощностей для дообучения использовались только модели с небольшим числом параметров. Было проведено сравнение результатов обоих методов для одной и той же изначальной модели.

Таким образом, в рамках данной работы были созданы наборы данных, основанные на материалах интеллектуальных игр. Был проведен анализ эффективности автоматической генерации ответов большими языковыми моделями. Были рассмотрены традиционные варианты улучшения эффективности таких моделей и проанализированы возможные дальнейшие пути для исследований.

Литература

1. Modern Question Answering Datasets and Benchmarks: A Survey, <https://arxiv.org/abs/2206.15030>.
2. Статистика сайта базы вопросов Интернет-клуба «Что? Где? Когда?», <https://db.chgk.info/stat>.
3. Enhancing Large Language Model Performance To Answer Questions and Extract Information More Accurately, <https://arxiv.org/abs/2402.01722>.

РАСШИРЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СРЕДЕ UNITY

Игнатенко И. Д.

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

E-mail: iignatenko@sfnedu.ru

При разработке игровых миров регулярно возникает необходимость в создании множества статических трехмерных объектов для наполнения игровой сцены. Стандартными решениями этой задачи являются ручная реализация необходимых объектов специалистами по трехмерной графике или использование шаблонных наборов объектов по требуемой тематике. Первый подход приводит к нерациональному использованию рабочего времени специалистов по 3D моделированию. При втором подходе теряется индивидуальность дизайна игрового мира, и он не выделяется из общей массы проектов с похожей тематикой. Еще одним способом создания геометрии игровой сцены является использование средств визуализации фотограмметрических данных. Существующие средства визуализации обладают рядом недостатков:

- низкая визуальная достоверность;
- высокая вычислительная нагрузка;
- отсутствие возможности интерпретировать и легко изменять получаемую геометрию.

Целью данной работы является создание расширения для игрового движка Unity для визуализации фотограмметрических данных на основе новейшего метода Gaussian 3D Splatting [1], позволяющего устранить большинство недостатков существующих решений и обладающего достаточной производительностью для использования в играх.

Принцип работы метода заключается в следующем (рисунок 1): при помощи алгоритма Structure from motion [2] из множества фотографий объекта с разных ракурсов строится облако точек. Затем, берется некоторое множество особых трехмерных функций, называемых гауссианами, и оптимизируется таким образом, чтобы наиболее точно отражать целевую геометрию объекта с разных углов обзора. После завершения процесса оптимизации производится растеризация полученного набора гауссианов при помощи средства визуализации [3].

Ключевыми особенностями метода Gaussian 3D Splatting являются:

- простота интерпретации и возможность легкого изменения получаемой на выходе алгоритма геометрии сцены, за счет её представления в виде набора простых колоколообразных функций (гауссианов);

- скорость обучения, высокая относительно MipNeRF360 [4] и сопоставимая с Instant-NGP [5], достигающаяся за счет использования всего одного слоя в классическом алгоритме стохастического градиентного спуска с обратным распространением ошибок;
- производительность во время визуализации (кадры в секунду), многократно превышающая результаты работы MipNeRF360 и Instant-NGP (рисунок 2) благодаря использованию тайлового растеризатора на основе современных подходов к программной отрисовке.

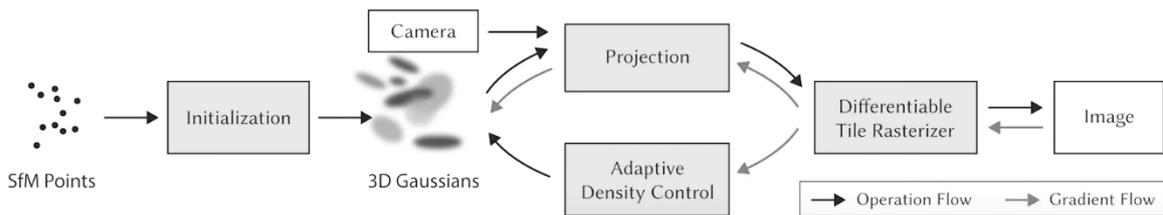


Рис. 1. Пошаговая схема работы метода Gaussian 3D Splatting [1]

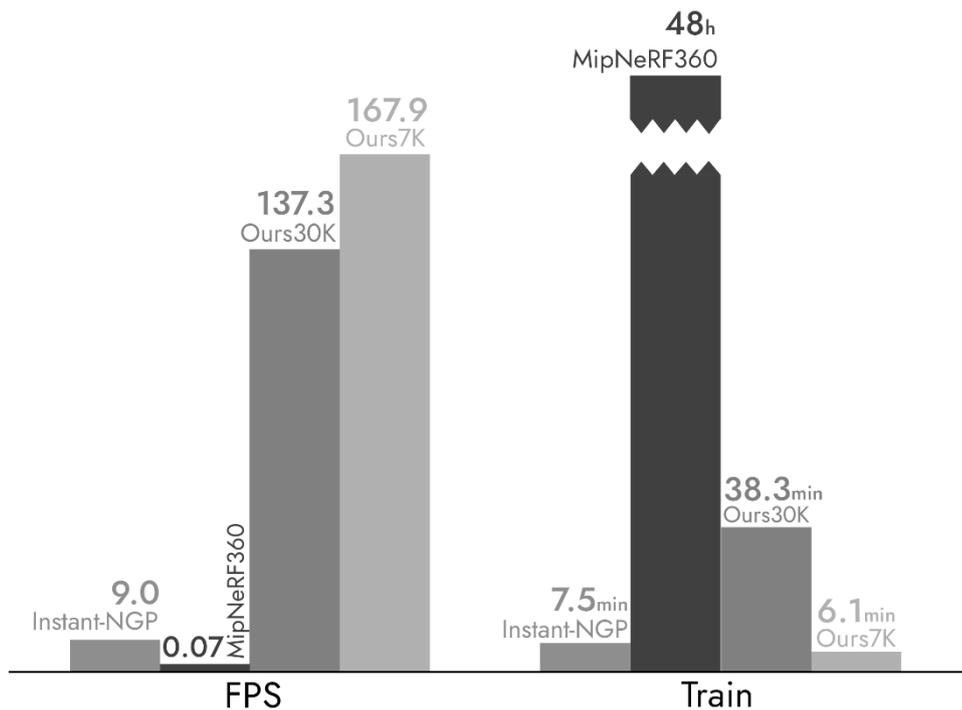


Рис. 2. Сравнение времени обучения (справа) и количества кадров в секунду во время визуализации (слева) для различных методов [6]

Таким образом, разрабатываемое в рамках этого проекта расширение представляет собой модуль, написанный на языке программирования C#, позволяющий импортировать в проект Unity заранее подготовленные

фотограмметрические данные, достоверно и эффективно их визуализировать и изменять в режиме реального времени при помощи встроенных в редактор сцен Unity средств.

Применяемые в проекте технологии позволяют заранее произвести ресурсоемкую оптимизацию геометрии игровых сцен на мощных компьютерах игровой студии и за счет этого уменьшить размер итогового дистрибутива игры с сохранением качества изображения в неизменном виде и свойств платформонезависимости. Особенности технической реализации проекта также позволяют избавиться от привязки к проприетарной технологии CUDA компании NVIDIA, зависимость от которой свойственна всем существующим средствам визуализации фотограмметрических данных в этом формате.

Такой подход является необходимым для успешного применения метода Gaussian 3D Splatting в игровой индустрии, так как он обеспечивает максимально возможный охват аудитории пользователей игровых устройств с графическими процессорами всех существующих на рынке производителей.

Литература

1. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering / B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkühler, G. Drettakis // ACM Transactions on Graphics. – 2023. – Т. 42, № 4. – С. 1–14.
2. Ullman, S. The interpretation of structure from motion / S. Ullman // Proceedings of the Royal Society of London. – 1979. – Т. 203, № 1153. – С. 405–426. – ISSN 2053-9193.
3. Репозиторий проекта SIBR Core : сайт. – URL:https://gitlab.inria.fr/sibr/sibr_core (дата обращения: 09.03.2024).
4. Mip-NeRF 360: Unbounded Anti-Aliased Neural Radiance Fields // arXiv.org : сайт. – URL: <https://arxiv.org/abs/2111.12077v1> (дата обращения: 09.03.2024).
5. Instant neural graphics primitives with a multiresolution hash encoding / T. Müller, A. Evans, C. Schied, A. Keller // ACM Transactions on Graphics. – 2022. – Т. 41, № 4. – С. 1–15. – ISSN 1557-7368.
6. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering : сайт. – URL: <https://repo-sam.inria.fr/fungraph/3d-gaussian-splatting/> (дата обращения: 12.03.2024).

НАТУРНАЯ ВАЛИДАЦИЯ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ВЫСОКОЙ СИММЕТРИЕЙ В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Казakov Е. А.

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

E-mail: Eugene.A.Kazakov@yandex.ru

Объекты с лучевой симметрией – гребной винт, пропеллер квадрокоптера, ветрогенератор – могут быть смоделированы как целиком, так и в виде единственного сектора, содержащего значащий повторяющийся элемент конструкции (лопасть, сектор втулки и осевого вала) и достаточный объём окружающего пространства [1]. Например, для четырёхлопастного винта достаточно смоделировать круговой сектор с углом 90° , содержащий одну лопасть и граничное условие симметрии: возмущение, вызванное псевдовращательным движением лопасти, распространяется до задней стенки сектора, и в неизменном виде генерируется на передней стенке в качестве последствий прохождения через воздух предыдущей лопасти.

В работе рассматривается валидация вычислительного эксперимента методом конечных элементов в среде моделирования ANSYS CFX путём натурального эксперимента на эквивалентной пропеллерной установке в аэродинамической трубе.

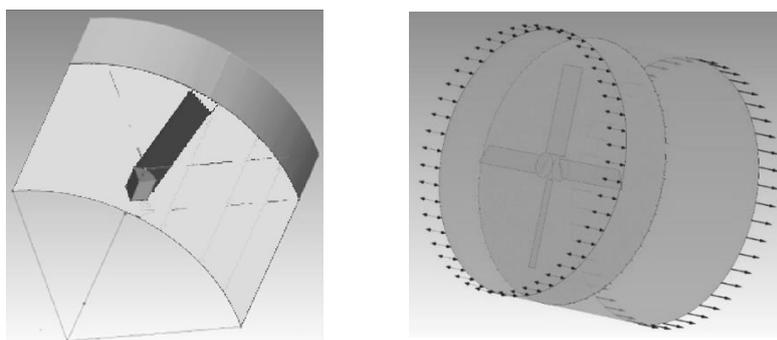


Рис. 1. Слева – сектор трёхмерной модели пропеллера, справа – полная модель с построенной структурированной тетраэдрической сеткой

В качестве модели выбрана система вращающихся пластин конечной толщины, имитирующая движение воздушного винта. Размер лопасти по размаху – 100 мм, по хорде – 23 мм, радиус втулки – 14 мм, профиль – *NACA-0008*, симметричный, угол установки лопасти – 25° (Рис. 1).

Модель идеального газа с кинематической вязкостью, пониженной на 7 порядков (близкой к нулю) и предписанной ламинарной системой потоков, условия давления и температуры нормальные, внешние наведённые потоки воздуха отсутствуют, количество элементов сетки порядка четырёх миллионов элементов на сектор.

В работе рассматривается валидация вычислительного эксперимента, проведённого методом конечных элементов в среде моделирования ANSYS CFX, путём натурного эксперимента на эквивалентной пропеллерной установке в аэродинамической трубе.

Для выявления степени корреляции данных натурный эксперимент проводился в аэродинамической трубе, установленной на кафедре теоретической и компьютерной гидроаэродинамики. В рамках традиционной конструкции [2,3], в трубе установлены два типа аэродинамических весов: вертикальные (установленные на задней стенке рабочей зоны трубы) и горизонтальные (установленные непосредственно под рабочей зоной трубы). Для крепления пропеллерной установки использовались горизонтальные аэродинамические весы. Рабочая зона представляет собой камеру в форме параллелепипеда 300x300x600мм с выравнивающей решёткой на входе и съёмной боковой дверцей. В ходе натурного эксперимента проводились серии обдувов воздушного винта с фиксированным углом установки, с корректировкой по числу оборотов в минуту. В качестве данных снимались показатели крутящего момента винта, возникающей горизонтальной силы и скорости потока воздуха, а также технологический параметр трубы, позволяющий добиться такого режима обдува (Таблицы 1-2).

Экспериментальная установка (Рис. 2) представляет собой вал с закреплённым на нём тензометрическим датчиком, способным регистрировать скручивание вала относительно продольной оси, оценивая таким образом количество оборотов в минуту и крутящий момент. Вал позволяет установить втулки воздушного винта с различным количеством лопастей (от одной до четырёх) с регулируемым углом установки лопасти в диапазоне от -30 до $+30$ градусов относительно плоскости вращения. Каждая лопасть представляет собой незакрученное крыло симметричного профиля с постоянной по размаху хордой, прямой передней и задней кромкой и прямыми законцовками, прямоугольное в плане. Размер лопасти по размаху – 100 мм, по хорде – 23 мм, радиус втулки – 14 мм.

Экспериментальная установка размещается в рабочей зоне аэродинамической трубы. С помощью державки, способной изменять угол наклона оси вращения винта относительно набегающего потока в диапазоне от 0 до 90 градусов, вал крепится к аэродинамическим весам, позволяющим, помимо прочего, получить значения возникающей подъёмной силы и силы сопротивления, а также опрокидывающий момент.

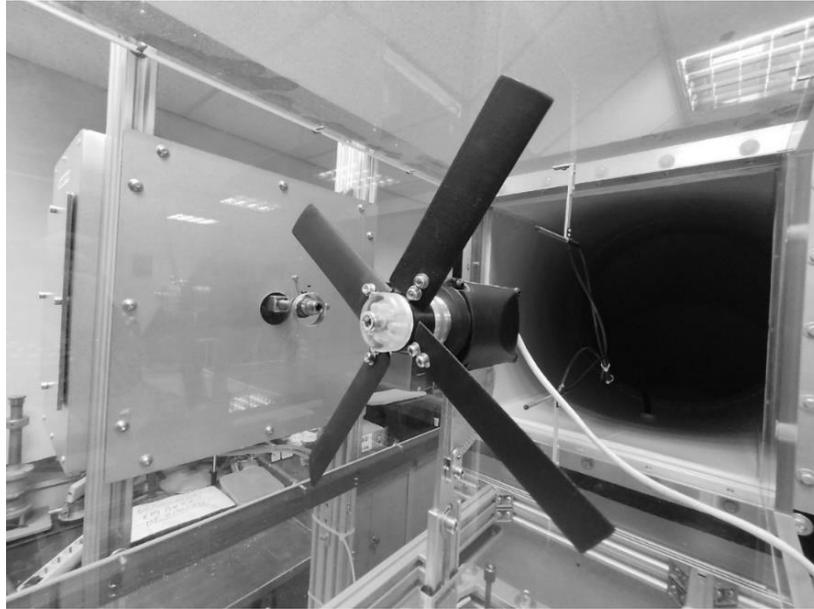


Рис. 2. Пропеллер в рабочей зоне аэродинамической трубы

Прибор не оснащён никакими двигателями, вращение пропеллера обеспечивается естественным воздействием набегающего потока на лопасти воздушного винта.

Таблица 1.

Данные замеров при угле установки 25°

№ серии	1	2	3	4	5	6
v , м/с	1,6	2,4	2,7	5,6	6,1	8,5
P , Н	17	40	98	294	245	529
Об/мин	50	150	300	1200	1570	2200
M , мНМ	-0,0002	-0,0012	-0,34	-0,116	-0,158	-0,22
$v_{уст}$, Гц	3,8	5,4	6,25	12	13,9	18,9

Таблица 2.

Данные замеров при углах установки 5° и 10°

$\alpha,^\circ$	5			10		
№ серии	1	2	3	1	2	3
v , м/с	11,3	19	21,8	4,5	7,7	10,3
P , Н	1842	4370	5400	235	560	1100
Об/мин	50	150	200	50	150	300
M , мНМ	-0,018	-0,032	-0,084	-0,06	-0,018	-0,023
$v_{уст}$, Гц	28,6	44,5	50	10,6	16,75	23,2

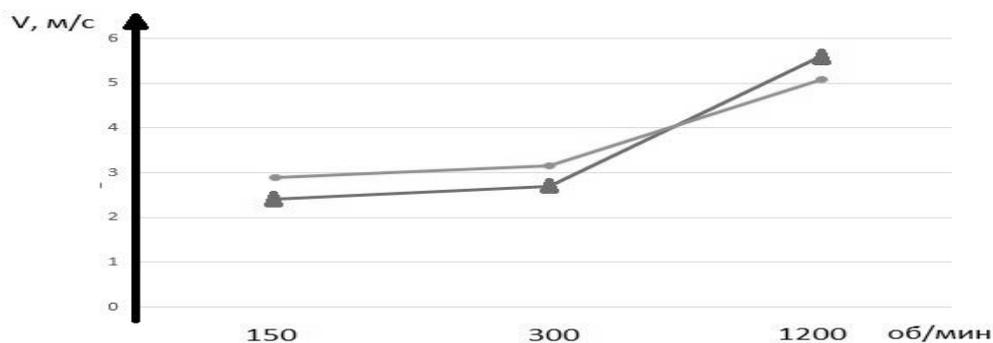


Рис. 3. График скорости воздушного потока, соответствующего заданному числу оборотов вала. Светлая линия (●) соответствует данным численного эксперимента, Тёмная (▲) – натурального

В результате сравнения полученных данных установлено соответствие с погрешностью приблизительно 17% (Рис. 3), что достаточно для проведения учебных экспериментов. Добиться большей точности совпадения можно использовав сетку с большим количеством элементов, с учётом в эксперименте центральной втулки, а также с изменением профиля лопастей на более полно соответствующий. Также, вероятно, в лучшую сторону скажется изменение модели турбулентности и установка стандартного значения кинематической вязкости. Помимо самого факта валидации модели результаты эксперимента могут быть полезны при разработке новых лабораторных работ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-06013.

Литература

1. Бондарчук А. А., Мещеряков К. И., Сумбатян М. А. Оптимизация геометрии лопасти турбины ветроэнергетической установки с применением генетического алгоритма //Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2013. – №. 3 (175). – С. 19–23.
2. 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.
3. Kursakov, Innokentiy & Kazhan, Egor & Gebbink, Roy. (2018). Computational study of wing deformation and sting interference effects with the CAEAVM test case. Chinese Journal of Aeronautics. 31. 10.1016/j.cja.2018.05.018.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

Казаченок В. В.

*Белорусский государственный университет,
г. Минск*

E-mail: kazachenok@bsu.by

Термин «Искусственный интеллект» (Artificial intelligence (AI)) был предложен в 1956 г. профессором Дж. МакКарти и определен как наука и технология создания интеллектуальных машин и компьютерных программ [1].

Обычно выделяют следующие типы искусственного интеллекта (ИИ).

Слабый ИИ (Narrow AI) приспособлен к решению конкретных задач. Активно используется сейчас в виде различных алгоритмов: голосовых помощников, систем распознавания лиц, рекомендательных и предсказательных систем, систем генерации речи.

Сильный или общий ИИ (Artificial General Intelligence) максимально приближен к человеческому. В идеале он способен на то же, что и мозг взрослого человека.

Определить, сильный перед вами ИИ или слабый, может помочь обычный тест Тьюринга – если по окончании разговора вы не сможете понять, кто на том конце провода, – значит, данный ИИ сильный.

По данным агрегатора прогнозов Metaculus, эта технология может появиться уже в 2034 году [2, 3].

Супер-ИИ (Super AI) предполагает способность ИИ к постоянному самосовершенствованию, самообучению и самостоятельной разработке новых систем и алгоритмов. Такой интеллект сможет превзойти человека во всех аспектах. Появление систем такого уровня станет возможным, когда ученые полностью изучат и смоделируют систему функционирования человеческого разума. Такой интеллект сформируется, по оценкам экспертов, к первому десятилетию XXII века [2].

Важно отметить, что внедрение ИИ призвано не заменить человека, а, наоборот, расширить его возможности и стать ему большим помощником.

Использование инструментов для поддержки или совершенствования обучения на основе ИИ за последнее десятилетие возросло в геометрической прогрессии. Однако по-прежнему недостаточно данных о том, как ИИ может содействовать улучшению результатов обучения и может ли он помочь теоретикам и практикам образования лучше понять, как происходит эффективное обучение.

Сегодня многие утверждения о революционном потенциале технологий ИИ в образовании основаны на предположениях, домыслах и оптимизме. В реальности использование устройств в аудиторной работе не привело к

ожидавшемуся повышению успеваемости (хотя и помогло задействовать новые педагогические методы, например, такие как «перевернутый класс»).

Часто декларируется, что цели создания искусственных преподавателей продиктованы соображениями образовательной эффективности. Однако, здесь возникает вопрос, действительно ли при внедрении искусственных педагогов во главу угла будет поставлена именно образовательная, а не экономическая эффективность.

В целом автоматизация обедняет знания, поскольку легче всего автоматизировать получение фактологической информации, которая не является приоритетной для эффективного обучения и переноса знаний на практику. Сложнее автоматизировать процессы обучения на уровне размышления, анализа и синтеза информации.

Сегодня от ИИ в обучении ожидается не только и не столько выполнение рутинной преподавательской работы, сколько построение единой рекомендательной системы и развитие и поддержка адаптивной образовательной среды, которая способствует достижению образовательных результатов, персонализации учебного процесса и повышает уровень вовлеченности [4]. Именно искусственный интеллект сыграет ключевую роль в реализации идеи персонализированного обучения – адаптации обучения, его содержания и темпа к конкретным потребностям каждого студента на основе анализа большого объема данных.

Отметим, что по мере усовершенствования функций ИИ они неизбежно избавят преподавателей от растущих трудозатрат. Соответственно, постепенно инструменты ИИ возьмут на себя задачи по передаче знаний, способствуя тем самым более примитивному мышлению студентов. В результате преподаватели будут играть менее заметную роль в процессе обучения.

Однако, чему и как учить – останется ответственностью и прерогативой преподавателя. Роль инструмента ИИ будет заключаться не только в упрощении работы преподавателя, но и в превращении ее в более коллегиальную. Таким образом, роль преподавателей является первостепенной. Также важна соответствующая поддержка их профессионального развития, которая включает формирование цифровых навыков.

Таким образом, использование искусственного интеллекта в образовании предлагает огромные возможности для улучшения процесса обучения и достижения больших успехов. Например, сегодня в ряде областей народного хозяйства применяется машинное обучение – это приложение искусственного интеллекта, которое позволяет компьютерам действовать без непосредственного программирования, а также учиться и совершенствоваться на основе полученного опыта без вмешательства или помощи человека. Здесь под машинным обучением понимается целый спектр алгоритмов, призванных помочь компьютерной программе работать без прямых

команд, то есть обучаться. При этом процесс обучения становится возможным при больших объемах данных.

Получается, что, с одной стороны, существует технологическая возможность для непрерывных процессов улучшений и оптимизации учебной деятельности, но вместе с тем она остается недоступной многим разработчикам образовательных программ.

Причин этому может быть несколько:

- дефицит «коробочных» решений, которые позволили бы быстро подключить систему интеллектуального анализа и использовать;
- высокие технические требования (не каждый методолог или педагогический дизайнер владеет статистическими методами или алгоритмами анализа данных);
- некоторая ригидность мышления при внедрении инновационных подходов, страх перед неизвестными комплексными инструментами [2].

Применение ИИ также сопряжено с определенными вызовами и ограничениями. Один из главных вызовов – это нехватка квалифицированных специалистов в области искусственного интеллекта. Еще одно ограничение состоит в недостатке доступных данных для обучения ИИ в образовании.

Технические проблемы также являются ограничителем использования искусственного интеллекта в образовании. Кроме того, необходимо обращать внимание на этические и социальные последствия использования искусственного интеллекта в образовании.

Одна из самых популярных и обсуждаемых тем, связанных с будущим ИИ, это появление искусственного сверхинтеллекта, который будет превосходить человеческий интеллект во всех областях. Такой интеллект может появиться, когда он станет способен сам себя улучшать так быстро, что человечество не сможет за ним поспеть.

Таким образом, чтобы помочь студентам научиться быть эффективными в мире, на который все большее влияние оказывает ИИ, требуется педагогика, которая вместо сосредоточения на преимущественных особенностях компьютеров (например, запоминание и вычисления), предоставляла возможности сотрудничества с распространенными инструментами ИИ в жизни, обучении и работе.

Литература

1. Родзин С. И. Искусственный интеллект. Таганрог: ИКТИБ ЮФУ, 2015. 148 с.
2. AI в обучении: на что способны технологии уже сейчас? // EduTech. 2022. № 4[49]. С. 1–60.
3. Магонин Д. AI в 2023 году: как развивается искусственный интеллект // Медиа нетологии [Электронный ресурс]. URL: <https://netology.ru/blog/03-2023-ai-trends?ysclid=lqwhiarsmt764903433> (дата обращения: 15.03.2024).

4. Казаченок В. В. Применение нейронных сетей для повышения эффективности обучения // Электронный науч.-методич. журнал «Педагогика информатики». 2020. № 2. С. 1–12 [Электронный ресурс]. URL: [Http://pcs.bsu.by/2020_2/5ru.pdf](http://pcs.bsu.by/2020_2/5ru.pdf) (дата обращения: 15.03.2024).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТЕЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТЬЮРИНГА В СИСТЕМАХ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Келеметова К. А., Ревина С. В.

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

E-mail: kelemetova@sfnedu.ru, svrevina@sfnedu.ru

Пусть задана система двух уравнений реакции-диффузии в m -мерной ограниченной области $\Omega \subset R^m$ при $t > 0$ с краевыми условиями Неймана на границе

$$u_t = \Delta u + f(u, v), \quad v_t = d\Delta v + g(u, v) \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\partial\Omega} = \frac{\partial v}{\partial n} \Big|_{\partial\Omega} = 0. \quad (2)$$

Здесь $d > 0$ – коэффициент диффузии, $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2}{\partial x_m^2}$ – оператор Лапласа, $f(u, v)$, $g(u, v)$ – слагаемые реакции.

Системы вида (1)-(2) служат для описания физических, химических, биологических и других процессов [1]. В настоящей работе рассматриваются две классические модели, относящиеся к типу «активатор-ингибитор» – система Шнакенберга и брюсселятор.

Модель реакции Белоусова-Жаботинского, известная как «брюсселятор», была предложена в [2]. Модели соответствует схема химических реакций: $A \rightarrow U$, $2U + V \rightarrow 3U$, $B + U \rightarrow V + C$, $U \rightarrow R$ в предположении, что продукты реакции C и R немедленно исчезают из реактора. Брюсселятору соответствуют слагаемые реакции

$$f(u, v) = A - (B + 1)u + u^2v, \quad g(u, v) = Bu - u^2v, \quad (3)$$

а равновесие системы (1), (2), (3) имеет вид $(u_0, v_0) = \left(A, \frac{B}{A}\right)$.

Система Шнакенберга [3] была предложена в качестве математической модели цепочки химических реакций $2U + V \rightarrow 3U$, $B \rightarrow V$, $U \rightleftharpoons A$. В предположении, что $u(x, t)$, $v(x, t)$ – это концентрации активатора U и ингибитора V , а концентрации реагентов A и B постоянны и равны a , b , приходим к следующим слагаемым реакции в уравнении (1):

$$f(u, v) = u^2v - u + a, \quad g(u, v) = -u^2v + b. \quad (4)$$

Положение равновесия системы Шнакенберга имеет вид $(u_0, v_0) = \left(a + b, \frac{b}{(a+b)^2}\right)$. Учитывая химический смысл системы, потребуем выполнение условия положительности $a + b > 0$, $b > 0$.

Целью настоящей работы является исследование диффузионной неустойчивости положения равновесия (u_0, v_0) для данных моделей, а именно

нахождение критического коэффициента диффузии, построение и визуализация области неустойчивости Тьюринга на плоскости параметров системы, нахождение диапазона критических волновых чисел, а также обобщение этих результатов на более широкий класс систем реакции-диффузии.

Положение равновесия (u_0, v_0) системы (1)-(2) называется неустойчивым по Тьюрингу [1], если выполняются два условия: 1) собственные значения линеаризованной системы в отсутствие диффузии лежат строго в левой полуплоскости; 2) существует собственное значение линеаризованной системы с диффузией, которое лежит в правой полуплоскости.

Область на плоскости (a, b) (или (A, B)) параметров системы с диффузией, содержащая такие параметры, для которых имеет место диффузионная неустойчивость (неустойчивость Тьюринга), а коэффициент диффузии d фиксирован, называется областью диффузионной неустойчивости (неустойчивости Тьюринга) [4].

Критическим значением параметра d называется такое d_c , при котором спектр линеаризованной системы с диффузией лежит строго в левой полуплоскости, за исключением одного собственного значения, которое равно нулю: $\lambda(d_c) = 0$, причем пересечение мнимой оси происходит трансверсально: $\lambda'|_{d=d_c} \neq 0$, где штрих означает дифференцирование по d .

Как известно [1], необходимыми условиями неустойчивости Тьюринга являются условия отрицательности следа, положительности определителя матрицы J , а также неотрицательности дискриминанта трехчлена $h(\mu)$ с учетом отрицательности его второго коэффициента. Полученные условия задают область на плоскости параметров (a, b) (или (A, B)), ограниченную кривой нулевого следа $\text{Tr}J = 0$, дискриминантной кривой $D(h) = 0$ и геометрическим местом точек $\text{Det}J = 0$. Будем называть эту область областью необходимых условий неустойчивости Тьюринга.

В [5] область необходимых и достаточных условий неустойчивости Тьюринга для системы Шнакенберга была исследована в переменных, предложенных в [6]. Нелинейный анализ бифуркаций, приводящих к рождению Тьюринговых структур в системе Гирера-Мейнхардта проведен в [7].

В настоящей работе применяется замена переменных $(\text{Det}J, f_u)$, предложенная в [8], позволяющая упростить исследование области неустойчивости Тьюринга для некоторого класса систем, подчиняющихся гипотезам, определенным в [8]. К этому классу систем принадлежат система Шнакенберга и брюсселятор.

Настоящая работа является продолжением работы [9].

С использованием Python была написана программа, позволяющая изобразить область неустойчивости по Тьюрингу на плоскости параметров рассмотренных систем (Рис. 1) и на плоскости $(\text{Det}J, f_u)$ (Рис. 2) при изменении коэффициента диффузии. Визуализация производится для систем,

определенных на одномерной ограниченной области $\Omega = (0, l)$. Программа принимает на вход значение коэффициента диффузии d и длину отрезка l . При разработке использованы библиотеки SymPy, Matplotlib и math. Область, удовлетворяющая необходимым и достаточным условиям неустойчивости по Тьюрингу, обозначена штриховкой. Сплошным цветом закрашена область, в которой выполняются необходимые условия, но не выполняются достаточные.

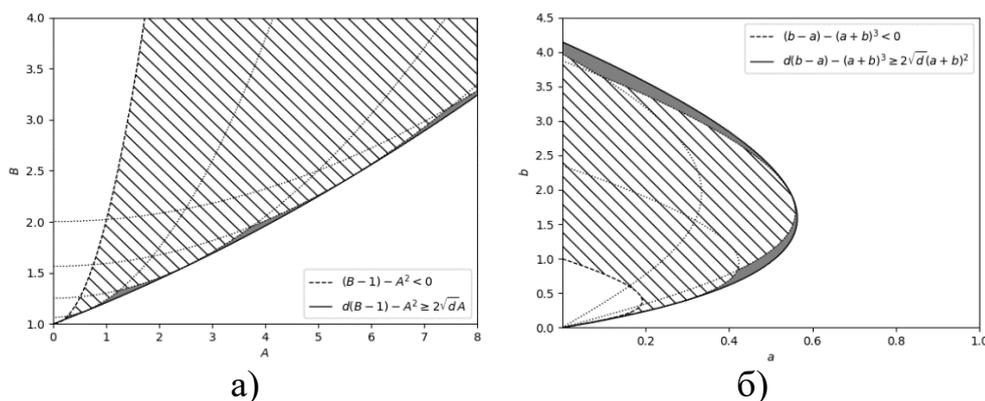


Рис. 1. Область неустойчивости Тьюринга при $d = 100, l = 4\pi$: а) для брюсселятора в переменных (A, B) ; б) для системы Шнакенберга в переменных (a, b)

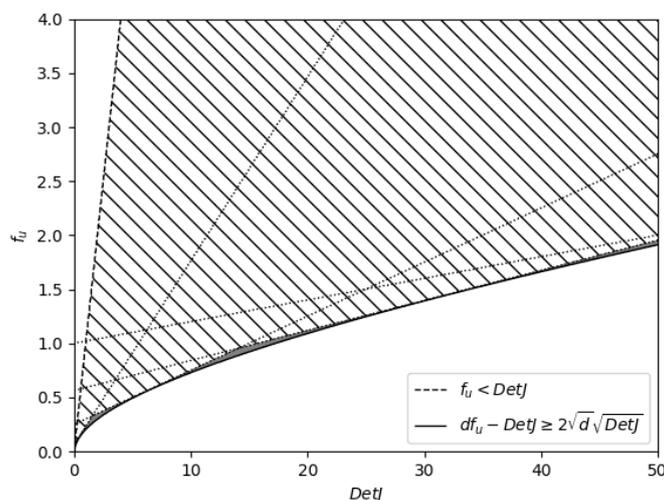


Рис. 2. Область неустойчивости Тьюринга при $d = 100, l = 4\pi$ в переменных $(DetJ, f_u)$

Литература

1. Murray J. D. Mathematical biology II: Spatial models and biomedical applications, 3th edition. Springer-Verlag New York, 2003, 814 p. <https://doi.org/10.1007/b98869I>.

2. Prigogine, R. Lefever J. Chem. Phys. 48, 1695 (1968). <https://doi.org/10.1063/1.1668896>.
3. Schnakenberg J. Simple chemical reaction systems with limit cycle behaviour, Journal of Theoretical Biology, 1979, vol. 81, no 3, pp. 389–400. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(79\)90042-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(79)90042-0).
4. Turing A. M. The chemical basis of morphogenesis, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, 1952, vol. 237, issue 641, pp. 37–72. <https://doi.org/10.1028/rstb.1952.0012>.
5. 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.
6. Li P., Shi J., Wang Y., Feng X. Bifurcation analysis of reaction-diffusion Schnakenberg model, Journal of Mathematical Chemistry, 2013, vol. 51, pp. 2001–2019, <https://doi.org/10.1007/s10910-013-0196-x>.
7. Ревина С. В., Рябов А. С. Неустойчивость Тьюринга в однопараметрической системе Гирера–Мейнхардта // Известия вузов. ПНД. 2023. Т. 31, № 4. С. 501–522. DOI: 10.18500/0869-6632-003053. EDN: WZPQWD.
8. Ревина С. В. Область диффузионной неустойчивости для систем параболических уравнений // Владикавк. мат. журн. 2022. Т. 24, вып. 4. С. 136–145.
9. Келеметова К. А. Нахождение области диффузионной неустойчивости для уравнения брюсселятора // Материалы XXIX научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития», Ростов-на-Дону, 21–23 апреля 2022 г. Ростов-на-Дону – Таганрог: издательство Южного федерального университета, 2022. С. 147–148.

ОБЗОР ПОДХОДОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СГЕНЕРИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

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

В настоящее время обрели широкое распространение подходы для генерации изображений, основанные на шумоподавляющих вероятностных моделях диффузии. Современные версии моделей позволяют синтезировать изображения, визуально неотличимых от изображений реального мира. Синтезируемые такими моделями изображения документов могут создавать угрозы кибербезопасности. В данной работе рассматриваются способы для распознавания искусственно сгенерированных изображений.

Первые подходы для генерации изображений были основаны на генеративно-состязательных нейростевых моделях [1]. Такие подходы позволяли генерировать изображения невысокого качества с разрешением порядка 64 на 64 пикселя из вектора, семплируемого из нормального распределения. Архитектура StyleGan3 [2] предоставляла фотореалистичное качество генерации изображений лица человека. Но подобные архитектуры имели специфические ограничения в виде разрешения и соотношения сторон результирующего изображения, что позволяло легко определять способ их получения. Современные подходы, основанные на обучении диффузионных моделей [3] позволяют генерировать изображения с произвольным соотношением сторон, и фотореалистичным качеством. Примеры, сгенерированные подобными архитектурами неотличимы человеком от изображений реального мира. Сложности в распознании человеком синтетических изображений хорошо исследованы в работе [4].

Для распознавания сгенерированных изображений можно использовать классические архитектуры для решения задач классификации и описания изображений, такие как ResNet [5] и CLIP [6]. Авторы работы [7] используют предобработку изображений, основанную на применении преобразования Фурье ко множеству изображений, предварительно обработанных шумоподавляющей моделью. Такое преобразование позволяет выделить частотные признаки, характеризующие модель, с помощью которой были сгенерированы анализируемые изображения. На множестве частотных характеристик изображений авторы обучают модель бинарной классификации определять принадлежность входного изображения к множеству синтетических примеров.

Для обучения устойчивых моделей классификации сгенерированного контента авторы работы [8] выложили в открытый доступ объемный набор данных, содержащий сгенерированные изображения пятью различными подходами, а также предобученную модель CLIP на этих данных. Авторами работы [9] данный набор был расширен до 8 моделей.

Качество работы подходов [7, 8, 9] определения сгенерированных изображений с помощью моделей BigGan, StableDiffusion и ADM, приведены в таблице 1. В качестве класса оригинальных изображений, авторами использовались общеизвестные наборы данных ImageNet и MS COCO 2017.

Таблица 1.

Сравнения точности работы моделей классификации
сгенерированных изображений

Подход классификации	Точность распознавания синтетических изображений		
	BigGan	StableDiffusion	ADM
Classification [7]	0.773	0.668	0.551
CLIP [8]	0.945	0.943	-
GenDet [9]	0.993	0.961	0.58

По результатам сравнения современных подходов видно, что они позволяют распознавать синтетические изображения с высокой точностью. Но при использовании более устойчивых методов генерации изображений, таких как ADM [10], рассматриваемые модели показывают низкую точность. Для достижения более высокого уровня качества распознавания можно провести эксперименты по обучению современных моделей классификации, использующих механизмы внимания. Также появление устойчивых классификаторов позволит минимизировать риски возникновения угрозы кибербезопасности, связанной с использованием синтетических изображений.

Литература

1. Radford A., Metz L., Chintala S. Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks // CoRR. – 2015. – Т. abs/1511.06434.
2. Alias-Free Generative Adversarial Networks / Т. Karras 'et al.' // Proc. NeurIPS. – 2021.
3. High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models / R. Rombach 'et al.' // 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2021. – С. 10674–10685.
4. Kobis N., Dolezalova B., Soraperra I. Fooled twice - People cannot detect deep-fakes but think they can // iScience. – 2021. – Окт. – Т. 24. – С. 103364.

5. Deep Residual Learning for Image Recognition / K. He 'et al.'// 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2015. – C. 770–778.
6. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision / A. Radford 'et al.'// International Conference on Machine Learning. – 2021.
7. On The Detection of Synthetic Images Generated by Diffusion Models / R. Corvi 'et al.' // IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – 2023. – C. 1–5.
8. Ojha U., Li Y., Lee Y. J. Towards Universal Fake Image Detectors that Generalize Across Generative Models // CVPR. – 2023.
9. GenImage: A Million-Scale Benchmark for Detecting AI-Generated Image / M. Zhu 'et al.'– 2023.
10. Ablating Concepts in Text-to-Image Diffusion Models / N. Kumari 'et al.' // ICCV. – 2023.

НАВИГАЦИЯ АГЕНТОВ В МНОГОАГЕНТНОЙ СРЕДЕ

Козловский А. А., Демяненко Я. М.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича
E-mail: akozlovskiy@sfnedu.ru, demyanam@gmail.com

Современные компьютерные игры часто содержат в себе сложные обширные игровые локации с большим количеством статических и динамических объектов. По этим локациям должны уметь эффективно передвигаться игровые агенты. Для достижения этой цели используются алгоритмы навигации такие как A^* . Во многих случаях алгоритм A^* хорошо справляется со своей задачей, однако если пространство поиска становится слишком большим, то скорость его работы становится неудовлетворительной для компьютерных игр. Это, однако, лишь часть проблемы: компьютерные игры часто содержат в себе агентов разных размеров (рис. 1) из-за чего области локации легко достижимые одним видом агентов могут быть недостижимы для другого. Применение в такой ситуации алгоритма A^* не представляется возможным

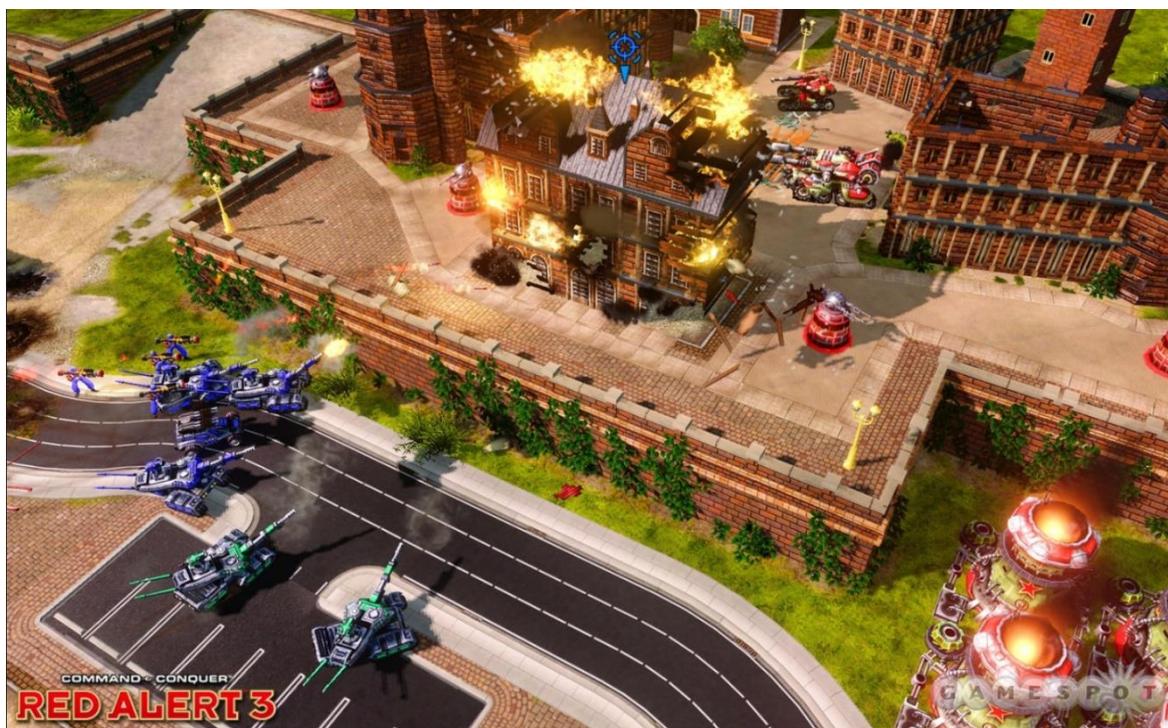


Рис. 1. В игре Red Alert 3 присутствует множество юнитов разных форм и размеров

Мы будем реализовать алгоритм НАА*(Hierarchical Annotated A*), который призван решить следующие проблемы алгоритма A*:

- Медленная работа на больших локациях;
- Невозможность обработки агентов разных размеров;

Реализовывать алгоритм мы будем для мира, представленного квадратной сеткой, каждая клетка которого может быть проходимой или нет и в том случае, если она проходима, то она имеет стоимость прохождения, которая будет учитываться при нахождении оптимального маршрута. Агентов для простоты будем считать имеющими форму квадрата, сторона которого равна размеру агента.

Для того, чтобы алгоритм обрабатывал агентов разных размеров для каждой клетки, определим максимальный размер агента, который может в ней находиться, считая при этом, что занимаемая агентом клетка находится в правом верхнем углу агента (рис. 2).

3	3	3	3	4	3	2	1	1	1
3	2	2	2	3	3	2	1	■	1
2	2	1	1	3	3	2	2	2	1
2	1	1	■	2	2	2	1	1	1
2	1	■	1	1	2	1	1	■	1
2	1	■	■	■	1	1	■	1	1
3	2	1	■	■	1	■	2	1	■
3	3	2	1	■	3	3	2	1	■
2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Рис. 2. В клетках обозначены максимальные размеры агентов, которые могут в них находиться

Теперь если мы запустим обычный A* на этой карте, который, однако, будет проверять является ли клетка действительно проходимой для текущего агента, то посчитанный им путь будет корректен.

Для того, чтобы алгоритм быстро работал на больших локациях, разобьем карту на множество прилегающих друг к другу кластеров, соединенных входами. Входом будем считать максимальную по размеру проходимую область вдоль границы между двумя кластерами. Также для каждого входа отметим максимальный размер агента, способного через него пройти.

После этого построим абстрактный граф, вершинами которого будут входы, путем запуска алгоритма A^* из каждого входа в каждый внутри кластера.

Теперь для того, чтобы найти путь на карте нам нужно:

- 1) Добавить две временные вершины в абстрактный граф, которые будут представлять собой стартовую и целевую позиции. Из этих позиций запустить ко всем входам соответствующих кластеров A^* , чтобы определить вес ребер в абстрактном графе.
- 2) Используя алгоритм A^* найти путь из стартовой точки в целевую на абстрактном графе. Удалить временные вершины.

В итоге реализованный алгоритм работает на порядок быстрее обычного A^* и ищет пути для агентов произвольных размеров. Алгоритм находит пути всего на 3–5% длиннее оптимальных, чем в большинстве случаев можно пренебречь.

Литература

1. Статья о реализации алгоритма НРА* URL: https://www.researchgate.net/publication/228785110_Near_optimal_hierarchical_path-finding_HPA.
2. Статья о реализации алгоритма НАА* URL: <https://web.archive.org/web/20190411040123/http://aigamedev.com/open/article/clearance-based-pathfinding/>.
3. Статья о навигации в Supreme Commander 2 URL: https://www.gameapro.com/GameAIPro/GameAIPro_Chapter23_Crowd_Pathfinding_and_Steering_Using_Flow_Field_Tiles.pdf.

НАСТРОЙКА СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ АВТОДЕПЛОЯ KUBERNETES

Кондратьева А. М.

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

E-mail: akondrateva@sfedu.ru

Прозрачная система мониторинга необходима по двум причинам. Во-первых, вводить в консоль длинные команды это неудобно. Во-вторых, далеко не все сотрудники знакомы с Kubernetes и знают обо всех особенностях инфраструктуры бэкенда. Существование отображения в графики, таблицы и отчеты значительно упрощает внутренние процессы. Целью данной работы является налаживание поставок актуальных данных о состоянии приложений в k8s (kubernetes), а именно:

1. используемые на продакшене образы докер-контейнеров для сканирования уязвимостей в безопасности;
2. инвентаризация проектов и приложений по локациям (в данном случае namespace) для регулирования прав доступа;
3. анализ ресурсов node (cpu и memory) для оптимального размещения на стендах;
4. учет используемых сервисами ip адресов и портов для сетевых работ;
5. список приложений в статусе OutOfSync.

Часть необходимых сведений транслируется в метриках самой системой k8s. В данном случае метрика – это временной ряд, имеющий помимо названия еще и лэйблы (тэги со значениями). Хранятся эти временные ряды в Prometheus. Для извлечения актуальных сведений из распределенной базы данных формируются запросы на языке PromQL.

Не все необходимые данные можно найти в существующих метриках. Новые метрики для отслеживания ресурсов (kind) k8s можно создать инструментом kube-state-metrics (1), которое работает с KuberAPI. Для развертки приложения kube-state-metrics в кластерах был настроен хэлм-чарт kind: CustomResourceStateMetrics (2). На основе новых метрик в перспективе можно будет настроить алерты – тревожные уведомления для дежурных.

Таким образом был создан сервис k8s-state-to-cmdb на языке программирования Golang. Язык выбран из-за легковесности готового образа докер-контейнера. Конфигурация сервиса передается в yaml файле при запуске через “-params” и определяет с какими метриками нужно работать и другие параметры http запроса. Так как сервис решает все 5 вышеописанных задач, необходимо указать режим работы через параметр “-mood”. Сервис умеет

запрашивать данные из Prometheus, строить на их основе json файл, формат которого строго определен для каждой отдельной задачи, и отправлять результат в s3-bucket (облачное хранилище). Данные из s3-bucket будут считываться отдельным инструментом, формирующим сущности в Jira CMDB. Эти сущности наглядны и понятны.

Сервис запускается дважды в сутки для поддержания актуальности данных. Для этого в манифестах ArgoCD (3) была описана CronJob. CronJob создает отдельный pod, в котором запускается докер-контейнер k8s-state-to-cmdb. После завершения работы pod удаляется, освобождая ресурсы для других задач. Конфигурация k8s-state-to-cmdb тоже хранится в ArgoCD, а не в докер-контейнере, что позволяет нам не пересобирать контейнер для изменения параметров. Файл yaml находится в ConfigMap, которая монтируется внутрь pod.

CMDB / .. / Containers / CMDB-960456

alertmanager/monitoring/nyc.staging

Edit Comment More Object Graph

Details

Name	alertmanager/monitoring/nyc.staging
Namespace	monitoring
Container	alertmanager
Cluster	nyc.staging
Image	quay.io/prometheus/alertmanager:v0.24.0; quay.io/prometheus/alertmanager:v0.24.1

а)

CMDB / .. / Containers / CMDB-960457

istio-proxy/<multiple>/nyc.staging

Edit Comment More Object Graph

Details

Name	istio-proxy/<multiple>/nyc.staging
Container	istio-proxy
Cluster	nyc.staging
Image	docker.io/istio/proxyv2:1.18.3

б)

Рис. 1. Примеры сущности из cmdb типа Container

а) multi-image концепция – для дубликации контейнеров в одном кластере и namespace

б) multi-namespace концепция – параллельный деплой контейнера в разных namespace одного кластера

Для инвентаризации проектов и приложений по локациям, а также используемых на продакшене образов докер-контейнеров отлично подходят сущности в Jira CMDB (рис. 1). Но для некоторых задач нужна большая наглядность, чем сущности в Jira CMDB. Для построения графиков анализа ресурсов node (рис. 2) и таблиц учета, используемых сервисами ip адресов и портов (рис. 3) были настроены дашборды в Grafana.

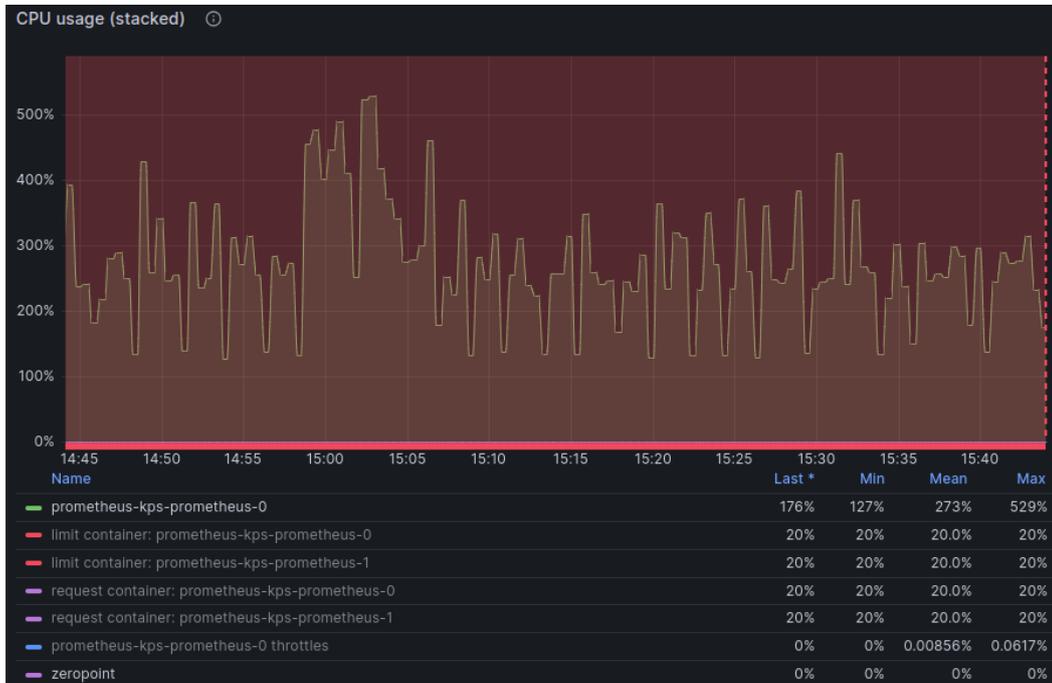


Рис. 2. Графики анализа ресурсов node

cluster	namespace	service name	hostname (aws)	ip (baremetal)
wdc2.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.5.101.18
sfo.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.4.101.16
phx1.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.40.101.14
atl1.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.41.101.13
wdc.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.6.101.18
ams1.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.12.101.14
sfo2.prod	clickhouse-logging	clickhouse-clickhous...		10.14.101.14
prod-eks.prod	kafka-connectors	debezium-kafka-plai...	k8s-kafkacon-debezium-732baa4978-5cdcec518ab2c0a.elb.us-west-2.amazonaws.com	
prod-eks.prod	kafka-connectors	debezium-kafka-plai...	k8s-kafkacon-debezium-a05b246e2b-827966d34c7bc194.elb.us-west-2.amazonaws.com	
prod-eks.prod	kafka-connectors	debezium-kafka-plai...	k8s-kafkacon-debezium-b6a07e8867-be9e7c461afc62a8.elb.us-west-2.amazonaws.com	
fra2.prod	kafka-logging	kafka-logging-kafka-...		10.18.101.14
fra2.prod	kafka-logging	kafka-logging-kafka-...		10.18.101.15
fra2.prod	kafka-logging	kafka-logging-kafka-...		10.18.101.16

Рис. 3. Вырезка из таблицы используемых сервисами ip адресов

Для списка приложений в статусе OutOfSync сущности в Jira CMDB наоборот являются излишними. Для этой задачи было создано приложение SlackApp (4), создающее webhook для отправки сообщений в канал мессенджера Slack, который отслеживается дежурными. Затем в k8s-state-to-cmdb была добавлена возможность формировать не json, а сложный список и отправлять его в Slack. Дежурный получает список рассинхронизировавшихся

приложений, отсортированный по namespace и cluster. У каждого листа в сложном списке есть ссылка для перехода в веб интерфейс ArgoCD для исследования проблемы (рис. 4).



Рис. 4. Пример отчета в Slack о приложениях OutOfSync

Так как в процессе разработки часто возникали проблемы безопасного доступа в облачное хранилище в k8s-state-to-cmdb была добавлена возможность сохранять полученный json файл в примонтированный каталог. Сохранять локально нельзя, так как по завершении CronJob будет удален pod вместе с его файловой системой. Что необходимо сделать с полученными из Prometheus данными описано в yaml конфигурации (рис 5): отправить в S3-AWS bucket, сохранить файл или отправить отчет в Slack.

```
! params.yaml U X
! params.yaml
1 url: "https://thanos.nyc.xstaging.tv/api/v1/query"
2 metric: argocd_app_info
3 dedup: true
4 partial_response: false
5 engine: prometheus
6 explain: false
7 send_to_slack: true
8 chanel_webhook: "https://hooks.slack.com/services/T0C0C/B7K1P0W/A1s5a"
9 save_to_file: true
10
```

Рис. 5. Пример конфигурирования сервиса k8s-state-to-cmdb

Таким образом, k8s-state-to-cmdb позволяет поставлять актуальные данные о сервисах в системе Kubernetes в удобных и наглядных форматах для мониторинга и своевременного реагирования на проблемы

Литература

1. Custom Resource State Metrics - kube-state-metrics documentation <https://github.com/kubernetes/kube-state-metrics/blob/main/docs/custom-resourcestate-metrics.md>.
2. kube-state-metrics helm-chart package <https://artifacthub.io/packages/helm/bitnami/kube-state-metrics>.
3. Kubernetes в действии. Лукша Марко <https://www.litres.ru/book/marko-luksha/kubernetes-v-deystvii-48411255/>.
4. Sending messages using incoming webhooks – SlackAPI documentation <https://api.slack.com/messaging/webhooks>.

ЕДИНАЯ УЧЕТНАЯ СИСТЕМА УНИВЕРСИТЕТА

Косицына И. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: ivp@sfnedu.ru

В последние десятилетия активно развивалась политика автоматизации, в том числе и в сфере образования. Большинство участков рабочего процесса вуза автоматизированы, но это носит фрагментарный характер, где взаимодействие между этими процессами в ряде случаев не настроено. Зачастую, автоматизацию некоторых задач в рамках дипломных проектов выполняют выпускники этого же вуза. Некоторые проекты внедряются как готовый программный продукт, а некоторые дорабатываются в процессе использования – не всегда, к сожалению, эти процессы доводятся до логического завершения в связи с выпуском самого разработчика из университета. В результате получается разрозненность автоматизированных систем на разных факультетах, поскольку отдельный проект фокусируется на специфике факультета либо специализированной задаче. Внедрение его же на другом участке требует расширенного понимания аналогичных процессов, что выходит за пределы компетенций разработчика. С одной стороны, автоматизация есть, а с другой стороны – нет единой целостной автоматизации всего вуза.

Цифровизация и цифровая трансформация – два абсолютно разных процесса. Для того, чтобы трансформировать сферу науки высшего образования, нужно оцифровать необходимые ресурсы, которые есть сегодня в образовании. В 2021–2022 году Минфином РФ были выпущены несколько приказов, согласно которым, с 01.01.2023 года, все государственные учреждения обязаны перевести документооборот первичных бухгалтерских документов в электронный формат. Эти приказы определили новый этап цифровизации. Вуз – большой механизм, который в себя включает не только организацию учебного процесса, но также и ведение управленческого, оперативного и бухгалтерского учета – гранты, командировки, учет публикаций и многое другое. Все эти процессы необходимо отражать в различных системах и во множествах отчетов. Вот тут и возникает «слабое место» цифровизации. Согласование документа происходит в одной системе, формирование отчета – в другой, где необходимо прикрепить подтверждающие документы (и чаще всего с живой подписью руководителя), отчитаться в третьей системе о предоставлении сведений. На каждом таком этапе необходимо распечатать документ, подписать, прикрепить отсканированный вариант, а иногда необходимо запросить у определенной службы регламентный

документ, который может быть по запросу предоставлен непосредственно первой инстанции. Таковы реалии цифровизации.

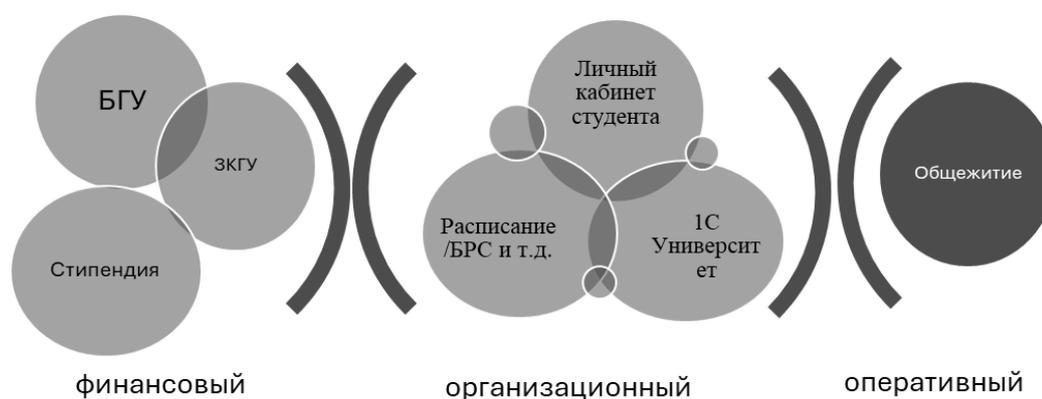


Рис. 1. Взаимосвязь систем внутри вуза

Тенденции развития цифровизации меняли технологии взаимодействия административного, учебного, оперативного процессов. ИТ инфраструктура была «скомпонована» исходя из логической связи данных между некоторыми программными продуктами (рис. 1). Финансовый учет поддерживает обмен между своими комплексами (Бухгалтерия Государственного Учреждения, Зарплата и Кадры Государственного Учреждения, Стипендия); учебные комплексы, по возможности, между собой; оперативный учет отдельно (учет проживающих в общежитиях). Согласно Н. В. Днепровской «остается временной лаг в автоматизации административных и учебных процессов в вузе. Наличие вычислительных мощностей и телекоммуникаций составляет отправную точку для движения вуза к цифровой экономике. Это движение должно быть поддержано разнообразными программными средствами, которые обеспечат оперативный сбор и обработку данных в цифровом виде, необходимых для развития цифровой экономики. Автоматизация административных процессов вузов носит фрагментарный характер, то, что составляет основу управления – административный документооборот переведен в электронный формат в 69% вузов» [4]. Вместе с тем усугубил ситуацию уход многих зарубежных вендеров ПО с отечественного рынка, однако это дало возможность занять освободившуюся «нишу» своими разработками. Кроме того, современная ситуация дает возможность стимулировать обучающихся к интенсивному участию в цифровизации вузовской деятельности и оптимизации рабочих процессов. Сейчас происходит конфронтация реалий: с одной стороны, студентам рассказывают «о веке высоких технологий и искусственного интеллекта», что электронные девайсы упрощают жизнь и ускоряют многие процессы. С другой стороны, студент сталкивается с ситуацией, когда, к примеру, для оформления участия в конференции ему необходимо очно собрать по списку документы из

разных отделов, в пределах одного учебного заведения. Явно видно отсутствие интеграции всех отделов и функций организации. Для преодоления подобных проблем первым шагом является создание единого хранилища данных, содержащего всю организационную информацию. Его основная задача состоит в одновременном доступе к информации любого необходимого числа сотрудников вуза, в соответствии с их правами доступа и полномочиями. Второй шаг – построение интеграции между системами университета.

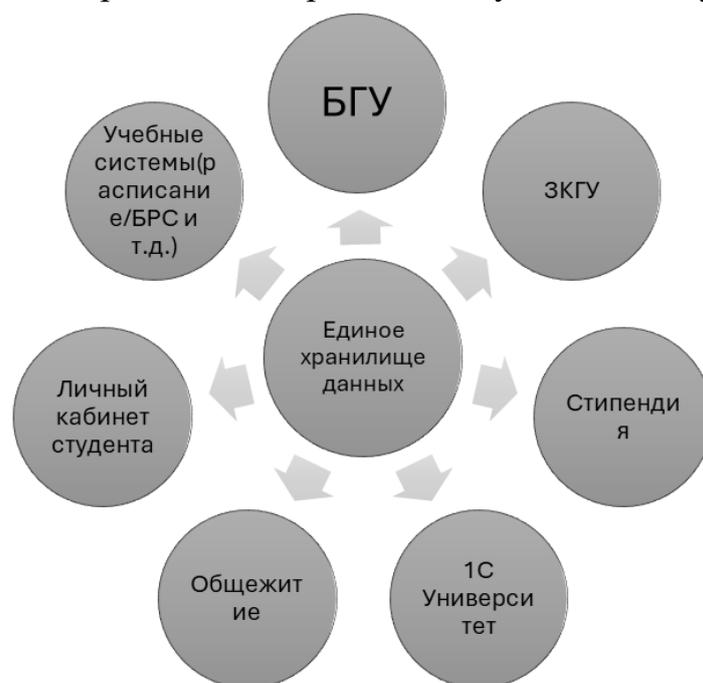


Рис. 2. Единая учетная система университета

Одним из способов добиться желаемого результата является внедрение ERP системы., но это довольно финансово- и трудозатратная задача. Учетные системы адаптированы под нужды соответствующих регламентов, а чаще всего доработаны сторонними поставщиками программного обеспечения. Возможным вариантом решения может являться включение обучающихся в разработку IT-ландшафта образовательного учреждения. Цель такой работы – стимулирование готовности студентов к самостоятельному труду, погружение их в процесс трансформации университета, как итог – повышение профессиональных компетенций выпускников. В работе [2, с. 205] было отмечено, что возрастает потребность в формировании новых профессиональных компетенций, основанных на цифровой грамотности, формировании информационного и цифрового мировоззрения, цифровой и информационной культуре. Вовлеченность разных направлений подготовки обучающихся и создание рабочей группы под руководством разработчиков университета, позволит достичь поставленных целей. Таким образом, сегодня образовательный процесс требует перестройки, чтобы студент

смог проявить себя, «показать свои готовые возможности, почувствовать себя причастным к чему-то большему, не ограничиваясь рассказанным преподавателем процессом, после завершения занятия студент должен ощущать себя целостной частью этого процесса, быть готовым что-то интеллектуальное, созидательное построить, творить, правильно мыслить – все это очень важно в процессе обучения». [3, с. 244] Тем самым, университет подготовит высококвалифицированных междисциплинарных специалистов, в том числе и для своей цифровой трансформации.

Сферу высшего образования в контексте цифровой экономики следует рассматривать как отрасль экономики. Назревает необходимость последовательного перехода от «лоскутной» автоматизации к единому инфраструктурному и архитектурному решению, оставляя пространство для гибкости. Контроль и стратегию развития такого процесса должен осуществляться не одним-двумя специалистами. Создание эффективной цифровой инфраструктуры университета – за синергией бизнес-аналитиков, IT разработчиков, представителей бизнеса, представителей вендоров, разрабатывающих ПО (внешних разработчиков).

Литература

1. Ростовская областная организация Профсоюза работников народного образования и науки РФ URL: <https://www.obkomprof.ru/post/981>.
2. Гаспарович, Е. О. Цифровизация образования как способ повышения качества профессиональной подготовки студента / Е. О. Гаспарович, Е. В. Донгаузер // Понятийный аппарат педагогики и образования. – Благовещенск : Благовещенский государственный педагогический университет, 2023. – С. 196-207. – EDN SHXZFC.
3. Гриневич, Л. А. Цифровизация высшего образования в современной России: теория и практика / Л. А. Гриневич // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2021. – № 57. – С. 242–248. – DOI 10.31773/2078-1768-2021-57-242-248. – EDN DQWARW.
4. Днепровская Н. В. Оценка готовности российского высшего образования к цифровой экономике // Статистика и экономика. 2018. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gotovnosti-rossiyskogo-vysshego-obrazovaniya-k-tsifrovoy-ekonomike> (дата обращения: 14.03.2024).
5. Материалы конференции «Цифровая индустрия промышленной России» URL: <https://cipr.ru/> (дата обращения: 15.03.2024).

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АУДИТОРНЫМ ФОНДОМ ИММИКН ЮФУ

Костенко М. С., Чердынцева М. И.

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

E-mail: matkostenko@sfnedu.ru, micherdynceva@sfnedu.ru

В современное время информационные технологии становятся неотъемлемой частью практически всех аспектов человеческой жизни, включая сферу образования. В учебных заведениях по всему миру наблюдается активное внедрение различных современных технологий, призванных улучшить учебный процесс и обеспечить более эффективное взаимодействие между студентами и преподавателями.

Институт математики, механики и компьютерных наук ЮФУ не остается в стороне от этих тенденций. Команда ИТ-лаборатории разработала проект в области организации управления расписанием. Одним из ключевых элементов этого проекта стало создание электронного интерактивного расписания в форме веб-ресурса.

Удобство интерактивного представления расписания прежде всего заключается в быстром доступе к интересующей пользователя информации, а также возможности просмотра актуального расписания занятий учебных курсов, групп, преподавателей и аудиторий.

С целью улучшения исходного проекта и решения комплекса задач по цифровизации аудиторного фонда ИММИКН ЮФУ в дополнение к интерактивному расписанию было предложено реализовать отдельный сервис, который будет отвечать за занятость аудиторий Института математики, механики и компьютерных наук ЮФУ.

Перед созданием нового веб-сервиса были поставлены соответствующие задачи, главные из которых – перенос аудиторного фонда из бумажной версии в цифровую и реализация возможности бронирования аудиторий на определенный временной промежуток.

С целью повышения качества командной разработки проект был размещен на GitLab – системе управления репозиториями кода для системы контроля версий Git. Работа над проектом осуществлялась с использованием таких современных технологий, как Vue.js и Express.js. Эти технологии представляют собой JavaScript-фреймворки с открытым исходным кодом, которые были использованы для создания пользовательского интерфейса и

маршрутизации в веб-приложении. Также был применен инструмент контейнеризации Docker, использование которого облегчило процесс разработки и развёртывания приложения на новых устройствах.

Созданный сервис предоставляет пользователю удобную и быструю навигацию по аудиторному фонду ИММиКН ЮФУ. В ячейке таблицы аудиторного фонда представлена информация о курсе, группе, проводимом занятии и преподавателе.

В панели администратора веб-сервиса создана удобная возможность бронирования аудитории на определенное время с учетом возможности периодического повтора проводимого мероприятия. Реализовано отображение созданных мероприятий в единой таблице аудиторий.

В интерфейс нового приложения был добавлен модуль отслеживания конфликтов, который позволяет наглядно распознавать различные спорные ситуации «пересечения» занятий и добавленных мероприятий.

Для создания навигации по таблице был применен принцип вложенных селекторов (по аналогии с интерактивным расписанием). Так, существует навигация по дню, расположению (факультету), типу аудитории (компьютерный, лекционный или семинарский), а также возможность сортировки таблицы по размеру, типу и имени.

Так как общая таблица аудиторного фонда достаточно развернута по длине, было принято решение о создании функции смены ориентации расписания из горизонтальной в вертикальную.

В ходе разработки было осуществлено тестирование с использованием реальных данных. При его проведении особое внимание уделялось проверке работы приложения при различных случаях группировки занятий и мероприятий. На основе результатов тестирования были предприняты улучшения функционала приложения и исправлены соответствующие недостатки.

Благодаря разделению глобального проекта «Интерактивное расписание» на отдельные модули, работа которых осуществляется с использованием общей базы данных, удалось эффективно делегировать задачи и сократить время коммуникации между компонентами системы. Такой подход также помогает предотвратить остановку всего приложения в случае сбоя в одном из модулей, что способствует более стабильной и надежной эксплуатации приложения.

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УРОК ИНФОРМАТИКИ И СЛОЖНОСТИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Костюкова Л. Ю.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: Lkos@sfedu.ru

Современное образование активно использует традиционные методы обучения и трансформирует их в учебном процессе, дополняя современными цифровыми технологиями. Цифровая трансформация охватывает широкий спектр изменений, начиная от внедрения интерактивных учебных материалов и технических средств обучения, до создания виртуальных классов и образовательных платформ. Одним из ключевых аспектов цифровой трансформации образования является доступ к знаниям и образовательным ресурсам через интернет. В ходе развития онлайн-образования студенты получили возможность изучать новые предметы, учиться на курсах ведущих университетов мира и повышать свой уровень знаний, не выходя из дома. В связи с этим отсутствие навыков работы с компьютером является критической проблемой среди обучающихся. Развивать эти навыки можно не только на уроках информатики, но и на других предметах, интегрируя в них информатику. С помощью цифровых технологий можно адаптировать учебный материал и задания под индивидуальные потребности и способности каждого ученика.

Интегрированный урок информатики представляет собой объединение определённых тем и разделов информатики с материалами других дисциплин. Использование интегрированных уроков позволяет ученикам видеть взаимосвязь между различными предметами, применять полученные знания на практике, расширять свой кругозор и повышать мотивацию к изучению сразу нескольких дисциплин. Яркими примерами интеграции урока информатики, может быть применение кругов Эйлера на вероятности и статистике, построение диаграмм и других схем на биологии или географии, использование графического моделирования на геометрии при изучении геометрических фигур и многое другое. Сочетание математики и компьютерных технологий является самой распространённой интеграцией на практике. В статье «Лабораторные работы при изучении геометрии треугольника» в сборнике «Лучшая студенческая статья 2023» продемонстрированы несколько удачных примеров использования интерактивных платформ на уроках математике, таких как Desmos Geometry

Интегрированный урок информатики – это эффективный способ объединить различные предметы, он позволяет создать новый формат обучения, в котором знания и навыки, полученные на информатике, становятся

не объектом изучения, а средством изучения, жизненно важными и практически применимыми. Такой подход обеспечивает более глубокое понимание учебного материала и подготавливает обучающихся к взаимодействию в современном информационном обществе. Он также стимулирует творческое мышление, ведь при решении интегрированных задач обучающиеся будут вынуждены применять ранее полученные знания в нестандартных для них ситуациях.

Но каким образом можно наоборот внедрить математические понятия, химические формулы или физические явления в обучение информатике, чтобы сделать обучение более интересным и практичным? Первоначально, необходимо выявить те аспекты выбранной науки, которые можно легко и эффективно вписать в контекст урока информатики. Например, понятия алгоритма и вычислительной сложности являются ключевыми в информатике, и они легко сочетаются с идеями математических алгоритмов и задач. Ученики могут изучать различные методы решения математических задач, используя программы и алгоритмы компьютерного моделирования. Другой возможностью является использование интерактивных инструментов для визуализации и анализа физических явлений. Например, использование графического редактора или программного обеспечения для воссоздания и наглядной демонстрации законов физики. Также можно выполнять проектные задания, в которых ученики решают сложные экономические или статистические задачи с использованием программирования. Так создание алгоритма расчета налогов будет прекрасной интеграцией с обществознанием. А моделирование прогнозов для выпадения кубика в теории игр или анализ частотности символов и распределения случайных чисел могут помочь понять основы вероятности и статистики. Такие проекты не только помогут развить логическое мышление и навыки программирования, но и позволят учащимся увидеть практическое применение сразу нескольких областей знаний.

Важно отметить, что наряду с множеством положительных сторон интеграции информатики в другие школьные предметы учитель сталкивается с рядом проблем при реализации интегрированного урока. Во-первых, многие школы, несмотря на цифровую трансформацию образования всё ещё не оснащены достаточным количеством интерактивной техники. В частности, такие проблемы в основном касаются не только школ сельской местности, но и в городских школах зачастую наличие техники не означает её готовность к применению. В компьютерных классах зачастую наблюдается нехватка оборудования для всех обучающихся. Во-вторых, сложностью в реализации интегрированного урока информатики может стать недостаточная подготовка учителя в сфере интегрируемой науки, поэтому подобные уроки становятся более эффективными при организации учителем с двумя профилями подготовки или совместным проведением урока с коллегой.

Таким образом, интегрированные уроки информатики предоставляют широкий спектр возможностей для более глубокого и практического освоения многих предметов. Обучающиеся могут лучше понять практическую значимость информатики, применив полученные знания и навыки использования информационных технологий в качестве инструмента решения практических задач из других областей знаний.

Литература

1. Бешенков С. А. Школьное образование: Информатика и информационные технологии. / Информатика и образование, 2000, № 7.
2. Соколова Н. Ю. Как активизировать познавательную деятельность учащихся/Педагогика. – 2008 – № 7.
3. Костюкова Л. Ю. Лабораторные работы при изучении геометрии треугольника // Лучшая студенческая статья 2023. - Пенза: МЦНС «НАУКА и просвещение», 2023. – С. 91–97.

КОНЕЧНО-РАЗНОСТНАЯ СХЕМА НА НЕРАВНОМЕРНОЙ СЕТКЕ ДЛЯ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ В КРУГОВОЙ ОБЛАСТИ

Коханов П. В.

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

Математическое моделирование конвективных движений в пористой среде требуется для решения различных проблем геофизики и энергетики. Для этого применяется вычислительный эксперимент на основе конечно-элементных и конечно-разностных методов [1]. Чаще всего используются уравнения в декартовых координатах или криволинейных без учёта особых точек. Так, для задачи конвекции Дарси полярные координаты применялись при анализе односвязных кольцевых областей, не включавших полюс [2-3]. При этом применялись специальные аппроксимации для сохранения косимметрии, следствием которой являлась мультистабильность в виде семейства стационарных конвективных движений [4]. В [5] был описан конечно-разностный метод для включающих полюс областей.

В данной работе предлагается развитие схемы [5] на случай неравномерной сетки по радиальной координате. Рассматривается система безразмерных уравнений конвекции в полярных координатах, состоящая из уравнения, связывающего девиацию температуры θ и функцию тока ψ , и уравнения теплопроводности [1]:

$$0 = \Delta\psi - \lambda G(\theta), \quad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \Delta\theta + G(\psi) - J(\psi, \theta), \quad J(\psi, \theta) = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} q_1 + \frac{\partial \psi}{\partial r} q_2, \quad (2)$$

где Δ – оператор Лапласа, r и φ – радиальная и азимутальная координаты, t – время, $J(\psi, \theta)$ – конвективный член, $G(\theta)$ – сила всплытия, которая определяется следующим образом:

$$G(\theta) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \varphi} (\theta \sin \varphi) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r\theta) \cos \varphi, \quad (3)$$

$$q_1 = -\frac{\partial \theta}{\partial r}, \quad q_2 = -\frac{1}{r} \frac{\partial \theta}{\partial \varphi}. \quad (4)$$

Число Рэлея λ вычисляется по формуле [1]:

$$\lambda = \frac{g\beta R^2 \delta T}{k\alpha}. \quad (5)$$

Здесь g – ускорение свободного падения, β – температурный коэффициент линейного расширения, R – радиус круговой области, $k = \frac{\nu}{K}$ – отношение

кинематической вязкости к проницаемости среды, $\alpha = \frac{\chi}{c_p \rho}$ – температуропроводность, χ – коэффициент теплопроводности, c_p – изобарная удельная теплоёмкость, ρ – плотность.

Для системы (1)–(5) задаются условия в центре круговой области ($r = 0$):

$$\frac{\partial \psi}{\partial r} = 0, \quad q_1 = 0 \quad (6)$$

и на границе ($r = R$):

$$\psi = 0, \quad \theta = 0. \quad (7)$$

Система уравнений (1)–(7) является косимметричной в смысле определения В. И. Юдовича [4]. Действительно, вектор $L = (\theta, -\psi)$ ортогонален вектору правой части (1)–(2) с учётом (6)–(7) и не обращается в нуль для $\psi \neq 0$.

Вводятся сетки по радиальной и азимутальной координатам:

$$r_j = r_{j-1/2} + h_r q^{j-1/2}, \quad j = \overline{1, N_r - 1}, \quad h_r = \frac{R}{(0,5 + (1-q)^{N_r-1})q/(1-q)}, \quad (8)$$

$$\varphi_i = i h_\varphi, \quad i = \overline{0, N_\varphi}, \quad h_\varphi = \frac{2\pi}{N_\varphi}, \quad (9)$$

$$h_{j+1/2} = r_j - r_{j-1}, \quad h_j = r_{j+1/2} - r_{j-1/2}, \quad (10)$$

где N_r, N_φ – число узлов, h_r, h_φ – шаги, $q > 0$ – множитель разбиения, и смещённые сетки:

$$r_{j-1/2} = 0,5(r_{j-1} + r_j), \quad j = \overline{1, N_r}, \quad (11)$$

$$\varphi_{i-1/2} = (i - 1/2)h_\varphi, \quad i = \overline{1, N_\varphi}. \quad (12)$$

В результате получают аппроксимации уравнений (1)–(4) для внутренних узлов [2,3]:

$$0 = \Delta_h \psi_j^i - \lambda G_j^i(\theta), \quad (13)$$

$$\frac{\partial \theta_j^i}{\partial t} = \Delta_h \theta_j^i + G_j^i(\psi) - J_j^i(\psi, \theta). \quad (14)$$

Здесь

$$G_j^i(\theta) = \frac{1}{r_j} (D_2 \theta \sin \varphi)_j^i + \frac{1}{r_j h_\varphi} (D_1 r \theta)_j^i \cos \varphi_i \sin \frac{h_\varphi}{2}, \quad (15)$$

$$q_{1,j-1/2}^i = -(\delta_1 \theta)_{j-1/2}^i, \quad q_{2,j}^{i-1/2} = -\frac{1}{r_j} (\delta_2 \theta)_j^{i-1/2}, \quad (16)$$

$$J(\psi, \theta)|_{(r_j, \varphi_i)} \approx J_j^i(\psi, \theta) = \frac{1}{3} J_{1,j}^i + \frac{2}{3} J_{2,j}^i, \quad (17)$$

где

$$J_{1,j}^i = \frac{1}{r_j} [D_1(\theta D_2 \psi) - D_2(\theta D_1 \psi)]_j^i, \quad (18)$$

$$J_{2,j}^i = \frac{1}{r_j} [d_1(d_0 \theta d_2 \psi) - d_2(d_0 \theta d_1 \psi)]_j^i. \quad (19)$$

Центру круговой области соответствует узел с номером $j = 1/2$, и для всех $i = \overline{1, N_\varphi}$ выполняются дискретные аналоги условий (6):

$$(\delta_1 \psi)_{1/2}^i = 0, \quad q_{1,1/2}^i = 0. \quad (20)$$

На границе круговой области обнуляются функция тока и девиация температуры (7):

$$\psi_{N_r}^i = 0, \quad \theta_{N_r}^i = 0. \quad (21)$$

Построенная разностная схема (13)-(21) сохраняют косимметрию и дискретные симметрии по азимутальной координате исходной задачи (1)-(7), что необходимо при численном исследовании задач, характеризующихся сильной неединственностью решений.

Результаты расчета спектральной задачи фильтрационной конвекции в круговой области представлены в таблицах 1 и 2, а также на графике (рис. 1). В таблицах дано сравнение критических чисел Рэлея λ_{cr}^k ($k = 1, 2, 3$) для двух равномерных сеток и нескольких сеток с неравномерным разбиением по радиальной координате N_r при фиксированном числе узлов по азимутальной координате N_φ .

Таблица 1.

Критические значения при $q > 1$

Размер сетки $N_r \times N_\varphi$	Коэффициент разбиения по радиальной оси q	Критические значения чисел Рэлея λ_{cr}^k		
		λ_{cr}^1	λ_{cr}^2	λ_{cr}^3
12 × 12	1	25.33	67.71	81.07
8 × 12	1.00	25.88	72.39	81.80
	1.01	26.06	73.11	81.90
	1.05	26.93	75.89	82.64
	1.10	28.40	79.09	84.15

Таблица 2.

Критические значения при $q < 1$ для различных N_r

Размер сетки $N_r \times N_\varphi$	Коэффициент разбиения по радиальной оси q	Критические значения чисел Рэлея λ_{cr}^k		
		λ_{cr}^1	λ_{cr}^2	λ_{cr}^3
24 × 24	1	23.66	61.14	63.74
8 × 24	1.00	24.47	64.82	66.80
	0.95	23.80	63.84	63.92
	0.90	23.52	60.91	63.54
	0.85	23.62	58.25	63.81
12 × 24	1.00	23.93	63.15	64.12
	0.95	23.63	60.02	63.95
	0.90	24.24	56.53	65.41
	0.85	25.63	53.31	68.91
16 × 24	1.00	23.77	61.95	63.89
	0.95	23.90	58.48	64.61
	0.90	25.63	54.17	68.59
	0.85	28.50	50.25	77.05

Видно, что при $q > 1$ (сгущение узлов к центру) результаты хуже, чем при $q < 1$ (сгущение узлов к границе), и требуется увеличение числа узлов для получения значений, сравнимых с обеспечиваемых использованием равномерной сетки (см. табл. 1). Для $q < 1$ имеются оптимальные значения, для которых значения критических чисел Рэлея получается при меньшем числе узлов по радиальной координате (см. табл. 2).

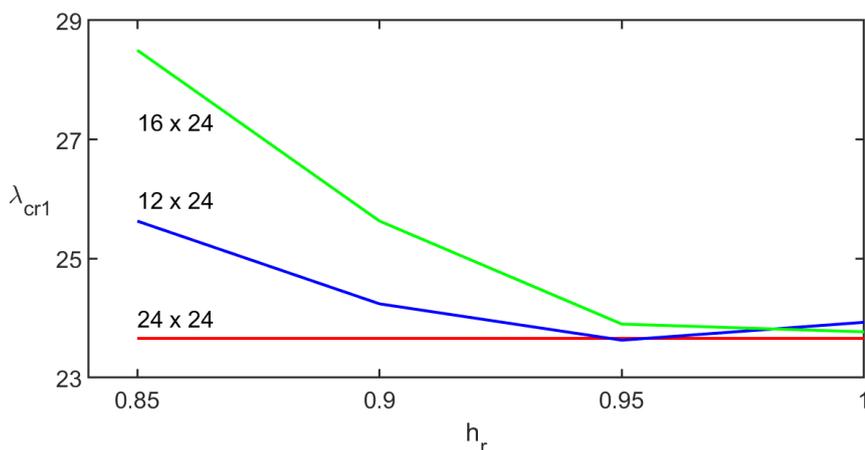


Рис. 1. Значения λ_{cr1} в зависимости от коэффициента роста шага при $N_r = 24, 12, 16$ и постоянном числе узлов по азимутальной координате $N_\varphi = 24$

Из графика видно, что оптимальное значение достигается при $q \approx 0.95$ и зависит от числа узлов по радиусу. Неравномерная сетка размера 12×24 позволяет добиться результатов получаемых на равномерной сетке 24×24 .

Литература

1. Nield D. A., Bejan A. Convection in Porous Media // Springer. 2017. Ed. 5. 998 p.
2. Трофимова А. В., Цибулин В. Г. Конвективные движения в пористом кольцевом секторе // Прикладная механика и техническая физика. 2011. Т. 52. № 3. С. 116–125.
3. Трофимова А. В., Цибулин В. Г. Фильтрационная конвекция в кольцевой области и ответвление семейства стационарных режимов // Механика жидкости и газа. 2014. № 4. С. 73–83.
4. Юдович В. И. Косимметрия, вырождение решений операторных уравнений, возникновение фильтрационной конвекции // Мат. заметки. 1991. Т. 49. Вып. 5. С. 142–148.
5. Коханов П. В., Цибулин В. Г. Численная схема в полярных координатах для анализа конвекции в пористой среде // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2023. Т. 20. № 4. С. 37–44.

ПОНЯТИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

Кувшинова Е. Н., Лебедь В. А.

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

E-mail: enkuvshinova@sfedu.ru, lebed@sfedu.ru

На данном этапе развития современных технологий большую роль играют исследования в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Это связано с тем, что развитие этих отраслей науки позволяет оптимизировать не только бытовые процессы, с которыми человек сталкивается каждый день, но и профессиональные, например, помощь в решении сложных стратегических, финансовых вопросов или постановке медицинских диагнозов. В связи с этим школьный курс информатики также претерпевает изменения в зависимости от темпа развития современных образовательных технологий. В данной статье рассматривается проблематика методических подходов преподавания машинного обучения и искусственного интеллекта в рамках школьного курса информатики.

Был проведен анализ рабочих программ единого содержания общего образования [5], составленных по новым Федеральным государственным образовательным стандартам [7] для того, чтобы понять место машинного обучения и искусственного интеллекта, последовательность и взаимосвязь их изучения в школьном курсе информатики.

В календарно-тематическом планировании (КТП) по информатике в рабочих программах единого содержания общего образования [5] темы «Искусственный интеллект» и «Машинное обучение» вводятся начиная с девятого класса на углубленном уровне и далее встречаются в 10 и 11 классах на базовом и профильном уровнях изучения информатики.

Простой анализ показывает, что в программах имеется ряд противоречий. Так в углубленной рабочей программе по информатике для 9 класса искусственный интеллект и машинное обучение рассматриваются, как равнозначные понятия [3]. В рабочей программе для 10-11 классов базового уровня обучения рассматривается тема «Средства искусственного интеллекта», в которую включено понятие «машинное обучение» [1]. В рабочей программе углубленного уровня для 11 класса машинное обучение и искусственный интеллект рассматриваются в разных разделах: первое в разделе «Анализ данных»; второе в разделе «Моделирование» [2].

Заметно также расхождение в понимании термина интеллектуальный анализ данных (Data mining). В 11 классе базового уровня интеллектуальный анализ данных относится к разделу «Электронные таблицы [1]. При этом в рабочей программе для 11 класса углубленного уровня интеллектуальный анализ данных относится к разделу «Анализ данных», где рассматривается понятие «машинного обучения» [2].

При рассмотрении единых рабочих программ заметно расхождение в понимании терминов «машинное обучение», «искусственный интеллект» и «data mining». Вследствие этого возникают вопросы: во-первых, какие понятия, определения и задачи должны относиться к машинному обучению, а какие к искусственному интеллекту; во-вторых, является ли искусственный интеллект эквивалентным понятием машинного обучения или это понятия, которые должны быть четко разделены. Данные вопросы важны для процесса обучения, так как в дальнейшем в учебниках может быть отражена неверная трактовка данных понятий, что может отразиться на неправильной подаче материала учителями.

Расхождение в понимании данных терминов имеется не только на уровне школьного образования, но и в научном сообществе. Черкасов Д. Ю., Иванов В. В. подчеркивают: «что с уделением особого внимания логическому и основанному на знаниях подходам был вызван разрыв между искусственным интеллектом и машинным обучением. Машинное обучение стало отдельным полем и начало расширяться в 1990-х годах» [6]. При этом машинное обучение и искусственный интеллект отражают развитие компьютерных алгоритмов и соответствующих математических конструкций, связанных с возможностью компьютера выполнять интеллектуальные действия, схожие с действиями людей.

Niklas Kühl¹, Max Schemmer, Marc Goutier, Gerhard Satzger¹ подчеркивают, что многие исследователи воспринимают машинное обучение как часть искусственного интеллекта, делая акцент также на том, что есть авторы, которые считают, что машинное обучение является самостоятельной областью науки [4].

Однако подавляющее большинство авторов утверждают, что машинное обучение является частью искусственного интеллекта [8, 9].

Противоречия в рабочих программах и публикациях свидетельствуют о нечеткости классификации данных терминов. Если рассматривать историческое происхождение этих понятий, можно заметить, что зачастую схожие процессы и направления исследований приобретали разные названия. Так в середине двадцатого столетия появился термин «кибернетика», затем более популярным стал термин «искусственный интеллект», потом «машинное обучение», «глубокое обучение», «генеративный искусственный интеллект». На данном этапе развития интеллектуальных систем большую популярность набирают GPT-чаты, для которых также нет единого определения:

в одних источниках говорится, что это нейросеть, в других, что это большая языковая модель. Такое большое разнообразие терминов, которые характеризуют схожие, взаимосвязанные между собой направления, могут совершенно однозначно вызывать разногласия в понимании процессов, которые они реализуют.

Совершенно очевидно, что каждый учитель информатики в процессе преподавания обучающимся тем «Искусственный интеллект» и «Машинное обучение», представленных в единых рабочих программах, вкладывал бы тот смысл в определения и понятия, который он считал бы верным, тем самым у обучающихся было бы сформировано разное понимание одних и тех же процессов.

Анализ единых рабочих программ и научных публикаций показал, что термины «искусственный интеллект», «машинное обучение» и «data mining» тесно связаны друг с другом и во многих источниках есть расхождения в понимании процессов, которые с ними связаны. Поэтому важно, чтобы в процессе обучения у всех обучающихся был сформирован единый понятийный аппарат, который в дальнейшем будет способствовать развитию данных отраслей науки в сфере образования и позволит выйти им на новый уровень.

Таким образом, целью нашего исследования является формулировка, на достаточно простом и понятном для школьников уровне, единых определений и понятий, а также разработка лабораторных и практических заданий, которые можно было бы рассмотреть на разных этапах изучения машинного обучения в рамках курса информатики, чтобы у всех учителей и обучающихся был сформирован единый понятийный аппарат.

Литература

1. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. информатика (базовый уровень для 10–11 классов образовательных организаций) // Единое содержание общего образования URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/21_%D0%A4%D0%A0%D0%9F-%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10-11-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B0.pdf (дата обращения: 12.03.2024).
2. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. информатика (углублённый уровень для 10–11 классов образовательных организаций) // Единое содержание общего образования URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/22_%D0%A4%D0%A0%D0%9F_%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-10-11-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D1%83%D0%B3%D0%BB.pdf (дата обращения: 12.03.2024).

3. Федеральная рабочая программа основного общего образования информатика (углублённый уровень для 7–9 классов образовательных организаций) // Единое содержание общего образования URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/16_%D0%A4%D0%A0%D0%9F_%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_7-9-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D1%83%D0%B3%D0%BB.pdf (дата обращения: 12.03.2024).
4. Niklas Kühl1, Max Schemmer, Marc Goutier, Gerhard Satzger1 Artificial intelligence and machine learning // Electronic Markets. 2022. №32. С. 2235–2244.
5. Единое содержание общего образования URL: <https://edsoo.ru/konstruktor-rabochih-programm/> (дата обращения: 12.03.2024).
6. Черкасов Д. Ю., Иванов В. В. Машинное обучение // Наука, техника и образование. 2018. № 5 (46). С. 85–87.
7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован 12.09.2022 № 70034)
8. Кропачев Р. А., Жидко Е. А. Искусственный интеллект: проблемы и области применения [Текст] / Р. А. Кропачев, Е. А. Жидко // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 3(21). – С. 57–62.
9. Казанцев Т. Искусственный интеллект и Машинное обучение. Основы программирования на Python [Текст] / Казанцев Т.: «ЛитРес: Самиздат», 2020 – 123 с.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ

Кувшинова Е. Н., Насибян А. А.

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

E-mail: enkuvshinova@sfnedu.ru, anasibyan@sfnedu.ru

На сегодняшний день, согласно Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования (ФГОС СОО) [1], школы имеют возможность разрабатывать учебные программы на углубленном уровне.

Одним из компонентов реализации профильного обучения в средней школе являются элективные курсы, роль которых состоит в помощи обучающимся при выборе будущей профессии, изучении дополнительного учебного материала, выходящего за пределы основной образовательной программы.

Говоря об элективных курсах по информатике, актуальным будет изучение такого активно развивающегося направления, как технология дополненной реальности, с помощью которой становится возможной интеграция текста, компьютерной графики, аудио и иной информации с объектами реального мира [2].

Современное образование стремится создать условия для развития заинтересованности обучающихся к учебному процессу. Дополненная реальность является средством обучения, которое может сделать образовательный процесс наглядным и интерактивным. Данную новую для школьной программы технологию можно использовать в рамках элективного курса для обучения навыкам, необходимым для возможной дальнейшей профессиональной деятельности: 3D-моделирования и программирования.

Достижение данных целей может проходить в рамках элективного курса по созданию дополненной реальности на платформе Unity с использованием плагина Vuforia. Курс предназначен для старшей школы и наиболее подойдет обучающимся профильных классов технической направленности, но также может быть интересен и доступен школьникам, не изучавшим информатику углубленно ранее.

Unity – это наиболее популярная среда разработки приложений с использованием 2D- и 3D-контента [3]. Выбор именно этой программы в качестве основного инструмента разработки дополненной реальности в рамках элективного курса обусловлен рядом причин: кроссплатформенность, свободное распространение движка, визуально понятный интерфейс. Unity

активно используется в индустрии разработки компьютерных игр и различных других приложений, а потому знакомство старших школьников с данной средой разработки может иметь также профориентационное значение.

Широкий функционал Unity также дополняется различными компонентами. Так, возможно создание приложений дополненной реальности при использовании плагина Vuforia, который рекомендуется к использованию на занятиях элективного курса.

Курс рассчитан на 32 часа, что соответствует одному занятию в неделю на протяжении одного года. Программное обеспечение, необходимое для реализации элективного курса, включает в себя программу Unity с типом лицензии «Personal» и установленными пакетами поддержки создания приложений на Android, Microsoft Visual Studio Community с поддержкой языка программирования C# для написания скриптов, а также Blender для создания 3D-моделей, экспортируемых далее в проект дополненной реальности.

Запланировано деление элективного курса на 4 раздела:

- Введение в дополненную реальность.
- Введение в 3D-моделирование.
- Программирование дополненной реальности.
- Создание приложения с применением технологии дополненной реальности.

Задачами первого раздела являются знакомство школьников с технологией дополненной реальности, принципами работы и с видами используемого оборудования.

По итогу этого модуля обучающиеся должны знать:

- основные понятия технологии дополненной реальности, такие как «визуализация», «маркеры», «сплайн» и др.;
- особенности работы данной технологии, ее возможности (визуализация моделей, создание интерактивных материалов) и ограничения (необходимость специальных устройств);

Обучающиеся должны уметь:

- устанавливать и тестировать различные приложения дополненной реальности.

Обучающиеся должны владеть:

- способностью анализировать плюсы и минусы приложений дополненной реальности;
- навыками взаимодействия с приложениями дополненной реальности.

Во втором разделе ставятся задачи изучения обучающимися основных понятий 3D-моделирования, этапов создания 3D-модели.

По окончании этого модуля обучающиеся должны знать:

- основные понятия 3D-моделирования («3D-прототипирование», «рендеринг», «текстурирование» и др.);

- принципы создания 3D-моделей (планирование, моделирование, текстурирование, оптимизация, экспорт), виды 3D-моделирования (полигональное и параметрическое);

- функционал программы Blender;

Обучающиеся должны уметь:

- работать в программе Blender;

- создавать трехмерные модели и экспортировать их;

- работать с текстурами, материалами и освещением;

- использовать 3D-модели, находящиеся в открытом доступе.

Обучающиеся должны владеть:

- навыками поиска возможностей воплощения запланированных деталей трехмерной модели в рамках функционала Blender.

Третий раздел непосредственно посвящен изучению старшими школьниками программы Unity, получению ими навыков сборки и тестирования приложений дополненной реальности.

По итогу этого модуля обучающиеся должны знать:

- историю развития технологии дополненной реальности, тенденции ее развития;

- этапы разработки приложения дополненной реальности;

- основные функции программы Unity, применяемые для разработки приложений дополненной реальности.

Обучающиеся должны уметь:

- подключать скрипты, написанные на языке C# к проекту дополненной реальности;

- импортировать трехмерные модели, спрайты в проект Unity;

- добавлять плагин Vuforia в проект, настраивать маркеры для работы с дополненной реальностью;

- устанавливать настройки приложения, сохранять его, загружать и запускать.

Обучающиеся должны владеть:

- навыками программирования на языке C#;

- навыками разработки приложений дополненной реальности.

Последний раздел представляет собой разработку обучающимися приложения с использованием технологии дополненной реальности и защиту созданного проекта.

Занятия планируются теоретического и практического содержания, также запланированы лабораторные работы по окончании каждого пройденного раздела.

По мере прохождения тем курса и выполнения лабораторных работ обучающимися будут освоены основы создания приложений с дополненной реальностью. Данное направление в программировании имеет потенциал для привлечения внимания старших школьников как к данной актуальной

информационной технологии, так и к образовательному процессу в целом, повышает мотивации к обучению. Также этот элективный курс несет в себе и практический смысл. Получение навыков создания мобильных приложений с дополненной реальностью может быть полезным в современном цифровом мире, а изучение программирования будет особенно актуальным для обучающихся профильных классов, которые планируют сдавать ЕГЭ по информатике.

Литература

1. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован 12.09.2022 № 70034). – 84 с.
2. Семенова Г. В. Опыт применения технологий дополненной и виртуальной реальностей в образовательном процессе // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. – 2022. – № 1 (77). – С. 57–63.
3. Хокинг, Д. Unity – в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Д. Хокинг. – СПб.: Питер, 2016. – 336 с.

ОСНОВЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Кувшинова Е. Н., Стилиди К. В.

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

E-mail: enkuvshinova@sfedu.ru, stilidi@sfedu.ru

Сегодня цифровая трансформация образования во многом обусловлена стремительным развитием искусственного интеллекта, одним из наиболее востребованных направлений которого является машинное обучение, представляющее собой обширный подраздел, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Машинное обучение находится на стыке математической статистики, методов оптимизации и классических математических дисциплин [4]. Знание языков программирования также является неотъемлемой частью работы в области машинного обучения.

В настоящее время экономике и науке требуются специалисты в области машинного обучения, что в свою очередь ставит задачу пропедевтики данного направления искусственного интеллекта в школьном курсе информатики. Актуальным становится внедрение машинного обучения в старших классах школы для овладения обучающимися первичными навыками в этой области.

Тем не менее, поскольку обычно машинное обучение в полном объеме преподается только в высших учебных заведениях, по-прежнему не хватает методических подходов к обучению учащихся средней школы основам машинного обучения.

Несмотря на большой интерес и востребованность данного направления искусственного интеллекта, анализ примерной рабочей программы по информатике показал, что теме «Машинное обучение» в школьном курсе уделяется недостаточно времени [3]. Она является дополнительной частью раздела «Информационные технологии», изучаемом в 10 классе, которому на базовом уровне отводится 10 часов. Из них теме «Средства искусственного интеллекта» – 2 часа. На углубленном уровне данному разделу выделено 14 часов, из которых на «Анализ данных» – всего 8 часов [1]. Авторами учебника (К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин) «Информатика» [2] для базового и углубленного уровня за 10 класс, определения машинному обучению не дается вовсе.

В школьном курсе информатики рассматриваются темы, посвященные решению задач оптимизации и анализу данных с помощью электронных таблиц, статистические расчеты. В качестве дополнительного материала

учащимся предлагается ознакомиться с библиотеками NumPy и SciPy для Python. Более подробно машинное обучение раскрыто в учебном пособии «Искусственный интеллект» (И. А. Калинин, Н. Н. Самылкина, А. А. Салахова) [1], в котором рассматриваются практические примеры с использованием машинного обучения.

Полученные на уроках информатики знания можно расширить, рассмотрев изучение основ машинного обучения с помощью одного из языков программирования в рамках элективного курса для профильного обучения в 10-11 классах. Элективный курс по машинному обучению поможет учащимся понять, какие технологии лежат в основе многих последних инноваций и изменений в мире, расширит их знания об искусственном интеллекте. Цель элективного курса – познакомить учащихся с методами машинного обучения и рассмотреть различные типы задач (классификация, регрессия, кластеризация и др.). При этом важно использовать современные и практически полезные инструменты, которые будут применимы в дальнейшей профессиональной деятельности учащихся.

Актуальным остается вопрос о том, какой язык программирования использовать для преподавания основ машинного обучения в средней школе. Ведь важно подобрать язык программирования, отвечающий требованиям обновленных ФГОС, и имеющий большой набор возможностей для изучения машинного обучения [6]. В качестве языка программирования для машинного обучения используются C++, Java, R и Python.

Самым быстрым компьютерным языком считается C++, в скорости обработки данных он превосходит большинство языков программирования. C++ достаточно популярен среди программистов, занимающихся машинным обучением, в том числе из-за обширного списка библиотек и инструментов. К недостаткам данного языка программирования для учащихся средней школы можно отнести менее понятный синтаксис. Если учащиеся в рамках элективного курса познакомятся с данным языком впервые, то у них могут возникнуть сложности с чтением кода. Также, у C++ длинный относительно других языков программирования код.

Язык R также имеет немало возможностей для анализа данных и машинного обучения, но он уступает по производительности другим языкам программирования и редко изучается в школах.

Язык Java используется преимущественно для разработки приложений, но по мере развития машинного обучения получил усовершенствования, и на данный момент имеет большое количество библиотек с подробной документацией. Однако Java обладает теми же недостатками, что и R. Кроме того, он не обладает встроенными инструментами для анализа данных.

В качестве первого языка программирования для изучения основ машинного обучения оптимальным вариантом является Python по следующим причинам:

- значительное лидерство в качестве языка программирования для машинного обучения среди специалистов;
- нарастающая популярность Python в качестве языка программирования для подготовки к единому государственному экзамену (ЕГЭ);
- понятность синтаксиса Python для учащихся, поэтому его можно использовать на начальном уровне;
- выбор большого количества авторов учебно-методических комплексов;
- простота, позволяющая сосредоточиться на логике и алгоритмах;
- огромный набор библиотек для быстрой разработки и реализации сложных алгоритмов машинного обучения; встроенные библиотеки Python позволяют решить задачу любого уровня сложности;
- возможность выявления ошибок на этапе компиляции с указанием строки.

Рассмотрим некоторые библиотеки Python для машинного обучения, использующиеся в учебных пособиях, которые можно внедрить при разработке занятий элективного курса.

Scikit-learn – это универсальная, постоянно развивающаяся, на основе библиотек на NumPy, SciPy и других библиотеках, содержащих ряд современных алгоритмов машинного обучения для решения задач регрессии, классификации, кластеризации, уменьшения размерности и т. д. Несомненным достоинством данной библиотеки относятся общедоступность и простота понимания для пользователей разного уровня подготовки, а также полный комплект документации, доступный для всех пользователей.

TensorFlow – это программная библиотека от компании Google для наиболее простого применения концепций машинного обучения и глубокого обучения, сочетающая методы оптимизации вычислительной алгебры для простого вычисления многих математических выражений [5].

Библиотека используется для быстрого создания нейросетей любого уровня сложности.

Pandas – библиотека с большим количеством методов для обработки и анализа данных на основе структуры данных DataFrame, представленных в виде электронной таблицы.

Такое многообразие библиотек помогает учащимся достичь на углубленном уровне следующих предметных результатов обучения по ФГОС: «сформированность умения работать с библиотеками программ; наличие опыта использования компьютерных средств представления и анализа данных» [6].

Поскольку для изучения основ машинного обучения необходимо работать с большим количеством библиотек, важно подобрать подходящую бесплатную среду для программирования на Python. Здесь можно выделить Google Colaboratory – это онлайн-среда для анализа данных и машинного

обучения. Фактически, это облачная версия Jupyter Notebook, её преимущество в том, что она не требует установки, достаточно иметь любой браузер на компьютере и Google-аккаунт.

Если рассматривать среды разработки, требующие установки, то нетребовательной, но в тоже время удобной является Pyzo. Однако одним из самых удачных решений будет работа с дистрибутивом Anaconda. Он обладает удобным пользовательским интерфейсом, и включает в себя множество инструментов для работы с Python. Одним из главных достоинств Anaconda является предустановка свыше 1500 библиотек, а также большое количество руководств и инструкций. Anaconda является кроссплатформенным программным обеспечением, поэтому может быть установлена на операционные системы Windows, MacOS и Linux. Рассмотрев важность освещения учащимся 10-11 классов тем, касающихся различных областей искусственного интеллекта, а также оценив перспективность такого его направления, как машинное обучение, можно сделать вывод о том, что введение элективного курса об основах машинного обучения отвечает требованиям к современному образованию и поможет учащимся получить первичные знания о перспективной и интересной области IT-сферы, а язык программирования Python является оптимальным вариантом для реализации практической части элективного курса.

Литература

1. Калинин И. А. Искусственный интеллект. 10-11 класс: Учебное пособие / И. А. Калинин, Н. Н. Самылкина, А. А. Салахова. – М. : Просвещение, 2023. – 144 с.
2. Поляков К. Ю. Информатика : 10-й класс : базовый и углубленный уровни : в 2 частях / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. – М. : Просвещение, 2023. – 351 с.
3. Примерная рабочая программа среднего общего образования учебного предмета «Информатика» (углубленный уровень) для 10-11 классов образовательных организаций [Электронный ресурс]. URL: <https://fgosreestr.ru/oop/545> (Дата обращения 21.03.2024).
4. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению [Электронный ресурс]. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение (Дата обращения 21.03.2024).
5. Сафронов К. Ю. Сравнительный анализ языков программирования в сегменте искусственного интеллекта // Оригинальные исследования. – 2021. – Т. 11. – №. 8. – С. 17-25.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/> (Дата обращения 21.03.2024).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ QR-КОДОВ НА МОБИЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ИСКАЖЕНИЙ

Кузуб П. Э.

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

С повсеместным распространением смартфонов увеличивается и популярность QR-кодов – средств для передачи информации, которые сейчас можно встретить повсеместно – будь то табличка на памятнике или терминал на кассе в магазине. Для увеличения шансов считать данные с QR-кодов, сфотографированных на камеру мобильных устройств, можно предварительно обработать полученные изображения, разработав ПО для этой задачи. В связи с мощностью современных смартфонов данные операции удобно проводить нативно на устройстве.

QR-код (Quick Response code) – тип двумерного матричного штрихкода, состоящий из блоков расположенных в квадратной сетке. Для декодирования данных штрихкодов не обязательно использовать специальные считыватели, достаточно лишь камеры обычного смартфона. Полученное цифровое изображение подвергается анализу алгоритма, который определяет положение кода по трем угловым меткам, для исправления QR на фото, приведя его к нужному по ориентации и углу просмотра. Далее остальные блоки внутри штрихкода преобразуются в двоичные числа и проходят обработку с помощью кода Рида-Соломона, для исправления ошибочных и потерянных данных, до тех пор, пока не будет декодирован весь текст.

Несмотря на большую устойчивость QR-кодов, они считываются с цифровых камер, из-за чего все равно могут быть не распознаны, в связи с возможными искажениями цифровых фотографий. Для их исправления применяются разные подходы, связанные с предобработкой изображений:

- Плохое освещение – при данных искажениях не получится распознать блоки QR-кода, и чтобы это исправить необходимо произвести бинаризацию по оптимальному пороговому значению. Возможное неравномерное освещение может затруднить процесс бинаризации штрихкода, поэтому изображение необходимо разделить на множество частей и провести бинаризацию над каждой по отдельности, после чего объединить их в одно изображение QR-кода. Для улучшения работы данного алгоритма выбирать размер частей стоит адаптивно, а не фиксировано.

- Размытость – данная проблема характеризуется невозможностью распознать соседние блоки QR-кода. Для ее исправления можно повысить резкость изображения с помощью матрицы свертки или увеличить контраст изменив границы диапазона яркостей.
- Геометрические искажения – при данных искажениях QR-код на изображении потеряет свою квадратную форму из-за чего его не получится распознать. Для восстановления формы QR-кода можно воспользоваться аффинными, или более эффективными перспективными, преобразованиями. Для них требуется узнать 3 (4 в случае перспективных) угловые точки штрихкода.
- Сферические искажения – данные искажения вызваны объективом камеры. Для исправления данной проблемы необходимо получить коэффициенты искажения и параметры камеры с помощью калибровки, сделав не менее 10 изображений шахматной доски. С помощью полученных параметров можно преобразовать нужное изображение для компенсации искажений объектива.

Все описанные выше подходы по предварительной обработке изображения QR-кода можно применить с помощью библиотеки OpenCV. С помощью SDK ее можно интегрировать в мобильные устройства под ОС Android или IOS и создать приложение, с помощью которого пользователю будет проще считывать QR-коды. Ссылка на репозиторий с примером исправления искажений: <https://github.com/K4346/SITO2024>

Литература

1. Wang, Y. & Li, Y. & Zheng, J.. (2010). A camera calibration technique based on OpenCV. doi: 10.1109/ICICIS.2010.5534797.
2. Chen R, Yu Y, Xu X, Wang L, Zhao H, Tan HZ. (2019) Adaptive Binarization of QR Code Images for Fast Automatic Sorting in Warehouse Systems. doi: 10.3390/s19245466.
3. Chen, W., Yang, G., & Zhang, G. (2012). A Simple and Efficient Image Pre-processing for QR Decoder. doi:10.2991/emeit.2012.46.

АНАЛИЗ ДАННЫХ И ВОПРОСЫ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ В СФЕРЕ ТУРИЗМА

Куликов Д. К.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: dkuliko@sfedu.ru

Вопросы проектирования баз геоданных являются предметом исследований с момента широкого внедрения геоинформационных систем [13]. В сфере логистики, управления и развития территорий, в экологических исследованиях, на транспорте и т.д. значимость пространственных данных и их анализа продолжает расти. По данным опубликованных отчетов и прогнозов [3], [4], в 2021 году мировой рынок геопространственной аналитики оценивался в 59,13 млрд. долларов США. Ожидается, что среднегодовой темп прироста здесь составит 12,6–12,9%, доведя это значение к 2028 году до 141,9 млрд. долларов. Актуальна эта тема и в сфере туризма, поскольку успешное развитие туристической отрасли, в том числе отдельного региона, не может осуществляться без достаточного информационного обеспечения. Успешное решение задач в этой области зависит от учета большого объема информации, точных прогнозов и решений, выработанных на основе глубокого анализа данных с привлечением современных баз и хранилищ данных.

Любая база данных является информационным описанием определенной предметной области – образом или срезом, фиксирующим те или иные свойства, связи и отношения объективного мира. Это содержание непосредственно отражено в *концептуальной схеме* базы данных. На концептуальном этапе проектирования базы данных определяются и требования к данным. Помимо требований, продиктованных общими правилами проектирования баз данных в рамках реляционной либо нереляционной модели, стандартом онтологий высшего уровня (ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021), а также правилами, предъявляемыми со стороны ГИС [1], [9], существует связь предъявляемых к данным требований (их содержанию и структуре) с целями их использования и задачами, которые предположительно будут решаться в опоре на эти данные. Проектирование базы геоданных на концептуальном уровне, а именно, выбор наборов сущностей и связей между ними, может быть реализовано в каждом конкретном случае по-разному. Для удовлетворения потребностей туристов и турфирм база данных выполняет, прежде всего, справочные функции. Содержащиеся в ней геоданные могут использоваться с целью определения маршрута, выбора точек интереса, оценки расстояний и др. Для целей же развития туристических кластеров

требуются не только точные данные об объектах, но и такое информационное представление предметной области, которое удобно для применения методов *анализа данных*, включая интеллектуальный анализ данных, или Data Mining. Разница этих двух техник нечеткая, Data Mining обычно связывают с анализом данных большого объема и неоднородности [5], [8, р. 6]. Анализ пространственных данных – это процесс применения методов для поиска закономерностей, обнаружения аномалий или проверки гипотез на основе пространственных данных, а также извлечения из данных новой полезной информации, т. е. знаний.

В рамках традиционной модели анализа данных знание по своему содержанию в основном совпадало с данными, с тем отличием, что знание – это, прежде всего, агрегированные статистические данные. Такое «знание» можно получить на основе SQL запросов разной сложности, например:

```
SELECT branch, count(orderID) salesCount
FROM Orders
GROUP BY branch;
```

В рамках методологии пространственного анализа и Data Mining не всякая информация определяется как знание. Представлением знания, извлекаемого из данных, считаются так называемые *интересные паттерны* – связи, структуры, отношения, корреляции, в которых обнаруживается новое содержание, которые понятны, практически полезны и обладают фактической достоверностью [8, р. 21].

Методы анализа применительно к геоданным нацелены на решение описательных и предиктивных задач [7], [8]. Например, это задача *описания и противопоставления классов* в составе разнородного множества объектов, например, противопоставления классов туристических и околотуристических объектов или дифференциация подклассов внутри класса, обнаружение часто *повторяющихся паттернов*, например, «гостиницы–банкоматы» и *ассоциаций*, например, элементов востребованных экскурсионных программ, *корреляций*, например, спроса и локализации мест размещения. Предиктивные аналитические задачи включают *классификацию, регрессию, кластерный анализ и обнаружение аномалий*. Соответственно, переход от данных к знанию включает ряд шагов: прежде всего, очистку и подготовку данных (агрегирование, суммирование) с целью сделать их пригодными для анализа [2], [10, pp. 5–6], [12].

При работе с хранилищами и неспециализированными базами данных подготовка данных для анализа является необходимой. При использовании специализированной тематической базы геоданных (например, туристической) эффективность пространственного анализа зависит от *качества* данных и их *состава*. Результаты анализа могут считаться валидными при условии, что они получены на основе пространственных данных, обладаю-

щих достаточной полнотой и точностью. В существующих ГИС наблюдается атрибутивная сложность и разноформатность записей в тематических группах (например, названий гостиниц, организаций, достопримечательностей и др.). Записи имеют черты сырых и неструктурированных данных, что усложняет поиск и снижает достоверность полученных результатов. Тематические базы геоданных должны исключать такие недостатки данных.

Схема базы геоданных должна иметь в своем составе в определенной мере разнородные сущности, допустим, выделять классы или кластеры туристических и околотуристических объектов. Это позволяет определить полноту туристического кластера и анализировать отношения внутри него, например, определять *коэффициент полноты* туристического кластера (фактическое количество объектов кластера по отношению к их нормативному количеству), *коэффициент доступности* объектов кластера (рассчитывается на основе показателей расстояния и времени, спроса и стоимости) и др.

Учитывая первый закон географии о пространственной корреляции Тоблера [14] и второй закон пространственной гетерогенности Гудчайлда [6], полнота туристического кластера должна определяться пространственной близостью релевантных объектов при необходимой мере их функциональной гетерогенности. В разных локациях структура объектов кластера будет разной, но должно выполняться их функциональное сходство.

Туристическая база геоданных должна включать обновляемые записи о посещении тех или иных объектов, о рейтингах гостиниц и точек интереса, поскольку объектом геоанализа являются не только локации, но и потоки между ними [11. р. 258].

Задачи классификации и регрессии требуют идентификации необходимых наборов атрибутивных данных. При этом, в базе геоданных может потребоваться использование нереляционных типов данных, таких как *hstore* в PostgreSQL/PostGIS, что также нужно предусмотреть на этапе концептуального проектирования. Например, хранение данных о пунктах туристического маршрута или о точках интереса в пределах размещения посредством стандартных реляционных типов данных создало бы необходимость избыточного набора атрибутов со значениями *null* в поднаборах строк.

Требования, предъявляемые к концептуальной схеме базы геоданных со стороны задач аналитики многочисленны и специфичны. Методология анализа данных позволяет определить общие черты этих требований (реляционную правильность данных, атрибутивную полноту, валидность типов данных и др.), с учетом которых определяются требования, учитывающие тематическую направленность базы геоданных.

Литература

1. Проектирование базы геоданных. Общий обзор // <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/an-overview-of-geodatabase-design.htm> (дата обращения: 18.03.24).
2. Chun-Che Huang, Tzu-Liang (Bill) Tseng. Analytical Knowledge Warehousing for Business Intelligence // Encyclopedia of Data Warehousing and Mining. Information Science Reference. 2009.
3. Geospatial Analytics Market // <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/geospatial-analytics-market-198354497.html> (дата обращения: 18.03.24)
4. Geospatial Analytics Market Size Global Report, 2022 – 2030 // <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/geospatial-analytics-market> (дата обращения: 18.03.24)
5. Goodchild M. F. Data Analysis, Spatial // Encyclopedia of GIS by Sh. Shekhar, H. Xiong, X. Zhou (Eds.). Springer, 2017. 405–409.
6. Goodchild M. F. The validity and usefulness of laws in geographic information science and geography // Annals of the Association of American Geographers, 2004. 94(2). 300–303.
7. Gupta M. K., Chandra Ch. A comprehensive survey of data mining // International Journal of Information Technology. 2020, 12(4). 1243-1257.
8. Han J., Kamber M., Pei J. Data Mining. Concepts and Techniques. Morgan-Kaufmann. 2012.
9. Jovanović V., Njeguš A. The Application of GIS and its Components in Tourism // Yugoslav Journal of Operations Research. Vol 18 (2008), Number 2, 261–272.
10. Olszewski R., Wendland A. Digital Agora – Knowledge acquisition from spatial databases, geoinformation society VGI and social media data // Land Use Policy 109, 2021.
11. Pei Tao et al. Big geodata mining: Objective, connotations and research issues // Journal of Geographical Sciences, 2020. Vol. 30. 251–266.
12. Redecker A., Burian J., Moos N., Macků K. Spatial Analysis in Geomatics // Spationomy. Spatial Exploration of Economic Data and Methods of Interdisciplinary Analytics. Springer, 2020. 65–92.
13. Singh S. P., Singh P. Modeling a Geo-spatial Database for Managing Travelers' Demand. // International Journal of Database Management Systems. Vol. 6, No. 2, April 2014. 39–47.
14. Tobler W. R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region // Economic Geography, 1970. 46 (Suppl. 1). 234–240.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Кутищева А. Ю., Марков С. И., Трофимова С. А.
*ФГБУН Институт нефтегазовой геологии
и геофизики СО РАН,
г. Новосибирск*
E-mail: KutischevaAY@ipgg.sbras.ru

Климатические изменения оказывают существенное влияние на целостность многолетнемерзлых пород [1], [2] и, как следствие, на прочностные характеристики сооружений, размещаемых в таких регионах. В частности, в некоторых регионах отмечается большая глубина сезонного растепления, чем это было ранее. Это может приводить к нарушению устойчивости конструкции и накоплению усталостных нарушений. В рамках данной работы для оценки влияния изменения свойств грунта при растепении на распределение напряженно-деформированного состояния свайных конструкций рассматривается несколько согласованных прямых задач. На начальном этапе решается задача о фазовом переходе (т. е. таяние льда по модели Стефана с явным учетом подвижной границы [3]), после чего моделируется распределение полей напряжения и деформации с учетом изменившихся физических и геометрических свойств среды (термоупругая деформация многомасштабных сред) [4]. Такой подход позволяет согласовать несколько физических процессов и повысить достоверность вычислений.

Рассмотрим фрагмент пласта со свайной конструкцией (рис. 1). Пласт представлен пылеватым многолетнемерзлым грунтом с пропластком сплошного льда, что является типичной структурой для приполярных регионов. Свая проходит через слой сплошного льда и опирается в твердое основание ниже теоретической границы сезонного растепления. Необходимо выполнить моделирование деформации данной структуры при условии статического нагружения сваи и циклического сезонного изменения климатических условий.

Для решения поставленной задачи используются модифицированные методы на базе метода конечных элементов. А именно, многомасштабный разрывный метод Галеркина на тетраэдральных носителях применяется в задаче о фазовом переходе [5], гетерогенный многомасштабный метод конечных элементов на полиэдральных носителях [6] – для решения задачи о термоупругой деформации.

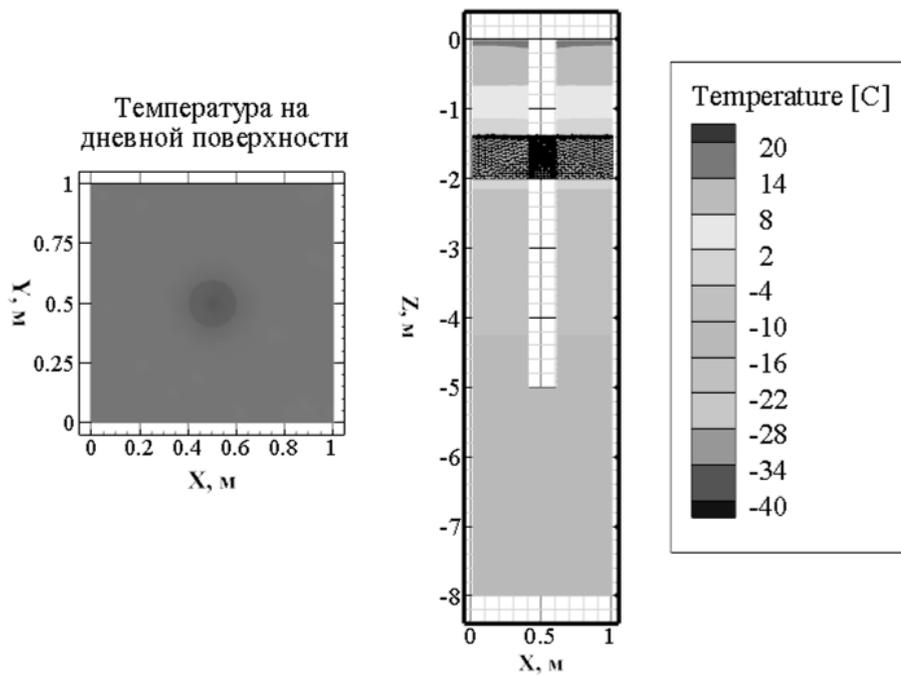


Рис. 1. Состояние мёрзлого грунта и фронт температуры в июле

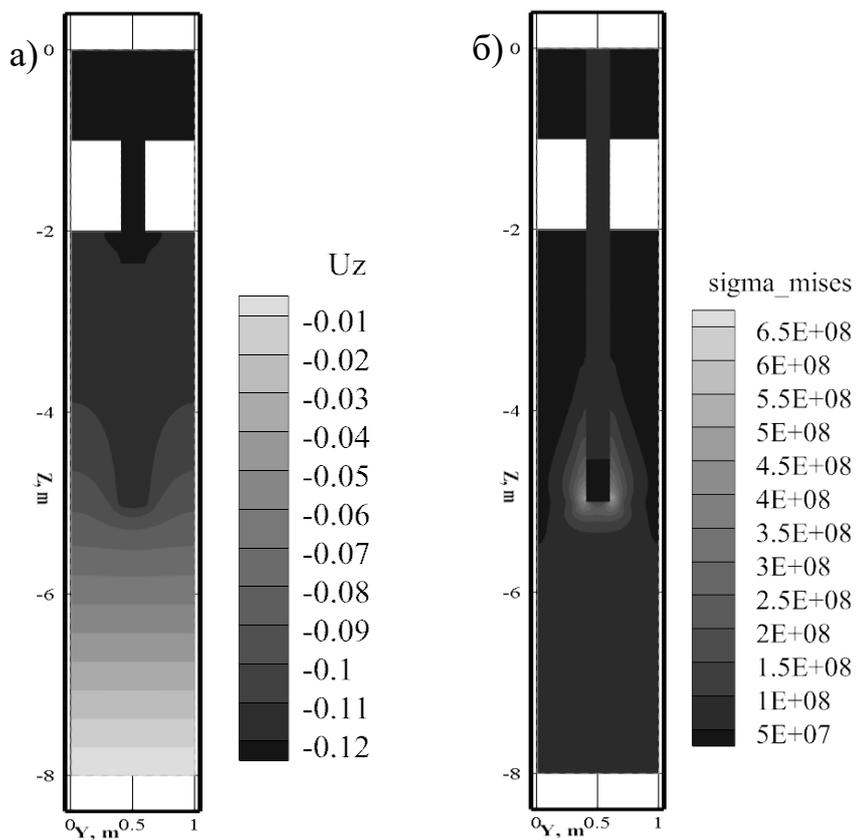


Рис. 2. Распределение Z-компоненты вектора перемещений (а) и напряжения фон Мизеса (б) в сечении $X=0.5$ м через 274 дня от условного начала наблюдений

Наибольшая глубина протаивания зафиксирована в июле и составила приблизительно 2 метра (рис. 1). На рисунке 1 темным цветом отображена часть сетки, где лед перешел полностью в жидкую фазу. В этом же периоде времени отмечается наибольшая механическая деформация (около 10 см), вызванная нагружением сваи (рис. 2). При этом нагружение осуществлялось строго вдоль оси сваи и как следствие, наибольшая нагрузка приходится на основание сваи, находящемся ниже зоны протаивания.

Работа выполнена при финансовой поддержке по проекту № FWZZ-2022-0030

Литература

1. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов / Цытович Н. А. М.: Изд-во «Высшая школа», 1973, 448 с.
2. Роман Л. Т., Мерзляков В. П., Малеева А. Н. Влияние степени водогазонасыщения на температурные деформации мерзлых грунтов // Криосфера земли. – 2017. – Т. XXI, № 3. – С. 24–31.
3. Марков С. И., Кутищева А. Ю. Полномасштабное математическое моделирование процесса таяния льда в карбонатных породах // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2022. – Т. 6, № 2. – С. 57–64.
4. Shurina E. P., Kutishcheva A. Y., Markov S. I., Itkina N. B. Mathematical Simulation of Coupled Elastic Deformation and Fluid Dynamics in Heterogeneous Media // Communications in Computer and Information Science. – 2022. – V. 1526. – P. 131–147.
5. Markov S. I., Shurina E. P., Itkina N. B. Mathematical simulation of a heat transfer process in phase change materials // Com. in Comp. and Inf. Sci. 2020. Vol. 1304. Springer Verlag. P. 62–79.
6. Шурина Э. П., Кутищева А. Ю. Численное моделирование порогов перколяции коэффициентов электропроводности // Вычислительные технологии. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 3–15.

МЕТОДЫ ДЕФОРМАЦИИ ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE

Лаврухин Е. А.

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

E-mail: lavrukhinigor@yandex.ru

В настоящее время для реализации деформации 3D-объектов в реальном времени используются различные технологии, такие как Morph Target [1], Procedural Mesh [2] и Skeletal Mesh [3]. Основной проблемой симуляции повреждений в играх является то, что методы, доступные по производительности, требуют значительных затрат по времени для своей реализации на этапе моделирования объекта и не всегда дают реалистичный визуальный результат деформации.

Деформация с помощью инструмента Morph Target может создавать реалистичные визуальные изменения, однако результат будет повторяться независимо от места столкновения на поверхность объекта. Все изменения, которые могут быть произведены с объектом после столкновения, уже реализованы разработчиком при создании 3D-модели, что требует много времени при разработке. Однако данный метод деформации является одним из самых производительных, так как все возможные изменения заранее известны.

Skeletal Mesh позволяет создавать различные деформации объекта при столкновениях, но для реализации этого алгоритма объект, который может деформироваться, должен иметь скелетное представление, что при большом количестве таких объектов в кадре скажется на производительности игры даже в те моменты, когда столкновения не симулируются.

Деформация с использованием процедурно изменяемого меша требует значительных вычислительных ресурсов при симуляции повреждений, но при этом обладает потенциалом для оптимизации и ускорения алгоритма изменения объекта. Этот метод позволяет получить наиболее реалистичные результаты деформации, так как разработчик может реализовать собственную формулу расчета нового положения вершин поверхности с учетом дополнительных параметров или использовать уже существующую.

На данный момент Morph Target и деформация с использованием Skeletal Mesh уже реализованы в игровом движке Unreal Engine 5. Поэтому рассмотрим возможные реализации деформации на основе процедурного меша.

Чтобы применить деформацию к процедурно изменяемому мешу, необходимо получить информацию о столкновении: в какой точке оно произошло и с какой силой. Далее, на основе этих данных, необходимо пересчитать положение для каждой вершины поверхности объекта. Такие вычисления

могут требовать много времени для прохода по всем вершинам, поэтому 3D-объекты разбивают на несколько частей.

Поскольку просчитывать новую поверхность, создавая дополнительные вершины на меше в точке удара, слишком затратно по ресурсам и сложно совместимо с текстурированием, мы создаем узлы, которые реагируют на столкновения. Эти узлы образуют собой упрощенную поверхность, которая изменяется при коллизии с другими объектами, что дешевле по производительности, чем просчитывание столкновений для высокополигональной модели.

После перемещения узлов применяется метод деформационной сетки (Deformation Cage), с помощью которого высокополигональная модель объекта или процедурный меш перестраиваются в соответствии с измененной сеткой.

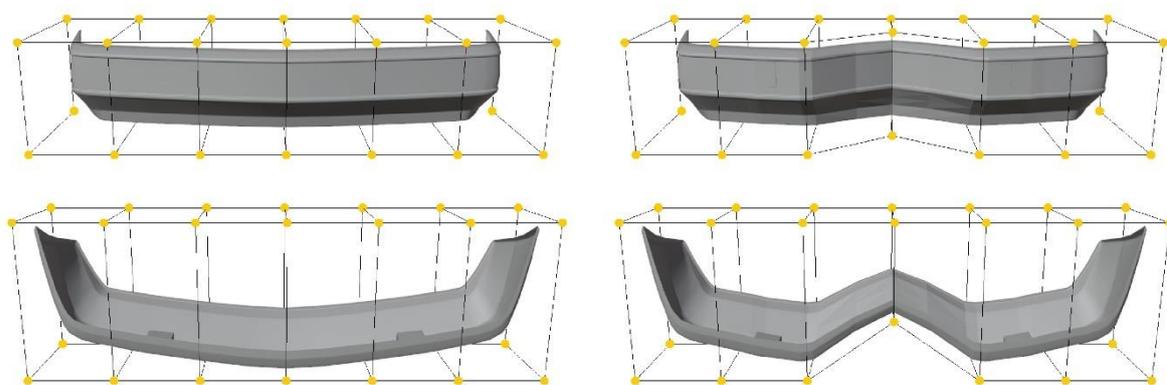


Рис. 1. Применение метода деформационной сетки

Для оптимизации процесса перестроения 3D-модели можно при инициализации объекта в мире распределить вершины по узлам, от которых они зависят, и присвоить им веса зависимости положения от них. Тогда пересчитывать положения вершин высокополигональной модели будет достаточно только для тех, которые зависят от сдвинувшихся узлов.

Таким образом, можно реализовать деформацию в реальном времени с использованием процедурно изменяемого меша на игровом движке Unreal Engine, который обладает реалистичной и оптимизированной симуляцией повреждений объекта, а также позволяет избежать траты большого количества времени на этапе моделирования.

Литература

1. Unreal Engine 5.3 Morph Target, URL: <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/static-mesh-morph-targets-in-unreal-engine/>.

2. Unreal Engine 5.3 Procedural Mesh, URL: <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/static-mesh-morph-targets-in-unreal-engine/>.
3. Unreal Engine 5.3 Skeletal Mesh, URL: <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/skeletons-in-unreal-engine/>.
4. Lu Chen, Jin Huang, Hanqiu Sun, Hujun Bao, Cage-based deformation transfer (21.01.2010), URL: http://www.cad.zju.edu.cn/home/hj/10/Cage-based_deformation_transfer.pdf.
5. A. Gambi, P. Maul, M. Mueller, L. Stamatogiannakis, T. Fischer, S. Panichella, Soft-body Simulation and Procedural Generation for the Development and Testing of Cyber-physical Systems (16.09.2021), URL: https://beamng.tech/research/ICSE_SEIP%20-%20Alessio%20Gambi,%20BeamNG,%20Sebastiano%20Panichella%20%28Research%20paper%29.pdf.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КАТЕГОРИЗАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩЕЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Лалаев Г. К., Махно В. В.

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

E-mail: lalaev@sfedu.ru, vvmakhno@sfedu.ru

В мире современного делового общения электронная почта остается одним из основных каналов коммуникации. Каждый день миллионами писем, содержащих информацию о запросах, заказах, обращениях и многом другом, обмениваются между собой компании, клиенты и сотрудники. Однако, управление этим потоком сообщений может стать сложной задачей, особенно для организаций или индивидуальных пользователей, получающих большое количество писем ежедневно.

Для повышения эффективности работы с почтой и улучшения организации процесса обработки входящей корреспонденции создано приложение для категоризации и автоматической обработки входящих писем. Приложение предоставляет инструменты для автоматической категоризации писем на основе заданных пользователем правил и шаблонов ответов, что позволит им значительно сэкономить время и сосредоточиться на более важных задачах.

Приложение обладает следующими ключевыми функциональными возможностями:

- Категоризация писем: Пользователи могут настраивать правила для автоматической категоризации входящих писем на основе содержания темы, текста письма, адреса отправителя и других характеристик.
- Шаблоны ответов: Пользователи могут создавать персонализированные шаблоны ответов для каждой категории писем, что упростит их взаимодействие с отправителями.
- Автоматическая обработка: Приложение автоматически применяет созданные пользователем правила и шаблоны ответов к входящим письмам, обеспечивая оперативную обработку и ответ на запросы.

Серверная часть разработана на языке программирования Go (Golang). Go был выбран из-за его высокой производительности, простоты синтаксиса и эффективного управления ресурсами. Go идеально подходит для создания серверных приложений, особенно тех, которые требуют многопоточности и быстрого выполнения запросов.

Для хранения данных использована база данных PostgreSQL. PostgreSQL используется для хранения пользовательских данных, настроек, конфигурации приложения, а также для хранения входящих писем и истории обработки.

Для выполнения фоновых задач, таких как автоматическая обработка входящих писем и отправка ответов, рационально использовать брокеры сообщений, например RabbitMQ. RabbitMQ предоставляет простой и мощный механизм для создания очередей задач, которые могут выполняться асинхронно и параллельно с основной работой приложения.

Для интеграции с почтовыми сервисами использована библиотека `go-imap`. Она позволяет подключаться к почтовым серверам по протоколам IMAP и SMTP, получать и отправлять письма, а также управлять папками и метками.

Литература

1. Writing a Go-based email client // REINTECH URL: <https://reintech.io/blog/writing-a-go-based-email-client>.
2. Как работать с Postgres в Go: практики, особенности, нюансы // Хабр URL: <https://habr.com/ru/companies/oleg-bunin/articles/461935/>.
3. RabbitMQ in Golang: Getting started // Medium URL: <https://roh-inivsenthil.medium.com/rabbitmq-in-golang-getting-started-34c65e6c7f92>.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ СКРИПТОВ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS

Лысенко М. А.

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

Пакет ACELAN-COMPOS представляет собой набор программ, основанных на методе конечных элементов, разработанный специалистами кафедры математического моделирования Института математики, механики и компьютерных наук имени И. И. Воровича Южного федерального университета. Этот инструмент предназначен для решения задач, связанных с определением характеристик композитных материалов, которые широко используются в различных областях, таких как медицина, экологическая энергетика, производство пьезодатчиков и других устройств [1].

Развитие пакета включает в себя несколько направлений, среди которых основные – это создание и внедрение новых методов решения задач и улучшение средств описания и расчета моделей. В данной работе подробно описывается процесс разработки модели вычислений скриптов пакета ACELAN-COMPOS.

Большинство современных Computer-Aided Engineering пакетов предлагают взаимодействие с пользователем через сложный пользовательский интерфейс или через язык описания моделей, например, APDL ANSYS. В ACELAN-COMPOS реализован комбинированный интерфейс, который позволяет работать в режиме интерактивного документа, объединяя графические и текстовые элементы.

Основные компоненты этого интерфейса включают в себя текстовый редактор с подсветкой синтаксиса скриптового языка ACELAN-COMPOS, элементы визуального представления, веб-приложение, обеспечивающее связь, и расчетный модуль пакета.

Для повышения удобства использования было решено расширить функционал редактора кода с подсветкой синтаксиса, что улучшает читаемость кода. После анализа различных библиотек выделены Prism.js [2] и Code Mirror [3], предоставляющие описание правил для подсветки синтаксиса различных языков программирования и возможность создания собственного стиля подсветки.

Для реализации поставленных задач скриптовая структура не требует полного синтаксического анализа. Вместо этого используется парсер, который разбирает скрипт на отдельные команды. Каждая команда может включать блок визуализации, выводящий текст (например, материальные свойства, собственные значения, массивы переменных) или изображение (например, тепловую карту, геометрию модели), включая интерактивные векторные изображения. Такой подход позволяет быстро создавать прототипы моделей на ранних этапах их разработки, в частности для моделей с небольшим числом степеней свободы, так как позволяет оценивать результаты выполнения скриптов в режиме, приближенном к реальному времени.

Для получения информации из синтаксического дерева было реализовано наследование класса `OpVisitor` от класса `SyntaxTree::Visitor` [4]. Класс `SyntaxTree::Visitor` и паттерн `visitor` [5] в Ruby используются для обхода дерева синтаксического разбора и выполнения определенных операций над его узлами. Паттерн `visitor` позволяет отделить алгоритм обхода дерева от конкретных операций, которые нужно выполнить на каждом узле. Таким образом, можно легко добавлять новые операции без изменения самого алгоритма.

В рамках проекта была разработана архитектура Grace, где каждый модуль и класс организованы в соответствии с их функциональным предназначением и четко структурированы в иерархии классов, что делает её более интуитивно понятной и удобной для использования. Эта архитектура играет ключевую роль в разработке программного обеспечения и может быть успешно применена в различных проектах.

Листинг 1. Метод реализации автоматического дополнения

```
def suggestions
  abstracts = [Grace::Functions::StateFunction, ...]
  Functions.constants
    .select { |c| Functions.const_get(c).is_a?(Class) }
    .map { |x| ("Grace::Functions::" + x.to_s)
      .classify
      .constantize }
    .reject { |x| abstracts.include?(x) }
    .map { |x| x.new.suggestion }
    .compact
end
```

Данный метод собирает все классы в модуле `Grace::Functions`, ищет среди них те, на которые не делаются абстрактные ссылки, создает объекты этих классов и вызывает их метод `suggestion` для сбора предложений по улучшению кода.

В данном экземпляре метод `suggestion` генерирует описание и метаданные для данной функции в виде хэш-объекта, который будет добавлен к списку предложений в методе `suggestions`.

Благодаря `suggestions` мы можем добавлять новые функции в наш пакет, для которых автоматически будут созданы `suggestion`, отображающиеся сразу в редакторе.

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. Репозиторий библиотеки SyntaxTree. – URL: https://github.com/ruby-syntax-tree/syntax_tree.
5. Gamma, Erich. Design patterns: elements of reusable object-oriented software. 1995, page 331. – URL: <https://archive.org/details/designpatternsel00gamm/page/331/mode/1up>.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ «КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ»

Малюков С. П., Мишнев В. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения,
г. Таганрог

E-mail: spmalyukov@sfnedu.ru, mishnev@sfnedu.ru

Одним из важных направлений по совершенствованию полупроводниковых датчиков давления является снижение погрешности измерений при сохранении высоких эксплуатационных характеристик устройства. Датчики давления, выполненные на основе структуры «кремний на сапфире» (КНС) имеют возможность работать при широком диапазоне температур и обладают относительно высокой точностью, ввиду отсутствия р-п – перехода, вызывающего токи утечки.

На сегодняшний день остаются малоизученными процессы, возникающие при упругих деформациях сапфировой мембраны с нанесённым на неё тонким слоем кремния в структурах КНС.

С целью минимизации погрешности тензорезисторных преобразователей на основе КНС проведены аналитический расчёт и построение точной математической модели чувствительной мембраны под действием давления от 0 до 100 МПа в среде системы анализа методом конечных элементов Ansys [1]. Расчётная схема приведена на рисунке 1.

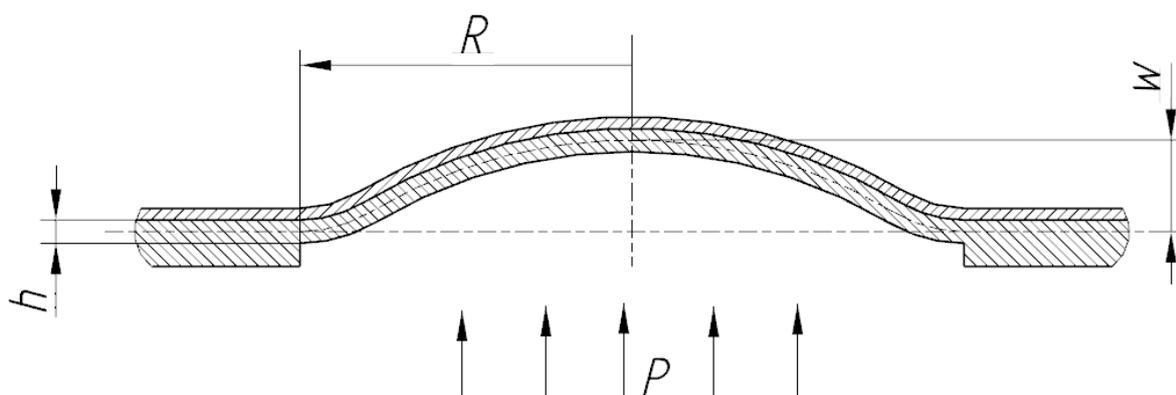


Рис. 1. Расчётная схема плоской сапфировой мембраны с нанесённым слоем кремния

Расчёт прогиба мембраны оценивался аналитически по выражению:

$$w = \frac{pR^4}{Eh^3}$$

где w – прогиб центра мембраны, p – давление, R – рабочий радиус мембраны, E – модуль Юнга, h – толщина мембраны [2]. Результаты моделирования приведены на рисунках 2–4:

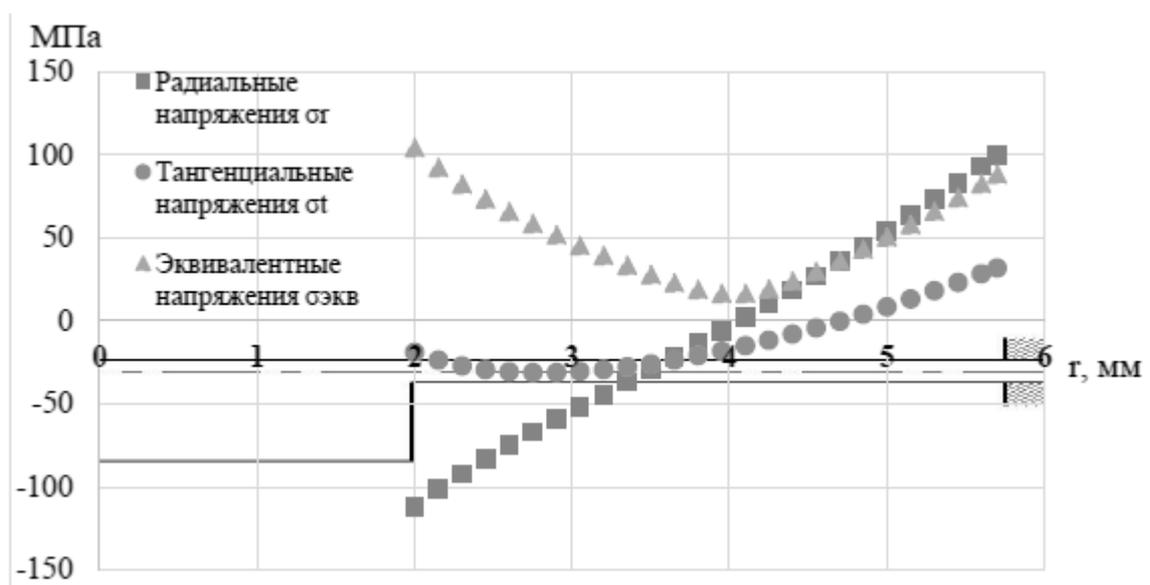


Рис. 2. Распределение напряжений по поверхности плоской мембраны

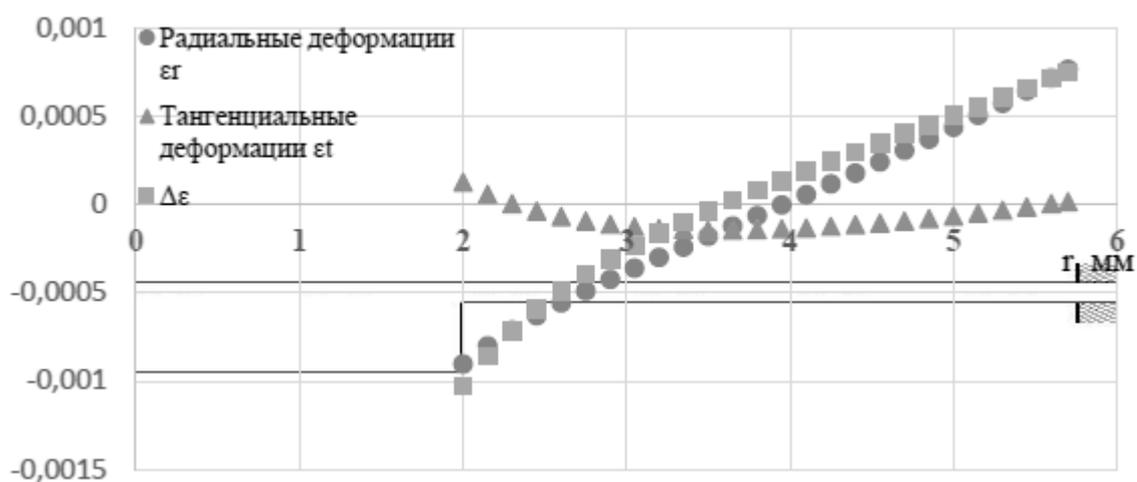


Рис. 3. Распределение деформаций по поверхности плоской мембраны

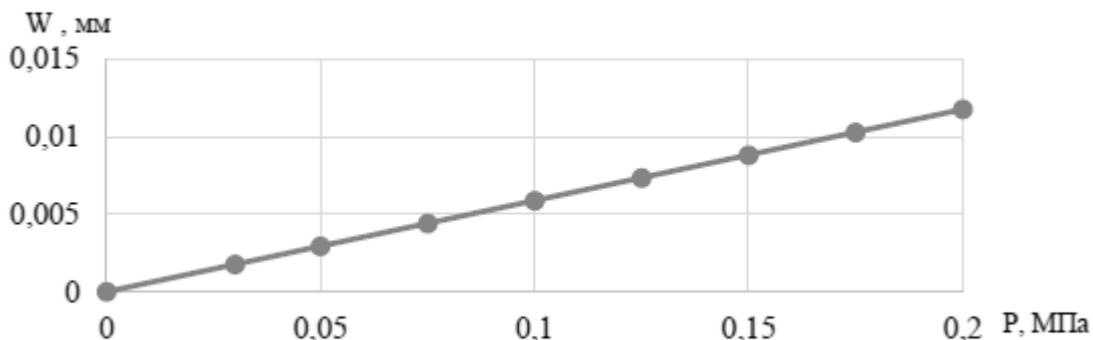


Рис. 4. Зависимость прогиба W центра мембраны от давления

В процессе моделирования напряжённо-деформированного состояния многослойной чувствительной мембраны датчика давления определены наиболее оптимальные геометрические параметры сапфировой подложки и толщина наносимого слоя кремния.

В результате, полученные значения прогиба мембраны под действием нагрузки от давления дают возможность определить наиболее оптимальный рисунок тензорезисторной мостовой схемы, а также влияние на величину коэффициента тензочувствительности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям, договор № 19047ГУ/2023 от 21.02.2024.

Литература

1. Басов К. А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование. – М.: ДМК Пресс, 2006. – С. 240. – ISBN 5-94074-301-3.
2. Гаврюшин С. С., Скворцов П. А. Оптимизация упругого элемента двух-мембранного тензопреобразователя давления на структуре «кремний на сапфире» // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Цифровые средства производства инженерного анализа» (ТПГУ, Тула 27 ноября – 1 декабря 2017 г.). С. 41–48.

ИТЕРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ГРАДИЕНТНОГО ТИПА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЁННОЙ ПРОБЛЕМЫ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: martynova@sfedu.ru, muratova@sfedu.ru, poganesyan@sfedu.ru

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-21-00205, <https://rscf.ru/project/24-21-00205/> в Южном федеральном университете.

В результате конечно-элементного моделирования электроэластичных материалов возникает необходимость решения обобщённой проблемы собственных значений (СЗ) [1]:

$$\begin{bmatrix} P & E \\ E^T & -R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{z} \\ \mathbf{w} \end{bmatrix} = \mu \begin{bmatrix} M & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{z} \\ \mathbf{w} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $\mu \in R \cup \{\infty\}$, $\mu > 0$ – СЗ, $[\mathbf{z}^T; \mathbf{w}^T]^T \in R^N$ – собственный вектор (СВ), $P, M \in R^{n \times n}$, $R \in R^{m \times m}$ – симметричные положительно определённые матрицы (СПО), $n + m = N$. Матричный пучок является симметричным определённым несмотря на вырожденность матрицы масс [1].

Один из возможных подходов к решению (1) – это использование метода Ланцоша со спектральной трансформацией «сдвиг-обращение» [2]. Однако для задач большого размера данный метод имеет существенные недостатки: необходимость многократного решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) во внутреннем цикле и высокая стоимость хранения и поддержания ортогональности сотен, а возможно, и тысяч векторов Ланцоша. Численное решение (1) этим методом дано в [3]. Однако, поставленная задача имеет особенность: мы интересуемся нижней частью спектра, т.е. некоторым числом наименьших СЗ. Эта особенность позволяет применить для решения задачи методы, не требующие решения СЛАУ, а именно, методы градиентного типа. Для краткости отнесём к ним также методы сопряжённых градиентов, хотя они относятся к другому классу – методам сопряжённых направлений [2]. Известно [1, 2], что последние методы применимы в случае, когда обе матрицы пучка являются СПО. Чтобы получить это свойство, сделаем переход от (1) к эквивалентной задаче с СПО матрицами.

Этот приём позволяет, во-первых, понизить размерность задачи, во-вторых, решает проблему «бесконечных» СЗ. Вырожденная матрица масс в (1) порождает полу-скалярное произведение, которое не определяет ком-

поненты СВ, находящиеся в нуль-пространстве этой матрицы. Эти нежелательные компоненты появляются, главным образом, при решении СЛАУ со «сдвинутой» матрицей. Поскольку эта операция повторяется на каждой итерации, вычислительные погрешности накапливаются. Величина этих нежелательных компонент может расти и приводить к замедлению сходимости и обрыву алгоритмов. Если же матрица, стоящая в правой части уравнения, является СПО, то все СЗ задачи являются конечными.

Пусть $S = P + ER^{-1}E^T$ – дополнение Шура [2], тогда задача

$$Sz = \mu Mz \quad (2)$$

содержит только СПО матрицы, и $w = R^{-1}E^T z$.

Для решения (2) можно применить, в частности, следующие методы: RQMIN (метод минимизации обобщённого отношения Рэля), DACG (Deflation-Accelerated Conjugate Gradient) метод, LOCGM (локально оптимальный метод сопряжённых градиентов), а также их блочные и предобусловленные варианты [4, 5, 6].

Пусть СЗ упорядочены в возрастающем порядке:

$$\mu_1 \leq \mu_2 \leq \dots \leq \mu_n,$$

и векторы являются M -ортонормализованными: $\langle z_i, z_j \rangle \equiv z_i^T M z_j = \delta_{ij}$. Перечисленные алгоритмы основаны на свойстве СЗ и СВ (2) являться последовательными минимизаторами обобщённого отношения Рэля

$$\rho(x) = \frac{x^T S x}{x^T M x} = \frac{\langle M^{-1} S x, x \rangle}{\langle x, x \rangle}, \quad x \neq 0,$$

для матричного пучка (S, M) и

$$\mu_p = \min \rho(x), \quad p = 1, 2, \dots, n; \quad x^T M z_j = 0, \quad j = 1, \dots, p - 1.$$

Будем считать z_j аппроксимацией СВ, если невязка $r(z_j) := (S - \rho(z_j)M)z_j$ достаточно мала, т.е. если $\|r(z_j)\| \leq \varepsilon$ для некоторого заданного положительного значения ε .

Пусть x_k – некоторая аппроксимация СВ. Тогда следующая итерация имеет вид $x_{k+1} = x_k + \alpha_k p_k$, где искомое направление поиска p_k пропорционально антиградиенту отношения Рэля

$$g(x) := \nabla \rho(x) = \frac{2}{x^T M x} (S - \rho(x)M)x = \frac{2}{x^T M x} r(x).$$

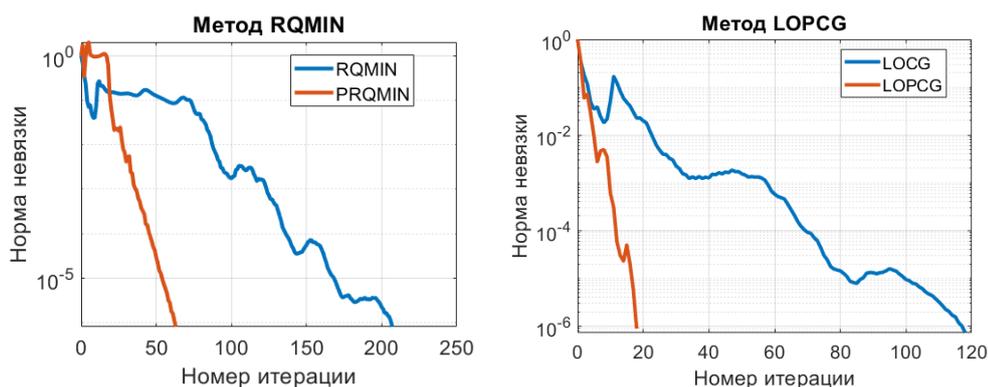
Параметр α_k выбирается таким образом, чтобы значение $\rho(x_{k+1})$ было минимальным. Это требует численного решения второго порядка задачи на СЗ.

Существует несколько вариантов методов градиентного типа и «сопряжённых градиентов» для задачи на СЗ. Все эти методы используют минимизацию обобщённого отношения Рэля. Для эффективного применения данного класса методов требуется выбор подходящего предобусловливателя, но, в отличие от решения СЛАУ, в задаче на СЗ предобусловливатель действует только на невязку. Чаще всего, он выбирается как хорошее приближение к матрице S .

Несмотря на похожие идеи, аналогичные методы решения СЛАУ и обобщённой задачи на СЗ имеют несколько принципиальных отличий. Метод Ланцоша (глобальная оптимизация) и метод сопряжённых градиентов (локальная оптимизация) не являются теперь эквивалентными, поскольку отношение Рэля не является квадратичной функцией и Гессинан не является положительно определённым. В методе сопряжённых градиентов для задачи на СЗ только смежные направления: $|i - j| = 1$ являются S -сопряжёнными, и метод больше не является «точным».

Число обусловленности для решаемой задачи имеет вид $k_0 = \frac{\mu_n - \mu_1}{\mu_2 - \mu_1}$, и скорость сходимости методов оценивается величиной $\frac{\sqrt{k_0} - 1}{\sqrt{k_0} + 1}$ [5].

На рисунках ниже представлены модельные расчеты для матриц 500×500 методами RQMIN и LOPCG, выполненные в MATLAB (R2019a). В качестве предобусловливателя для обоих методов бралась матрица P . Для первого метода применение предобусловливателя ускорило сходимость в 4 раза, тогда как для второго метода – в 6 раз.



Литература

1. B. N. Parlett, The Symmetric Eigenvalue Problem, SIAM, Philadelphia, PA, 1998.
2. Saad Y., Numerical methods for large eigenvalue problems, SIAM, second edition, 2011.
3. Martynova T., Muratova G., Oganesyanyan P., Shtein O., The Numerical Solution of Large-Scale Generalized Eigenvalue Problems Arising from Finite-Element Modeling of Electroelastic Materials, MDPI, Symmetry, 15, 171, 2023.
4. G. Gambolati, G. Pini, M. Putti, Nested iterations for symmetric eigenproblems, SIAM J. Sci. Comput., 16, p.173–191, 1995.
5. A. V. Knyazev, The preconditioned gradient-type iterative methods in a subspace for partial generalized symmetric eigenvalue problem, SIAM J. Numerical Analysis, 31, p. 1226–1239, 1994.
6. Arbenz P., Lehoucq R. B., A comparison of algorithms for modal analysis in the absence of a sparse direct method, Int. J. Numer. Meth. Engng v.1, p. 1–21, 2003.

РАЗРАБОТКА ГИС-ПРИЛОЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Миронова А. А., Гинис Л. А.

*ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
Институт компьютерных технологий и информационной
безопасности,
г. Таганрог*

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

Геоинформационная система (ГИС) представляет собой не только автоматизированную систему, обеспечивающую обработку, хранение и анализ географической информации, но и является одной из развивающихся прикладных областей прикладных информационных технологий. ГИС находит применение в различных областях [1-2].

Согласно действующему законодательству Российской Федерации основной задачей государственной кадастровой оценки является определение кадастровой стоимости земельных участков с целью налогообложения. На основе информации о кадастровой стоимости объектов недвижимости формируется налоговая база Российской Федерации, в связи с чем достоверность и актуальность результатов кадастровой оценки имеет значительных характер [3].

Целью данной работы является построение функциональной модели ГИС-приложения для определения кадастровой стоимости земельных участков с точки зрения «как должно быть».

Для построения функциональной модели исследуемого объекта в названной предметной области предлагается применить методологию структурного анализа и проектирования – SADT, представляющую собой свод правил и методов, необходимых при построении функциональной модели. Основной целью построения SADT модели является получение ответов на вопросы в определенной предметной области. Благодаря SADT модели можно получить точное описание системы с конкретным значением.

Для описания будущего состояния процессов системы в концепции SADT разрабатывается модель TO-BE – «как должно быть», которая описывает работу процессов с учетом анализа и оптимизации уже существующих процессов.

Рассмотрим основные шаги и элементы в разработке нашей модели. Построение модели TO-BE начинается с формирования контекстной диаграммы, которая отражает самое главное состояние процесса. В данной работе главным процессом является разработка ГИС-приложения как инструмента определения кадастровой стоимости земельных участков. Главный

процесс размещен в центре диаграммы. Процесс не может быть осуществлён без следующих составляющих: входные параметры, которые нужны для начала процесса; механизмы – человек или программа, осуществляющие операции; управляющие воздействия, то есть согласно чему может быть осуществлен процесс; результат работы процесса. На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма будущей ГИС.

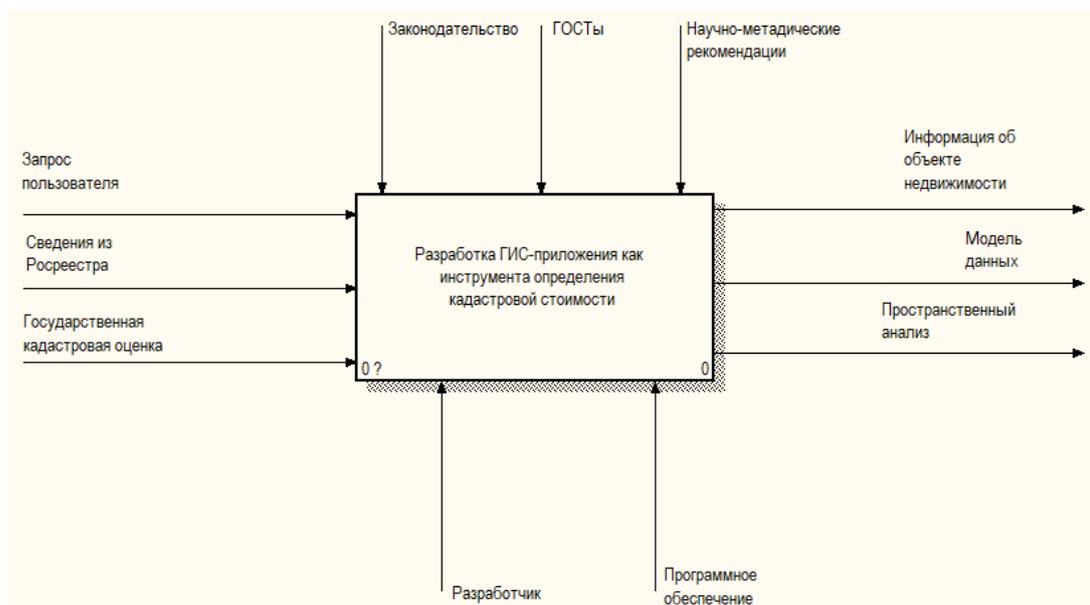


Рис. 1. Контекстная диаграмма проектируемого ГИС-приложения

Следующий этап – это декомпозиция первого уровня, которая осуществляется с целью детализации отдельного блока и его составляющих. Декомпозиция осуществляется до тех пор, пока нижний уровень не будет детализирован достаточно, чтобы ответить на все поставленные вопросы.

В нашем случае декомпозиция первого уровня показывает из каких подпроцессов состоит глобальный процесс «Разработка ГИС-приложения как инструмента определения кадастровой стоимости» в нотации IDEF0. Результат декомпозиции глобального процесса в нотации IDEF0 представлен на рисунке 2.

Далее необходимо каждый из подпроцессов, представленных на рисунке 2, детализировать, используя для каждого блока декомпозицию в нотации IDEF0. В результате детализации всех подпроцессов мы получаем диаграммы декомпозиции для каждого подпроцесса, входящего в состав глобального процесса, на рисунках 3–5 представлены результаты детализации подпроцессов.

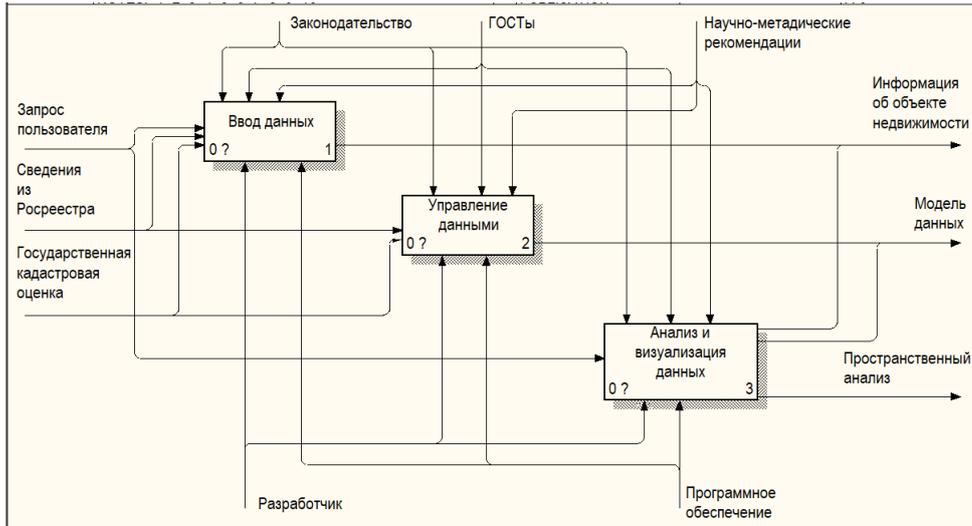


Рис. 2. Декомпозиция первого уровня контекстной диаграммы

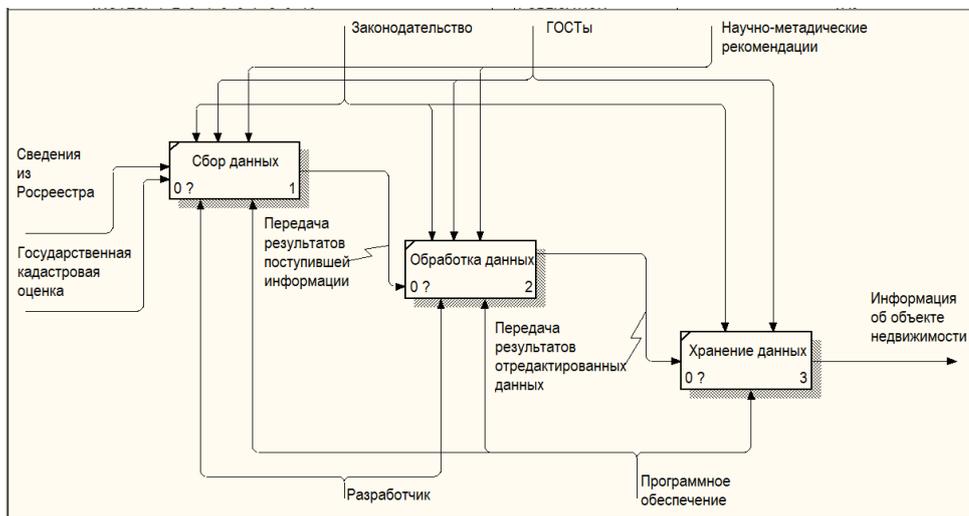


Рис. 3. Декомпозиция подпроцесса «Входные данные»

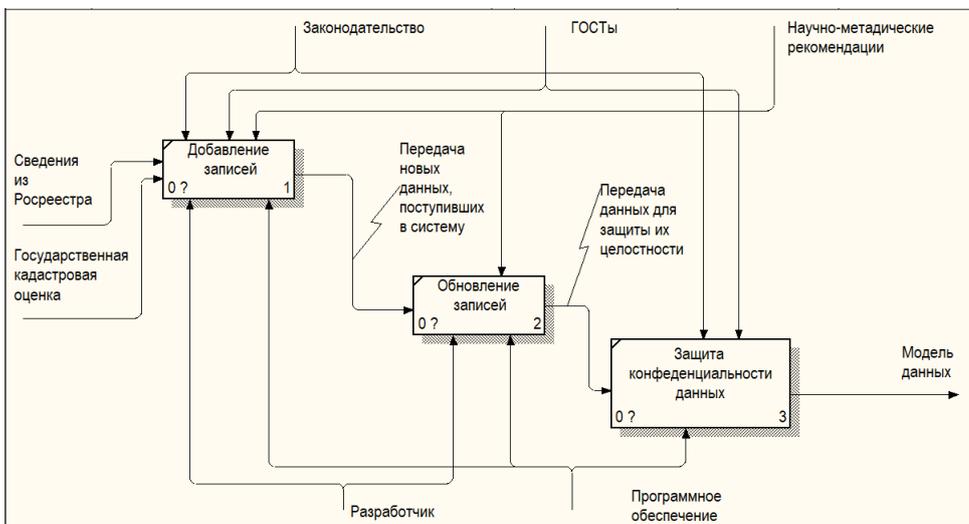


Рис. 4. Декомпозиция подпроцесса «Управление данными»

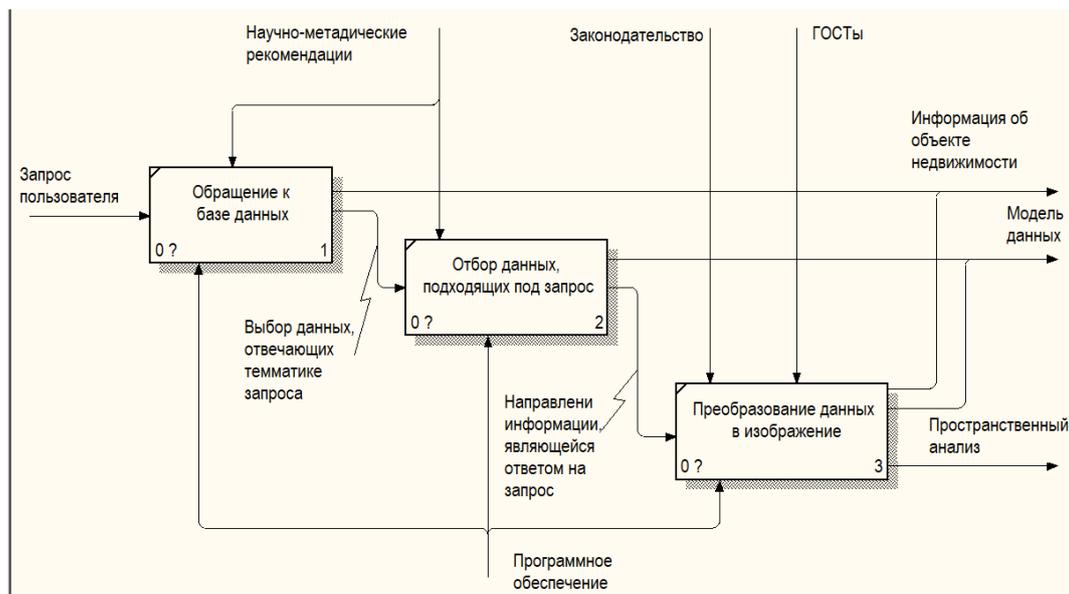


Рис. 5. Декомпозиция подпроцесса «Анализ и визуализация данных»

В данной работе приведена только часть разработанной функциональной модели, нотация IDEF0 позволяет формализовать и описать бизнес-процессы, для описания информационных потоков были разработаны диаграммы в нотации DFD, а для графической интерпретации процессов, происходящих в системе, была использована нотация IDEF3.

На основе полученной модели можно осуществить непосредственно разработку элементов ГИС-приложения, позволяющего оптимизировать и ускорить процесс определения кадастровой стоимости земельных участков при проведении государственной кадастровой оценки объектов недвижимости.

Литература

1. Артемьев А. А., Лазарева О. С. Применение геоинформационных систем в современных условиях: основные достоинства и перспективы развития // Вестник ТвГУ. Серия "География и геоэкология". 2016. № 2. С. 231–239.
2. Назарбек В. К. Применение ГИС-технологий в управлении городом // Умная цифровая экономика. 2022. Vol 2. № 3, С. 29–33.
3. Пылаева А. В. Кадастровая оценка земель населенных пунктов в системе регулирования земельно-имущественных отношений [Электронный ресурс]// автореферат дис. док. эконом. наук – Москва – 2021. URL: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert/100058908> (дата обращения 11.11.2023).

СИМУЛЯТОР ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ

Михайлишин А. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

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

E-mail: mikhailishin@sfnedu.ru

Современные облачные хранилища — это высокотехнологичные системы, которые обеспечивают не только хранение огромных объемов данных, но и их обработку и анализ. В основе их работы — принципы высокой доступности и отказоустойчивости: данные дублируются и синхронизируются через разнообразные узлы, что позволяет сохранять доступ к информации даже при сбоях в отдельных участках системы.

С каждым днем объемы данных увеличиваются, заставляя компании, занимающиеся облачными хранилищами, искать пути оптимизации своих систем. Главная цель заключается в том, чтобы снижать стоимость хранения данных, не жертвуя их надежностью и доступностью.

Облачные хранилища имеют множество параметров на этапах приема, обработки и хранения данных [1, 2], которые влияют на избыточность и, соответственно, на стоимость хранения данных, а также скорость доступа и производительность системы в целом. Важным аспектом является выбор стратегии избыточного кодирования данных. Варианты реализации этой стратегии могут варьироваться от многократного дублирования файлов до использования сложных математических алгоритмов для распределенного хранения. Для примера рассмотрим пару стратегий кодирования данных.

Коды с локальной четностью (LRC) [3] — это расширение традиционных кодов избыточности, в которых данные разделяются на группы (или локальные наборы) (рис. 1), и в каждой группе создается дополнительный блок данных для четности. Эти блоки позволяют восстановить отдельную потерянную часть данных, обращаясь только к элементам в пределах одной группы, что делает процесс восстановления быстрее и требует меньше операций по сравнению с кодами, где для восстановления одного блока необходимо обращение ко всем блокам данных.

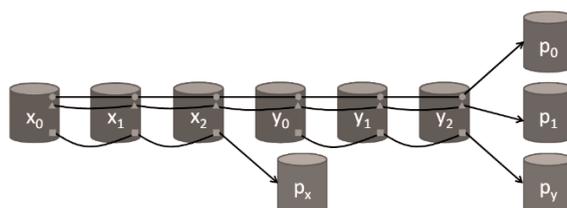


Рис. 1. Принцип работы LRC

Избыточная система остаточных классов (ИСОК) [4, 5] работает по принципу деления файла на серию фрагментов определенного размера и вычисления для каждого из них остатков по заданному набору модулей, которые являются заранее выбранными числами, взаимно простыми друг с другом (рис. 2).

Эти остатки хранятся вместе с основной информацией и используются для восстановления первоначальных данных в случае их повреждения или потери. Уровень избыточности в такой системе прямо пропорционален количеству используемых модулей. Чем больше модулей (ключей) задействовано для создания остаточных классов, тем выше надежность хранения данных за счет возможности восстановления полной информации по части существующих остатков. Это обеспечивает дополнительную безопасность в системах, где критично важно поддержание целостности данных.

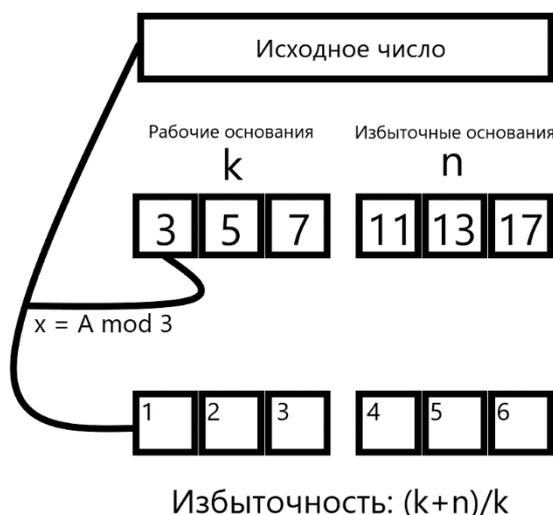


Рис. 2. Принцип работы ИСОК

В связи с тем, что существует множество подходов к реализации систем хранения данных, спектр методов сравнения этих стратегий становится еще шире. Некоторые из подходов имеют уникальные свойства или преимущества, которые могут ограничивать или расширять их применимость в различных условиях эксплуатации.

Также при работе необходимо создавать симуляции хранилища данных для того, чтобы можно было внедрять новаторские системы или обновлять уже существующие, а также для возможности сравнения их эффективности и функциональности.

Для исследования возможности построения хранилища на основе ИСОК мной была предпринята попытка построения такой симуляции [4] с подробной схемой (рис. 3) минимальной реализации хранилища, но дальнейший анализ показал, что если нас интересует только метод избыточного

кодирования, то не обязательно реализовывать все части схемы программно. Хорошим инструментом для этого была бы модульная программа, позволяющая легко заменять методы избыточного кодирования данных и позволяла бы их сравнивать между собой.

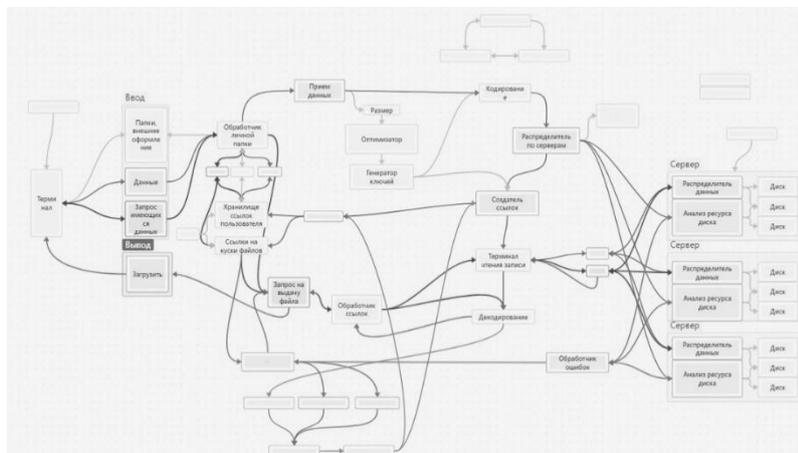


Рис. 3. План-схема реализация хранилища

Это провоцирует потребность в разработке многофункционального симулятора отказоустойчивого хранилища данных, который будет иметь возможность самому настраивать течение потоков данных, их преобразование, хранение, а также симуляцию работы и различных происшествий.

Ключевыми характеристиками такого симулятора должны стать:

- Возможность детального моделирования и настройки пользовательской системы хранения данных.
- Глобальный анализ производительности системы при разнообразных интенсивностях входящего потока данных. Оценка задержек и пропускной способности системы.
- Имитация реальных условий эксплуатации, критических сбоев и оценка реакции системы на них, что позволит оценить отказоустойчивость.
- Предоставление инструментов для оценки рисков безопасности, в частности вероятности "утечек" конфиденциальной информации. Имитация атак и тестирование защищенности данных.
- Оценка стоимости поддержки системы, резервного копирования и восстановления данных, анализ соотношения стоимости и производительности.
- Возможность симуляции как небольших, так и крупных распределенных систем хранения. Оценка масштабируемости системы.
- Разработка стандартизированных методик для беспристрастного сравнения различных систем хранения по ключевым показателям: стоимости переработки данных, экономической эффективности хранения, скорости доступа к информации и надежности сохранения данных.

Этот симулятор станет незаменимым инструментом для специалистов, стремящихся оптимизировать ИТ-инфраструктуру и повысить эффективность системы хранения данных в условиях неизменно возрастающих требований к информационной безопасности.

Литература

1. Tools for Predicting the Reliability of Large Scale Storage Systems – URL: https://www.researchgate.net/publication/306243125_Tools_for_Predicting_the_Reliability_of_Large-Scale_Storage_Systems.
2. Towards Building Reliable and Cost-Efficient Distributed Storage Systems – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9174989>.
3. Erasure Coding in Windows Azure Storage – URL: https://www.usenix.org/system/files/conference/atc12/atc12-final181_0.pdf.
4. Имитационная модель распределенного отказоустойчивого хранилища данных на основе системы остаточных классов – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnaya-model-raspredelennogo-otkazoustoychivogo-hranilischa-dannyh-na-osnove-sistemy-ostatochnyh-klassov>.
5. Назаров А. С. Разработка методов и алгоритмов построения отказоустойчивых распределенных систем хранения данных на основе модулярной арифметики: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. СевероКавказский федеральный университет, Ставрополь; 2019. 272 с.
6. Архитектура хранилищ данных: традиционная и облачная – URL: <https://habr.com/ru/articles/441538/> – дата обращения 17.03.2024.

ОПЫТ ВЕДЕНИЯ ОФИЦИАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛА СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCALABC.NET

Михалкович С. С.

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

Среда программирования PascalABC.NET активно развивается с 2015 года [1–3]. Изменения происходят не только в языке программирования и его библиотеках, но и в методике преподавания. Поскольку основным предназначением PascalABC.NET является обучение современному программированию, общение с пользователями языка на некоторой площадке является одной из важнейших задач.

Одной из мощных площадок взаимодействия выступает конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», проводимая ежегодно в течение четырех лет. Последняя онлайн-конференция, проходившая в апреле 2023 года, собрала более 600 учителей и преподавателей по всей России. Однако, в промежутках между ежегодными конференциями требуется другой инструмент.

Ранее задачу взаимодействия с пользователями решал форум PascalABC.NET, но в последнее время он стал непопулярен. Сообщество ВКонтакте также не принесло необходимой популярности в силу специфики самого проекта ВКонтакте. С другой стороны телеграм-каналы набирали популярность ввиду высокой мобильности и наличия ряда сервисов самого Телеграма. Именно поэтому в сентябре 2022 года было принято решение создать официальный телеграм-канал системы программирования PascalABC.NET и связанные с ней группы. Первоначальными целями были популяризация и продвижение PascalABC.NET, но по ходу развития телеграм-канала цели были скорректированы.

Примерно через три месяца после создания канала была сформирована его структура. Официальное представительство системы программирования PascalABC.NET состоит из собственно канала, в котором администраторы публикуют основные посты, связанной с каналом автоматически созданной группы для обсуждения статей, а также группы-форума для обсуждения различных аспектов, разбитой на подфорумы. Среди этих подфорумов имеются следующие направления: общие вопросы и обсуждение статей, вопросы разработчикам, вопросы ЕГЭ по информатике, форум для учителей и преподавателей, форум для новичков, а также поддержка PascalABC.NET в Linux.

Основные цели телеграм-канала PascalABC.NET – это популяризация и продвижение PascalABC.NET, поддержка пользователей по техническим вопросам, а также создание сообщества учителей и преподавателей, использующих современные технологии языков программирования в обучении.

Основная масса статей представляет собой обычно скриншот небольшой программы на PascalABC.NET с выводом результатов и пояснение особенностей кода программы. За время существования канала сформировались типы публикуемых статей:

1. Интересные возможности языка PascalABC.NET.
2. Интересные алгоритмы, выраженные на PascalABC.NET.
3. Новые возможности, только введенные в язык.
4. Методические аспекты преподавания тех или иных тем.
5. Сравнение с другими языками программирования.
6. Информационные сообщения о мероприятиях.
7. Примеры использования библиотечных средств PascalABC.NET.
8. Большие тематические статьи, опубликованные на [telepascal.in](https://t.me/telepascal) – в канале публикуются ссылки на них.
9. Опросы.
10. Новости из мира ИТ, имеющие отношение к проекту.

Незарегистрированные пользователи могут комментировать статьи, а зарегистрированные также писать сообщения в тематических подфорумах. Тем самым возникает не только обратная непосредственная связь с разработчиками PascalABC.NET, но и формируется среда общения разных пользователей вокруг тематики обучения современному программированию.

Структура зарегистрированных пользователей (по опубликованному у в канале опросу) такова: 5% составляют преподаватели ВУЗов, 14% – школьные учителя, по 25% – студенты и школьники, 6% – профессиональные программисты, 14% – программисты-любители. Другая статистика канала предоставлена сервисом TGStat: более 1500 пользователей на момент марта 2024 года, 470 публикаций в канале с начала проекта, 70% подписчиков читают сообщения канала, из них 25% в первые сутки, более 1000 человек в среднем читают каждую новость.

Среди многочисленных тематик обсуждения выделяются следующие:

- Другие способы решения задач, публикуемых в канале.
- Обсуждение тематики ЕГЭ по информатике: способов решения задач и технических моментов проведения ЕГЭ.
- Предложения разработчикам улучшений и новшеств в язык и библиотеки, а также указание на ошибки и недочеты разработчиков и даже предложение вариантов их исправления.
- Публикация ссылок на авторские видео с разбором задач по тематике канала.

Данное исследование показывает один из способов продвижения программного продукта, коррекции взглядов, методик, способов изложения и создания сообщества пользователей в конкретной образовательной области. Накопленный в процессе ведения официального телеграм-канала PascalABC.NET опыт может быть использован для поддержки аналогичных проектов.

Литература

1. Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET – 20 лет развития / XXX Научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов-на-Дону, 2023. С. 287–290.
2. Бондарев И. В., Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET: 15 лет развития / XXV Научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов-на-Дону, 2018. С. 31–34.
3. Бондарев И. В., Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET: новые возможности 2015-2016 гг. / Труды XXIII Научно-методической конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 69–71.

АЛГОРИТМ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО СОКРЫТИЯ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ПОРОГОВОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ

Могилевская Н. С., Терещенко О. В.

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

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

Известно, что одной из проблем стеганографических методов является хрупкость заполненного контейнера. А именно, простые преобразования мультимедийного файла со встроенным в него сообщением (например, применение фильтров или изменение размера изображения) легко разрушают встроенные сообщения. Актуальным является модификация известных стеганографических методов таким образом, чтобы увеличить устойчивость встроенных сообщений к модификации контейнера.

В работе [1] рассматривается метод стеганографического сокрытия данных методом наименее значащего бита [4], где для увеличения устойчивости встроенных сообщений к модификациям контейнера используется метод порогового разделения данных. Напомним, что (k, n) пороговые методы разделения данных (схемы разделения секрета) [2] позволяют разделить входное сообщение на n частей таким образом, что по произвольным k из них можно восстановить исходное сообщение. В [1] предлагается разделять секретное сообщение на n частей. Затем разделять изображение-контейнер на n вертикальных полос. Далее, рассматривать каждую полосу, как отдельное изображение и встраивать в каждую полосу отдельную часть разделенного сообщения. В качестве порогового метода в [1] рассматривается метод Шамира [2], а в качестве стеганографического метода – метод наименее значащего бита, в качестве контейнеров используются изображения формата bmp. К сожалению, в работе [1] схема описана не подробно.

Целью настоящей работы является модификация стеганографической схемы из [1]. В модификации планируется разделять файл-контейнер на блоки, чья конфигурация отличается от [1], использовать контрольные суммы для проверки целостности встроенных частей. Предполагается, что внесенные изменения повысят устойчивость встроенного сообщения к модификации контейнера.

Существует большое число схем порогового разделения данных, см., например, [2, 5, 6, 7, 8], отличающихся друг от друга избыточностью, возможностью исправления ошибок в долях и т. д. В работе [1] выбрана схема Шамира из нескольких рассмотренных, критерием выбора являлась скорость работы алгоритмов кодирования и декодирования. Возможно, более

важным критерием выбора метода разделения данных является избыточность метода. В настоящий момент в работе используется метод Асмута-Блума [2], в дальнейшем планируется добавить другие методы.

В работе [1] не обсуждается вопрос передачи параметров схемы разделения данных от отправителя получателю данных. При использовании схемы Асмута-Блума, кроме параметра n для восстановления данных из частей необходимо знать еще два параметра. Если обсуждать разделение файла-контейнера на блоки различной формы, то необходимо также передавать параметры разделения контейнера на блоки. Эти параметры можно передавать по дополнительному каналу передачи данных или же можно зафиксировать все параметры, чтобы избежать их передачи.

Модификация файла-контейнера может вносить изменения в части встроенных данных. Для контроля целостности данных предполагается использовать циклический помехоустойчивый код [3].

Литература

1. Мироненко А. Н. Метод применения (t, n) –пороговой схемы в стеганографии // МСМ. 2018. № 2 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-primeneniya-t-n-porogovoy-shemy-v-steganografii> (дата обращения: 18.03.2024).
2. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си.- М.: Издательство ТРИУМФ, 2003 - 816 с.
3. Циклический избыточный код URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Циклический_избыточный_код (дата обращения: 18.03.2024).
4. Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. Москва – Изд. "МК-Пресс" 2006. 288 с.
5. Могилевская Н. С.О применении порогового разделения данных для организации разделенной передачи на примере метода битовых масок // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 (45). С. 39.
6. Mogilevskaya N. S. Data Sharing Method with Error Protection of Shares, 2023 IEEE 17th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Baku, Azerbaijan, 2023, pp. 1–6, doi: 10.1109/AICT59525.2023.10313186.
7. Назаров А. С. Разработка методов и алгоритмов построения отказоустойчивых, распределенных систем хранения данных на основе модулярной арифметики: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь; 2019. 272
8. Тормасов, А. Г. Модель распределенного хранения данных с регулируемой избыточностью / А. Г. Тормасов, М. А. Хасин, Ю. И. Пахомов // Исследовано в России : [сайт]. – 2001 – № 1–4 – С. 355–364. – URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2001/035.pdf>.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИМУЛЯТОРОВ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ

Могилевская Н. С., Юрасов А. И.

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

E-mail: iurasov@sfedu.ru

Введение. Система хранения данных (СХД) представляет собой комплекс программно-аппаратных средств, обеспечивающий хранение и доступ к данным большого объема. К таким системам выдвигается расширенный набор требований [1], а именно: масштабируемость, отказоустойчивость, доступность и способность к самовосстановлению.

Одной из важнейших проблем СХД является поддержание должного уровня отказоустойчивости и надежности [2]. Отказом может служить поломка сектора диска, диска целиком, отказы в доступе к данным из-за загрузки канала передачи или большого количества одновременных запросов.

Наиболее эффективным способом обеспечения надежности и доступности данных является введение избыточности хранения. Выбор технологии кодирования зависит от требований, предъявляемых к хранению, например, от частоты запросов на получение данных, частоты их изменения, объемов и стоимости надежного хранения, допустимое время простоя при недоступности запрашиваемой информации. Наиболее простым в применении является организация репликации с кратностью избыточности данных 3, как в Windows Azure Storage (WAS) и Google File Storage (GFS) [3]. Такое хранение гарантирует удовлетворяющий в большинстве случаев уровень надежности и обеспечивает быстрое восстановление доступа к данным после отказа. Другой стороной избыточности является большая стоимость хранения и неэффективное использование оборудования.

Еще одной важной проблемой в СХД является поддержание постоянного уровня актуальности данных, хранимых в системе, что негативно сказывается на производительности всей системы.

Выбор способа избыточного кодирования данных является сложной многопараметрической задачей. Например, организация репликации с кратностью 3 увеличивает объем хранимых данных в 3 раза, но при этом задача поддержания актуальности данных решается довольно просто. Коды стирания позволяют минимизировать избыточность при таком же уровне надежности хранения. Например, (10, 6)-код Рида-Соломона увеличивает объем данных всего в 1,67 раз. Однако, эффективное применение кодов стирания требует учета большого количества факторов.

Использование кодов стирания также накладывает ограничение на частоту изменения данных.

Совокупность описанных проблем требует от разработчика учитывать множество факторов при проектировании СХД. Во избежание неудачных решений нужно иметь возможность протестировать различные схемы надежности и их комбинации. Для этих целей разрабатывается программный симулятор, позволяющая задать следующие параметры: объемы хранилища, архитектура хранилища, пропускная способность сети, технология введения избыточности и другие.

Цель настоящей работы состоит в проведении обзора и сравнительного анализа существующих симуляторов СХД и поиска среди них симулятора наиболее подходящего для исследования эффективности используемых в СХД методов избыточного кодирования данных.

Параметры оценки симуляторов. На данный момент в среде разработки СХД представлен ряд симуляторов, обеспечивающих настройку указанных выше параметров. Все они так или иначе имеют схожую структуру и основаны на расчете показателей эффективности СХД на базе обработки потока отказов за выделенное время. Для оценки существующих решений будем пользоваться общей структурой сравнения: доступность симулятора и цена использования, математические модели и принципы, лежащие в основе моделирования событий отказов и восстановлений, поддерживаемые схемы отказоустойчивости и метрики симулятора.

Для рассмотрения возьмем следующие симуляторы: CR-SIM [2], SimEDC [4], DS-SIM [5], CQSim-R [6], и DR-SIM [7].

Доступность симулятора. Под доступностью симулятора будем понимать как принципиальную возможность воспользоваться программным продуктом, так и цену использования. Из всех представленных симуляторов полноценно и бесплатно доступны симуляторы SimEDC и DR-SIM. Исходный код этих проектов можно найти на гитхаб. Также в Google-архиве существует страница проекта DS-SIM, но без доступа к программному продукту. CR-SIM и CQSim-R не имеют публичной общедоступной версии.

Математические модели и принципы моделирования. CR-SIM, SimEDC и DS-SIM являются событийно-ориентированными симуляторами, обрабатывающими события, генерируемые на основе статистических распределений вероятности событий отказов и восстановлений. CR-SIM и SimEDC также позволяют подавать на вход этих систем трассировку событий, снятых с реальных СХД. CQSim-R и DR-SIM используют в своей работе методы Монте-Карло для анализа случайных событий отказов. Все системы генерируют как события отказов, так и восстановлений.

Поддерживаемые схемы отказоустойчивости. Наиболее широким набором поддерживаемых схем повышения отказоустойчивости обладает симулятор CR-SIM, позволяющий конструировать системы хранения как

комбинацию из введения избыточности, размещения данных между узлами, размещения данных между стойками и восстановления данных. CR-SIM позволяет использовать для кодирования данных репликацию, коды Рида-Соломона, LRC и MSR коды [2]. Остальные симуляторы имеют более скромные возможности и ориентированы на тестирование комбинации схемы введения избыточности с какой-нибудь одной другой схемой. Так SimEDC предоставляет возможность выбрать между кодом Рида-Соломона, LRC-кодом и DRC-кодом. Похожую функциональность предоставляет CQSim-R, где проверяется использование схемы размещения с репликацией или с (6,3)-кодами Рида-Соломона. DS-SIM и DR-SIM позволяют тестировать комбинацию введения избыточности и схемы восстановления данных. В DR-SIM можно проверить работу одного из кодов стирания (Рида-Соломона, Zigzag-код, LRC-код) с выбранной схемой восстановления, а DS-SIM в свою очередь имеет возможность симулировать работу репликации, кода Рида-Соломона, Horbas-кода или LRC-кода.

Выходные метрики симулятора. Единственным симулятором, поддерживающим оценку стоимости хранения, является CR-SIM. Он позволяет формировать в результате своей работы показатели общей стоимости хранения в ПИБ/месяц и общей стоимости восстановления в ПИБ. Симуляторы CR-SIM, SimEDC, а также DS-SIM реализуют подсчет полос с утерянными блоками данных, что на выходе системы формирует показатель вероятности потери данных. Эти же данные SimEDC использует для подсчета другой метрики - ожидаемого объема потерянных данных в байтах, нормализованного по объему хранилища. Анализ потребляемого на восстановление данных трафика в системе хранения оценивается только в DS-SIM и DR-SIM, пропускная способность сети в ГВ/день и нормализованный совокупный сетевой трафик восстановления данных соответственно. Симуляторы CQSim-R и DR-SIM позволяют также оперировать усредненными показателями. Первый из них формирует в результате своей работы среднюю скорость потери данных, выраженную в доле потерянных блоков от общего числа в ед. времени, а также среднее время между событиями потери данных в днях. DR-SIM генерирует похожий оценочный показатель – среднее время до потери данных.

Вывод. Несмотря на разнообразие симулируемых схем отказоустойчивости, широких возможностей по настройке конфигурации системы и большого набора рассчитываемых параметров, представленные симуляторы на наш взгляд имеют ряд недостатков, не позволяющих проводить полноценное тестирование. В частности, в рассмотренных моделях не учитывается поток нагрузки на чтение/запись, которые могут влиять на пропускную способность сети СХД и приводить к росту числа временных отказов, а также негативно влиять на процессы восстановления данных. Также ни один из представленных симуляторов не позволяет использовать методы порогового разделения

данных (например, [8–10]) в качестве системы введения избыточности, которые могут составить конкуренцию репликации и кодам стирания по соотношению надежности, стоимости хранения и сложности алгоритмов восстановления. Таким образом, актуальной является задача создания нового или совершенствование существующих симуляторов СХД.

Литература

1. Иваничкина Л. В. Математические модели надежности и методы ее повышения в современных распределенных отказоустойчивых системах хранения данных: дис. ... кандидата технических наук: 05.13.11. Московский физико-технический институт (государственный университет), Москва, 2018 г. 114 с.
2. Qi Y., Feng D., Hou B. Towards Building Reliable and Cost-Efficient Distributed Storage Systems, in IEEE Access, vol. 8, pp. 157862-157877, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3019108.
3. Muntadher Saadoon, Siti Hafizah Ab. Hamid, Hazrina Sofian, Hamza H.M. Altarturi, Zati Hakim Azizul, Nur Nasuha. Fault tolerance in big data storage and processing systems: A review on challenges and solutions // Ain Shams Engineering Journal, Volume 13, Issue 2, 2022.
4. Zhang M., Han S., Lee P. P. C. A simulation analysis of reliability in erasure-coded data centers, in 2017 IEEE 36th Symposium on Reliable Distributed Systems (SRDS), 2017, Conference Proceedings, pp. 144–153.
5. Silberstein M., Ganesh L., Wang Y., Alvisi L., Dahlin M. Lazy means smart: Reducing repair bandwidth costs in erasure-coded distributed storage, in Proceedings of International Conference on Systems and Storage. ACM, 2014, Conference Proceedings, pp. 1–7.
6. Hall R. J. Tools for predicting the reliability of large-scale storage systems, Trans. Storage, vol. 12, no. 4, pp. 1–30, 2016.
7. Fang J., Wan S., He X. Rafi: risk-aware failure identification to improve the ras in erasure-coded data centers, in 2018 USENIX Annual Technical Conference (USENIXATC 18). USENIX, 2018.
8. Mogilevskaya N. S. Data Sharing Method with Error Protection of Shares, 2023 IEEE 17th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Baku, Azerbaijan, 2023, pp. 1–6, doi: 10.1109/AICT59525.2023.10313186.
9. Назаров А. С. Разработка методов и алгоритмов построения отказоустойчивых распределенных систем хранения данных на основе модулярной арифметики: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь; 2019. 272.
10. Тормасов, А. Г. Модель распределенного хранения данных с регулируемой избыточностью / А. Г. Тормасов, М. А. Хасин, Ю. И. Пахомов // Исследовано в России : [сайт]. – 2001 – № 1–4 – С. 355–364. – URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2001/035.pdf>.

ЗАДАЧА ОГРАНИЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Моздоров Н. А., Скороходов В. А.

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

E-mail: mozdorov@yandex.ru, vaskorhodov@sfedu.ru

Теория графов зародилась в первой половине XVIII века благодаря работам Леонарда Эйлера. Спустя почти три столетия эта область математики получила большое развитие, а задачи из этой области нашли широкое применение в науке и технике. В частности, для решения разнообразных транспортных задач могут использоваться потоки в сетях. В данной работе исследуется задача ограничения максимального потока в сети, когда у определённых дуг можно менять пропускные способности.

Рассматриваются транспортные сети со множеством вершин V и множеством дуг U , при этом выделяется подмножество $V' \subseteq V$, обладающее следующим свойством: любая дуга u_i , инцидентная некоторой вершине из V' , является управляемой, то есть её пропускную способность $c(u_i)$ можно изменять в пределах некоторого промежутка $[c_{min}(u_i); c_{max}(u_i)]$. Требуется задать пропускные способности управляемых дуг таким образом, чтобы максимальный поток в полученной сети мог принимать любое значение из некоторого промежутка $[p_{min}; p_{max}]$.

В данной работе предлагается один из способов решения данной задачи. Он использует подход, описанный Фордом и Фалкерсоном в [2], но с некоторыми модификациями. Пусть необходимо решить задачу для некоторого $p \in [p_{min}; p_{max}]$. Способ решения заключается в следующем:

1. Для каждой управляемой дуги u_i назначить минимально возможную пропускную способность $c_{min}(u_i)$, найти максимальный поток f полученной сети.
2. Если величина потока $|f|$ оказалась больше p , то решения не существует. Если величина потока оказалась равна p , то решением является набор пропускных способностей $\{c_{min}(u_i)\}$.
3. В сети, полученной на шаге 1, для каждой управляемой дуги u_i назначить максимально возможную пропускную способность $c_{max}(u_i)$.
4. Для потока f найти увеличивающую цепь в сети из шага 3. Если увеличивающей цепи нет, то решения не существует.
5. Добавить увеличивающую цепь к потоку f . Если величина полученного потока $|f|$ меньше p , то продолжить искать увеличивающие цепи

(вернуться к шагу 3). Если величина потока больше p , то ограничить поток по увеличивающей цепи величиной $p - |f|$.

6. Ограничить пропускные способности управляемых дуг фактическими величинами потока, который проходит через них.

Можно показать, что этот способ даёт верное решение как для одной управляемой вершины, так и для нескольких.

Литература

1. Ерусалимский Я. М. Дискретная математика: Теория, задачи, приложения: учеб. пособие / Я.М. Ерусалимский. – М.: Вузовская книга, 2009. – 288 с.
2. Л. Р. Форд, Д. Р. Фалкерсон. Потоки в сетях. Издательство «Мир», 1966.
3. Еремеева Л. Э. Потоки в сетях: учебное пособие / Сыктывкар: СЛИ, 2012. – 100 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОПЫТА СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Мурзаева Е. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: nov@sfedu.ru

В современном мире развитие технологий играет ключевую роль в обеспечении доступности информации для всех членов общества, включая тех, кто сталкивается с ограничениями в зрении. Именно поэтому научные исследования и разработки в области приложений для слабовидящих предоставляют уникальные возможности для значительного улучшения качества жизни данной категории пользователей.

Нейронные сети, как мощный инструмент машинного обучения, способны обрабатывать и анализировать сложные данные, что делает их идеальным инструментом для разработки инновационных приложений, направленных на улучшение визуального восприятия слабовидящих. Эти технологии могут помочь в преодолении барьеров, с которыми сталкиваются люди с ограничениями в зрении, открывая новые возможности для обучения, коммуникации и участия в различных сферах жизни.

В ходе работы был разработан предварительный макет приложения на платформе Android, который является минималистичным и подходящим для людей с проблемами со зрением. Затем было разработано приложение в формате минимально жизнеспособного продукта (MVP) и проведен анализ существующих приложений для слабовидящих. Также были разработаны различные варианты решения задачи, включая варианты с использованием Machine Learning Kit от Google и собственной нейросети, которая находится в стадии обучения на датасете CIFAR-100.

В результате работы на данный момент приложение с небольшой точностью распознает объекты на фотографиях, обеспечивая базовую функциональность для улучшения визуального опыта слабовидящих пользователей, а также возможность для тестирования и последующего улучшения функциональности.

НЕЙРОСЕТЬ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Назарова А. Г., Майер С. Ф.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: aknazarova@sfnedu.ru, sfmayer@sfnedu.ru

Нейросеть была создана в форме математической модели, которая работает аналогично человеческому мозгу. Она состоит из многочисленных соединенных искусственных нейронов, которые занимаются обработкой информации и последующим выполнением различных задач. В последнее время нейросети нашли своё применение во многих сферах, начиная от машинного обучения и распознавания образов, до обработки естественного языка и компьютерного зрения. Использование нейросети в образовательной деятельности – тоже уже не новшество.

Одной из ключевых особенностей нейросетей является их способность к самообучению, что позволяет им весьма быстро адаптироваться к новым данным и условиям, тем самым улучшая свою производительность с течением времени. Так как нейросети вполне эффективно обучаются на больших объемах данных, то для них не составляет трудности выявлять достаточно сложные закономерности, незаметные на первый взгляд для людей. Но основным преимуществом нейросети перед человеком является не способность к самообучению, а скорость этого процесса.

Нейросети подразделяются на несколько типов, каждый из которых имеет свои особенности применения. Например, сверточные нейронные сети широко используются в области компьютерного зрения для распознавания образов и объектов на изображениях. Рекуррентные нейронные сети, в свою очередь, хорошо подходят для анализа последовательных данных, таких как текст или звук [1].

Нейросети обладают многочисленными преимуществами, но также они имеют некоторые ограничения и проблемы. Например, они могут быть склонны к переобучению на обучающих данных или требовать больших объемов вычислительных ресурсов для обучения. Кроме того, интерпретация решений, принятых нейросетью, может быть затруднительной из-за их сложной структуры.

Следует отметить немаловажную роль, которую играют нейросети в образовательной деятельности, преобразуя способы обучения и улучшая качество образования. Современные технологии позволяют использовать нейросети для персонализации образовательного процесса, адаптируя его к индивидуальным потребностям и способностям каждого ученика. Одним из ключевых преимуществ нейросетей в образовании можно отметить возмож-

ность создания интеллектуальных образовательных систем, которые способны анализировать данные обучения и предлагать персональные рекомендации и задания для обучающихся. Так, например, нейросети могут анализировать успеваемость учащихся и их предпочтения для автоматической корректировки стратегии их обучения, и в последствии подбирать материалы и задания для каждого ученика лично.

Другим важным аспектом применения нейросетей в образовании является возможность создания виртуальных учителей-тьюторов. Такие системы могут помочь обучающимся в освоении сложных тем и разделов в любом предмете школьной программы. Обучающиеся будут моментально получать ответы на интересующие их вопросы, а нейросеть мгновенно проверять выполненные знания, на что у обычного учителя могут уходить целые часы времени. Поэтому такие «виртуальные учителя» могут быть особенно полезны для дистанционного обучения и самостоятельного изучения материала. Таким образом, обучение может быть насыщено различными заданиями, тестами, упражнениями и обратной связью, что делает процесс обучения более увлекательным и эффективным.

Самым распространённым методом общения с нейросетью являются чат-боты, например Nicebot – чат-бот GPT (<https://nicebot.ru/>), который предлагает пользователю работу в нескольких режимах (рис. 1). Ученики могут пользоваться таким ботом как бесплатным репетитором, который предоставит решение любой задачи с подробным описанием её решения или просто ответит на вопрос, заданный учеником. Множество аналогичных ботов запущено в сети Telegram и на просторах интернета.

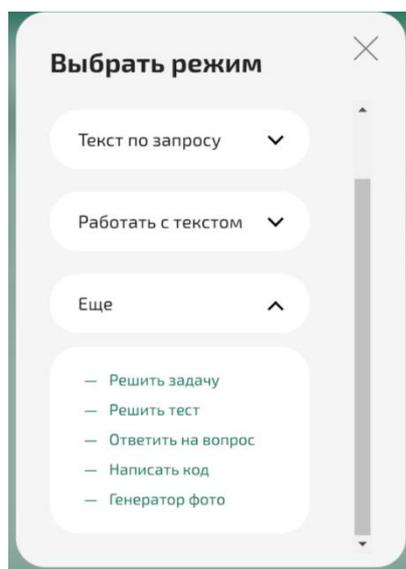


Рис. 1. «Режимы чат-бота»

Использование нейросетей в образовании, безусловно, имеет свои недостатки. К сожалению, многие ученики используют данные технологии не в целях самообразования, а в целях ускорения выполнения домашнего задания или даже контрольных работ. Поэтому нельзя однозначно сказать положительное или отрицательное влияние нейросетей оказывает на сферу образования с внутренней стороны процесса.

Ещё один из основных негативных аспектов состоит в снижении социализации. Если ученики мало взаимодействуют с учителями, то это может оказать отрицательное влияние на формирование социальных навыков. Сокращение контактов с людьми не позволяет развивать навыки общения и экспрессии мнения. Кроме того, использование нейросетей также может повлиять на развитие критического мышления у учащихся. Такая ситуация возникает из-за того, что нейронные сети способны автоматически решать множество задач, что может привести к трудностям в принятии важных решений. Учащиеся могут столкнуться с проблемой анализа и оценки информации, так как они привыкнут полагаться на автоматизированные решения.

Для снижения рисков и обеспечения максимальной выгоды от использования искусственного интеллекта в образовательном процессе, необходимо установить равновесие между вовлечением нейросетей и присутствием живых людей. Чтобы учащиеся получали все преимущества, необходимо использовать нейросети для усовершенствования процесса обучения, но при этом сохранять роль учителя и обеспечивать их активное участие. Лишь совместное взаимодействие искусственного интеллекта и людей позволит достичь оптимального результата.

Литература

1. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика [Текст]. – 1-е. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – С. 382.
2. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети: учебник / В. С. Ростовцев. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2014. – 208 с.
3. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст].: Пер. с англ. М. Издательский дом "Вильямс", 2006. 1104 с. : ил.
4. Интернет-источник: Справочник по нейронным сетям. Режим доступа: <http://www.neuroshell.forekc.ru/>.

О ФИЗИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ

Наседкин А. В.

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

E-mail: nasedkin@math.sfedu.ru

Как известно, сплошные материалы, как правило, являются изотропными, имея одинаковые макроскопические свойства по всем направлениям. Однако существует и большое число анизотропных материалов, у которых физические свойства отличаются по некоторым направлениям. К таким материалам относятся пьезоэлектрические материалы со связанностью между механическими и электрическими полями, в которых по принципу Кюри для существования явления пьезоэффекта не должно быть центра симметрии. Так, наиболее применяемая на практике пьезокерамика является материалом кристаллографического класса $6mm$ гексагональной сингонии. Однородно поляризованную вдоль оси $Oz=Ox_3$ пьезокерамику можно считать трансверсально изотропным материалом, у которой вдоль оси поляризации одни свойства, а в плоскости, перпендикулярной этой оси, другие, причем одинаковые вдоль любой оси, перпендикулярной оси Oz . Таким образом, в декартовой системе координат $Oxyz=Ox_1x_2x_3$, связанной с направлением поляризации Oz , выбор осей x и y в ортогональной плоскости для материальных свойств не имеет значения.

Анизотропию, вызванную внутренней микроструктурой материала, условно можно называть физической анизотропией. Композитные материалы, состоящие из пьезокерамической матрицы и упругих включений или пор, могут иметь анизотропию эффективных свойств, отличную от физической анизотропии основной фазы. Эта анизотропия может быть вызвана наличием преимущественной ориентацией включений или пор неканонических форм или их преимущественным расположением вдоль отдельных направлений, что можно считать геометрической анизотропией. Кроме этого, в композитной структуре пьезокерамическая матрица может быть уже неоднородно поляризованной, поскольку поле поляризации будет неоднородным в окрестности включений или пор. Этот пример, в котором анизотропия эффективных свойств обусловлена как физически, так и геометрически, показывает некоторую условность используемых здесь понятий физической и геометрической анизотропии.

Возможности создания пьезоэлектрических композитов с заданной макроструктурой существенно выросли в последнее время в связи с развитием аддитивных технологий [1, 2]. В частности, стали доступными способы получения регулярных решеток, состоящих из повторяющихся ячеек или метаматериалов. В последние годы методами 3D печати были получены пьезоэлектрические метаматериалы с различными ячейками периодичности и с различными классами анизотропии [3, 4].

В настоящей работе анизотропия эффективных свойств пьезоэлектрического метаматериала рассматривается на примере элементов периодичности в виде симметричной и несимметричной ячеек Гибсона-Эшби (Рис. 1). Эти ячейки, особенно несимметричная ячейка Гибсона-Эшби, являются наиболее применяемыми моделями для описания механических свойств высокопористых материалов. Как видно из рис. 1, а), симметричная ячейка Гибсона-Эшби инвариантна относительно поворотов на 90° вокруг осей x , y и z , проходящих через центр ячейки. Несимметричная ячейка (Рис. 1, б) не обладает такой инвариантностью, являясь симметричной относительно поворотов на 180° .

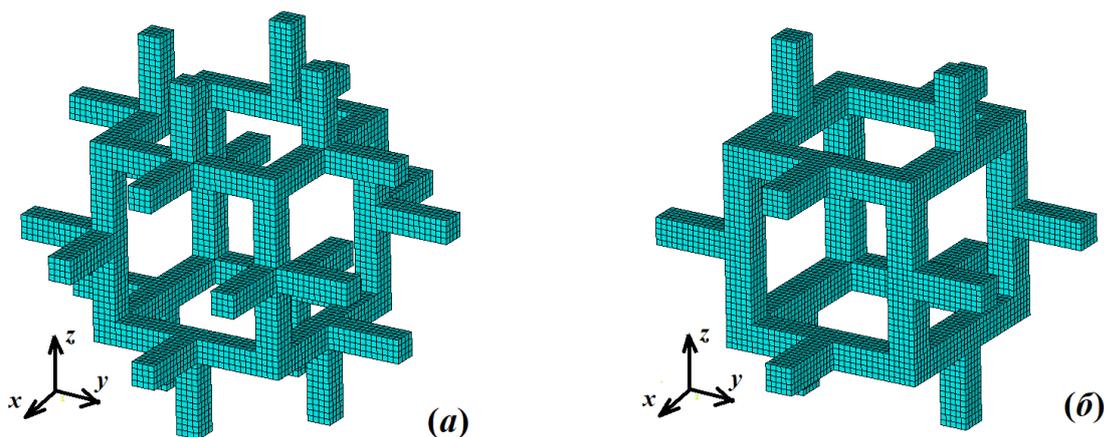


Рис. 1. Симметричная (а) и несимметричная (б) ячейки Гибсона-Эшби с пористостью 95%

Ранее в [5, 6] эффективные свойства несимметричной ячейки Гибсона-Эшби и каркасов из таких ячеек, выполненных из изотропного упругого материала, исследовались по методам эффективных модулей и конечных элементов в программном комплексе ANSYS. Результаты расчетов показали [5], что ячейка Гибсона-Эшби из изотропного материала имеет эффективные модули жесткости кубического класса сингонии с отличным от 1 коэффициентом Зенера. Разработанные в [5, 6] методологии компьютерного анализа ячеек с изменяемыми толщинами ребер и соответственно с различной пористостью p ($p=V_m/V$, V_m – объем материала ячейки, V – объем куба,

описанного вокруг ячейки) можно обобщить для исследования эффективных свойств пьезокерамических материалов ячеек. Для этого, согласно общей технике гомогенизации пьезокомпозитов [7], для ячейки Гибсона-Эшби решались девять краевых задач теории электроупругости с линейными главными граничными условиями для перемещений и электрического потенциала: три задачи о растяжении вдоль осей x_j , три сдвиговых задачи и три задачи о действии электрического поля вдоль осей x_j . Из решений этих девяти задач определялись средние по ячейке напряжения и компоненты электрической индукции, и по ним вычислялись эффективные жесткости $c_{\alpha\beta}^{E\text{eff}}$, пьезомодули $e_{i\beta}^{\text{eff}}$ и диэлектрические проницаемости $\varepsilon_{ij}^{S\text{eff}}$. Дальнейший анализ структуры матрицы эффективных модулей $\mathbf{\Pi}^{\text{eff}} = \begin{bmatrix} \mathbf{c}^{E\text{eff}} & -\mathbf{e}^{\text{eff}*} \\ \mathbf{e}^{\text{eff}} & \boldsymbol{\varepsilon}^{S\text{eff}} \end{bmatrix}$ позволил найти тип анизотропии эффективного гомогенного материала.

Однако, поскольку ячейка Гибсона-Эшби имеет ребра, параллельные трем осям декартовой системе координат, то можно ожидать, что при поляризации пьезокерамического материала ячейки вдоль оси Oz , некоторые ребра, направленные вдоль других двух осей, будут менее поляризованными или вообще не поляризованными. В связи с этим представляет интерес исследование эффективных модулей при различных типах поляризации ячейки [8]. Для этого было проведено сравнение результатов при однородной и при кусочно-однородной поляризации ребер ячейки. Во второй модели направления поляризации ребер и их интенсивность находились из предварительного решения задачи электростатики, моделирующей процесс поляризации в упрощенной линейной постановке (Рис. 2).

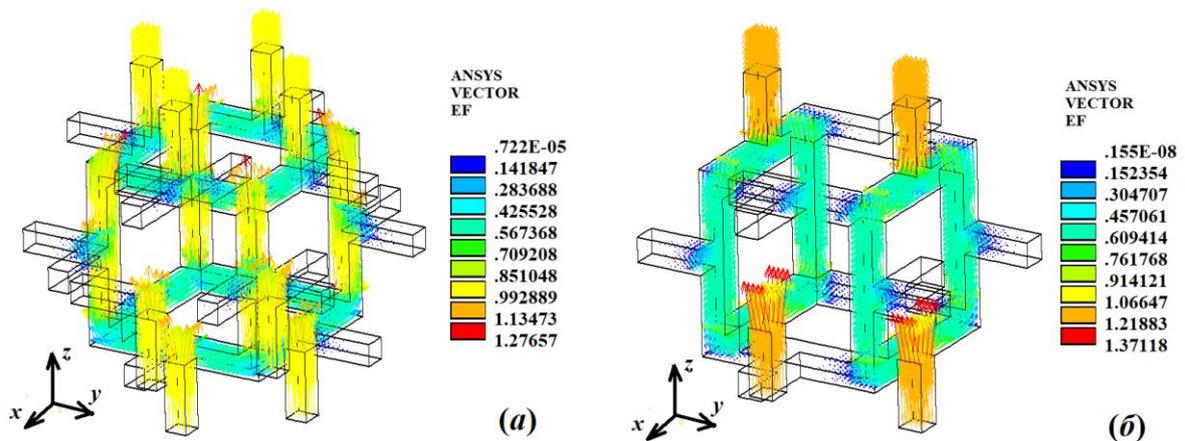


Рис. 2. Векторное распределение электрического поля в симметричной (а) и несимметричной (б) ячейках Гибсона-Эшби при поляризации

Как видно из рис. 2, внешние ребра ячеек, параллельные осям x и y , при такой поляризации можно считать не поляризованными для обоих вариантов ячеек, как и ребра каркаса, направленные вдоль оси y для несимметричной ячейки (Рис. 2, б)

Результаты расчетов показали, что однородный материал для симметричной пьезокерамической ячейки Гибсона-Эшби имеет тетрагональный класс симметрии $4mm$, а для несимметричной ячейки – ромбический класс $2mm$ для обеих моделей поляризации. Кроме того, полученные зависимости эффективных модулей от пористости в целом коррелируют с известными, найденными для других моделей высокопористых материалов с открытой пористостью. Между тем особенности конструкции ячейки Гибсона-Эшби приводят к большей деградации поперечных пьезомодулей, особенно при учете неоднородности поля поляризации.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 22-11-00302.

Литература

1. Megdich A., Habibi M., Laperrière L. A review on 3D printed piezoelectric energy harvesters: Materials, 3D printing techniques, and applications // *Mater. Today Commun.* 2023. V. 35. P. 105541.
2. Park J., Lee D.-G., Hur S., et al. A Review on recent advances in piezoelectric ceramic 3D printing // *Actuators.* 2023. V. 12, No. 4. P. 177.
3. Yang J., Li Z., Xin X., et al. Designing electromechanical metamaterial with full nonzero piezoelectric coefficients // *Sci. Adv.* 2019. V. 5. P. eaax1782.
4. Wegert Z. J., Roberts A. P., Challis V. J. Novel properties of multi-poled piezoelectric network structures // *Smart Mater. Struct.* 2021. V. 30. P. 105016.
5. Kornievsky A., Nasedkin A. Numerical investigation of mechanical properties of foams modeled by regular Gibson-Ashby lattices with different internal structures // *Materialia.* 2022. V. 26. P. 101563.
6. Корниевский А. С., Наседкин А. В. Сравнение моделей пен, составленных из регулярных и нерегулярных массивов открытых ячеек Гибсона-Эшби // *Вестник ПНИПУ. Механика.* 2021. № 3. С. 70–83.
7. Nassar M. E., Saeed N., Nasedkin A. Determination of effective properties of porous piezoelectric composite with partially randomly metalized pore boundaries using finite element method // *Appl. Math. Model.* 2023. V. 124. P. 241–256.
8. Наседкин А. В., Наседкина А. А., Толмачева Я. В. Компьютерная гомогенизация пористых пьезокерамик различной сегнетожесткости при случайной структуре пористости и неоднородности поля поляризации // *Вычислительная механика сплошных сред.* 2023. Т. 16, № 4. С. 476–492.

РАСЧЕТ ДИНАМИКИ ТРЕХ ПОПУЛЯЦИЙ НА НЕОДНОРОДНОМ АРЕАЛЕ МЕТОДОМ ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ТОЧНОСТИ

Нгуен Б. Х.

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

E-mail: kng@sfnedu.ru

При исследовании моделей популяционной динамики, основанных на уравнениях реакции-диффузии-адвекции, требуется вычислять и анализировать стационарные решения, а также колебательные режимы, что требует использования эффективных и экономичных схем. Применение схем повышенного порядка точности для проблем математической биологии встречается достаточно редко [1]. В [2] использовались конечно-разностные аппроксимации по временной и пространственной координатам для уравнения Колмогорова-Петровского-Пискунова-Фишера. Компактные конечно-разностные схемы четвертого порядка развиты для уравнений реакции-диффузии с переменными коэффициентами, см. [3] и приведенные там ссылки. В [4] описана схема повышенного порядка точности для нелинейных параболических уравнений популяционной динамики.

На основе аппроксимации [4] рассматривается взаимодействие трех конкурирующих видов на одномерном ареале. Математическая модель [5] записывается в виде системы уравнений относительно плотностей $u_i(x,t)$, $x \in \Omega$, потоков q_i и локальных реакций g_i , $i = 1, 2, 3$:

$$\dot{u}_i = -q_i' + g_i, \quad q_i = -k_i u_i' + u_i \varphi_i', \quad g_i = r_i u_i \left(1 - \frac{1}{p(x)} \sum_{j=0}^3 \alpha_{ij} u_j(x, t)\right) \quad (1)$$

где штрихом обозначена производная по x , а точкой – дифференцирование по времени t . В функциях g_i , описывающих локальное взаимодействие, r_i есть параметр линейного роста, а коэффициенты α_{ij} характеризуют влияние вида j на рост вида i , $p(x)$ описывает неравномерное распределение ресурса вдоль ареала. В выражении для потоков q_i первое слагаемое характеризует диффузию, а второе – отвечает за направленную миграцию (таксис). Функция φ_i состоит из двух частей, которые определяют различные виды направленной миграции: таксис на ресурс $p = p(x)$ и от мест с избыточным скоплением видов.

$$\varphi_i = a_i p + \sum_{j=1}^3 b_{ij} u_j, \quad i = 1, 2, 3. \quad (2)$$

В выражениях для потоков коэффициенты k_i , a_i , b_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) характеризуют диффузию и направленную миграцию.

Рассматривается задача о конкуренции трех видов на кольцевом ареале (условия периодичности):

$$u_i(0) = u_i(1), k_i u_i'(0) - a_i u_i(0) p'(0) = k_i u_i'(1) - a_i u_i(1) p'(1). \quad (3)$$

При неоднородном ресурсе $p(x)$ для $k_i = r_i k_i$, $a_i = r_i a_i$ ($i = 2, 3$) система имеет косимметрию [6]

$$L_v = ((1 - v) r_2 u_2 + v r_3 u_3, -(1 - v) r_1 u_1, -v r_1 u_1) T \quad (4)$$

и двухпараметрическое семейство стационарных решений:

$$u_1 = (1 - \theta_2 - \theta_3) w(x), u_2 = \theta_2 w(x), u_3 = \theta_3 w(x). \quad (5)$$

где $w(x)$ является решением следующей краевой задачи

$$0 = (k_1 w' - a_1 w p')' + w(x) (1 - w(x) p(x)), w(0) = w(1), w'(0) = w'(1). \quad (6)$$

Для численного исследования используется метод прямых. Дискретизация по пространственной переменной проводится на трехточечном шаблоне с применением смещенной сетки для вычисления потоков. Для интегрирования по времени применяется метод Рунге-Кутты высокого порядка.

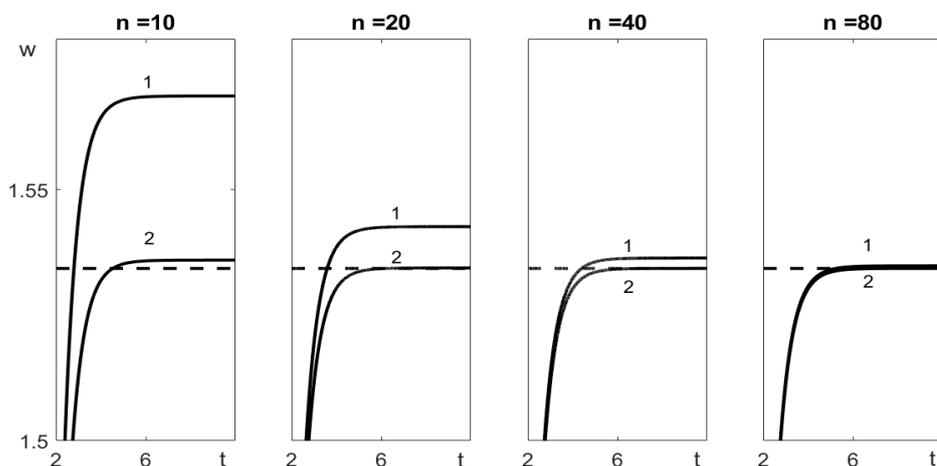


Рис. 1. Установление к $w(0.2, t)$ (пунктир) при $n = 10, 20, 40, 80$:
1 – решение по схеме второго порядка точности, 2 – решение по компактной схеме, точное решение $w(x) = 1 + 0.5 \sin 2\pi x + 0.1 \sin 4\pi x$

Далее представлены результаты вычислительного эксперимента по сравнению решений на основе [4] и схемы второго порядка точности. Для фиксированных значений $k_1=0.03$, $k_2=0.06$, $k_3=0.09$, $r_1=1$, $r_2=2$, $r_3=3$, $a_i=0$. проводился эксперимент на установление к стационарному решению из начальных распределений $u_i^0(x) = 0.1$. Для схемы повышенной точности (PC4) при $n = 10$ получается решение, близкое к точному, см. рис. 1. При этом схема второго порядка точности (PC2) дает большие погрешности.

Результаты сравнения с точным решением приведены в табл. 1. Видно, что метод четвертого порядка точности позволяет получить на сетке из 10 узлов распределение, которое находится при 40 узлах на основе схемы (PC2).

Таблица 1.

Сходимость и рассчитанный порядок точности для задачи (1)-(3), h - шаг сеток, Y_2 - решение по схеме второго порядка точности, Y_4 – решение по компактной схеме, η – порядок точности

h	$\ Y_2 - w\ $	$\ Y_4 - w\ $	$\eta(PC2)$	$\eta(PC4)$
0.2	0.170321	0.038979	--	--
0.1	0.038878	0.002122	2.1312	4.1995
0.05	0.009466	0.000127	2.0381	4.0609
0.025	0.002351	0.000008	2.0093	4.0153

При нарушении косимметрии исчезает двухпараметрическое семейство стационарных равновесий. В этом случае возможны сценарии с формированием стационарных и нестационарных решений. Для значений параметров: $\alpha_{12} = \alpha_{23} = \alpha_{31} = 0.8$, $\alpha_{13} = 1.1$, $\alpha_{21} = 1.2$, $\alpha_{32} = 1.4$, $r_1 = r_2 = 1$, $r_3 = 0.5$, $k_1 = k_2 = 0.05$, $k_4 = 0.02$, $a_1 = a_2 = 0.005$, $a_3 = 0.002$ получается колебательный режим. Эффективный порядок точности η на основе процесса Эйткена ($h_i = 1/n_i$) вычислялся по формуле:

$$\eta_i = \log_2 \frac{S_i}{S_{i+1}}, S_i = \|W_i - W_{i-1}\|, \quad (7)$$

где S_i – нормы разницы между численными решениями W на сетках n_i и n_{i-1} .

На рис. 2 представлены результаты вычисления порядка точности (слева) и норм S (справа) для разных схем на большом временном промежутке. Видно, что при существовании колебательного режима, компактная схема дает высокую точность в сравнении со схемой второго порядка.

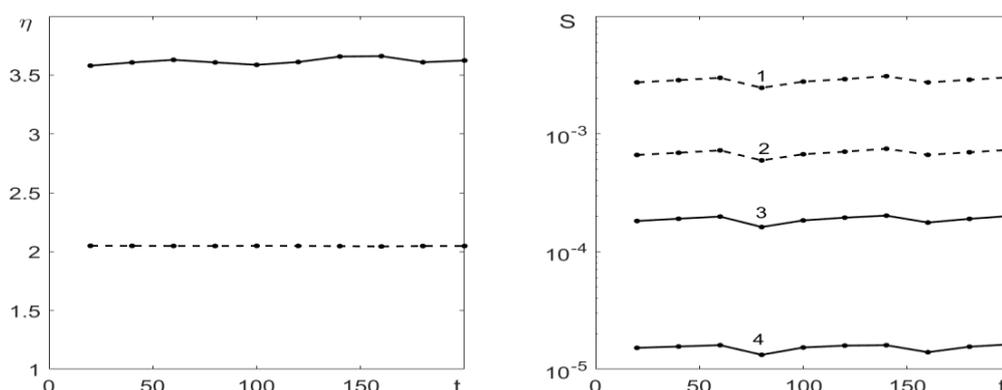


Рис. 2. Порядок точности η (слева) и норма S (справа): схема повышенной точности (сплошная кривая), схема второго порядка точности (пунктир), $p(x) = 1 - 0.2 \sin 2\pi x + 0.2 \sin 4\pi x$; (1), (3) – $n_i = 24$, $n_{i-1} = 12$; (2), (4) – $n_i = 48$, $n_{i-1} = 24$

Литература

1. Толстых А. И. Компактные и мультиоператорные аппроксимации высокой точности для уравнений в частных производных. М.: Наука. 2015. 350 с.
2. Матус П. П., Утебаев Б. Д. Компактные и монотонные разностные схемы для обобщенного уравнения Фишера. Дифференциальные уравнения. 2022. Т. 58, № 7. С. 947–961.
3. He M., Liao W. A compact ADI finite difference method for 2D reaction–diffusion equations with variable diffusion coefficients. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2024. Vol. 436. P. 115400.
4. Зеленчук П. А., Цибулин В. Г. Схема повышенного порядка точности для параболических уравнений популяционной динамики // В сборнике: Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXX научной конф. 2023. С. 189–192.
5. Budyansky A. V., Frischmuth K., Tsybulin V. G. Cosymmetry approach and mathematical modeling of species coexistence in a heterogeneous habitat // *Discrete & Continuous Dynamical Systems-Series B*. 2019. Vol. 24, no 2. P. 547–561.
6. Нгуен Б. Х., Ха Д. Т., Цибулин В. Г. Мультистабильность для системы трех конкурирующих видов // *Компьютерные исследования и моделирование*. 2022. Т. 14, № 6. С. 1325–1342.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА UNITY ДЛЯ 3D РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИЦА ПО ФОТОГРАФИИ В ПРОЦЕССЕ ИГРЫ

Нерчинский Н. В., Демяненко Я. М.

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

E-mail: nik.nik24@mail.ru, demyanam@gmail.com

Целью данной работы является разработка удобного функционала для создания в играх и приложениях на Unity 3D модели лица по одной фотографии человека. Разработчики нередко дают пользователям возможность перенести частицу себя или своего знакомого в приложение, чтобы получить больше вовлечённости так, как пользователи будут видеть или взаимодействовать с чем-то знакомым или близким им. Иногда это делают с помощью переноса лица пользователя на персонажа внутри игры или приложения. Перенос лица с изображения в игровую среду чаще всего происходит с помощью алгоритмов компьютерного зрения или нейросетей. А разработчики приложений на Unity не всегда имеют такие навыки или не имеют доступ к этим технологиям. Поэтому необходимо было найти решение, которым смогут воспользоваться разработчики на Unity и пользователи приложений без необходимости установки дополнительного программного обеспечения и соответствующих навыков по работе с нейро-сетями.

Для создания такого функционала сначала был исследован метод PRNET [1]. Нейронная сеть PRNET предлагает метод, который одновременно восстанавливает трехмерную лицевую структуру и обеспечивает плотное сглаживание. Данная модель создавала только переднюю часть лица, то есть получалась буквально «маска», на которой было лицо из загруженного изображения. Результат работы никак нельзя изменить. Если будет цель поменять эмоцию, изменить взгляд или любая задача, связанная непосредственно с самим лицом, то придётся искать или делать новую фотографию. Исходя из этих результатов, был сделан вывод, что нужно продолжать поиск подходящей модели.

Следующей была рассмотрена нейронная сеть DECA [2]. Данная сеть создаёт 3D реконструкцию, которая предсказывает информацию о деталях лица, которые характерны для человека на изображении и изменяет лицо так, что получается новая эмоция. Для этого на вход подаётся другое изображение, на котором человек проявляет нужную эмоцию. Так же, создаётся модель всей головы, шеи и начала плеч. Но здесь же появляется и проблема, потому что текстура, которая накладывается на .obj файл не имеет цвета в

районе шеи и верхней части головы. В результате, несмотря на некоторые недостатки этой модели, было решено использовать в дальнейшем именно её.

Была реализована возможность обрабатывать видео с помощью DECA, чтобы разработчики могли использовать анимации для 3D моделей лиц. Получая реконструкцию лица для каждого кадра, есть возможность воспроизвести переход от одной эмоции к другой.

Для устранения проблемы с чёрными участками на текстурах было решено сделать присваивание пикселям в этих местах среднего значения цвета лица.

DECA не делает реконструкцию волос поэтому был создан функционал, который позволяет разработчикам использовать заранее загруженные пресеты волос, либо они могут загрузить свои модели волос.

Создан интерфейс, который позволяет пользователям выбрать нужное изображение для обработки и подобрать вид причёски, который будет использоваться вместе с реконструкцией лица.

Создан сервер на базе фреймворка Flask, который принимает картинку и позволяет скачать реконструкцию лица со всеми эмоциями. Так как для запуска DECA нужно установить немало дополнительного программного обеспечения, было решено дать возможность разработчикам и игрокам обращаться к нейронной сети через сервер. Все вычисления и реконструкция происходят непосредственно на сервере.

Разработан инструмент, позволяющий разработчикам приложений на Unity использовать функционал нейронных сетей и компьютерного зрения, без потребности в установке дополнительного программного обеспечения или знания языка. Так же, был создан интерфейс, который направлен на более удобный выбор нужного изображения.

Литература

1. Статья о принципах работы модели PRNET URL:https://openaccess.thecvf.com/content_ECCV_2018/papers/Yao_Feng_Joint_3D_Face_ECCV_2018_paper.pdf.
2. Статья о принципах работы модели DECA URL:<https://arxiv.org/abs/2012.04012>.

МЕТОДЫ DATA MINING В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Нестеренко В. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича
E-mail: neva09@mail.ru*

Представленный доклад основан на материалах курса «Защита информации в сети» для студентов 4-го курса Института математики, механики и компьютерных наук.

В методах Data Mining, как и в задачах машинного обучения существует два принципиально разных подхода: обучение с учителем и обучение без учителя.

Применительно к задачам защиты информации обучение с учителем используется в том случае, когда известен способ нарушения информационной безопасности: образец компьютерного вируса, сценарий сетевой атаки, В этих случаях обучение системы проводится на известных образцах компьютерных или сетевых атак и выявление нарушений сводится к сравнению с образцами из базы образцов атак.

В случае, если тип атаки не известен, применяется другой подход: предполагается, что известно нормальное состояние системы. Аномалии – отклонения от нормального состояния рассматриваются как возможные нарушения информационной безопасности. При таком подходе есть возможность обнаружения новых, ранее не известных, типов атак.

Модель нормального состояния системы может быть построена разными способами:

1. Можно использовать с программным обеспечением, установленным «из коробки», систему с тщательно контролируемым обменом информацией с «внешним миром» и специально подобранным набором решаемых задач.
2. Можно использовать реально рабочую систему в предположении, что большую часть времени система будет находиться в нормальном состоянии, возможные аномалии изменяют общие характеристики системы в пределах статистической погрешности.

Применим рассматриваемый подход к анализу трафика сети одного из компьютерных классов мех-мата. Для учёта состояния сети введём временное окно ~10 сек (примерно 100-150 пакетов). В качестве характеристик состояния сети используем:

1. средний размер пакета в окне
2. среднее временное интервал между пакетами
3. среднее значение разности между SYN и SYNACK TCP пакетов

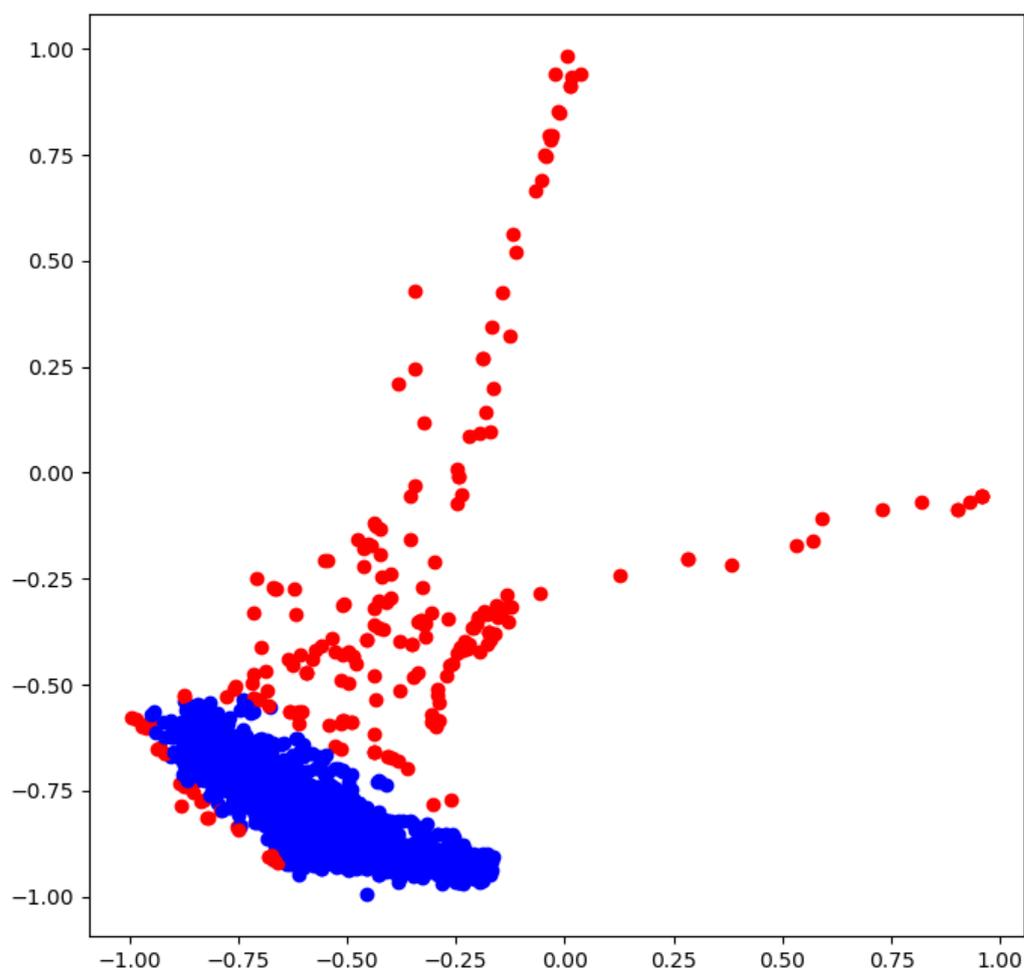
4. среднее число пакетов протокола ICMP

5. число пакетов самого активного в пределах окна узла

В результате получаем множество точек (~25000) в 5-мерном пространстве характеристик. Применяя методы кластерного анализа [1] или нейросеть, выделим в облаке точек область высокой плотности, соответствующую нормальному состоянию системы. Точки в области низкой плотности соответствуют аномальным состояниям системы.

На приведённом рисунке синие точки обозначают область высокой плотности (нормальное состояние системы). В эту область попадает 90% всех точек. Красные точки (10%) соответствуют аномалиям – отклонениям от нормального состояния. Аномалии могут быть вызваны сетевыми атаками, нарушением нормальной работы системы и статистическими отклонениями.

Для наглядности изображения используется метод PCA [2] для проецирования 5-мерного пространства характеристик в 2-мерное пространство рисунка.



Детальный анализ сетевого трафика показывает, что аномальные состояния (красные точки на рисунке) вызваны следующими причинами:

- Отключение удалённого сервера.
- SYN-сканирование наблюдаемой сети.
- Попытка использования «тройного коня» для несанкционированного подключения.
- Статистические отклонения.

Литература

1. Ester Martin et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96). AAAI Press. p. 226–231.
2. Jolliffe, Ian T.; Cadima, Jorge (2016-04-13). "Principal component analysis: a review and recent developments". *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 374 (2065). doi:10.1098/rsta.2015.0202.

СТРУКТУРА ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИБЛИОТЕК JETPACK

Николаев А. В., Абрамян А. В.

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

E-mail: andn@sfedu.ru, avabramyan@sfedu.ru

Существует множество подходов к написанию кода мобильных приложений. Начинающие разработчики зачастую пишут код, не придерживаясь никакой архитектуры, то есть максимально просто и понятно: в одном файле, без какого-либо логического разделения сущностей и функционала. Для небольших проектов такой подход оправдывает себя, ведь можно написать сложное решение в достаточно небольшой промежуток времени. Но последствия такого подхода начинают ощущаться при добавлении какого-либо функционала в приложение, либо же попытке исправить ошибку, допущенную в коде. При плохой архитектуре код превращается в так называемый «спагетти-код», то есть код, в котором зависимости сущностей настолько переплетены, что внесение даже малейших изменений является весьма трудоёмкой задачей.

Для приложений на Android рекомендуемым подходом является разделение кода на 3 слоя: слой данных (Data layer), отвечающий за получение и предоставление данных, слой пользовательского интерфейса (UI Layer), отвечающий за отображение данных на экране, и опциональный доменный слой (Domain layer), упрощающий взаимодействие Data и UI слоёв.

Кроме разделения на слои существуют архитектурные принципы, которых надо придерживаться при создании приложения. Первый из них – принцип разделения ответственности [1], который гласит, что код нужно разделять на блоки, как можно меньше пересекающиеся по функционалу. В случае с Android этот принцип означает, что внутри активностей и фрагментов можно помещать только логику, которая взаимодействует непосредственно с UI, либо же с событиями, возникающими в течение процесса работы приложения. Второй принцип, принцип единого источника истины (Single source of truth), ограничивает количество источников данных определённого типа всего одним, централизующим все изменения, а также защищает данные от изменений, которые могут вносить сторонние эффекты, что потенциально является источником ошибок. Этот принцип используется в связке с паттерном однонаправленных потоков данных (UDF), который гласит, что состояния текут в одном направлении, а события, которые

меняют поток данных, текут только в противоположном направлении. Данный паттерн гарантирует целостность данных, меньше подвержен ошибкам, а также является легко отлаживаемым.

Jetpack – набор библиотек для системы Android, упрощающий взаимодействие с различными её компонентами, а так же призванный сократить объёмы шаблонного кода и поддерживать актуальность используемых подходов к разработке. В то время как большинство представленных в наборе библиотек не сильно влияют на структуру приложения, некоторые из них требуют её изменения, а также переосмысления принципов взаимодействия сущностей и структуры кода. Основные изменения происходят внутри слоёв, их взаимодействие остаётся тем же вне зависимости от используемых решений.

Библиотека, наиболее сильно меняющая устройство UI-слоя – это Jetpack Compose. Это декларативный подход к созданию пользовательского интерфейса, который пришёл на замену императивному подходу с использованием Views [2]. При использовании этой библиотеки в приложении создаётся только одна активность, внутри которой устанавливается контент, декларативно определённый с помощью *composable*-функций. В связи с этим необходимо изменить классическое устройство UI-слоя, где основной структурной единицей выступают активности (либо же фрагменты при использовании подхода *Single Activity*).

Важным аспектом при разработке Android приложения структура файлов проекта, ведь при плохом подходе скорость разработки уменьшается из-за трат времени на поиск нужных элементов. Предлагаемый подход учитывает взаимодействие элементов приложения и помогает структурировать файлы в оптимальное дерево директорий. Единственная активность должна находиться в корне каталога UI-слоя, а все экраны лучше расположить в директории *screens*, состоящей из отдельных поддиректорий, имена которых отражают предназначение экрана. В каждой из таких поддиректорий в общем случае содержится файл с *composable*-функцией, содержащей весь UI данного экрана, а также файл с *ViewModel* и поддиректория *components*, содержащая используемые в экране компоненты. Помимо самих экранов в UI-слое важное место занимают темы. Они (а также все связанные с ними цвета, шрифты и другие элементы) должны располагаться в соответствующей папке *theme*. Помимо непосредственно пользовательского интерфейса в этом слое в каком-то виде содержатся данные, и поэтому модели данных должны содержаться в директории *models*, а структуры для перевода моделей из пространства домена в пространство UI, мапперы, в директории *mappers*.

Между экранами должны быть переходы, и для этого рекомендуемым подходом является использование библиотеки Jetpack Navigation. Для отделения её функционала необходимо добавить ещё одну директорию, *naviga-*

tion, в которой содержатся все навигационные графы. Граф – это специальная composable функция, которая внутри себя может совершать переходы между дочерними composable-функциями. По этой причине корневой composable-функцией проекта становится именно граф, и уже внутри него располагаются все экраны. Для того, чтобы избежать ошибок при обращении к путям, их необходимо упаковать в объект с 1 полем – путём назначения. Этот объект определяется в файле с экраном и используется во всех местах, где нужно получить доступ к пути к данному экрану. Это позволяет избежать ошибок, связанных с изменением названия пути. Переходы между экранами спускаются по дереву компонентов в виде коллбэков, чтобы не нарушать принципа Unidirectional Data Flow.

В любом достаточно сложном проекте существует большое количество зависимостей между компонентами архитектуры, а также внутри её слоёв. При постоянном увеличении количества сущностей внесение изменений в эту структуру становится слишком трудозатратным, и облегчить эту задачу помогает инъекция зависимостей (dependency injection). В наборе библиотек Jetpack для этих целей представлена библиотека Hilt. При её имплементации необходимо создавать модули, которые помещаются в директорию *di*, разделённую на поддиректории по представленным в приложении слоям архитектуры. При использовании многомодульности в приложении все модули необходимо размещать в модуле UI-слоя, так как именно этот слой «знает» и о слое данных, и о слое домена.

При соблюдении вышеописанной структуры приложения соблюдается баланс между количеством директорий и логической связанности файлов, расположенных в одном узле структуры. Расположение компонентов приложения становится интуитивным, вследствие чего сокращается время на поиск того или иного файла и ускоряется разработка приложения.

Литература

1. Dijkstra E. On the role of scientific thought. Selected writings on computing: a personal perspective, 1982 – P. 60–66.
2. Milla E., Radonjić, M., Analysis of developing native Android applications using XML and Jetpack Compose // Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics, № 6, 2023 – P. 167–178.

ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЛИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДИК К ИННОВАЦИОННЫМ ПОДХОДАМ В ОБРАЗОВАНИИ

Новиков И. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: inoviko@sfedu.ru

В настоящее время образовательная сфера переживает значительные изменения, вызванные глобальной цифровизацией. Этот процесс открывает перед обучением новые горизонты, делая доступ к знаниям более универсальным и разнообразным. Интеграция цифровых технологий в образовательный процесс приводит к появлению новых методов обучения, которые делают процесс более интерактивным и адаптивным к индивидуальным потребностям учащихся. Такие инновации способствуют повышению качества и доступности образования, предлагая учащимся беспрецедентные возможности для саморазвития и обучения в любое время и из любого мира.

С внедрением цифровых технологий в образовательную среду роль преподавателя претерпевает значительные изменения. Если раньше преподаватели воспринимались в основном как источники знаний, то теперь они всё больше выступают в роли наставников и координаторов образовательного процесса. Важность этой трансформации сложно переоценить, поскольку преподаватели помогают учащимся ориентироваться в море информации, научиться критически мыслить и самостоятельно приобретать новые знания. Таким образом, преподаватели не только передают учебный материал, но и развивают у студентов навыки, необходимые для успешной адаптации к быстро меняющемуся миру.

Цифровизация образования привела к значительному пересмотру методик обучения. Современные преподаватели всё чаще используют в своей работе интерактивные доски, образовательные приложения, онлайн-курсы и виртуальные лаборатории. Эти инструменты не только облегчают процесс обучения, но и делают его более вовлекающим и мотивирующим для учащихся. Внедрение технологий в учебный процесс требует от преподавателей не только владения новыми инструментами, но и готовности к переосмыслению своего подхода к обучению, уходу от авторитарной модели к партнерству и взаимодействию с учащимися.

В контексте цифровизации образовательного процесса преподавателям необходимо освоить ряд новых компетенций. К таким компетенциям относятся технологическая грамотность, умение эффективно использовать цифровые образовательные ресурсы, способность к онлайн-коммуникации и

управлению виртуальными классами. Кроме того, важным навыком является способность критически оценивать и отбирать информацию из множества источников, чтобы обеспечить студентам доступ к качественным и надежным материалам.

Адаптация к цифровым инструментам и методам обучения позволяет преподавателям не только улучшить качество образования, но и значительно расширить его возможности. Применение игровых технологий, обратной связи в реальном времени, индивидуализированных образовательных траекторий способствует созданию более глубокого и значимого обучающего опыта. Эти подходы помогают преподавателям не просто передавать знания, но и вдохновлять учащихся на постоянный поиск и самостоятельное приобретение новых знаний, что является ключевым в современном быстро меняющемся мире.

Внедрение цифровых технологий в образование открывает новые возможности для преподавателей и учащихся. Использование образовательных платформ, мобильных приложений, интерактивных учебников и онлайн-симуляций позволяет сделать процесс обучения более гибким, доступным и индивидуализированным [1]. Такие инструменты могут способствовать повышению вовлеченности учащихся, предоставляя им возможность учиться в собственном темпе и согласно их интересам и предпочтениям.

Примеры из практики демонстрируют, как цифровые технологии могут быть успешно интегрированы в образовательный процесс. От виртуальных лабораторий по химии и физике до онлайн-курсов по истории искусств, цифровые ресурсы обогащают учебный процесс, делая его более понятным и захватывающим. Использование игровых элементов и технологий виртуальной реальности (VR) помогает учащимся лучше понять сложные концепции и теории, предоставляя им возможность непосредственно участвовать в процессе обучения [4].

Цифровизация значительно влияет на качество и доступность образования. Она предлагает учащимся из отдаленных и малообеспеченных регионов доступ к высококачественным образовательным ресурсам и ведущим экспертам со всего мира. Кроме того, адаптивные обучающие системы и персонализированные программы обучения могут учитывать индивидуальные потребности и предпочтения каждого ученика, способствуя тем самым более эффективному и глубокому усвоению материала. Эти технологии также предлагают преподавателям инструменты для более точной оценки успеваемости и прогресса учащихся, что является ключевым для поддержки и развития каждого студента.

В мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, необходимость в непрерывном образовании преподавателей становится очевидной [5]. Чтобы оставаться на переднем крае педагогической практики и эффективно использовать новейшие технологии в образовательном процессе,

преподавателям необходимо постоянно развивать свои навыки и компетенции [3]. Это включает в себя не только освоение новых технологий, но и изучение современных подходов к обучению, которые ставят в центр внимания учащегося и его индивидуальные образовательные потребности.

Развитие профессиональных навыков преподавателей в современном мире требует организации целенаправленных программ подготовки и повышения квалификации. Эти программы должны охватывать не только технологическую составляющую, но и методологическую, подчеркивая важность создания инклюзивного и мотивирующего образовательного окружения. Они могут быть реализованы в форме онлайн-курсов, вебинаров, мастер-классов и профессиональных семинаров, предлагая преподавателям удобный доступ к последним инновациям в области образования.

Цифровые технологии играют ключевую роль не только в обучении студентов, но и в профессиональном развитии преподавателей. Они предоставляют платформы для обмена опытом, доступ к обширным образовательным ресурсам и возможность для сетевого взаимодействия с коллегами со всего мира. Использование таких ресурсов позволяет преподавателям постоянно совершенствоваться, находить новые идеи для своих уроков и адаптировать передовые образовательные практики к своей работе.

Важно подчеркнуть, что при всех преимуществах цифровизации образования, ключевым остается поиск баланса между новыми технологическими подходами и традиционными методами обучения. Несмотря на то, что цифровые инструменты могут значительно обогатить учебный процесс, важно сохранять человеческий аспект образования, включая прямое общение, эмоциональную поддержку и развитие социальных навыков [2]. Традиционные методы обучения, такие как дискуссии, групповые проекты и личный контакт с преподавателем, по-прежнему играют важную роль в развитии критического мышления и социальной адаптации учащихся.

Цифровизация образования открывает обширные перспективы для развития как учащихся, так и преподавателей. Она предоставляет инструменты для создания более гибкого, индивидуализированного и включающего обучения, доступного для каждого вне зависимости от географического положения или экономического статуса. В будущем мы можем ожидать дальнейшее развитие и интеграцию искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс, что предложит еще больше возможностей для глубокого и эффективного обучения.

Для успешной интеграции в цифровую образовательную среду, преподавателям рекомендуется активно изучать новые технологии, применять их на практике и делиться опытом с коллегами. Важно также сохранять открытость к экспериментам и не бояться внедрять инновационные подходы в

учебный процесс. Необходимо помнить, что центральным элементом образования всегда остается учащийся, а технологии лишь инструменты, позволяющие сделать обучение более эффективным и интересным.

Литература

1. Уваров А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы. – М.: Образование и информатика, 2018 – 120 с.
2. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования [Текст] / А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая и др.; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 343, [1] с. – (Российское образование: достижения, вызовы, перспективы / науч. ред. Я. И. Кузьминов, И. Д. Фрумин).
3. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения / П. Н. Биленко, В. И. Блинов, М. В. Дулинов, Е. Ю. Есенина, А. М. Кондаков, И. С. Сергеев; под науч. ред. В. И. Блинова – М.: Издательство «Перо», 2019. – 98 с.
4. Гэйбл Э. Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации [Текст] / пер. с англ.; под науч. ред. П. А. Сергоманова; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. — М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 108 с. – 200 экз. – (Современная аналитика образования. № 2 (23)).
5. Алиева Э. Ф., Алексеева А. С., Ванданова Э. Л., Карташова Е. В., Резапкина Г. В. Цифровая переподготовка: обучение руководителей образовательных организаций // Образовательная политика. 2020. № 1 (81). С. 54–61.

НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ОБРАЗОВАНИЯ ПРИСОЕДИНЕННОЙ КАВЕРНЫ ЗА ПОГРУЖЕННЫМ В ЖИДКОСТЬ ЦИЛИНДРОМ ОТ СИСТЕМЫ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДАВЛЕНИЙ

Норкин М. В.

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

Нелинейные нестационарные задачи о движении жидкости, возникающем из состояния покоя благодаря внезапному действию импульсивных давлений, давно привлекают внимание исследователей. Примерами здесь могут служить классическая задача Коши-Пуассона, задача удара плавающего тела, создание импульсивного движения с помощью электрогидравлического эффекта или искрового разряда и т. д. В настоящей работе предполагается, что мгновенные импульсивные давления распределены вдоль верхней части поверхности неподвижного кругового цилиндра, погруженного в жидкость. В результате их действия возникает присоединенная каверна и появляется новая внутренняя свободная граница жидкости. Требуется изучить динамику каверны на малых временах, уделив основное внимание построению решений типа пограничного слоя в точках отрыва. Общие принципы кавитационных течений при взаимодействии твердых тел с жидкостью изложены в [1, 2]. Близкая задача о вертикальном отрывном ударе кругового цилиндра под свободной поверхностью тяжелой жидкости рассмотрена в [3].

Математическая постановка задачи, записанная в безразмерных переменных, имеет вид (Рис. 1):

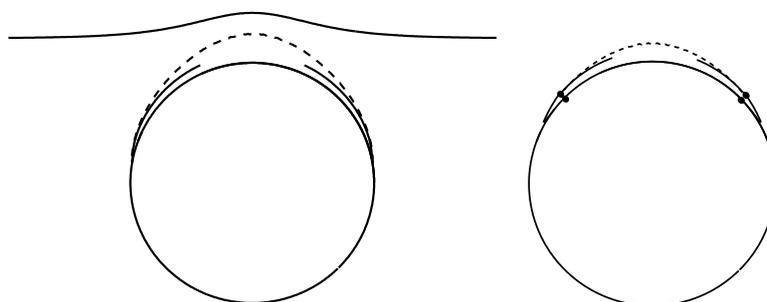


Рис. 1. Форма каверны при $t = 0.15, H = 1.2$: слева $\chi = -3$, справа $\chi = 0$

$$\begin{aligned}
\Delta\Phi &= 0, \quad R \in \Omega(t) \\
\frac{\partial\Phi}{\partial n} &= 0, \quad R \in S_{11}(t) \\
\frac{\partial\Phi}{\partial t} + 0.5(\nabla\Phi)^2 + y - H - 0.5\chi &= 0, \quad R \in S_{12}(t); \\
\frac{\partial\Phi}{\partial r} &= r^{-2} \frac{\partial\eta}{\partial\theta} \frac{\partial\Phi}{\partial\theta} + \frac{\partial\eta}{\partial t}, \quad R \in S_{12}(t); \\
\frac{\partial\Phi}{\partial t} + 0.5(\nabla\Phi)^2 + \xi(x,t) &= 0, \quad R \in S_2(t) \\
\frac{\partial\Phi}{\partial y} &= \frac{\partial\xi}{\partial x} \frac{\partial\Phi}{\partial x} + \frac{\partial\xi}{\partial t}, \quad R \in S_2(t) \\
\nabla\Phi &\rightarrow 0, \quad R \rightarrow \infty \\
\Phi(x,y,0) &= \Phi_0(x,y), \quad \xi(x,0) = 0, \quad \eta(\theta,0) = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta\Phi_0 &= 0, \quad r \in \Omega(0) \\
\frac{\partial\Phi_0}{\partial n} &= 0, \quad R \in S_{11}(0); \quad \Phi_0 \leq -P_t, \quad R \in \sigma \\
\frac{\partial\Phi_0}{\partial n} &\geq 0, \quad \Phi_0 = -P_t, \quad R \in S_{12}(0) \\
\Phi_0 &= 0, \quad y = H \\
\nabla\Phi_0 &\rightarrow 0, \quad R \rightarrow \infty
\end{aligned}$$

Главными неизвестными здесь являются потенциал скоростей Φ и возмущения внутренней и внешней свободных границ жидкости η и ξ . В качестве характерной скорости выбрана величина \sqrt{ga} , где a – радиус цилиндра, g – ускорение силы тяжести. Предполагается, что безразмерные импульсивные давления распределены по всей верхней полуокружности и имеют вид: $P_t = \varepsilon y$, $\varepsilon = const$ (в расчетах $\varepsilon = 0.2$). Следует отметить, что первоначальная зона отрыва $S_{12}(0)$ оказывается уже, чем зона действия импульсивных давлений $S_{12}(0) \cup \sigma$. Часть зоны контакта $S_{11}(0)$, где импульсивные давления не приводят к отрыву, обозначена через σ . Неравенство, которое формулируется в этой зоне означает, что заданные импульсивные давления не превышают импульсивные давления в жидкости. Неравенство в зоне $S_{12}(0)$ говорит о том, что жидкие частицы не могут входить внутрь твердого тела. В силу неизвестности зоны отрыва задача для Φ_0 является нелинейной и относится к классу задач со свободными границами.

Характерным физическим параметром задачи является число кавитации (безразмерная разность давлений на внешней свободной поверхности жидкости и в каверне):

$$\chi = 2 \frac{P_a - P_c}{\rho g a}$$

Остальные обозначения идентичны тем, которые вводились в статье [3]. Далее вкратце опишем метод решения поставленной задачи. После перехода к полярным координатам делается замена переменной по угловой координате, фиксирующая положение точек отрыва:

$$\alpha = \frac{\pi - 2\theta_{s1}}{\pi - 2\theta_{s1}(t)} [\theta - \theta_{s1}(t)] + \theta_{s1},$$

где $\theta_{s1}(t), \pi - \theta_{s1}(t)$ – угловые координаты точек отрыва в момент времени t , а $\theta_{s1}, \pi - \theta_{s1}$ – угловые координаты в начальный момент времени.

Решение преобразованной задачи разыскивается в виде следующих асимптотических разложений:

$$\varphi = \varphi_0(\alpha, r) + t\varphi_1(\alpha, r) + \dots, \quad \zeta = t\zeta_0(\alpha) + t^2\zeta_1(\alpha) + \dots, \quad \xi = t\xi_0(x) + t^2\xi_1(x) + \dots,$$

$$\theta_{s1}(t) = \theta_{s1} + c_1t + \dots; \quad \varphi(\alpha, r, t) = \Phi(\theta(\alpha, t), r, t), \quad \zeta(\alpha, t) = \eta(\theta(\alpha, t), t).$$

После подстановки такого проекта решения в преобразованную задачу осуществляется стандартная процедура переноса краевых условий с возмущенных участков границы области на их первоначально невозмущенный уровень. После этого приравниваются коэффициенты при одинаковых степенях малого времени. В результате для определения функций φ_0, φ_1 возникают смешанные краевые задачи для уравнений Лапласа и Пуассона в первоначально невозмущенной области $\Omega(0)$. Задача для уравнения Пуассона сводится к задаче для уравнения Лапласа при помощи подстановки, предложенной в [3]:

$$\varphi_1 = c \frac{\partial \varphi_0}{\partial \alpha} \left(\alpha - \frac{\pi}{2} \right) + u, \quad c = -\frac{2c_1}{\pi - 2\theta_{s1}}$$

Важно отметить, что функция u не зависит от угловой скорости движения точки отрыва c_1 . Этот коэффициент определяется из условия регулярности решения задачи в данной точке:

$$c_1 = -\frac{a_2}{a_1}, \quad a_1 = \lim_{\alpha \rightarrow \theta_{s1}-0} \frac{\partial^2 \varphi_0}{\partial \alpha^2} \sqrt{\theta_{s1} - \alpha}, \quad a_2 = \lim_{\alpha \rightarrow \theta_{s1}-0} \frac{\partial u}{\partial \alpha} \sqrt{\theta_{s1} - \alpha}$$

После определения потенциала скоростей и динамики точек отрыва находятся возмущения свободных границ жидкости.

Анализ коэффициентов ζ_0, ζ_1 показывает, что первый из них непрерывен в точке отрыва, а второй имеет там корневую особенность. Таким образом, возникает необходимость в построении решений типа пограничного слоя. С этой целью рассматривается преобразованное кинематическое уравнение внутренней свободной границы жидкости:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = r^{-2} \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha} \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \left(\frac{\partial \theta}{\partial \alpha} \right)^{-2} + \frac{\partial \zeta}{\partial t} - \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha} \left(\frac{\partial \theta}{\partial \alpha} \right)^{-1} \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

Учитывая свойство регулярности решения задачи с односторонними ограничениями, а также формулу преобразования угловой координаты, приведенную выше, можно воспользоваться асимптотическими формулами, справедливыми в главном приближении по времени вблизи точки отрыва:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} \sim \beta \sqrt{\alpha - \theta_{s1}}, \quad \alpha \rightarrow \theta_{s1} + 0; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \sim -\varepsilon \cos \theta_{s1}; \quad \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} \sim 1; \quad \frac{\partial \theta}{\partial t} \sim c_1$$

С их помощью последнее уравнение приводится к виду:

$$f(\alpha) = -\beta_1 \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha} + \frac{\partial \zeta}{\partial t}, \quad \beta_1 = c_1 + \varepsilon \cos \theta_{s1}; \quad f(\alpha) = \beta \sqrt{\alpha - \theta_{s1}}, \quad \alpha > \theta_{s1}; \quad f(\alpha) = 0, \quad \alpha < \theta_{s1};$$

Функцию ζ будем разыскивать в следующей форме:

$$\zeta = \beta t^\gamma F(\tau) + \dots, \quad \tau = \frac{\alpha - \theta_{s1}}{t^\delta}, \quad \alpha > \theta_{s1}; \quad \tau = \frac{\theta_{s1} - \alpha}{t^\delta}, \quad \alpha < \theta_{s1};$$

Для определения $F(\tau)$ возникает обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка, коэффициенты которого зависят от γ, δ . При нахождении ζ необходимо учитывать нулевое условие в точке отрыва и условие сращивания с внешним разложением. Анализ функции $F(\tau)$ при различных значениях γ, δ позволяет построить решения типа пограничного слоя вблизи точки отрыва, которые удовлетворяют всем условиям.

На основании проведенного исследования можно дать следующее описание поведения внутренней свободной границы жидкости вблизи точки отрыва. При больших давлениях в каверне точки отрыва начинают двигаться в разные стороны. При этом свободная граница находится по одну сторону от каждой точки отрыва (Рис. 1, фигура слева). При уменьшении давления в каверне, вначале, возникает ситуация, когда свободная граница пересекает поверхность тела под прямым углом, а затем свободная граница уже будет находиться по разные стороны от точки отрыва. При этом небольшая часть каверны, расположенная за точкой отрыва, напоминает струйку газа, направленную в сторону жидкости (Рис. 1, фигура справа). При уменьшении времени указанный струйный эффект исчезает, а свободная граница вблизи точки отрыва ведет себя как квадратный корень из отклонения соответствующей угловой координаты.

Литература

1. Гуревич М. И. Теория струй идеальной жидкости. М.: Наука, 1979.
2. Иванов А. Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. Л.: Судостроение, 1980.
3. Норкин М. В. Динамика внутренней свободной границы жидкости на малых временах при вертикальном ударе кругового цилиндра, полностью погруженного в жидкость // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2015, № 1, С. 30–35.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВЕБ-АТЛАСА ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ

Парамонова А. Г., Гордиенко Л. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог

E-mail: aparamonova@sfedu.ru, lgordienko@sfedu.ru

Функционирование веб-атласа основано на использовании веб-технологии для распространения и обработки геопространственных данных, инструментов ГИС и онлайн-сервисах для управления и анализа данных. Веб-атласы не требуют установки специализированного программного и аппаратного обеспечения, при этом делают геопространственную информацию доступной для широкой публики [1].

Памятники природы – уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. Это могут быть участки суши, отличающиеся живописностью, уникальностью, участки леса или степи с сохранившимися реликтовыми или эндемичными представителями флоры и фауны, элементы культурного ландшафта (старинные парки и сады). Сюда относятся геоморфологические, геологические и палеонтологические объекты – горы, скалы, пещеры, дюны и другие образования.

Природным памятником может быть признано отдельное дерево, родник, валун, ледник, гейзер, вулкан, озеро и другие объекты.

Таким образом, памятники природы – это особо ценные объекты природного или антропогенного происхождения, утрата которых недопустима.

В научной литературе существует большое количество трактовок понятия «веб-атлас». Изучив различные источники, дадим определение данного понятия применительно к рассматриваемой предметной области: веб-атлас – это картографическое произведение, содержащее совокупность тематических карт, визуализаторов, атрибутивных данных, мультимедиа.

Основное назначение веб-атласа памятников природы с точки зрения функциональности – обеспечивать визуализацию пространственных данных и предоставлять справочную информацию о запрашиваемых объектах.

Если рассматривать назначение веб-атласа памятников природы с позиций социально-экономической значимости, то данные системы нацелены на сохранение природной целостности памятников природы, развитие культурного потенциала молодых поколений, популяризацию экотуризма.

Система должна разграничивать пользователей с учетом из категории и обеспечивать функциональность для заданной категории.

Концептуальная модель веб-атласа позволяет определить его структуру и функциональность. Для разработки концептуальной модели веб-атласа используем универсальный язык моделирования (UML) [2].

С веб-атласом памятников природы могут работать следующие категории акторов:

- Разработчики
- Администраторы
- Пользователи веб-атласа памятников природы: сотрудники природоохранных организаций, учащиеся образовательных учреждений, туристы и т. д.

UML-диаграмма вариантов использования веб-атласа позволяет четко определить функции каждой категории акторов. Данное разграничение экономит ресурсы на разработку и избавляет от излишней функциональности.

Построим диаграммы вариантов использования для отдельных категорий акторов. Диаграмма вариантов использования для роли «Администратор веб-атласа» приведена на рисунке 1.

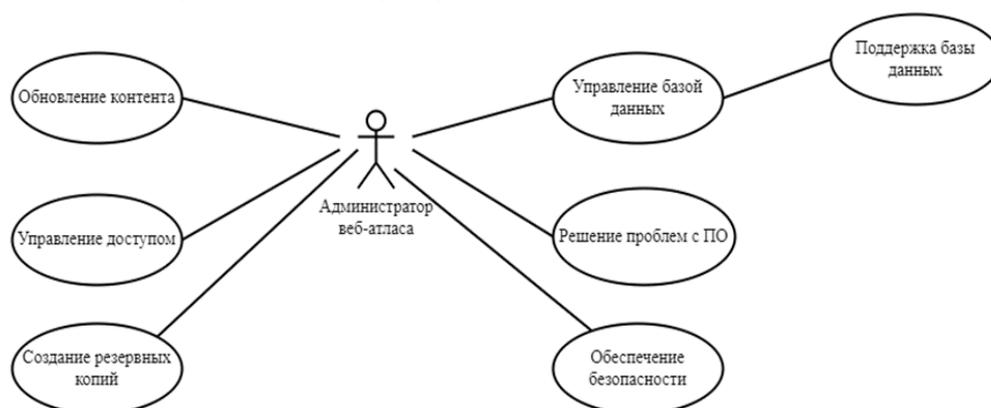


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования для роли «Администратор веб-атласа»

Актор связан со всеми вариантами использования связью «ассоциация», которая указывает на функционал для данной роли.

Построим диаграмму вариантов использования для роли «Разработчик веб-атласа» (рисунок 2).

Следующую диаграмму классов построим для пользователей системы, на диаграмме выделим 2 класса акторов: сами пользователи, к которым относятся школьники, студенты, туристы и т.д., а также специалисты природоохранных предприятий. Их функции совпадают в части просмотра и выборки данных, однако специалисты природоохранных предприятий еще подготавливают данные для ввода в систему и проверяют их достоверность и актуальность. Диаграмма вариантов использования для пользователей веб-атласа приведена на рисунке 3.

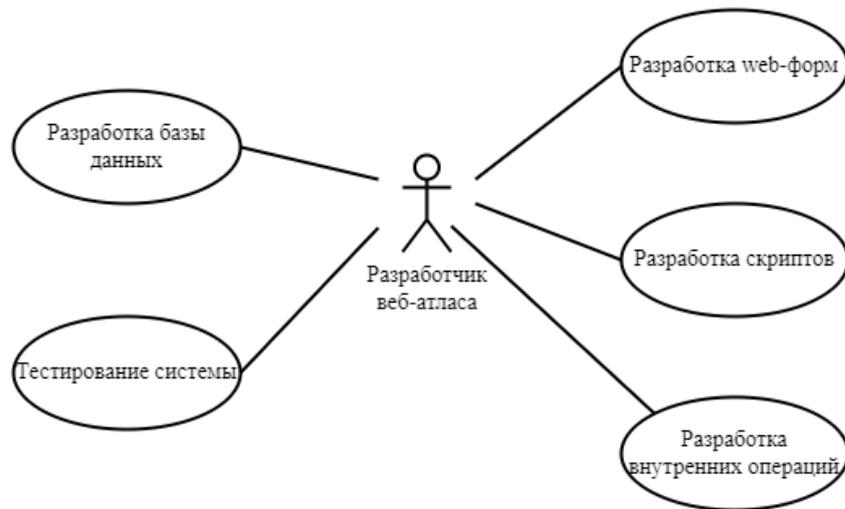


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования для роли «Разработчик веб-атласа»

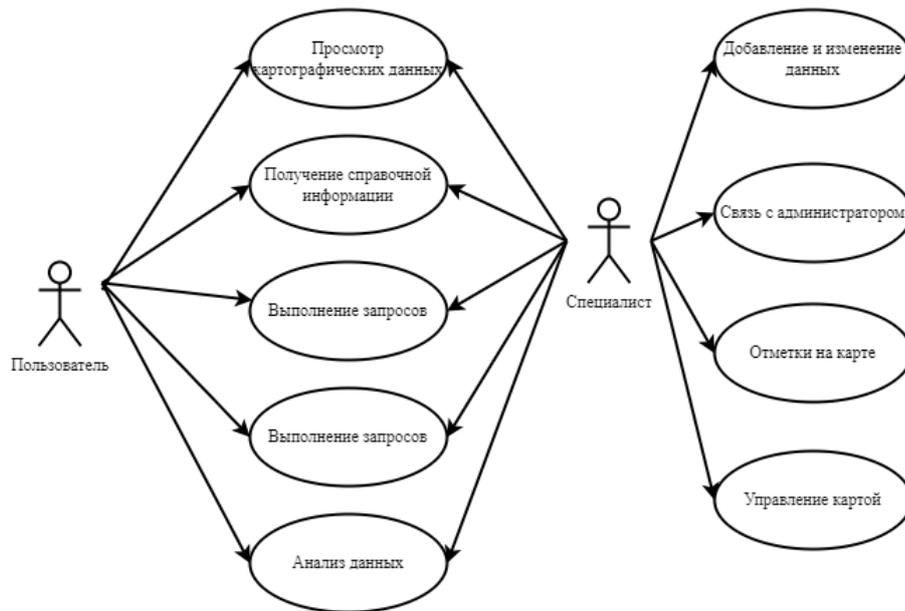


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования для роли «Пользователи веб-атласа»

Концептуальное моделирование является важным инструментом для геоинформационного моделирования и картографирования. Разработка концептуальной модели помогает систематизировать знания о предметной области. ГИС-моделирование представляет собой мощный инструмент для решения задач учета нежилых объектов недвижимости. Концептуальное моделирование создает образ проблемы и способствует оптимальному использованию инструментов геоинформационного моделирования и поддержки принятия решений.

Литература

1. Randazzo, G., Italiano, F., Micallef, A., Tomasello, A., Cassetti, F. P., Zammit, A. WebGIS implementation for dynamic mapping and visualization of coastal geospatial data: a case study of BESS project // *Applied Sciences* 11 (17). – 2021. – p. 8233.
2. Флегонтов, А. В. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language / А. В. Флегонтов, И. Ю. Матюшичев. – 3-е изд., доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 140 с. – ISBN 978-5-8114-4274-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/351815> (дата обращения: 12.03.2024).

О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Пивень Д. Н.

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

E-mail: dpiven@sfedu.ru

В нашей стране сосредоточено около 9% мировой продуктивной пашни, более половины мировых чернозёмов, 20% запасов пресной воды, производится около 9% мирового объёма минеральных удобрений. В то же время на сельскохозяйственной территории преобладает экстенсивное земледелие, базирующееся на эксплуатации естественного плодородия почв. Средняя урожайность зерновых составляет 25 ц/га, что существенно ниже показателей в развитых странах. Экстенсивный путь увеличения объёмов производства растениеводческой продукции для России практически бесперспективен, так как не позволяет добиться устойчивого роста экономической эффективности [1].

Судя по состоянию дел в сельскохозяйственной отрасли, кардинальные достижения в агропромышленном комплексе возможны только на основе создания и внедрения инновационных технологий. И в данной работе рассматривается один из самых актуальных способов внедрения инноваций в сельскохозяйственной отрасли – применение геоинформационных систем.

В последние десятилетия наблюдается значительный рост применения инструментов ГИС для различных приложений в сельском хозяйстве на местном, региональном, национальном или глобальном масштабе. Эти приложения чаще всего включают использование ГИС вместе с партнерскими технологиями, такими как дистанционное зондирование, GPS и анализ данных, для более глубокого понимания конкретной фермы или региона и облегчения вмешательства или корректирующих мер для сельскохозяйственных культур и/или почв.

Огромный массив пространственной и статистической информации носящих разновременной и разномасштабный характер, требует использование возможностей геоинформационного картографирования (ГК).

Традиционные карты обладают ограниченными аналитическими средствами по сравнению с ГИС. В отличие от данных для ГИС, форма хранения картографических данных не обеспечивает, например, возможности анализа взаимосвязей между различными явлениями, если они не отображены на карте [2].

На рисунке 1 приведена контекстная диаграмма, приблизительно описывающая процесс поиска информации об объектах без использования ГИС. В данном случае работник, имея определенный запрос, обращается к справочной литературе, традиционным картам, самостоятельно анализирует полученную информацию и в итоге получает релевантные геоданные.

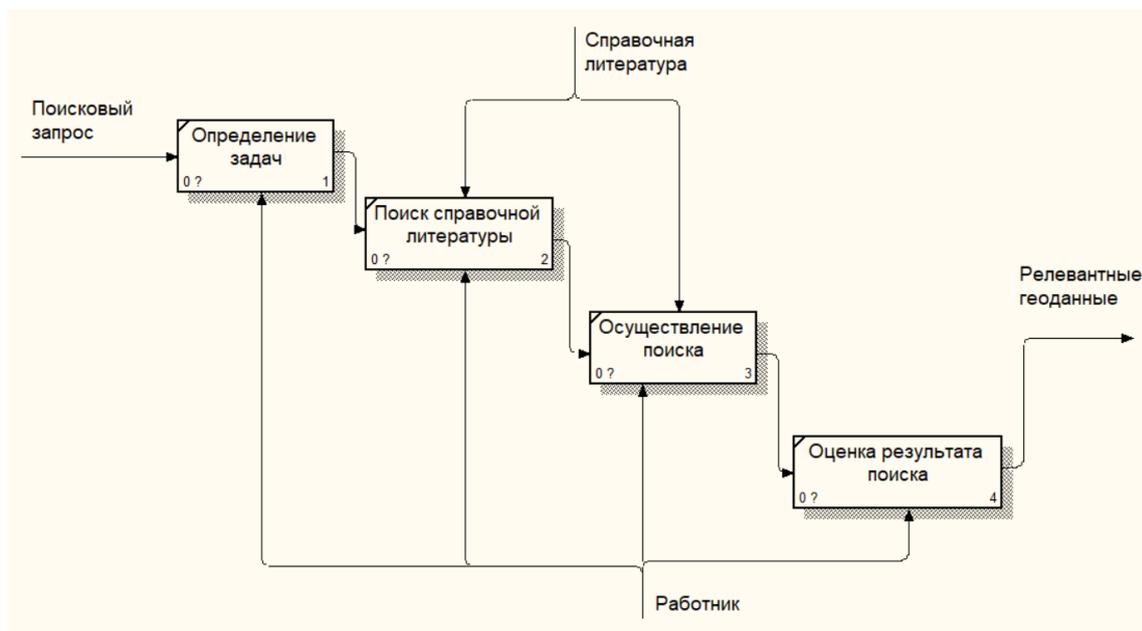


Рис. 1. Процесс поиска геоданных традиционным способом

Целью данной работы является обеспечение пользователей простым и удобным инструментом, позволяющим осуществлять операции автоматизированного поиска географических данных.

В данном случае использование программного обеспечения ГИС особенно актуально, так как предоставляет нам возможность выполнения автоматизированного проведения пространственного анализа и математико-картографического моделирования.

Для проведения анализа данных возможно использование различного программного обеспечения, например, QGIS или ESRI ArcGIS. Независимо от выбранной программы, процесс анализа значительно сокращается, так как пользователь может быстро оперировать различными источниками данных в одном месте и использовать различные функции программного обеспечения для обработки информации.

Процесс поиска информации с помощью ГИС показан на рисунке 2. Так как поиск может осуществляться не только по локальным данным, но и по онлайн-данным, на диаграмме указан WFS-сервис, к которому происходит обращение в случае поиска по онлайн-слоям.

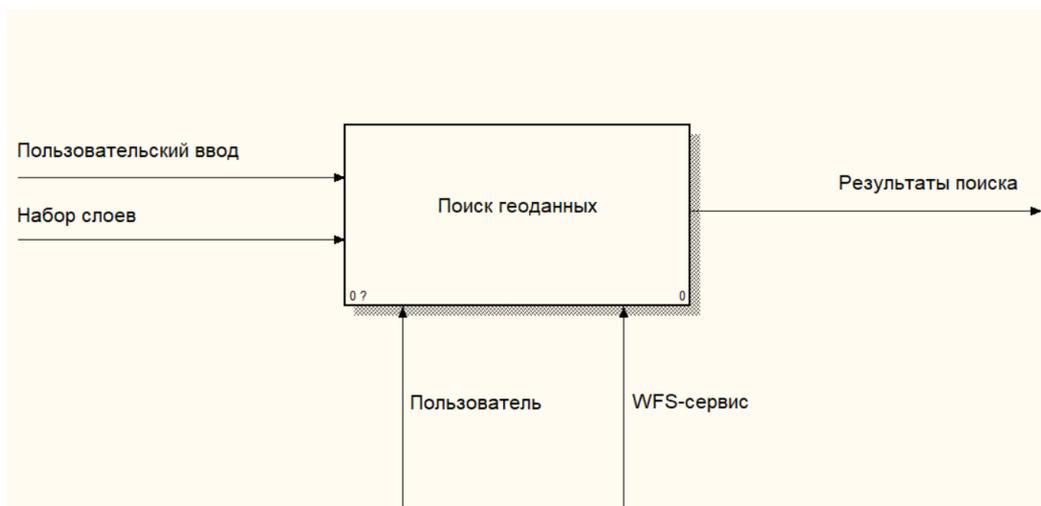


Рис. 2. Процесс поиска геоданных с использованием ГИС

Очень полезной методикой, помогающей определить релевантные запросу пользователя покрытия, является составление блок-схемы модели. Именно блок-схема позволяет автоматизировать анализ имеющейся информации, так как, несмотря на упрощение поиска информации, при работе в программе пользователю необходимо выполнять большое количество рутинных действий. Блок-схема, имея источник информации в виде векторных слоев и атрибутивных данных, самостоятельно производит анализ и дает пользователю готовый результат в кратчайшие сроки.

Процесс поиска релевантных запросу пользователя геоданных с использованием блок-схемы показан на рисунке 3.

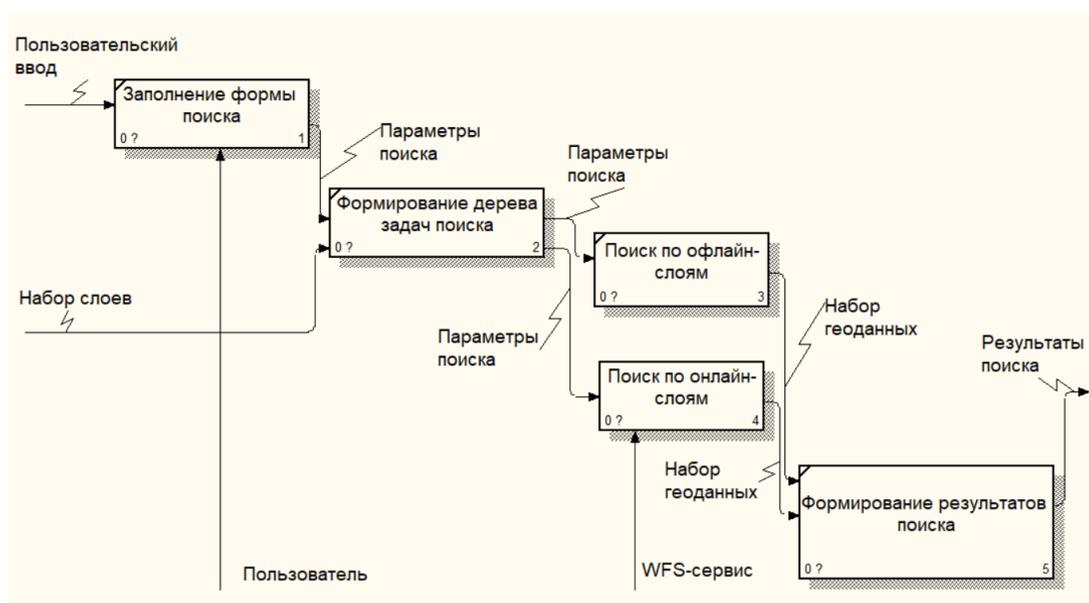


Рис. 3. Реализация запроса пользователя с использованием блок-схемы

Итак, специализированное программное обеспечение в данном бизнес-процессе значительно упрощает ряд задач для сотрудников и поэтому ускоряет процесс работы, снижает влияние человеческого фактора на конечный результат анализа, что подтверждает актуальность использования ГИС в аспекте цифровизации земледелия.

Литература

1. Ивановская В. В., Голубева Е. И., Труфанов А. В. Применение ГИС-технологий для оптимизации сельскохозяйственного природопользования //Проблемы региональной экологии. – 2020. – № 5. – С. 36–41.
2. Елтошкина Н. В. Геоинформационное картографирование земель сельскохозяйственного назначения //Московский экономический журнал. – 2022. – № 3. – С. 31–46.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ БИНАРНОГО НЕСИММЕТРИЧНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ОКОЛО ИОНОСЕЛЕКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Пономарев Р. Р.¹, Ганченко Г. С.,² Демехин Е. А.², Моршнева И. В.¹

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

² Финансовый университет,

г. Краснодар

E-mail: rponomarev@sfnu.ru

Управление жидкостями и коллоидными растворами в микромасштабах требует использования дополнительных электрических полей, что приводит к усложнению математической модели, по сравнению с классической моделью гидродинамики, основанной на системе уравнений Навье-Стокса. Добавление нелинейных уравнений электрокинетике в сильносцепленную систему уравнений также усложняет процесс численного моделирования. Ключевой особенностью при моделировании подобных проблем является наличие тонких слоев около границ, в которых решения резко меняют свое поведение, что требует использование численных алгоритмов, учитывающих такое поведение.

В докладе будет представлено численное моделирование поведения бинарного несимметричного электролита около плоской ионоселективной поверхности под действием однородного внешнего электрического поля, направленного по нормали к поверхности. Несимметричность электролита заключается в том, что коэффициенты диффузии и зарядовые числа анионов и катионов могут отличаться.

Геометрическая симметрия задачи приводит к существованию одномерного стационарного решения, для которого движение электролита отсутствует. Однако при критическом значении напряженности это решение теряет устойчивость вследствие электрокинетической неустойчивости, которая приводит к развитию электроконвекции.

С помощью численного анализа линейной устойчивости была исследована устойчивость одномерного стационарного решения и найдена зависимость критической напряженности электрического поля в зависимости от отношения коэффициентов диффузии и зарядовых чисел катионов и анионов. Результаты моделирования хорошо согласуются с аналитическими формулами для критических значений, полученных с помощью асимптотических методов.

Литература

1. Ouyang, W., Ye, X., Li, Z. & Han, J. Deciphering ion concentration polarization-based electrokinetic molecular concentration at the micro- nanofluidic interface: theoretical limits and scaling laws // *Nanoscale* 10,15187–15194 (2018).
2. Demekhin, E. A., Nikitin, N. V., & Shelistov, V. S. Direct numerical simulation of electrokinetic instability and transition to chaotic motion // *Phys. Fluids* 25, 122001 (2013).
3. Кирий В. А., Шелистов В. С., Калайдин Е. Н., Демехин Е. А. Гидродинамика, электроосмос и электрокинетическая неустойчивость в несовершенных электрических мембранах//Докл. Акад. наук. 2017. Т. 473, No 6. 14.
4. Rubinstein, I. & Zaltzman, B. Electro-osmotically induced convection at a permselective membrane // *Phys. Rev. E* 62, 2238 (2000).

МЕТОД ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, РЕАЛИЗАЦИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Потапов В. Д.

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

На сегодняшний день искусственные нейронные сети являются самым распространённым методом машинного обучения. С их помощью можно приближать сложные отображения, имитировать природные явления, а также детектировать и классифицировать объекты на изображениях. Это сложная задача для параметрических методов. Однако основной недостаток нейросетевых методов – длительный процесс поиска параметров, доставляющих минимум некоего функционала, оценивающего обобщающую способность модели на выборке из размеченных данных. Причиной этого является отсутствие аналитического выражения глобального минимума сложной функции. Поэтому остаётся использовать методы численной оптимизации, которые обладают высокой временной сложностью. Наиболее распространённый класс методов – это различные модификации градиентного спуска. Ресурсоёмкость стимулирует поиск альтернативных методов, одним из которых является класс рандомизированных алгоритмов обучения [1], классическим представителем которого является метод экстремального обучения (Extreme Learning Machine [2, 3], далее ELM). Недостаточное количество исчерпывающих сравнений этих методов послужило мотивацией к этой работе.

Полносвязная нейронная сеть прямого распространения с одним скрытым слоем.

В этом разделе представлено краткое описание Single Hidden Layer Feedforward Networks (далее SLFN):

Для L произвольных различных прецедентов (x_i, t_i) где $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{iN}] \in R^N$ и $t_i = [t_{i1}, t_{i2}, t_{i3}, \dots, t_{iM}] \in R^M$ $i = 1, \dots, L$, классическая SLFN с K нейронами в скрытом слое и функцией активации $g: R \rightarrow R$ имеет вид:

$$f(x_i) = \sum_{k=1}^K \beta_k g(\langle w_k, x_i \rangle + b_k) \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, L$$

где $w_k = [w_{1k}, w_{2k}, w_{3k}, \dots, w_{Nk}]^T$ – вектор весов, соединяющих каждый нейрон входного слоя с k -ым нейроном скрытого слоя, $\beta_k = [w_{k1}, w_{k2}, w_{k3}, \dots, w_{kM}]^T$ – вектор весов, соединяющих k -ый нейрон скрытого слоя с каждым нейроном выходного слоя, b_k – смещение на k -ом нейроне. Обучить SLFN – значит найти такие параметры модели w_k, b_k, β_k ($k = 1..K$), что для $i = 1..L$:

$$\sum_{k=1}^K \beta_k g(\langle w_k, x_i \rangle + b_k) \approx t_i \quad (2)$$

Переписав (2) в матричном виде, имеем:

$$H\beta \approx T, \quad (3)$$

где

$$H(w_1, \dots, w_K, b_1, \dots, b_K, x_1, \dots, x_L) =$$

$$= \begin{pmatrix} g(\langle w_1, x_1 \rangle + b_1) & \dots & g(\langle w_K, x_1 \rangle + b_K) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g(\langle w_1, x_L \rangle + b_1) & \dots & g(\langle w_K, x_L \rangle + b_K) \end{pmatrix}_{L \times K},$$

$$w = \begin{pmatrix} w_1^T \\ \vdots \\ w_K^T \end{pmatrix}_{K \times N} \quad b = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_K \end{pmatrix}_{K \times 1} \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1^T \\ \vdots \\ \beta_K^T \end{pmatrix}_{K \times M} \quad T = \begin{pmatrix} t_1^T \\ \vdots \\ t_L^T \end{pmatrix}_{L \times M}$$

В литературе H называют выходной матрицей скрытого слоя на обучающей выборке. k -ый столбец H представляет собой вектор значений, которые примет k -ый нейрон скрытого слоя если на вход ему подать $x_1, x_2, x_3, \dots, x_L$ соответственно. А i -ая строка матрицы H представляет из себя вектор значений, которые примет каждый из скрытых нейронов сети, если на вход им подать i -ый объект из обучающей выборки.

Методы обучения нейросетевых моделей.

Так как обучающие данные могут быть размечены или измерены неточно, то на практике строгое выполнение (2) не требуется. В этом заключается основное отличие методов машинного обучения с учителем

и интерполяции – приближение исходной зависимости не обязано проходить через все известные точки. В противном случае модель будет пытаться запомнить обучающие данные, а не пытаться воспроизвести неизвестную зависимость. Поэтому в машинном обучении пользуются результатами численных методов оптимизации.

Итак, классический метод обучения SLFN представляет из себя решение задачи такого вида:

$$Q(L(f(\cdot, w, b, \beta), X, T)) \rightarrow \min_{w, b, \beta}. \quad (4)$$

Где L - заранее выбранная функция потерь, например, квадрат L_2 нормы, $L(\cdot) = |\cdot|_2^2$

Распространённым способом минимизации вышеописанного функционала являются различные представители семейства градиентных методов, суть которых заключается в итеративном достижении оптимальной точки, посредством смещения точки Θ пространства всех параметров модели в противоположном к градиенту функционала Q направлении:

$$\Theta_{k+1} = \Theta_k - \eta \nabla Q(\Theta_k) \quad (5)$$

Недостатками такого подхода является отсутствие гарантированной сходимости к глобальному минимуму, необходимость большого количества итераций, высокая вычислительная сложность подсчёта градиента сложной функции по большому числу параметров. Последнее решается посредством использования метода обратного распространения ошибки, который позволяет находить вектор градиент за линейное по числу параметров время. Тем не менее широко известным недостатком нейросетей является долгий процесс их обучения. Однако, можно предложить куда более быстрый и простой способ обучения SLFN. Принцип работы Extreme Learning Machine (ELM) основан на сведении задачи к обучению линейной модели, получаемой посредством случайного отображения входных признаков в пространство признаков скрытого слоя. Архитектурно ELM и SLFN модели идентичны. Отображение производится посредством инициализации весов, связывающих входной и скрытый слои, случайными независимыми значениями из одного распределения, причём единожды. Обучения же заключается только в подгонке весов, соединяющих нейроны скрытого и выходного слоёв. Но и это можно выполнить в один шаг алгоритма (6), благодаря вычислению псевдообратной матрица Мура-Пенроуза.

$$|H(w, b)\beta - T|_2^2 \rightarrow \min_{\beta} \quad (6)$$

$$\tilde{\beta} = (CE + H^T H)^\dagger H^T T \quad (7)$$

Где C – коэффициент регуляризации, E – единичная матрица соответствующего порядка, а $A^\dagger A = AA^\dagger = E$.

В ходе проведения серии экспериментальных сравнений качества и времени обучения моделей с одинаковыми характеристиками (гиперпараметрами) на наборах данных с векторным представлением в задачах восстановления регрессионной зависимости признаков, а также классификации, были получены следующие результаты:

Набор данных	ELM		SLFN	
	RMSE	time	RMSE	time
Линейная функция (1d)	0.0003	0.0005	0.0186	1.1201
Линейная функция (2d)	0.0015	0.0019	0.0501	5.1206
Линейная функция (4d)	0.0012	0.0038	0.0265	5.3123
Линейная функция (30d)	0.0023	0.0825	0.0147	10.7351
Линейная функция (100d)	0.0025	1.2981	0.0015	41.7083
Полином 2-ой степени (1d)	0.008	0.0018	0.3191	4.7348
Полином 5-ой степени (1d)	0.0065	0.0019	0.1511	4.7107
Смешанная функция	0.0074	0.0624	0.1188	4.7099
Косинус	0.0044	0.0018	0.1832	3.8282
Кардинальный синус	0.1514	0.0015	0.0769	1.2541
Friedman I(5d)	0.047	0.0048	0.0474	5.7718
Friedman I(30d)	0.021	0.0737	0.0216	4.1348
Friedman II(4d)	0.0941	0.0037	0.0749	5.24
Friedman III(4d)	0.0879	0.0034	0.0655	1.815

Автор выражает благодарность профессору д. ф.-м. н. Рохлину Д. Б. за постановку задачи и исчерпывающие указания в направлении ее решения.

Литература

1. Pao Y. H., Park G. H., Sobajic D. J. (1994) Learning and generalization characteristics of the random vector functional-link net. *Neuro-computing* 6(2):163–180.
2. Huang G. B., Zhu Q. Y., Siew C. K. (2006b) Extreme learning machine: theory and applications. *Neurocomputing* 70(1–3):489–501.
3. Urszula Markowska-Kaczmarska, Michał Kosturek – "Extreme learning machine versus classical feedforward network".

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВИДЕОИГРАХ

Праведник А. А., Шабас И. Н.

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

Искусственный интеллект (ИИ) в играх: история и определение

Понятие «искусственный интеллект» до сих пор сложно конкретно объяснить, однако сама идея зародилась еще в 1956 году. Первый бот в игре был разработан за пять лет до зарождения концепта искусственного интеллекта. По своей сути, ИИ является неким набором правил (алгоритмов), определяющих поведение и действующих по принципу «меньшее из зол». Это позволяет создать иллюзию человеческого мышления. Чем сильнее наполнена ветка поведенческих правил, тем более правдоподобной окажется иллюзия. В современном мире искусственный интеллект широко используется в компьютерных играх. Любой проект, в особенности с внушительным количеством неигровых персонажей, просто не может обойтись без ботов (виртуальные роботы или же искусственный интеллект). Именно они создают атмосферу живости и не дают игроку заскучать.

Типы ИИ в видеоиграх

Искусственный интеллект в рамках компьютерных игр можно разделить на две категории: локальный и глобальный. Под конкретные геймплей и сюжет свой тип. Локальный ИИ (отдельно стоящая единица, которая действует в рамках собственного поведения) больше подходит для игр, где либо прямое взаимодействие между неигровыми персонажами отсутствует, либо неигровой персонаж только один. Глобальный тип (группа NPC, взаимодействующая между друг с другом и имеющая общий паттерн поведения) подходит для многопользовательских игр, позволяющих играть в одиночестве. Хорошими показательными примерами являются *Alien: Isolation* и *Honkai: Star Rail*. В первой видеоигре у главного врага (чужой) локальный тип искусственного интеллекта. На его поведение влияют сразу несколько факторов, включая положение игрока и ход сюжетной линии, а вариантов действий бота насчитывается более сотни. В случае с *Honkai: Star Rail* все противники взаимодействуют друг с другом. Особенно хорошо это можно рассмотреть во время боя, когда умение одного бота накладывают статус ослабления на игрока для увеличения урона от атаки второго бота.

Получение информации

Как было упомянуто ранее, мозг искусственного интеллекта состоит из конкретного набора правил (алгоритмов), прописанных разработчиком, и

имеет четкие ограничения (не обучается). Однако для выполнения определенного правила боту необходимо получить информацию. Данный процесс происходит при помощи специальных сенсоров: область зрения, звука и обоняния. Таким образом, искусственный интеллект имитирует поведение человека, делая игровой процесс более насыщенным и интересным. Чем детальнее разработаны сенсоры, тем реалистичнее бот реагирует на любые изменения (передвижение игрока, его голос и запах). Стоит также упомянуть, что настройка для одного сенсора совершенно не подходит для другого. Обозначив область слуха границами, внутри которых не существует препятствий, их нельзя будет использовать для сенсора зрения, где каждая стена является серьезным ограничением. После получения информации со всех добавленных сенсоров, мозг искусственного интеллекта анализирует ситуацию, выбирая наиболее подходящее поведение. Например, если игрок находится вне поля зрения, но издает достаточно громкие звуки, бот-враг переходит в режим поиска, неторопливо приближаясь к игроку. При обнаружении срабатывает правило погони: скорость врага увеличивается, а траектория передвижения имеет конечную цель.

Искусственный интеллект в качестве спутника игрока

Помимо отрицательных ботов, существуют положительные – спутники. Благодаря им, игрок быстрее проходит испытания, а продвижение по истории становится увлекательнее, пропадает чувство одиночества. Сенсоры и правила подобных ботов значительно отличаются от вражеских и более сложны в реализации. Спутник должен реагировать не только на поведение и местонахождение игрока, но и на общую ситуацию. В отличие от большинства вражеских мобов (NPC – не управляемый человеком персонаж), появляющихся в конкретной сцене или локации, спутник должен участвовать в прохождении на протяжении всей игры. Это ведет к увеличению количества правил, триггеров (точки и объекты для вызова реакции) и маркеров (физическое взаимодействие с объектами). Сенсоры спутников делятся на два типа: враги и союзники. Например, при потере игрока из поля зрения, союзный бот должен оповестить о своей проблеме и начать поиск. Если границы слуха улавливают звуки, которые исходят не от окружения или игрока, спутник насторожится, предупреждая союзника о надвигающейся проблеме.

Методы реализации

Можно отметить три основных метода реализации: дерево решений, реакция на события и конечные автоматы. Дерево решений представляет из себя некий граф, где при принятии решения искусственный интеллект последовательно отвечает на вопросы. Например: если рядом есть дерево, то есть ли рядом враг? Если да, то нужно спрятаться за дерево, если нет, то игнорировать его. С одной стороны, реализация выглядит до банальности просто, но есть большой минус: необходимо строго прописывать условия и

действия, а любое изменение требует серьезных усилий. Реакция на события в основном используется в шутерах (жанр компьютерных игр, где основной механикой является стрельба из оружия). Суть данного метода заключается в том, что враг никак не реагирует на действия игрока, пока не оказывается в его поле зрения. Обычно у бота, написанного по методу реакции на события, существует его основное состояние, которое срабатывает только в определенном случае. И самый часто используемый метод реализации – конечные автоматы. В рамках этого метода искусственный интеллект находится в одном из прописанных состояний, имея возможность переключаться в другое в зависимости от сложившейся ситуации. Например, демон из компьютерной игры *Devour* имеет три состояния: покой, поиск и погоня. В состоянии покоя демон не пытается охотиться на игрока, медленно разгуливая по локации. Спустя некоторое время, если игрок не находится в поле зрения бота, происходит переключение на режим поиска. Соответственно, если демон заметит игрока, сработает состояние погони.

Ограничения разработки ИИ

При разработке искусственного интеллекта в компьютерных играх, стоит придерживаться целого ряда ограничений. Во-первых, ИИ не имеет способности к обучению, а его поведение полностью контролируется прописанными правилами. Во-вторых, исполнение правил должно происходить в режиме реального времени. На раздумья у бота не должно уходить больше одной десятой секунды, иначе вся система взаимодействия с искусственным интеллектом будет предсказуемой и неинтересной для игрока. Последнее и очень важное ограничение – ботам для реалистичности просто необходим баланс. Игроку быстро наскучит, если искусственный интеллект будет слишком слабым или невозможно сильным. К примеру, классический волк не может раскусить пополам грузовик, а слон должен иметь возможность раздавить арбуз.

Подробное описание метода конечных автоматов

В настоящее время нами разрабатывается искусственный интеллект для NPC-спутника (*non-player character* – неигровой персонаж) игрока. Для реализации используется метод конечных автоматов, причем именно недетерминированных (объект может находиться в нескольких состояниях одновременно). Как было указано ранее, данный метод позволяет искусственному интеллекту переключаться между прописанными состояниями в зависимости от сложившейся в игре ситуации. Конечные автоматы являются популярным способом для разработки ИИ для неигровых персонажей по многим причинам. Метод предельно понятен, необходимо лишь грамотно составить граф состояний для объекта, а также прост в корректировании и добавлении новых вариантов. Он не требует от компьютера высоких вычислительных мощностей, что позволяет искусственному интеллекту быстро реа-

гировать на изменения ситуации. Подробнее рассматривая реализацию метода, можно указать на пару основных моментов, которые положены в основу нашей разработки. Во-первых, конечный автомат – это граф, где переходы из одного состояния в другое происходят при соблюдении указанных условий. У NPC-спутника есть сенсоры (слух и зрение), триггеры (точки реакции), маркеры (точки физического взаимодействия) и состояния (следование, помощь, бегство, а также эмоции страха, покоя и восторга). Сенсоры, триггеры и маркеры представляют собой совокупность условий перехода из одного состояния в другое. Для наглядности следует смоделировать конкретную ситуацию. Например, спутник следует за игроком и на пути встречается преграда, врагов по близости не наблюдается. Текущее состояние – следование, эмоция – покой. Преграда является одновременно триггером, на который реагирует спутник, и маркером – физическим объектом, с которым можно взаимодействовать. Когда границы зрения пересекаются с триггером, и срабатывает условие, что внутри этих границ находится игрок, состояние переключается на помощь. Если прохождение преграды оканчивается успехом, состояние спутника сменяется на следование, а эмоция на восторг. Спустя некоторое заданное время спутник снова переключает эмоцию на покой. Таким образом, каждый раз, когда в поле зрения или слуха NPC-спутника группируются точки (условия) перехода, состояние и эмоция сменяются. Во-вторых, метод конечных автоматов, несмотря на свою универсальность, не подходит для реализации сложного ИИ с предугадыванием действий игрока. К сожалению, все правила и условия прописаны заранее, а спутник, реализованный при помощи данного метода, просто не способен приспособливаться к поведению главного героя.

Литература

1. https://stopgame.ru/blogs/topic/93248/istoriya_razvitiya_ii_v_igrah_evolyuciya_algoritmy_hardkor.
2. <https://habr.com/ru/companies/first/articles/748274/>.
3. <https://habr.com/ru/articles/420219/>.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В СОЗДАНИИ ЛОКАЦИЙ ДЛЯ ИГРОВЫХ СИСТЕМ

Проскуряков А. А.

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

E-mail: proskuriakov@sfedu.ru

На данный момент одним из самых трудоемких процессов в проектировании любых компьютерных игр является разработка локаций и создание окружения, в рамках которого будет разворачиваться основное действие игры. 3D-моделирование требует различных навыков, начиная от умений художника и дизайнера, заканчивая умением мыслить с точки зрения инженерного проектирования. Однако не всякий процесс разработки допускает значительные затраты времени на поиск исполнителя и разработку 3D моделей.

В данной статье на примере собственной разработки описывается решения по автоматизации проектирования локаций для игровых пространств, а также затрагивается проблема адаптивности окружения.

В процессе работы над собственным проектом, целью которого является диагностика ОКР (обсессивно-компульсивного расстройства) мною была обнаружена проблема, связанная с необходимостью создания новых локаций для адаптации условий исследования в соответствии с выявленными особенностями пациента [1]. В силу того, что система основана на игровых принципах и являет собой виртуальную среду взаимодействия, где обследуемый напрямую работает с окружением, на основе чего производится анализ его поведения, встал вопрос об адаптации некоторых локаций в соответствии с выявляемыми, на ранних этапах диагностики, особенностями восприятия пациента [2]. Идея о введении механизмов адаптации среды была обусловлена необходимостью учитывать тип триггеров, которые вызывают у участника обследования наиболее яркие и выразительные реакции. К сожалению, в силу огромного количества различных специфических типов особенностей восприятия и соответствующих реакций у людей склонных к ОКР, эта задача не могла быть достаточно формализована для построения решения с помощью традиционной логики и алгоритмического подхода, поэтому адаптация на основе методов искусственного интеллекта выступила единственным возможным решением при имеющихся условиях.

Таким образом был выработан следующий подход для генерации сложных пространств, а именно: в качестве генеративной модели была использована связка «Instant NeRF от NVIDIA, BlockadeLabs, ChatGPT [3]. Логика формирования 3D окружения строилась на следующем: в процессе первичного тестирования с помощью ранее разработанной нейросети производилась классификация, по результатам которой набирался набор терминов, используемый далее для генерации через API ChatGPT цельного промпта для последующей обработки его с помощью модели, используемой в сервисе BlockadeLabs. Модель BlockadeLabs также использует генерацию на основе текста, поэтому было важно формулировать полноценные промпты с упором на генеративную составляющую. Таким образом запрос с большей долей вероятности успешно выполнялся сервисом BlockadeLabs. В свою очередь развертка, получаемая в процессе запроса к сервису BlockadeLabs дает возможность создать полноценную графическую проекцию, которую уже в свою очередь Instant NeRF преобразует в полноценный 3D-объект.

Разумеется, у такого решения выявились, как определенного рода преимущества, так и недостатки, о которых, конечно, необходимо упомянуть в контексте данной статьи.

К преимуществам данного метода можно отнести его эффективность в генерации качественных трехмерных моделей, но не только отдельных, а целых множеств, а в данном конкретном случае и полноценных трехмерных пространств. Кроме того, данный способ требует лишь построение взаимодействия между API сервисов, модели которых задействуются в процессе моделирования. В свою очередь для простого моделирования без учета входящих данных пользователя данный комплекс технологий подходит как нельзя лучше, так как дает возможность генерировать с помощью моделей сложносочиненные шаблоны, которые к тому же могут быть подвержены редакции на этапе внедрения в игровой процесс, если идет речь о разработки классических игровых систем.

Однако несмотря на перечисленные плюсы выбранное решение обладает также и выразительными недостатками, такими как значительные временные затраты на генерацию, низкий уровень проработки сеток моделей, а также ошибки в интерпретации промптов, что может сыграть решающую роль при выборе комплекса ПО для автоматизации генерации 3D-объектов.

Литература

1. Проскуряков, А. А. Система диагностики обсессивно-компульсивного расстройства с применением искусственного интеллекта / А. А. Проскуряков, А. В. Проскуряков // Проблемы автоматизации. Региональное управление. связь и акустика : Сборник трудов XII Всероссийской научной конференции и молодежного научного форума, Геленджик,

- 01–03 ноября 2023 года. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2023. – С. 228–231.
2. Проскуряков, А. А. Принципы интеллектуального анализа поведения в системе доврачебной диагностики ОКР / А. А. Проскуряков // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2023) : Сборник трудов XXI Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Таганрог, 23–25 ноября 2023 года. – Таганрог: ДиректСайнс (ИП Шкуркин Д.В.), 2023. – С. 189–193.
 3. Статья о системе NVIDIA Instant NeRF – 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nvidia.com/en-us/research/nerf-sweepstakes/> (Дата обращения 04.03.2024).

МОДЕЛИРОВАНИЕ 3D ГЕОМЕТРИИ В КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОМ ПАКЕТЕ FLEXPDE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OBJ ФАЙЛОВ

Пустовалова О. Г.

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

E-mail: ogpustovalova@sfedu.ru

Пакет FlexPDE используется для получения численных решений задач, описываемых системами дифференциальных уравнений в частных производных [1, 2]. Решения строятся на основе метода конечных элементов. Многочисленные постановки задач физики, механики, линейной теории упругости и код для получения их численных решений можно найти в [3, 4].

Рассмотрение задачи для дифференциальных уравнений не может быть осуществлено без задания области, на которой строится их решение. Пакет имеет обширный набор команд и методов для создания геометрических объектов в двумерном и трехмерном пространствах [1, 2, 5]. Здесь же будет рассмотрена возможность импортирования obj файлов, а также некоторые способы их создания.

OBJ является одним из самых популярных форматов передачи трёхмерной компьютерной геометрии. Простейший obj файл можно создать в текстовом редакторе. В листинге 1 представлено содержимое файла pyramid.obj, соответствующее описанию равносторонней треугольной пирамиды. С символа # начинается строка комментария. Команда v задает вершину в трехмерном пространстве. Строка, начинающаяся с f, представляет собой номер поверхности. Каждая поверхность может состоять из трёх или более вершин. Создание группы командой g позволяет формировать набор задач с различными граничными условиями, что удобно как для студенческих работ, так и для научно-практических задач.

```
Листинг 1. Треугольная равносторонняя пирамида
# файл pyramid.obj сформирован ручным способом
# в текстовом редакторе
o pyramid
v 0      0      0
v 1      0      0
v 0.5    0.866025403784439    0
v 0.5    0.288675134594813    0.866025403784439
# 4 вершины
```

```

o pyramid
g bottom
f 1 2 3
o pyramid
g left
f 1 3 4
o pyramid
g front
f 4 2 1
o pyramid
g right
f 3 2 4
# 4 поверхности

```

В листинге 2, в качестве примера, представлен скрипт программы FlexPDE для решения задачи теплопроводности для пирамиды, геометрия которой импортирована из файла pyramid.obj. Раздел программы materials связывает материальные свойства пирамиды с указанными параметрами, в данном случае – с параметром k. Команда import OBJ в разделе boundaries формирует геометрию области. Граничные условия задаются в разделе boundary conditions на каждой из сторон пирамиды, причем названия сторон соответствуют названиям групп в файле obj.

```

Листинг 2. Скрипт FlexPDE
coordinates cartesian3
select
ngrid=2
painted

variables Tp

materials 'pyramid' : k=1

boundary conditions
'bottom' : natural(Tp)=0
'left'   : value(Tp)=20
'front'  : value(Tp)=30
'right'  : value(Tp)=40

equations Tp: div(k*grad(Tp))=0

boundaries import OBJ 'pyramid.obj'

plots
grid(x,y,z) nolines
contour(Tp) on z = 0.25
end

```

Трехмерную графику в формате OBJ можно создать различными программами в различных операционных системах, например, AutoCAD (Windows), Blender (Windows, Mac, Linux), GLC_Player (Linux), и многими другими. Также пакет Maple также имеет средства для создания таких файлов. В учебных целях для быстрого создания obj файлов можно использовать онлайн приложения, например [6]. Для начала работы необходимо зайти в Google аккаунт. Примеры импорта геометрии представлены на рисунке ниже

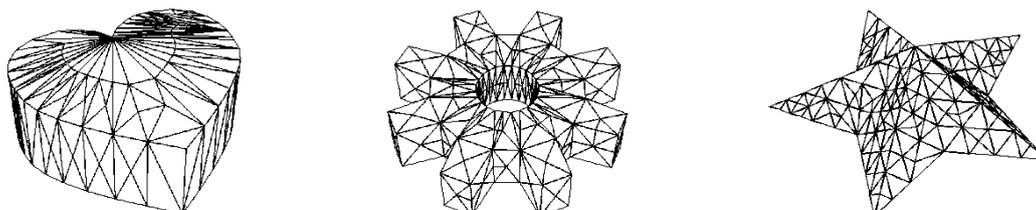


Рис. 1. 3D объекты во FlexPDE, импортированные из obj файлов

Конечно-элементный пакет FlexPDE представляет широкие возможности для построения геометрии. Кроме того, использование импорта в формате obj дает возможность многократно использовать единожды созданный код, для учебных целей быстро создавать набор задач с разными граничными условиями, а при необходимости проведения натурального эксперимента – выполнять трехмерную печать.

Литература

1. FlexPDE Help. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://pdesolutions.com/help/index.html>.
2. FlexPDE 8 User Manual [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://www.pdesolutions.com/download/flexpde800.pdf>.
3. Backstrom G. Fields of Physics by Finite Element Analysis. Electricity, Magnetism, and Heat in 1D, 2D, and 3D. – Sweden : GB Publishing, 2005. – 279 p.
4. Backstrom G. Simple Deformation and Vibration by Finite Element Analysis. – Sweden : GB Publishing, 2006. – 240 p.
5. Пустовалова О. Г., Дударев В. В. Основы работы в конечно-элементном пакете FlexPDE [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. – 1 электрон. опт. диск (CD-R).
6. TINKERCAD. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://www.tinkercad.com/3d-design>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ФОТОЛОКАЦИЙ В КОНЦЕПЦИИ НОТАЦИЙ UML

Пустовалова С. А., Гордиенко Л. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог

E-mail: gyolecyan@sfnedu.ru, lgordienko@sfnedu.ru

Прикладные веб-приложения становятся все более востребованными. Они позволяют решать различные задачи: обмен фотографиями, социальные сети, электронная коммерция и финансовые услуги и т. д. При этом их функциональность с точки зрения разработки постоянно усложняется. Чтобы справиться с этой сложностью, их необходимо моделировать. UML – это стандартный язык для моделирования систем с большим объемом программного обеспечения. UML позволяют моделировать структуру и поведение веб-приложения. Веб-компоненты могут быть интегрированы с остальной частью модели системы и демонстрировать надлежащий уровень абстракции и детализации, подходящий для дизайнеров, разработчиков и архитекторов веб-приложений.

Базовая структура прикладного веб-приложения включает браузер, сеть и веб-сервер. Браузеры запрашивают «веб-страницы» у сервера. Каждая страница представляет собой набор содержимого и инструкций по форматированию, выраженных с помощью HTML [1]. Некоторые страницы включают клиентские скрипты, которые интерпретируются браузером. Эти скрипты определяют дополнительное динамическое поведение отображаемой страницы и часто взаимодействуют с браузером, содержимым страницы и дополнительными элементами управления (апплеты, элементы управления ActiveX и подключаемые модули), содержащимися на странице [2]. Пользователь просматривает содержимое страницы и взаимодействует с ним. Иногда пользователь вводит информацию в элементы полей на странице и отправляет их на сервер для обработки. Пользователь также может взаимодействовать с системой, переходя по гиперссылкам на различные страницы системы. В любом случае пользователь вводит данные в систему, которые могут изменить «бизнес-состояние» системы.

UML предоставляет богатый набор концепций моделирования. Однако при моделировании приложений в специальных областях разработчики часто хотят расширить язык, добавляя новые элементы или придавая новую семантику существующим элементам. UML предоставляет возможность расширять стандартные конструкции без изменения метамодели [3]. Например, одной из особенностей требований к веб-приложениям является функциональность навигации, которая позволяет пользователю перемещаться по

гипертексту. UML позволяет создавать новые строительные блоки, выраженные в терминах стереотипов, ограничений и помеченных значений.

В спецификации UML классифицируются как структурные и поведенческие диаграммы. Структурные диаграммы – это те, которые определяют статический вид системы. Они представляют объекты, задействованные в системе, и взаимосвязи между ними. Структурные диаграммы включают в себя: класс, объект, пакет, компонент, развертывание.

Веб-приложения можно создавать с использованием различных технологий, включая HTML, CSS, JavaScript и серверные языки сценариев, такие как PHP или Python. Их сложность может варьироваться от простых статических веб-страниц до сложных приложений, управляемых данными, которые позволяют пользователям взаимодействовать с динамическим содержанием, выполнять транзакции и получать доступ к службам.

В последние годы веб-приложения становятся все более популярными, поскольку они предлагают ряд преимуществ по сравнению с традиционными настольными приложениями. Преимущества веб-приложений [4]:

– кроссплатформенная совместимость: доступ к веб-приложениям возможен с любого устройства с помощью веб-браузера, что делает их независимыми от платформы и легкодоступными для широкого круга пользователей;

– улучшенная совместная работа: веб-приложения обеспечивают совместную работу и обмен данными между пользователями в режиме реального времени, улучшая общение и производительность.

В данной работе диаграмма классов построена для выражения структуры веб-приложения и идентификации его содержимого: как контент связан друг с другом и какие данные переносятся с одной страницы на другую.

Диаграмма классов обеспечивает статическое представление веб-приложения, а не поведенческих особенностей. На этой диаграмме показаны только ссылки, которые необходимы для структуры, и здесь не представлены ни условные, ни исключительные ситуации. Эту диаграмму можно использовать для создания кода на HTML и JavaScript.

Для Web-приложений типичными являются следующие классы:

- клиентская Web-страница;
- серверная Web-страница (например, CGI-скрипт);
- HTML-форма;
- объект JavaScript.

Пример такой диаграммы приведен на рисунке 1.

Операции и атрибуты класса «страница клиента» также становятся функциями и переменными, видимыми на клиенте. Ключевое преимущество разделения серверных и клиентских аспектов страницы на разные классы заключается во взаимоотношениях между страницами и другими классами системы. Клиентские страницы моделируются с учетом связей с ресурсами на стороне клиента: DOM, JavaScript, элементами управления

ActiveX и подключаемыми модулями (рисунок 1). Операции класса «серверная страница» становятся функциями в серверных скриптах страницы, а его атрибуты становятся переменными в области страницы (глобально доступными функциями страницы).

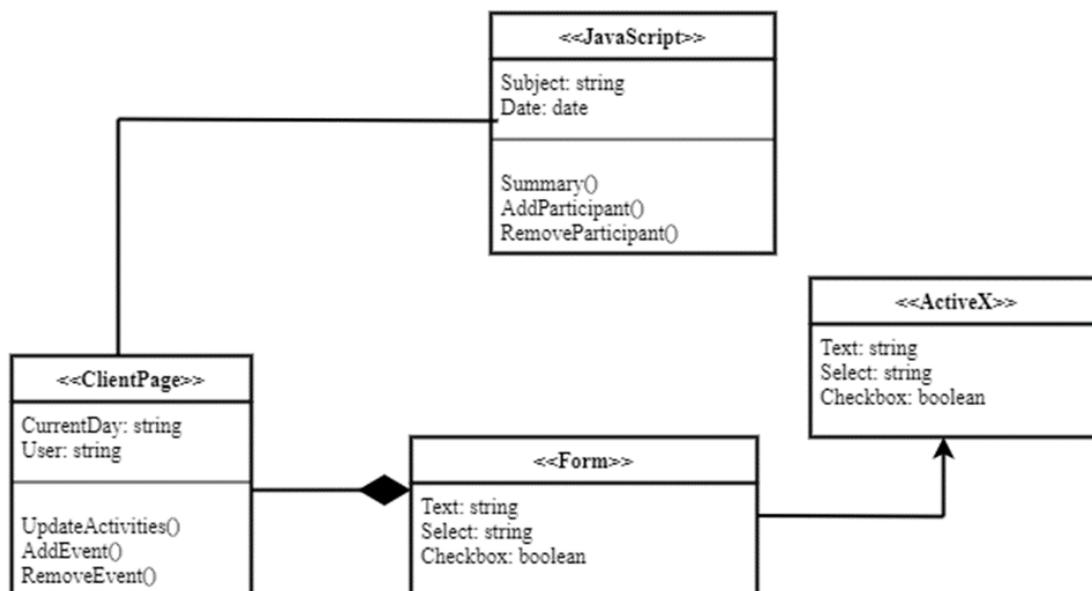


Рис. 1. Диаграмма классов взаимодействия с клиентами

Литература

1. Нагорный Н. Н. Основные аспекты разработки микросервисного веб-приложения // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 7 (133). – URL: <https://research-journal.org/archive/7-133-2023-july/10.23670/IRJ.2023.133.121> (дата обращения: 05.03.2024).
2. Суханов В. И. Разработка веб-приложений на платформе Spring : учебно-методическое пособие. – М-во науки и высшего образования РФ – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023 – 180 с.
3. Методология объектно-ориентированного моделирования. Язык UML/ И. Р. Петрова, Р. Х. Фахртдинов, А. А. Сулейманова, И. О. Разживин, А. Г. Фазулзянов. – Казань: Казан. ун-т, 2018. – 79 с.
4. Голубь И. С. Компонентный подход в разработке веб-приложений / И. С. Голубь // Постулат. – 2020. – № 1(51). – С. 89.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОВЕДЕНИЯ NPC ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ НА ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE 5

Риттер А. В.

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

E-mail: actually.star@gmail.com

Искусственный интеллект в игровом контексте используется для различных задач, но особое распространение он получил в вопросе разработки неигровых персонажей: в управлении их поведением, нахождении пути, динамической настройке сложности [1]. Все это позволяет создавать более реалистичных и адаптивных персонажей, которые улучшают игровой процесс. В стратегиях искусственный интеллект отвечает, в частности, за взаимодействие нанятых игроком юнитов с миром и руководит добычей ресурсов, принятием решений в условиях множественного выбора, поддержанием здоровья юнитов и другим.

Цель данной работы состоит в создании искусственного интеллекта, который управляет поведением неигровых персонажей в экономической стратегии. Агенты должны принимать решения, руководствуясь существующими ресурсами, находящимися на карте постройками, собственным здоровьем и действиями игрока.

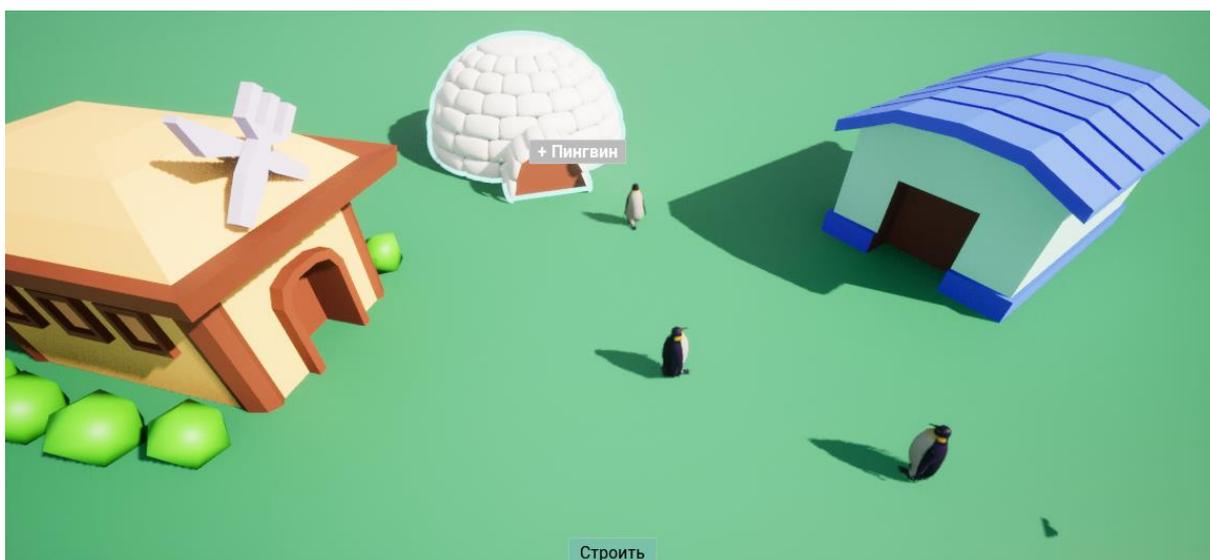


Рис. 1. Пример работы прототипа

В качестве игрового движка используется Unreal Engine 5. Поскольку предполагается управление большим числом агентов, для реализации этой задачи вместо средств Blueprints был выбран код на C++ для улучшения производительности [2].

Структура ИИ организовывается в соответствии с паттерном Goal-Oriented Action Planning (GOAP), который позволяет в реальном времени выбирать наиболее подходящую цепочку действий в зависимости от конечной цели. При этом действия имеют цену и условия срабатывания, благодаря чему поведение агента меняется в зависимости от текущей ситуации.

Для реализации этого паттерна вводятся следующие классы: абстрактный класс Action для хранения действий, их цены и требований; GoalPlanner, который обрабатывает действия и находит их оптимальную последовательность для достижения поставленной цели; Character, отвечающий за поведение игрового юнита и хранящий доступные ему действия; переопределенный базовый класс GameState [3] для хранения информации о состоянии мира.

Таким образом, каждый агент знает свои действия. Пользуясь информацией о действиях текущего агента, мире и находящихся в нем постройках и ресурсах, класс GoalPlanner в реальном времени строит из доступных действий цепочки, которые приводят к поставленной цели. Из полученных цепочек выбирается та, что имеет наименьшую цену, после чего агент начинает выполнять действия в этой цепочке. Если цель вдруг оказалась неактуальной (например, другой юнит уже завершил ее выполнение), поведение NPC поменяется.

Такой подход к организации структуры ИИ позволяет агентам динамически менять свое поведение в зависимости от конечной цели, а программистам и геймдизайнерам – орудовать только действиями, скрывая в коде само планирование и переходы от одного состояния к другому.

Литература

1. Game AI Revisited – Georgios N. Yannakakis.
2. Документация Unreal Engine – Balancing Blueprint and C++, Performance Concerns: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/Resources/Sample-Games/ARPG/BalancingBlueprintAndCPP/#performanceconcerns>.
3. Документация Unreal Engine – Game Mode and Game State: <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/game-mode-and-game-state-in-unreal-engine/#gamestate>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОЙ ОКТАГОНАЛЬНОЙ УПАКОВКИ В ПРИБЛИЖЕНИИ РЕШЕТОЧНОГО ГАЗА

Рошаль А. С., Рошаль С. Б.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

физический факультет,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: aroshal@sfedu.ru

Квазикристаллы, открытые первоначально около 40 лет тому назад в металлических сплавах [1], обладают уникальным апериодическим дальним порядком, проявляющимся в наличии Брэгговских отражений, образующих дифракционную картину с запрещенными для кристаллов осями симметрии пятого, восьмого и других порядков. В отличие от кристаллов, структура которых получается периодическим повторением одной ячейки, в структуре квазикристаллов можно выделить две (или несколько) разных ячеек (плиток), уложенных апериодическим образом.

Мы предлагаем новую модель роста плоской октагональной упаковки образуемой квадратной и ромбической плитками, которая основана на росте квазикристаллического зародыша в рамках приближения решеточного газа [2]. В этом приближении присоединение частиц к растущему зародышу происходит лишь в тех позициях, которые связаны с ближайшими заполненными хотя бы одной из множества 8 ориентационно эквивалентных друг другу трансляций:

$$\mathbf{a}_i = \langle \cos \pi i/4, \sin \pi i/4 \rangle, \quad (1)$$

где $i=0,1\dots7$. Заметим, что 4 из 8 векторов \mathbf{a}_i могут быть выражены как целочисленные линейные комбинации остальных векторов, поэтому в качестве базисных удобно использовать вектора с номерами 0,1,2,3. Тогда координата любой позиции кластера выражается как

$$\mathbf{r} = \sum_{i=0}^3 n_i \mathbf{a}_i, \quad (2)$$

а перпендикулярные координаты \mathbf{r}^\perp той же позиции определяются тем же набором $\{n_i\}$, но вектора \mathbf{a}_i заменяются на \mathbf{a}_i^\perp , где $\mathbf{a}_i^\perp = \langle \cos 3\pi i/4, \sin 3\pi i/4 \rangle$.

Пусть присоединение частиц происходит пошагово, и на каждом шаге существует q позиций, которые могут быть заполнены только одной частицей. Тогда, если для каждой из этих позиций рассчитать энергию связи E_j , где $j=1,2\dots q$, то вероятность p_j заполнения j -ой позиции находится с помощью обычного распределения Больцмана как

$$p_j = \exp\left(-\frac{E_j - \mu}{T}\right), \quad (3)$$

где химический потенциал μ находится из условия, что на каждом шаге присоединяется ровно одна частица.

Мы используем феноменологический потенциал взаимодействия между частицами и считаем энергию связи E_j исключительно функцией расстояния между ними. В этом приближении нам удастся регулярно собирать бездефектные квадратно-ромбические упаковки, считая что энергии связи как $E_j(|1,0,0,0|) = 1$, $E_j(|1,-1,1,1|) = -5$, $E_j(|1,1,0,0|) = 1.4$, $E_j(|1,1,1,0|) = 1.4$, а температура $T=0.6$ (рис. 1а). Энергия связи для частиц, разделенных расстояниями, соответствующими длинам других возможных целочисленных комбинаций векторов (1), предполагается равной нулю.

Степень фазонного беспорядка в кластере можно характеризовать размерами области (проекционного окна), куда попадают перпендикулярные координаты частиц (рис. 1б). Для сравнения укажем, что у идеального октагонального тайлинга проекционное окно имеет форму восьмиугольника с расстоянием между противоположными ребрами $1 + \sqrt{2}$.

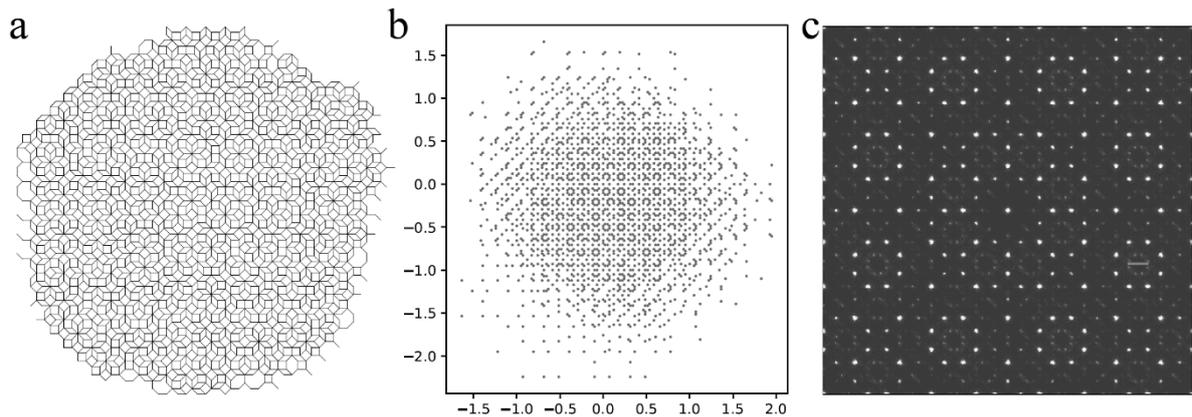


Рис. 1. Смоделированный октагональный кластер из 2000 частиц и его структурная характеристика.

- (а) – Кластер, образуемый частицами, находящимися в вершинах плиток. Вакантные позиции на границах кластера будут заполнены при его дальнейшем росте. (б) – Перпендикулярные координаты частиц кластера (а). (с) – Структурный фактор $S(\mathbf{q})$ для кластера (а).
Длина масштабного отрезка π

Для характеристики порядка в кластере был рассчитан структурный фактор $S(\mathbf{q})$, который демонстрирует хорошую степень октагональной симметрии (рис. 1с). Величина $S(\mathbf{q})$ рассчитывалась как $A(\mathbf{q})A^*(\mathbf{q})$. Здесь

$$A(\mathbf{q}) = \sum_n \exp(i\mathbf{q}\mathbf{r}_n),$$

суммирование ведется по всем координатам \mathbf{r}_n частиц кластера и величина \mathbf{q} соответствует волновому вектору. Большой размер проекционного окна по сравнению с идеальным октагональным тайлингом проявляется в незначительном уширении Брэгговских рефлексов.

При понижении температуры фазонный беспорядок в моделируемых кластерах усиливается, и в возникающих структурах образуются локально-периодические области. Данный факт говорит о температурной стабилизации квазикристаллической упаковки, растущей в предложенной модели.

Литература

1. Shechtman D., Blech I., Gratias D., Cahn J. W. Metallic Phase with long-range orientational order and no translational symmetry // Phys. Rev. Lett. 1984, 53, 1951–1953.
2. Xiao C., Fujita N., Miyasaka K., Sakamoto Y., Terasaki O. Dodecagonal tiling in mesoporous silica // Nature 2012, 487, 349–353.

СРАВНЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРАЛЛОВЫХ КОЛОНИЙ И ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ МОНОСЛОЕВ

Рошаль Д. С.¹, Федоренко К. К.¹, Серегина К. Ю.¹, Рошаль С. Б.¹,
Багдигян С.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону

² Университет Монпелье, Монпелье, Франция

E-mail: rochal.d@yandex.ru

Геометрические и топологические методы немаловажны в биологических исследованиях. Удивительно, что пролиферативные эпителиальные ткани и упаковки полипов в разных видах кораллов, несмотря на столь различное биологическое происхождение, имеют схожие топологические особенности. Мы собираемся выяснить, обнаруживается ли топологический порядок, наблюдаемый на уровне монослоя пролиферативных клеток, и на более высоком уровне организации, а именно на уровне популяции организмов. Такое изменение масштаба подразумевает резкое изменение как количественных, так и качественных параметров системы.

В данной работе предметом изучения являются кораллы, обладающие сферической топологией. Кораллы относятся к так называемым модульным организмам, так как они образуются из живых строительных блоков – полипов. Расположение же этих полипов имеет весьма закономерный характер и влияет на многие факторы жизни колонии, такие как распределение питательных веществ, способность к регенерации и др.

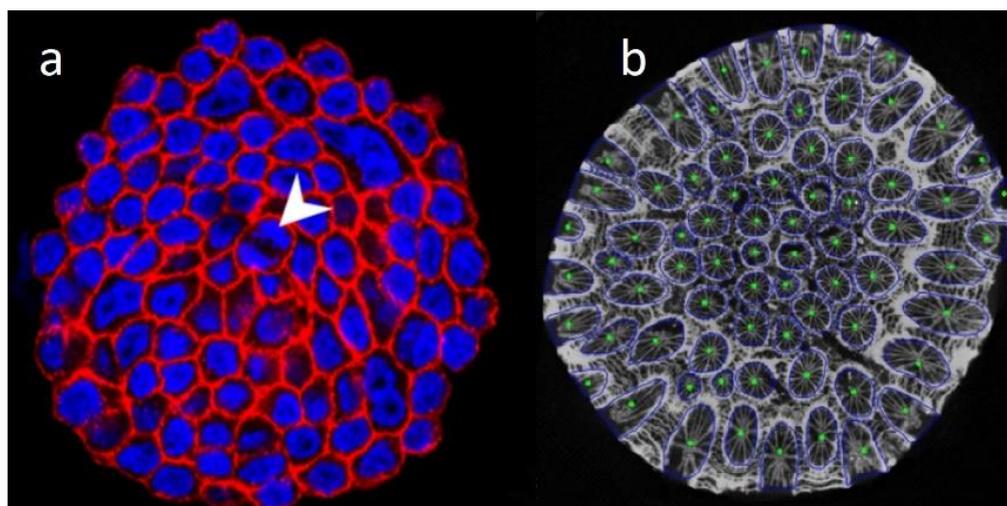


Рис. 1. (а) Проллиферативный эпителий клеток почек обезьян.
(б) Срез коралловой колонии

Цель данной работы – сравнить топологию эпителиальных клеток и упаковок из коралловых полипов и построить математическую модель, описывающую топологию коралловой колонии.

В ходе исследования проанализировано более 100 фотографий кораллов. Для обработки изображений была разработана программа на языке Python. В ней после определения геометрических центров структурных единиц была проведена триангуляция по методу Делоне. Затем было построено разбиение Вороного, и площади полипов были рассчитаны как площади ячеек Вороного. Для правильного статистического анализа ячейки, расположенные слишком близко к границе коралла, не были учтены.

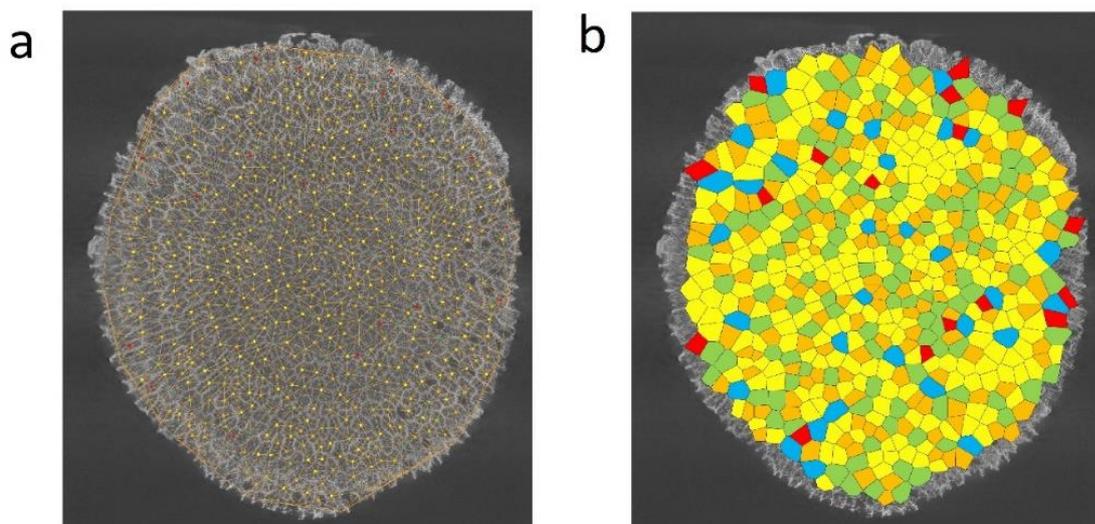


Рис. 2. Типичный представитель коралла со сферической топологией.
(а) – триангуляция Делоне; (б) – разбиение Вороного

Таблица 1.

Топологические характеристики кораллов

№	Кол-во срезков	Клетки Вороного	Полуширина	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	Δ
1	9	133	0,32	0,03	0,24	0,50	0,20	0,02	0,04
2	25	1031	0,37	0,03	0,26	0,47	0,20	0,03	0,06
3	19	536	0,38	0,03	0,26	0,43	0,22	0,04	0,00
4	9	274	0,36	0,02	0,26	0,47	0,20	0,04	0,03
5	23	1930	0,39	0,03	0,28	0,44	0,23	0,03	0,03
6	8	285	0,32	0,03	0,27	0,48	0,19	0,02	0,11
7	18	7361	0,12	0,03	0,27	0,48	0,18	0,03	0,08
8	12	1913	0,31	0,04	0,27	0,48	0,18	0,03	0,09
9	9	160	0,30	0,01	0,32	0,41	0,25	0,01	0,06
Все	132	13623	0,23	0,03	0,27	0,47	0,19	0,03	0,07

Таблица 2.

Значения парных корреляций. Значения, представленные в таблице в столбцах 5–10 приведены без учета множителя 10^{-2}

№	C_{5-5}	C_{5-6}	C_{5-7}	C_{6-6}	C_{6-7}	C_{7-7}
1	-0,01	0,05	0,01	-0,05	0,01	-0,03
2	-0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	-0,02
3	-0,02	-0,01	0,03	0,00	0,00	-0,01
4	-0,03	-0,01	0,04	-0,01	0,02	-0,02
5	-0,02	-0,01	0,04	0,01	0,01	-0,02
6	-0,02	0,01	0,03	-0,02	0,00	-0,01
7	-0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	-0,01
8	-0,01	-0,01	0,03	0,01	0,00	-0,01
9	-0,02	0,01	0,05	-0,01	0,00	-0,02
сред- нее	-0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	-0,01

Таким образом было показано, что колонии полипов и эпителиальные клетки [1–3] имеют схожие топологические характеристики.

Также был реализован алгоритм кластерного роста модельного эпителия. В написанной программе после выбрасывания двух частиц, расстояние между которыми больше d_{min} и меньше d_{max} , частицы выбрасываются таким образом, чтобы получившиеся точки образовывали треугольную сетку, похожую на триангуляцию Делоне и выполнялось условие, при котором расстояние между точкой и вершинами ближайших треугольников было больше d_{min} и меньше d_{max} . Таким образом, варьируя отношение d_{min}/d_{max} можно регулировать упорядоченность растущего кластера.

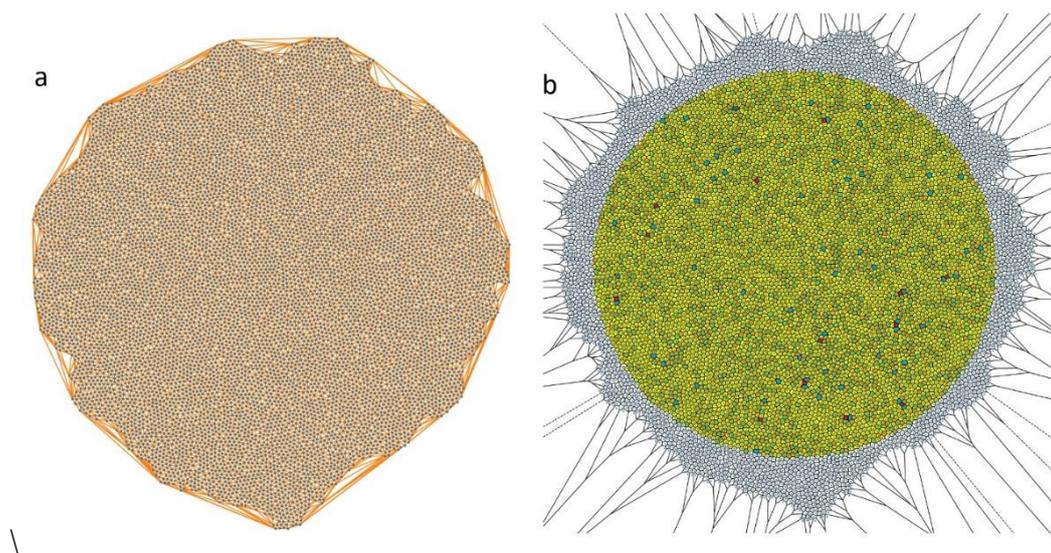


Рис. 3. Пример смоделированной коралловой колонии при $d_{max}/d_{min}=1.25$.
(а) –Триангуляция Делоне; (б) – разбиение Вороного

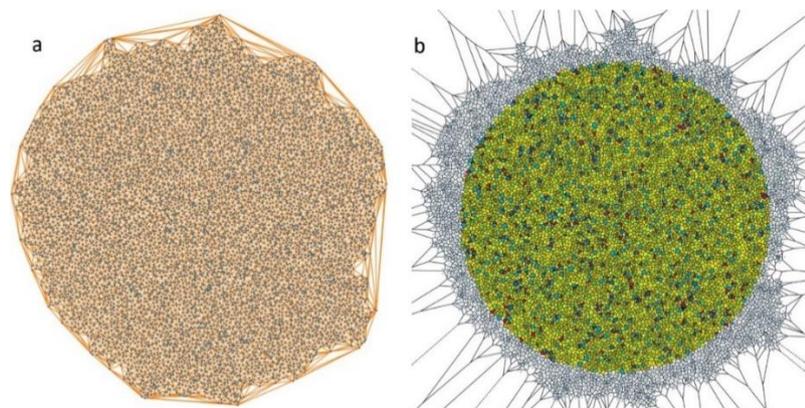


Рис. 4. Пример смоделированной коралловой колонии при $d_{\max}/d_{\min}=4$.
(a) –Триангуляция Делоне; (b) – разбиение Вороного

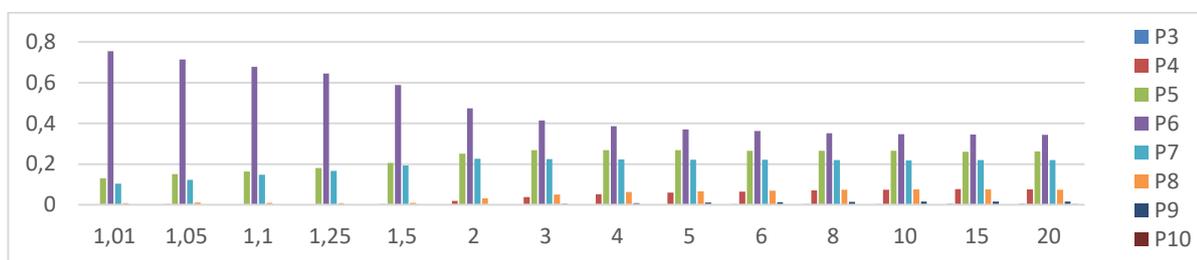


Рис. 5. Распределение модельных полипов по числу их соседей для разных соотношений d_{\max}/d_{\min} .

Таким образом, при малых значениях отношения параметров d_{\max}/d_{\min} построенная математическая модель, хорошо описывает топологию коралловых колоний и пролиферативного эпителия. При больших отношениях модель хорошо описывает распределение клеток по числу соседей в раковых структурах, но не описывает их распределение по площади.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-72-00128, <https://rscf.ru/project/22-72-00128/>.

Литература

1. Roshal D. S., Azzag K., Fedorenko K. K., Rochal S. B., Baghdiguian S. Topological properties and shape of proliferative and nonproliferative cell monolayers // *Phys. Rev. E* 108, 024404 (2023).
2. Roshal D. S., Azzag K., Le Goff E., Rochal S. B., Baghdiguian, S. Crystal-like order and defects in metazoan epithelia with spherical geometry // *Scientific reports*, 10, 7652 (2020).
3. Roshal D. S., Martin M., Fedorenko K., Golushko I., Molle V., Baghdiguian S., Rochal S. B. Random nature of epithelial cancer cell monolayers // *J. R. Soc. Interface*, 19, 20220026 (2022).

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КРУЧЕНИЯ УГЛОВОГО ПРОФИЛЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рукавишников В. А., Рябоконт А. С., Ткаченко О. П.
Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,
г. Хабаровск
E-mail: vark0102@mail.ru

Введение

В металлоконструкциях применяются стержневые элементы, выполненные из углового прокатного профиля. При кручении стержня с угловым профилем во входящем углу возникает концентрация напряжений, теоретически напряжение стремится к бесконечности. Математическая формулировка задачи расчета напряженно-деформированного состояния, возникающего при кручении уголкового профиля, принадлежит к классу плоских задач теории упругости с входящим углом в области [1]. Математический аппарат для численного анализа краевых задач этого класса разрабатывается в работах [2–5]. Трехмерные аналоги и динамика трехмерных объектов с аналогичными математическими формулировками исследуются в [6–8].

Целью данной статьи является исследование возможности применения пакета FreeFEM++ [9] к численному анализу напряженно-деформированного состояния при кручении стержня углового профиля, и разработка алгоритма этого анализа. Выполнено сравнение полученных численных результатов с литературными данными.

Постановка задачи

Рассматривается стержень с поперечным сечением на Рис. 1. Ставится задача о свободном кручении этого стержня двумя равными по модулю и противоположными по направлению крутящими моментами, приложенными к его концам. Краевая задача решается в области Ω с границей L_0 , Рис. 1.

Известно [10], что выбором вида решения задача о кручении стержня сводится к краевой задаче для уравнения Пуассона:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = -2, \quad (1)$$

где $U(x, y)$ – функция напряжений Прандтля. Для односвязных стержней:

$$U = 0 \text{ на границе области } L_0. \quad (2)$$

Касательные напряжения находим по формулам [1]:

$$\tau_{xz} = G\theta \frac{\partial U}{\partial y}, \quad \tau_{yz} = -G\theta \frac{\partial U}{\partial x}, \quad (3)$$

где G – сдвиговой модуль Юнга. Угол закручивания на единицу длины стержня θ определяем из выражения для крутящего момента [10]: $M = C\theta$.

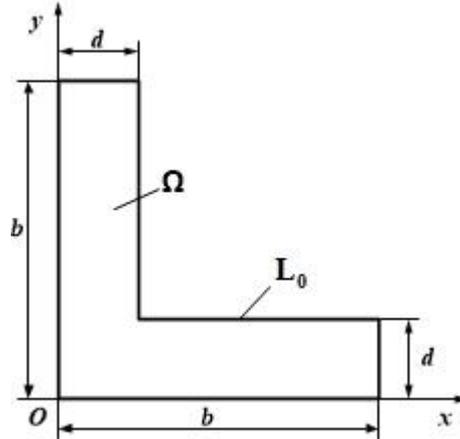


Рис. 1. Геометрия поперечного сечения стержня

C – крутильная жесткость стержня, которая равна [11]:

$$C = 2G \iint_{\Omega} U(x, y) d\Omega.$$

Алгоритм численного анализа в пакете FreeFEM++

1. Задача (1), (2) записывается в вариационной постановке:

$$\forall v, \int_{\Omega} \left(\frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} - f v \right) dx dy = 0, v|_{L_0} = 0, f = 2. \quad (4)$$

2. Алгоритмически задается поперечное сечение стержня.
3. Выполняется триангуляция области при помощи генератора сеток.
4. Вводится представление приближенного решения задачи (4) в виде:

$$U^h(x, y) = \sum_{k=1}^{n-1} c_k \varphi_k(x, y),$$

где $\varphi_k(x, y)$ – базисные функции, c_k – искомые коэффициенты.

5. Формулируется система линейных уравнений и метод ее решения.
6. Вычисляются величины: крутильная жесткость стержня C , угол закручивания на единицу длины θ , касательные напряжения τ_{xz} и τ_{yz} .

Результаты исследования

Задача А. Нахождение значений касательных напряжений в стержне круглого сечения радиусом $R = 40$ мм, с целью тестирования метода.

Эталонные значения искомых величин вычислены по формулам [11]; крутильная жесткость: $C = G\pi R^4/2 = 321\,699 \text{ Н}\times\text{м}^2$. Максимальные значения касательных напряжений: $\tau_{xz} = \tau_{yz} = 110 \text{ МПа}$, что согласуется с теорией

стержней. Численно найдены значения $C = 321\,699 \text{ Н}\cdot\text{м}^2$ и угла закручивания $\theta = 0.031$. Легко видеть, что значение крутильной жесткости круглого стержня, найденное численно, совпадает с теоретическим.

Задача Б. Кручение стержня углового профиля с параметрами $b = 80 \text{ мм}$, $d = 38 \text{ мм}$.

Задача В. Кручение стержня углового профиля с параметрами $b = 80 \text{ мм}$, $d = 8 \text{ мм}$. Ширина полки уголка намного больше его толщины.

В численном эксперименте получены следующие результаты.

Задача Б. Максимальные и минимальные касательные напряжения по формулам (3): $\max \tau_{xz} = 194 \text{ МПа}$, $\min \tau_{xz} = -542 \text{ МПа}$; $\max \tau_{yz} = 463 \text{ МПа}$, $\min \tau_{yz} = -190 \text{ МПа}$.

Задача В. Максимальные и минимальные касательные напряжения по формулам (3): $\max \tau_{xz} = 4049 \text{ МПа}$, $\min \tau_{xz} = -11414 \text{ МПа}$; $\max \tau_{yz} = 15915 \text{ МПа}$, $\min \tau_{yz} = -4274 \text{ МПа}$.

В задаче В наблюдается быстрый рост касательных напряжений в окрестности угла. Напряжение растет значительно быстрее, чем в задаче Б. Жесткость при кручении прокатных профилей приближенно можно вычислить по формуле [10]:

$$C = G\alpha \sum \frac{ah^3}{3}, \quad (5)$$

где a и h – высота и толщина прямоугольников. Крутильная жесткость и угол закручивания приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Проверочные и расчетные значения C и θ

Коэффициент α		Крутильная жесткость C по формуле (5), $\text{Н}\cdot\text{м}^2$		Угол закручивания θ	
		Задача Б	Задача В	Задача Б	Задача В
Опыты Феппля	Для разных образцов	153 524 –	1 784 –	0.051 –	4.380 –
		196 368	2 282	0.065	5.602
	Средний	176 731	2 054	0.056	4.867
Опыты ЦНИИПС [10]		178 516	2 075	0.056	4.819
Расчет во FreeFEM++		154 813	2 030	0.064	4.925

Из таблицы 1 видно, что значения крутильной жесткости и угла закручивания, полученные при помощи созданного алгоритма, хорошо согласованы с экспериментом.

Заключение

Создан алгоритм численного анализа и визуализации его результатов для решения задачи о свободном кручении стержня углового прокатного профиля в пакете прикладных программ FreeFEM++. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными.

Литература

1. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1979. 560 с.
2. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. *Computers & Mathematics with Applications*. 2023. V. 151. P. 408–417. DOI: 10.1016/j.camwa.2023.10.021.
3. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2022. V. 403. P. 113841. DOI: 10.1016/j.cam.2021.113841.
4. Rukavishnikov V. A. Body of optimal parameters in the weighted finite element method for the crack problem. *J. Appl. Comput. Mech*. 2021. V. 7. No. 4. P. 2159-2170. DOI: 10.22055/JACM.2021.38041.3142.
5. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V. New numerical method for the rotation form of the Oseen problem with corner singularity // *Symmetry*. 2019. V. 11. No. 1. P. 54. DOI: 10.3390/sym11010054.
6. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Approximate resolving equations of mathematical model of a curved thin-walled cylinder. *Appl. Math. Comput*. 2022. V. 422. P. 126961. DOI: 10.1016/j.amc.2022.126961.
7. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Mathematical model of the pipeline with angular joint of elements. *Math. Methods Appl. Sci*. 2020. V. 43 (13). P. 7550-7568. DOI: 10.1002/mma.5751.
8. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Dynamics of a fluid-filled curvilinear pipeline. *Appl. Math. Mech. (Engl. Ed.)*. 2018. V. 39, No. 6. P. 905–922. DOI: 10.1007/s10483-018-2338-9.
9. Font R., Periago F. The finite element method with FreeFem++ for beginners. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*. 2013. V. 7. No. 4. P. 289–307.
10. Прочность, устойчивость, колебания: справочник в 3-х т. Т. 1 / под ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко. М.: Машиностроение, 1968. 831 с.
11. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. VII. Теория упругости: учеб. пособие. 4-е изд. М.: Наука, 1987. 248 с.

ОЦЕНКА СКОРОСТИ СХОДИМОСТИ РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ БИГАРМОНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ С СИНГУЛЯРНОСТЬЮ В L-ОБРАЗНОЙ ОБЛАСТИ НЕКОНФОРМНЫМ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рукавишников В. А., Чемоданов А. А.

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,

г. Хабаровск

E-mail: vark0102@mail.ru

Математические модели с сингулярностью решения играют важную роль в исследованиях краевых задач [1–5], а также процессов теории упругости и механики разрушений [6–9]. Из-за наличия изломов и трещин возникает сингулярность решения краевых задач.

Через \mathbb{R}^2 обозначим двумерное евклидово пространство $x = (x_1, x_2)$ – его произвольный элемент, с нормой $\|x\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$, $dx = dx_1 dx_2$. Пусть $\Omega = (-1, 1) \times (0, 1) \cup (-1, 0) \times (-1, 0)$ – двумерная область с границей $\partial\Omega$, содержащей входящий угол 270° , $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$. Наряду с декартовой, введем полярную систему координат (r, θ) с полюсом в точке $(0, 0)$ и полярной осью, направленной вдоль положительного направления оси Ox_1 .

В области Ω рассмотрим краевую задачу для бигармонического уравнения

$$\Delta^2 u(x) = f(x), \quad x \in \Omega, \quad (1)$$

с краевыми условиями

$$u(x) = \alpha(x), \quad \frac{\partial u(x)}{\partial \mathbf{n}} = \beta(x), \quad x \in \partial\Omega, \quad (2)$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$ – оператор Лапласа, $\mathbf{n} = (n_1, n_2)$ – вектор внешней нормали к границе области.

Введём билинейную и линейную формы:

$$a(u, v) = \int_{\Omega} \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x_1^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} \frac{\partial^2 v}{\partial x_1 \partial x_2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x_2^2} dx,$$

$$l(v) = \int_{\Omega} f v dx.$$

Функция $u \in W_2^2(\Omega)$ называется обобщённым решением краевой задачи (1), (2), если на границе $\partial\Omega$ почти всюду выполняются условия (2) и для любого $v \in W_2^2(\Omega)$ справедливо тождество:

$$a(u, v) = l(v).$$

Известно, что обобщенное решение краевой задачи (1), (2) принадлежит пространству $W_2^{1+1.54448-\varepsilon}(\Omega)$.

Для нахождения приближенного решения $u(x)$ использовался неконформный метод конечных элементов. Суть метода – в применении таких функций формы элемента, которые гарантируют непрерывность приближенного решения и его первых производных только внутри отдельных конечных элементов. Нами использовались конечные элементы Морли с функциями формы $\psi_i(x)$, $i = 1, \dots, 6$ вида:

$$\psi_i(x) = \varphi_i(x) + 2 \cdot \varphi_j(x) \cdot \varphi_k(x) - \nabla \varphi_j(x) \cdot \nabla \varphi_k(x) \left(\frac{\varphi_j^2(x) - \varphi_j(x)}{|\varphi_j(x)|^2} + \frac{\varphi_k^2(x) - \varphi_k(x)}{|\varphi_k(x)|^2} \right),$$

$$1 \leq i, j, k \leq 3, \quad i \neq j \neq k,$$

$$\psi_i(x) = \sigma \frac{\varphi_{i-3}^2(x) - \varphi_{i-3}(x)}{|\varphi_{i-3}(x)|}, \quad 4 \leq i \leq 6,$$

$$\varphi_i(x) = \frac{\det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_1 & x_1^{(j)} & x_1^{(k)} \\ x_2 & x_2^{(j)} & x_2^{(k)} \end{pmatrix}}{\det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_1^{(i)} & x_1^{(j)} & x_1^{(k)} \\ x_2^{(i)} & x_2^{(j)} & x_2^{(k)} \end{pmatrix}}, \quad 1 \leq i, j, k \leq 3, \quad i \neq j \neq k,$$

где $\sigma = \pm 1$, в зависимости от направления векторов нормалей на элементе.

Приближенное решение на всей области Ω получается путём объединения всех приближенных решений на отдельных элементах.

Была проведена серия расчетов модельных задач. Приведем результаты для одной из них.

В качестве решения задачи (1), (2) рассмотрим функцию:

$$u(r, \theta) = 0.8r^{\alpha_1} g_1(\theta) + 0.25r^{\alpha_2} g_2(\theta) + r^6 \cos^3(\theta) \sin^3(\theta),$$

где

$$\alpha_1 = 1.54448373678, \quad \alpha_2 = 1.908529189846,$$

$$g_1(\theta) = (\alpha_1 - 2)\sin(\alpha_1\theta) - \sin(1.5\pi\alpha_1)\cos(\alpha_1\theta) - \alpha_1\sin((\alpha_1 - 2)\theta) + \sin(1.5\pi\alpha_1)\cos((\alpha_1 - 2)\theta),$$

$$g_2(\theta) = (\alpha_2 - 2)\sin(\alpha_2\theta) + \sin(1.5\pi\alpha_2)\cos(\alpha_2\theta) - \alpha_2\sin((\alpha_2 - 2)\theta) - \sin(1.5\pi\alpha_2)\cos((\alpha_2 - 2)\theta).$$

Вычисления проводились при различном числе узлов. Точность найденного приближенного обобщенного решения оценивалась двумя способами:

- 1) вычислялась относительная погрешность в норме пространства W_2^1 ;
- 2) вычислялась относительная погрешность в норме пространства W_2^2 .

Относительные погрешности $\eta_{W_2^1}$, $\eta_{W_2^2}$ в нормах пространств W_2^1 , W_2^2 вычисляются по формулам:

$$\eta_{W_2^l} = \frac{\|u - u_h\|_{W_2^l}}{\|u\|_{W_2^l}}, \quad l = 1, 2,$$

где

$$\|u - u_h\|_{W_2^l} = \left(\sum_{K_m}^{1.5N^2} \int_{K_m} \sum_{|k|=0}^l |D^k u(x) - D^k u_h(x)|^2 dx \right)^{1/2}.$$

В таблице 1 приведены значения $\eta_{W_2^l}$, $l = 1, 2$, для числа узлов $3N^2 + 4N + 1$, $N = 25 \cdot 2^i$, $i = 0, \dots, 4$, а также приведены их отношения γ для двух соседних сеток.

Таблица 1.

Значения погрешностей и их отношение между двумя соседними сетками

N	Число узлов	$\eta_{W_2^1}$	$\eta_{W_2^2}$
25 (26)	2133	0.0106821	0.108334
	γ	2.097	1.535
50	7701	0.00509412	0.0705647
	γ	2.164	1.531
100	30401	0.00235418	0.0460776
	γ	2.150	1.501
200	120801	0.00109487	0.0306997
	γ	2.142	1.482
400	481601	0.00051107	0.02071060

На основе данных из таблицы построены графики относительной погрешности решения, в нормах пространств W_2^l , $l = 1, 2$ (рисунок 1).

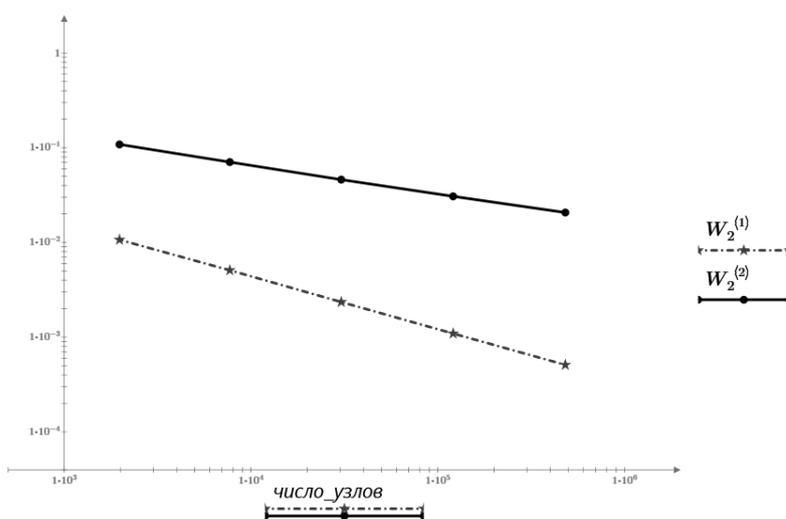


Рис. 1. Скорость сходимости $\eta_{W_2^l}$, $l = 1, 2$ в зависимости от числа узлов

Результаты проведенного численного эксперимента позволяют сделать выводы, что погрешность приближённого решения $\eta_{W_2^l}$, $l = 1, 2$ имеет следующие темпы сходимости:

- $O(h) \leq \eta_{W_2^1} \leq O(h^2)$,

$$2. O(h^{1/2}) \leq \eta_{W_2^2} \lesssim O(h^{0.5444837-\varepsilon}),$$

что соответствует теоретическим оценкам.

Литература

1. Rukavishnikov V. A. On differentiability properties of an R_ν -generalized solution of the Dirichlet problem. Soviet Mathematics Doklady. 1990. Т. 40. № 3. С. 653–655.
2. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2022. Т. 403. С. 113841.
3. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Numerical method for Dirichlet problem with degeneration of the solution on the entire boundary. Symmetry. 2019. Т. 11. № 12. С. 1455.
4. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. On the Dirichlet problem with corner singularity. Mathematics. 2020. Т. 8. № 11. С. 1455.
5. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V. New numerical method for the rotation form of the Oseen problem with corner singularity. Symmetry. 2019. Т. 11. № 1. С. 54.
6. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. Computers & Mathematics with Applications. 2023. Т. 151. С. 408–417.
7. Rukavishnikov V. A. Weighted fem for two-dimensional elasticity problem with corner singularity. Lecture Notes in Computational Science and Engineering. 2016. Т. 112. С. 411–419.
8. Rukavishnikov V. A. Body of optimal parameters in the weighted finite element method for the crack problem. Journal of Applied and Computational Mechanics. 2021. Т. 7. № 4. С. 2159–2170.
9. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite-element method for elasticity problems with singularity. В сборнике: Finite Element Method: Simulation, Numerical Analysis, and Solution Techniques. Сер. "Numerical Computing" London, 2018. С. 295–311.

О ПЕРВОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ БИГАРМОНИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С УГЛОВОЙ СИНГУЛЯРНОСТЬЮ

Рукавишников В. А., Чемоданов А. А., Рукавишникова Е. И.
Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,
г. Хабаровск
E-mail: vark0102@mail.ru

Краевые задачи для бигармонического уравнения в областях с входящими углами на границе служат математическими моделями в механике разрушений.

Решение для бигармонического уравнения $\Delta^2 u = f$ в невыпуклой многоугольной области Ω ($\Omega \subset \mathbb{R}^2$) с одним входящим углом в точке $O(0,0)$ на границе $\partial\Omega$ может быть записано как

$$u(\rho, \theta) = \sum_{i=1}^N \rho^{\alpha_i} c_i \chi_i(\theta) \Psi(\rho) + \psi(x), \quad 1 < \alpha_i < 2. \quad (1)$$

Здесь $\psi \in W_2^3(\Omega)$, $1 < N \leq 3$, $\Psi(\rho)$ – срезающая функция, α_i и $\chi_i(\theta)$ определяются величиной угла ω и типом граничных условий, заданных на отрезках $\partial\Omega$, являющихся сторонами этого угла; (ρ, θ) – полярные координаты в точке O ; постоянные c_i – коэффициенты интенсивности напряжения.

Например, для первой краевой задачи и $\omega = 2\pi$ показатель степени весовой функции $\alpha_1 = 1.5$; для угла $\omega = \frac{3\pi}{2}$ показатель степени $\alpha_1 = 1.54448373678$.

В этом случае решение краевой задачи для бигармонического уравнения принадлежит дробному соболевскому пространству $H^{1+\alpha_1-\varepsilon}$, ε – любое положительное число.

По принципу согласованных оценок скорость сходимости приближенного решения по классическому методу конечных элементов или разностных схем к точному решению дифференциальной задачи в норме пространства H^2 не может быть выше $O(h^{\alpha_1-1})$. Такая скорость сходимости значительно ниже традиционной скорости сходимости $O(h)$ для численных методов и не может считаться удовлетворительной для проведения расчетов на вычислительных кластерах (более подробно смотри [1]).

Для повышения скорости сходимости нахождения приближенного решения краевых задач с угловой сингулярностью нами был разработан весовой метод конечных элементов (WFEM) [2]. Этот метод позволяет находить приближенное решение без потери точности в областях с входящими углами на границе для систем Ламе (включая задачу о трещине) [1–4], задачи Стокса [5] и эллиптических краевых задач [6–9].

Для создания WFEM мы ввели понятие R_ν – обобщенного решения для краевой задачи с сингулярностью в весовом соболевском пространстве [10]. Определение R_ν – обобщенного решения отличается от слабого решения тем, что в интегральное тождество входит весовая функция. Эта функция позволяет подавить влияние сингулярности на гладкость решения задачи. R_ν – обобщенное решение совпадает со слабым решением задачи, если оно существует. В статьях [10,11] были изучены вопросы существования и единственности, коэрцитивные и дифференциальные свойства R_ν – обобщенного решения для различных задач с сингулярностью.

В этой статье рассмотрена первая краевая задача для бигармонического уравнения в многоугольной области с одним входящим углом.

Обозначим через $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ – ограниченную невыпуклую многоугольную область с границей $\partial\Omega$, содержащей один входящий угол ω ($\pi \leq \omega \leq 2\pi$) с вершиной в точке $(0,0)$. Через $\bar{\Omega}$ обозначим замыкание Ω , т. е. $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$.

Пусть $\Omega' = \{x \in \bar{\Omega}: (x_1^2 + x_2^2)^{\frac{1}{2}} \leq \delta \ll 1\}$ и $\rho(x)$ весовая функция, совпадающая с расстоянием до точки $(0,0)$ в Ω' и равная δ для всех x из $\bar{\Omega} \setminus \Omega'$. Обозначения для весовых пространств и множеств введены в [1].

В области Ω рассмотрим краевую задачу:

$$\frac{\partial^4 u(x)}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 u(x)}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + \frac{\partial^4 u(x)}{\partial x_2^4} = f(x), \quad x \in \Omega; \quad (2)$$

$$u(x) = 0, \quad x \in \partial\Omega; \quad (3)$$

$$\frac{\partial u(x)}{\partial \mathbf{n}} = \frac{\partial u(x)}{\partial x_1} \mathbf{n}_1 + \frac{\partial u(x)}{\partial x_2} \mathbf{n}_2 = 0, \quad x \in \partial\Omega, \quad (4)$$

где $\mathbf{n}_i = \cos\left(\widehat{\bar{\mathbf{n}}, \overline{Ox_i}} + \frac{\pi}{2}\right)$, $i = 1, 2$.

Учитывая (1), будем предполагать, что правая часть уравнения (2) удовлетворяет условию

$$f \in L_{2,\beta}(\Omega), \quad 1 < \beta < 2.$$

Величина β зависит от размеров угла ω и типа граничных условий.

Введем билинейную и линейную формы

$$a(u, v) = \int_{\Omega} [\rho^{2\nu} \cdot \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x_1^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} \frac{\partial^2 v}{\partial x_1 \partial x_2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x_2^2} \right) + 4\nu \rho^{2\nu-1}$$

$$\begin{aligned}
& \cdot \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} \frac{\partial \rho}{\partial x_1} \frac{\partial v}{\partial x_1} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} \left(\frac{\partial \rho}{\partial x_1} \frac{\partial v}{\partial x_2} + \frac{\partial \rho}{\partial x_2} \frac{\partial v}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} \frac{\partial \rho}{\partial x_2} \frac{\partial v}{\partial x_2} \right) \\
& + 2\nu \rho^{2\nu-2} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} \left((2\nu-1) \left(\frac{\partial \rho}{\partial x_1} \right)^2 + \rho \frac{\partial^2 \rho}{\partial x_1^2} \right) \right. \\
& + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} \left((2\nu-1) \frac{\partial \rho}{\partial x_1} \frac{\partial \rho}{\partial x_2} + \rho \frac{\partial^2 \rho}{\partial x_1 \partial x_2} \right) \\
& \left. + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} \left((2\nu-1) \left(\frac{\partial \rho}{\partial x_2} \right)^2 + \rho \frac{\partial^2 \rho}{\partial x_2^2} \right) \right) \cdot v] dx_1 dx_2,
\end{aligned}$$

$$l(v) = \int_{\Omega} \rho^{2\nu} f v dx.$$

Для задачи (2)–(4) определим R_ν – обобщенное решение.

Определение. Функцию u_ν из множества $W_{2,\nu}^2(\Omega, \delta)$ назовем R_ν – обобщенным решением первой краевой задачи для бигармонического уравнения если для всех v из множества $W_{2,\nu}^2(\Omega, \delta)$ справедливо интегральное тождество

$$a(u_\nu, v) = l(v) \quad (15)$$

для любого значения $\nu > 0$.

В работе доказано существование и единственность R_ν – обобщенного решения в специальном весовом множестве $W_{2,\nu^*}^2(\Omega, \delta)$, которому принадлежит слабое решение; установлена единственность решения для всех параметров ν^* ; найдено условие на параметр ν^* , при выполнении которого, решение будет принадлежать пространству $W_{2,\nu^*}^3(\Omega)$.

В дальнейшем мы планируем использовать это определение решения для построения WFEM. Доказать оценку скорости сходимости приближенного решения по весовому методу конечных элементов к точному решению в нормах весовых пространств $W_{2,\alpha}^2$ и $W_{2,\alpha}^1$. Установить тело оптимальных параметров WFEM при которых достигается теоретическая скорость сходимости. Провести численные эксперименты для серии модельных задач.

Литература

1. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. . Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. Computers & Mathematics with Applications. 2023. Т. 151. С. 408–417.

2. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite-element method for elasticity problems with singularity. В сборнике: Finite Element Method: Simulation, Numerical Analysis, and Solution Techniques. Сер. "Numerical Computing" London, 2018. С. 295–311.
3. Rukavishnikov V. A. Weighted fem for two-dimensional elasticity problem with corner singularity. Lecture Notes in Computational Science and Engineering. 2016. Т. 112. С. 411–419.
4. Rukavishnikov V. A Body of optimal parameters in the weighted finite element method for the crack problem. Journal of Applied and Computational Mechanics. 2021. Т. 7. № 4. С. 2159–2170.
5. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V. New numerical method for the rotation form of the Oseen problem with corner singularity. Symmetry. 2019. Т. 11. № 1. С. 54.
6. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Numerical method for Dirichlet problem with degeneration of the solution on the entire boundary. Symmetry. 2019. Т. 11. № 12. С. 1455.
7. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2022. Т. 403. С. 113841.
8. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O.P. Dynamics of a fluid-filled curvilinear pipeline. Applied Mathematics and Mechanics. 2018. Т. 39. № 6. С. 905–922.
9. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Mathematical model of the pipeline with angular joint of elements. Mathematical Methods in the Applied Sciences. 2020. Т. 43. № 13. С. 7550–7568.
10. Rukavishnikov V. A On differentiability properties of an R_ν -generalized solution of the Dirichlet problem. Soviet Mathematics Doklady. 1990. Т. 40. № 3. С. 653–655.
11. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. On the Dirichlet problem with corner singularity. Mathematics. 2020. Т. 8. № 11. С. 1455.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СЕТОК СО СГУЩЕНИЕМ К ГРАНИЦЕ

Рукавишникова Е. И., Булгаков Д. С., Рукавишников В. А.
Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,
г. Хабаровск
E-mail: vark0102@mail.ru

В последнее десятилетие активно развиваются численные методы решения краевых задач с сингулярностью. Для задач с сингулярностью, вызванной наличием входящих углов на границе, созданы учитывающие особенности математические модели [1–3] и разработаны эффективные численные методы без потери точности [4–8]. В работах [9,10] были сформулированы и исследованы вариационные постановки для уравнений эллиптического типа с вырождением решения на всей границе области. Для построения численных методов с высокой скоростью сходимости предполагается использовать сетки со специальным сгущением к границе. В настоящей работе описана автоматизация триангуляции двумерной выпуклой области со сгущением треугольных элементов в приграничной полосе, представлены примеры реализации созданной программы.

Предположим, что произвольная выпуклая двумерная область Ω с дважды непрерывно дифференцируемой границей принадлежит первому квадранту.

Зададим граничную кривую $\partial\Omega$ последовательностью точек $\{(x_\zeta, y_\zeta), \zeta = 1, \dots, Z\}$, где $x_\zeta, y_\zeta > 0$, $Z \equiv 0 \pmod{4}$.

Введем необходимые данные: действительные числа b и r , натуральное число n . Величина b , определяющая ширину внешней подобласти Ω_1 , задается меньшей, чем минимум радиуса кривизны кривой $\partial\Omega \equiv \Gamma_0$, параметр $r > 1$ характеризует степень сжатия сетки, а n определяет число делений Ω_1 на слои. Через Ω_2 – обозначим внутреннюю подобласть.

Вычислим p_j , $j = 1, \dots, n$, по формуле $p_j = b \left(\frac{j}{n} \right)^r$ и определим координаты точек $(x_{i,j}, y_{i,j})$, $i = 1, \dots, Z$, $j = 1, \dots, n$, лежащих на перпендикулярах и удаленных от границы на расстояния p_j .

Далее, выделив «тройки» координат:

$$\{(x_{1,j}, y_{1,j}), (x_{2,j}, y_{2,j}), (x_{3,j}, y_{3,j})\}, \{(x_{3,j}, y_{3,j}), (x_{4,j}, y_{4,j}), (x_{5,j}, y_{5,j})\}, \dots, \\ \{(x_{\frac{Z}{2}-1,j}, y_{\frac{Z}{2}-1,j}), (x_{\frac{Z}{2},j}, y_{\frac{Z}{2},j}), (x_{\frac{Z}{2}+1,j}, y_{\frac{Z}{2}+1,j})\}, \dots, \\ \{(x_{Z-1,j}, y_{Z-1,j}), (x_{Z,j}, y_{Z,j}), (x_{1,j}, y_{1,j})\},$$

и строим кусочно-полиномиальные кривые Γ_j , $j = 1, \dots, n$ ($\Gamma_0 \equiv \partial\Omega$), делящие подобласть Ω_1 на слои Q_j , $j = 1, \dots, n$.

Теперь на каждом из интерполяционных полиномов, составляющих линию Γ_j , $j = 1, \dots, n$, последовательно расположим узловые точки $B_{l,j} = (x_{l,j}, y_{l,j})$, $l = 1, \dots, N_j$, на расстоянии $\rho(B_{l,j}, B_{l+1,j})$, удовлетворяющем соотношениям

$$\tau_j - \tilde{\varepsilon} < \rho(B_{l,j}, B_{l+1,j}) < \tau_j + \tilde{\varepsilon},$$

где $\tilde{\varepsilon} = \tau_j \cdot \varepsilon'$, ε' – положительная и достаточно малая постоянная величина, l – номер узла на линии Γ_j .

Определив все узлы сеточной области Ω_1^h , осуществим переход к их единой нумерации. Воспользуемся двойной нумерацией точек $B_{i,j}$. Начиная с точки $B_{1,0}$, последовательно перенумеруем точки, принадлежащие кривым Γ_j , $j = 0, \dots, n$, увеличивая порядковый номер i на $\sum_{j=0}^J N_j$, где J указывает номер предыдущей рассматриваемой кривой Γ_{j-1} . В результате будем иметь не только новую (сквозную) нумерацию узловых точек Ω_1^h , но и знать их общее число.

Перейдем к описанию разбиения подобласти Ω_1 на треугольники K_ν , $\nu = 1, \dots, N$. Начиная с точки $B_{1,0}$ линии Γ_0 , будем образовывать элементы триангуляции соединением узловых точек, принадлежащих кривым Γ_j и Γ_{j+1} , $j = 0, \dots, n-1$. Допустим, на некотором шаге этой процедуры получен треугольник $\{B_{i-1,j}, B_{i,j}, B_{i,j+1}\}$ и надо построить следующий. Для этого находим расстояния

$$z_1 = \rho(B_{i,j}, B_{i,j+1}), \quad z_2 = \rho(B_{i,j}, B_{i+1,j+1})$$

и сравниваем их. Возможны два варианта: (а) $z_1 \leq z_2$, (б) $z_1 > z_2$. В случае (а) последовательно соединяем точки $B_{i,j}$ с $B_{i+1,j}$, $B_{i+1,j}$ с $B_{i,j+1}$, $B_{i,j+1}$ с $B_{i,j}$ и проводим маркировку узлов элемента против часовой стрелки, ставя в соответствие номер (1) узлу $B_{i,j}$, номер (2) – $B_{i+1,j}$, номер (3) – $B_{i,j+1}$ и присваивая при этом номер образовавшемуся элементу. В случае (б) соединяем точку $B_{i,j}$ с точкой $B_{i+1,j+1}$, $B_{i+1,j+1}$ с $B_{i,j+1}$, $B_{i,j+1}$ с $B_{i,j}$, а также $B_{i,j}$ с $B_{i+1,j}$, $B_{i+1,j}$ с $B_{i+1,j+1}$, $B_{i+1,j+1}$ с $B_{i,j}$, одновременно маркируя их и фиксируя номер каждого из элементов.

В обоих случаях маркированному узлу конечного элемента ставим в соответствие номер из общей нумерации узловых точек подобласти Ω_1^h .

Для образования следующего треугольника, если предыдущий строился по первому правилу, будем сравнивать расстояния от узла $B_{i+1,j}$ до узлов $B_{i,j+1}$ и $B_{i+1,j+1}$, а если же по второму – расстояния от $B_{i+1,j}$ до $B_{i+1,j+1}$ и $B_{i+2,j+1}$.

Таким образом, соединив, согласно предложенному правилу, все N_j точек кривой Γ_j соответственно с N_{j+1} точками кривой Γ_{j+1} последовательно во всех слоях Q_j , $j = 1, \dots, n$, получим дискретизированную приграничную полосу $\Omega_1^h \subset \Omega$.

Квазиравномерное разбиение внутренней подобласти Ω_2 на элементы можно осуществить по одному из известных методов. Приведем примеры триангуляции по изложенному алгоритму.

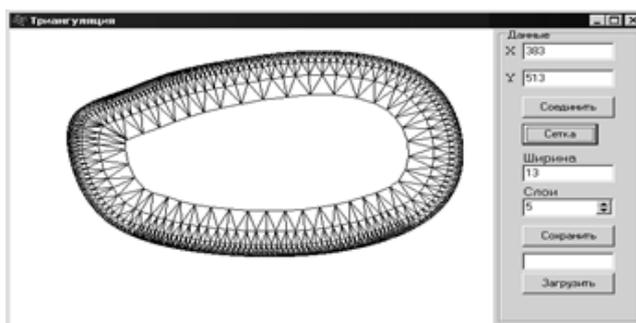


Рис. 1. Триангуляция приграничной полосы

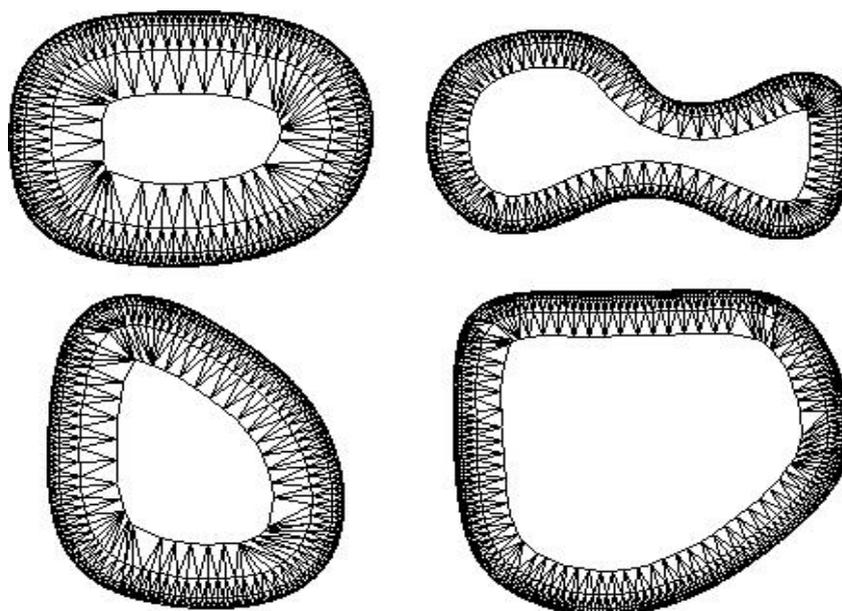


Рис. 2. Дискретизация приграничной полосы различных областей

Литература

1. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Dynamics of a fluid-filled curvilinear pipeline. *Applied Mathematics and Mechanics*. 2018. Т. 39. № 6. С. 905–922.
2. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Mathematical model of the pipeline with angular joint of elements. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*. 2020. Т. 43. № 13. С. 7550–7568.
3. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. On the Dirichlet problem with corner singularity. *Mathematics*. 2020. Т. 8. № 11. С. 1455.
4. Rukavishnikov V. A. Weighted fem for two-dimensional elasticity problem with corner singularity. *Lecture Notes in Computational Science and Engineering*. 2016. Т. 112. С. 411–419.
5. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite-element method for elasticity problems with singularity. В сборнике: *Finite Element Method: Simulation, Numerical Analysis, and Solution Techniques*. Сер. "Numerical Computing" London, 2018. С. 295–311.
6. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V. New numerical method for the rotation form of the Oseen problem with corner singularity. *Symmetry*. 2019. Т. 11. № 1. С. 54.
7. Rukavishnikov V. A. Body of optimal parameters in the weighted finite element method for the crack problem. *Journal of Applied and Computational Mechanics*. 2021. Т. 7. № 4. С. 2159–2170.
8. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. *Computers & Mathematics with Applications*. 2023. Т. 151. С. 408–417.
9. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Numerical method for Dirichlet problem with degeneration of the solution on the entire boundary. *Symmetry*. 2019. Т. 11. № 12. С. 1455.
10. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2022. Т. 403. С. 113841.

ЦИФРОВОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЦЕНТРЕ ПРИ ЮФУ

Рудько Е. А.

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

E-mail: rea@sfedu.ru

Ежегодно в обязанности Управления цифрового сопровождения деятельности университета входит цикл работ по настройке и запуску приемной кампании для обучения в Военном учебном центре при ЮФУ.

Общая схема работы выглядит так. В конце марта начале апреля выходит приказ с правилами приема для обучения в военном учебном центре при ЮФУ (1). На основании этого приказа в системе 1С-Университет заводятся приемные кампании на каждый уровень подготовки (сержанты, солдаты, офицеры, офицеры-магистры).

Программы дополнительного образования | Приемная кампания | Приемная кампания 000000151 от 03.04.2024 16:08:12

Приемная кампания 000000151 от 03.04.2024 16:08:12

Провести и закрыть | Провести | Создать на основании | Действия

Вид образования:

Основное | Этапы приемной кампании | Параметры | Условия подачи заявления на одну программу | Виды контроля

Дата и номер
Номер: Дата:

Тип приемной кампании:

Председатель приемной комиссии:

Секретарь приемной комиссии:

Основная система оценивания:

Приемная кампания 000000151 от 03.04.2024 16:08:12

Провести и закрыть | Провести | Создать на основании | Действия

Вид образования:

Основное | Этапы приемной кампании | Параметры | Условия подачи заявления на одну программу

Сроки проведения

Начало: Окончание: Год поступления:

+ Добавить | Все действия

№ этапа	Уровень подготовки	Начало приема документов	Даты приема согласий на зачисление
	Форма обучения	Окончание приема документов	
	Основание поступления	Дата приказа	
	Особенности приема		
	Категория приема		
	Военное обучение	01.04.2024	
	Очная	13.07.2024 0:00:00	
	Бюджетная основа	26.07.2024	
	На общих основаниях		

Рис. 1. Настройка параметров приемной кампании в 1С

После этого, на основании Правил приема (2) формируются таблицы соответствия гражданских специальностей (направлений подготовки) – военным специальностям:

N	Код специальности	Специальность	Специализация	Форма обучен.	Код военной сп.	Военная спец.	Военная форм...
1	01.03.01	Математика		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
2	01.03.02	Прикладная математика и информатика		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
3	01.03.03	Механика и математическое моделирование		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
4	02.03.02	Фундаментальная информатика и информационные технологии		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
5	03.03.02	Физика		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
6	03.03.03	Радиофизика		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
7	05.03.01	Геология		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
8	05.03.02	География		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
9	05.03.04	Гидрометеорология		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
10	05.03.06	Экология и природопользование		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
11	09.03.01	Информатика и вычислительная техника		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
12	09.03.02	Информационные системы и технологии		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
13	09.03.03	Прикладная информатика		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
14	11.03.02	Информационные технологии и системы связи		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
15	12.03.01	Приборостроение		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
16	14.03.02	Ядерная физика и технологии		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
17	16.03.01	Техническая физика		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
18	27.03.03	Системный анализ и управление		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная
19	27.03.05	Иммунология		Очная	ВУС 420	ВУС 420	Очная

Рис. 2. Таблица соответствия гражданских и военных специальностей в 1С

Одновременно с этим сотрудниками Военного учебного центра должны быть сформированы учебные планы по каждой военной специальности.

После этого на основе учебных планов создаются и настраиваются конкурсные группы по каждому направлению, формируется план набора.

Рис. 3. Создание конкурсных групп и плана набора в 1С

Следующим этапом для каждой кампании формируются вступительные испытания.

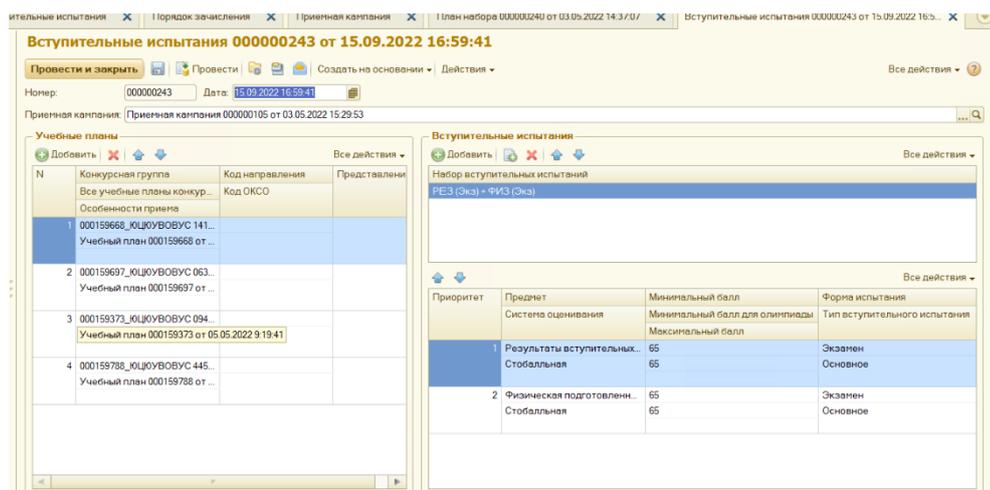


Рис. 4. Настройка вступительных испытаний в 1С

Далее создаются документы «порядок зачисления» на каждую кампанию.

На основании внесенных данных сервис 1С-Университет WebAbitMilitary, используя HTTP-запросы по протоколу SOAP, для каждого студента, удовлетворяющего правилам приема (по курсу, форме обучения, гражданству, полу, гражданской специальности и т. д.) формирует список доступных для поступления на ВУЦ военных специальностей по каждой приемной кампании. Этот список может быть как пустым (например, если гражданская специальность не соответствует никакой военной согласно таблице – см. Рис.2), так и иметь непустое значение для разных кампаний. Данные передаются на сторону Личного кабинета студента (далее ЛКС) в виде XML, которые разбирается РНР-процедурой и для каждого авторизованного студента в ЛКС, заполняя шаблон, формируется страница со списком доступных для подачи заявлений на обучение кампаний.

Если студенту доступна подача заявки на военное обучение, то, нажав кнопку «подать заявление» на выбранную кампанию, он формирует ответ, который передается обратно в 1С-Университет, где создается запись о поданных заявлениях на все доступные военные специальности выбранной приемной кампании. Заявку можно отозвать из ЛКС, тогда на стороне 1С-Университет создается запись об отзыве заявления.

Какие есть проблемы в процессе?

1. Невозможность своевременного получения необходимых данных для настройки приемных кампаний.
2. Секретность части данных (например, КЦП).
3. Если требуются внесение изменений в критерии отбора (например, прием женщин), то требуется вносить изменения в сервис

WebAbitMilitary (исполнитель – Инфоком), и в разбор ответа сервиса на стороне ЛКС, что не происходит быстро. А о необходимости таких изменений невозможно узнать до выхода приказа.

Какие организационные и технические изменения необходимы?

Подготовку к приемным кампаниям для обучения в ВУЦ необходимо начинать заранее, до выхода приказа, еще на этапе его подготовки.

А именно:

1. Передавать в согласованном формате в виде Excel-файла **список изменений** для таблиц соответствия гражданских и военных специальностей (чтобы исключить сверку полных списков всех специальностей ЮФУ).
2. Либо передавать в согласованном формате в виде Excel-файла **списки соответствия** гражданских и военных специальностей для автоматической загрузки через сервис 1С-Университет (требует доработки/исправления).
3. Заранее формировать в 1С-Университет учебные планы по каждой ВУС.
4. Заранее предоставлять необходимые сведения для настройки приемных кампаний (сроки, фамилии ответственных, даты этапов).
5. Если КЦП секретны, то организовать в 1С-Университет отдельный интерфейс с доступом для внесения этих цифр в систему сотрудником, имеющим соответствующий допуск к работе с секретными данными.
6. Изменить интерфейс в ЛКС для отображения доступных приемных кампаний и кнопок подачи/отзыва заявлений.
7. Возможно, требуется более глубокая концептуальная проработка и **изменение работы всего процесса** приемной кампании на ВУЦ в ЮФУ.

Литература

1. ПРИКАЗ Об утверждении правил приема граждан Российской Федерации в Военный учебный центр при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» по программам подготовки офицеров, сержантов и солдат запаса в 2024/2025 учебном году.
2. ПРАВИЛА ПРИЕМА граждан Российской Федерации в Военный учебный центр при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» по программам подготовки офицеров, сержантов и солдат запаса в 2024/2025 учебном году.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКСИДНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА СО СТРУКТУРОЙ Ga_2O_3/Cu_2O

Саенко А. В., Билык Г. Е., Жейц В. В., Малюков С. П.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: avsaenko@sfnedu.ru

В настоящее время существенно возрос интерес к разработке неорганических оксидных солнечных элементов, поскольку оксидные полупроводники обладают потенциалом снижения стоимости изготовления солнечного элемента, а также являются химически стабильными и безопасными для окружающей среды материалами [1]. В качестве фотоактивного оксидного полупроводника р-типа широко исследуется Cu_2O с шириной запрещенной зоны 1,9–2,2 эВ, который имеет высокий коэффициент поглощения, большую диффузионную длину носителей заряда и низкое электронное сродство, что делает его перспективным материалом для генерации электронно-дырочных пар. При этом многообещающим оксидным полупроводником n-типа выступает Ga_2O_3 , который используется в качестве широкозонного окна из-за большой ширины запрещенной зоны (4,8–5,2 эВ) для формирования р-n-гетероперехода солнечного элемента [2].

В работе проведено моделирование оксидного солнечного элемента на основе р-n гетероперехода Ga_2O_3/Cu_2O в программе численного моделирования SCAPS. Исследовано влияние толщины пленок Cu_2O и Ga_2O_3 , а также концентрации дефектов в них на эффективность оксидного солнечного элемента.

Для подтверждения используемых при моделировании параметров материалов была построена модель солнечного элемента со структурой AZO/ $Ga_2O_3/Cu_2O/Au$ и проведено сравнение полученных теоретических результатов фотоэлектрических параметров с экспериментальными данными, представленными в работе [2]. Результаты моделирования фотоэлектрических параметров (эффективность 4,2 %) показывает близкое соответствие с экспериментальными данными (эффективность 3,97 %) при значениях шунтирующего $500 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$ и последовательного сопротивлений $50 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$ [1].

Основными факторами, влияющими на эффективность солнечного элемента, являются толщина и концентрация дефектов в пленке Cu_2O , осуществляющей поглощение солнечного излучения. Моделирование проводилось при изменении толщины Cu_2O в диапазоне от 0,1 до 8 мкм и концентрации дефектов (вакансий меди) от 10^{13} до 10^{18} см^{-3} (рисунок 1). Величины шунтирующего и последовательного сопротивлений принимались равными 2500 и $3,3 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$ соответственно [1].

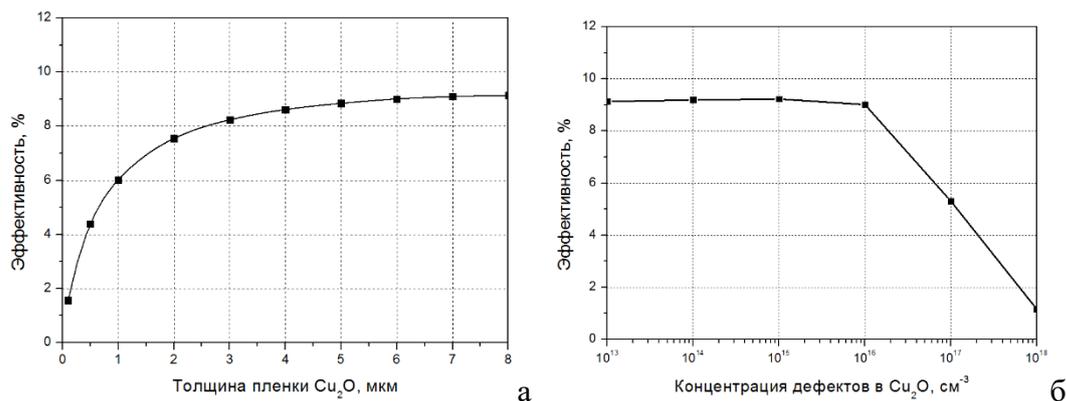


Рис. 1. Зависимость эффективности солнечного элемента от толщины (а) и концентрации дефектов (б) в пленке Cu_2O

Из рисунка 1 (а) видно, что эффективность солнечного элемента резко возрастает с 1,56 до 8,24 % при увеличении толщины пленки Cu_2O до 3 мкм, а затем возрастание становится менее выраженным (эффективность 9,19 % при толщине Cu_2O 8 мкм), после того как плотность тока короткого замыкания становится больше 10 мА/см^2 , что связано возрастанием плотности тока короткого замыкания с 2,28 (при 100 нм) до $10,18 \text{ мА/см}^2$ (при 3 мкм) и дальше до $11,03 \text{ мА/см}^2$ (при 8 мкм). Таким образом, в качестве оптимальной толщины пленки Cu_2O было выбрано значение 6 мкм (эффективность 9,01 %), поскольку дальнейшее её увеличение на каждые 1 мкм приводит к возрастанию эффективности менее чем на 0,1 %.

Из рисунка 1 (б) видно, что увеличение концентрации дефектов в пленке Cu_2O до 10^{15} см^{-3} приводит к незначительному возрастанию эффективности солнечного элемента с 9,13 до 9,23 %, а дальнейшее увеличение концентрации дефектов до 10^{18} см^{-3} приводит к снижению эффективности до 1,16 %. Увеличение концентрации дефектов в пленке Cu_2O приводит к снижению плотности тока короткого замыкания от 11,92 до $2,08 \text{ мА/см}^2$ за счет возрастания скорости рекомбинации носителей заряда, при этом напряжение холостого хода сначала возрастает от 1,06 до 1,11 В, а затем снижается до 1,02 В. Таким образом, оптимальная концентрация дефектов в Cu_2O составляет 10^{15} см^{-3} , что позволяет получить эффективность 9,23 %.

Для исследования влияния толщины и концентрации дефектов (кислородных вакансий) в пленке Ga_2O_3 на эффективность солнечного элемента проведено моделирование при толщине от 10 до 200 нм и концентрации дефектов от 10^{15} до 10^{19} см^{-3} (рисунок 2).

Из рисунка 2 (а) видно, что увеличение толщины пленки Ga_2O_3 приводит к резкому возрастанию эффективности солнечного элемента до 10,18 % за счет наилучшего разделения генерированных электронно-дырочных пар, что способствует возрастанию напряжения холостого хода от 1,08 до 1,12 В. Таким образом, толщина пленки Ga_2O_3 должна составлять порядка 70 нм.

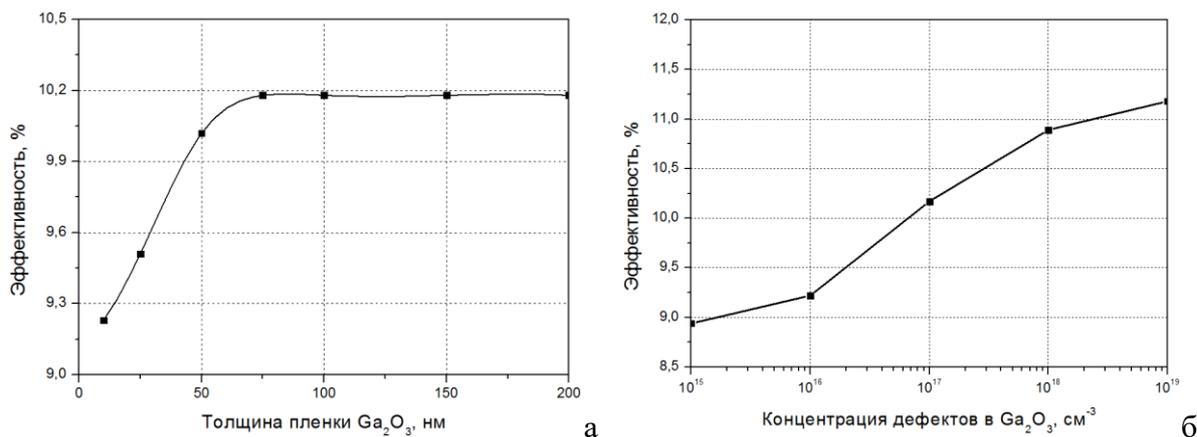


Рис. 2. Зависимость эффективности солнечного элемента от толщины (а) и концентрации дефектов (б) в пленке Ga₂O₃

Из рисунка 2 (б) видно, что увеличение концентрации дефектов в пленке Ga₂O₃ приводит к увеличению эффективности солнечного элемента от 8,94 до 11,18 % и связано с возрастанием напряжения холостого хода с 1,07 до 1,21 В, при этом плотности тока короткого замыкания практически не изменяется и составляет порядка 11,5 мА/см². Таким образом, оптимальная концентрация дефектов в Ga₂O₃ составляет 10¹⁹ см⁻³.

В результате показано, что оптимальная толщина и концентрация дефектов в пленке Cu₂O составляет порядка 6 мкм и 10¹⁵ см⁻³, а пленки Ga₂O₃ – порядка 70 нм и 10¹⁹ см⁻³ соответственно. Получена максимальная эффективность солнечного элемента на основе Ga₂O₃/Cu₂O равная 11,18 % (плотность тока короткого замыкания 11,49 мА/см², напряжение холостого хода 1,21 В, фактор заполнения 76,19 %).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00827, <https://rscf.ru/project/23-29-00827/> в Южном федеральном университете.

Литература

1. Саенко А. В., Билык Г. Е., Малюков С. П. Моделирование оксидного солнечного элемента на основе гетероперехода ZnO/Cu₂O // Прикладная физика, 2023, № 4, с. 66–77.
2. Yun Seog Lee, Danny Chua, Riley E. Brandt, Sin Cheng Siah, Jian V. Li, Jonathan P. Mailoa, Sang Woon Lee, Roy G. Gordon, Tonio Buonassisi. Atomic Layer Deposited Gallium Oxide Buffer Layer Enables 1.2 V Open-Circuit Voltage in Cuprous Oxide Solar Cells // Adv. Mater., 2014, 26, 4704–4710.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКРАННОГО ШЕЙДЕРА С ИМИТАЦИЕЙ ШТРИХОВ ДЛЯ ПОСТОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ИГРОВЫХ ПРОЕКТАХ

Селина М. К., Демяненко Я. М.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: mselina@sfnedu.ru, demyanam@gmail.com

Шейдеры для постобработки изображений представляют собой мощный инструмент в области компьютерной графики, позволяющий преобразовывать и улучшать визуальное восприятие изображений в реальном времени. Они играют ключевую роль в создании эффектов, таких как цветокоррекция, размытие, добавление освещения и многие другие, повышая качество и реализм графики в игровых проектах.

Разрабатываемый шейдер был вдохновлен стилистикой игры Return of the Obra Dinn [1] (рис.1).

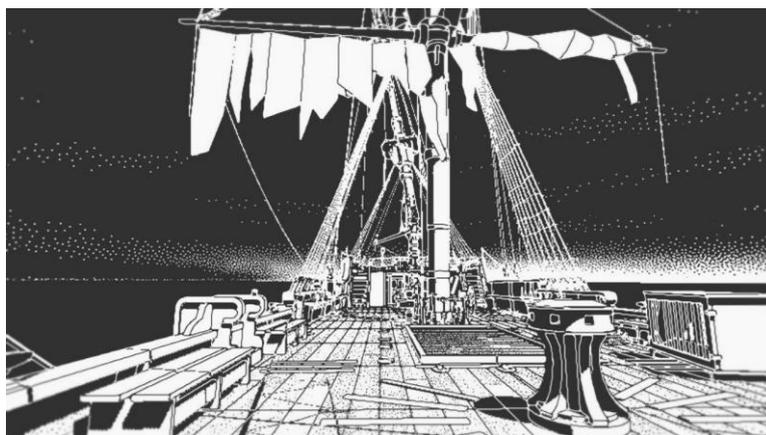


Рис. 1. Скриншот из игры Return of the Obra Dinn

Основными шагами при создании шейдера будут являться:

- определение границ объектов;
- добавление зернистости;
- объединение результатов двух предыдущих проходов;
- добавление цвета.

Определение границ в контексте графических эффектов является не простой задачей. Существует множество действенных способов добиться этого, например, применение к изображению оператора Собеля [2]. Однако несмотря на относительную простоту в реализации данного метода, после его работы на изображении остаются границы, которые человек не выделяет

как таковые при обычном взгляде на объекты. Было решено реализовать метод определения границ Канни [3]. По своей сути данный алгоритм принимает на вход данные после применения оператора Собеля и в дальнейшем уточняет или отбрасывает контуры объектов.

Для следующего шага в нашем плане нам необходимо воспользоваться эффектом дизеринга [4], который позволяет создавать иллюзию большего числа оттенков цвета, чем фактически доступно в палитре. Этот метод используется для уменьшения видимости ступенчатости в изображениях с ограниченным количеством цветов или битовой глубиной. При применении данного эффекта текстура шума накладывается на изображение в оттенках серого, и далее происходит сравнение каждого пикселя изображения и соответствующего пикселя шума. Если значение пикселя изображения больше значения шума, то значение равняется 1, а в другом случае 0. Применение эффекта дизеринга позволяет сглаживать переходы между цветами и улучшать визуальное восприятие изображений, особенно при ограниченной цветовой палитре. Этот метод широко используется в графических приложениях, веб-дизайне, печати и других областях, где важна точность передачи цветовой информации.

Нам останется лишь объединить результаты предыдущих двух этапов и заключительным шагом позволить пользователю назначать два цвета, для удобства применения нашего шейдера. Результат работы шейдера показан на рис. 2.

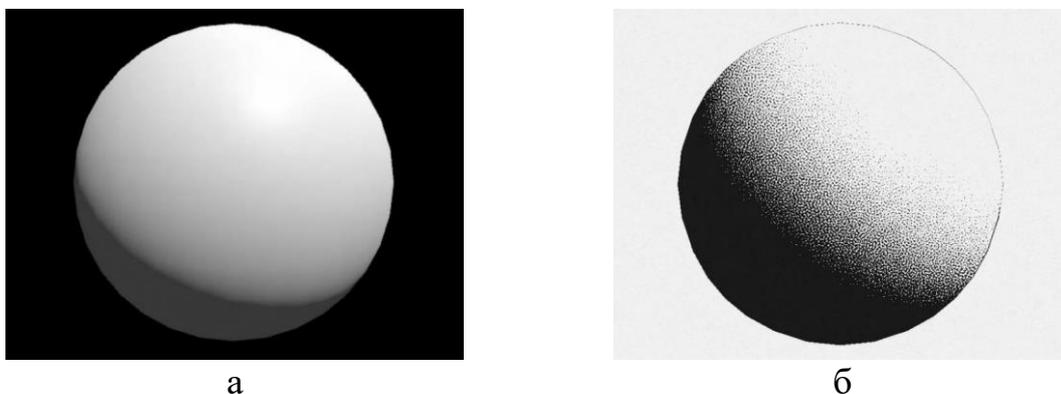


Рис. 2. Исходное изображение (а) и это же изображение после работы шейдера (б)

В итоге реализованный шейдер создает довольно необычный эффект имитации штрихов, который позволит стилистически выделиться любому игровому проекту, а также привнести оригинальность и уникальность визуальному оформлению. Данный шейдер может значительно повысить визуальный интерес к игре, добавив ей художественный шарм и особенный стиль которые сделают игровой мир более привлекательным и запоминающимся для игроков.

Литература

1. Сайт игры Return of the Obra Dinn URL: <https://obradinn.com/> (последнее обращение 19.03.2024)/.
2. Статья об обнаружении границ на изображениях методом оператора Собела URL: <https://nrsyed.com/2018/02/18/edge-detection-in-images-how-to-derive-the-sobel-operator/> (последнее обращение 18.03.2024).
3. Статья о детекторе границ Канни URL: <https://habr.com/ru/articles/114589/>.
4. Статья о различных видах дизеринга URL: <https://www.ronja-tutorials.com/post/042-dithering/>.

О КОМПАКТНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Селищев А. А.

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

Моделирование движений жидкости и газов в пористых средах является актуальным для прикладных проблем геофизики, теплоэнергетики и др. [1]. При этом возникают интересные эффекты, в частности, для плоской задачи конвекции Дарси было обнаружено ответвление семейства стационарных режимов от состояния механического равновесия [2]. Это явление было объяснено Юдовичем В. И. [3] на основе разработанной им теории косимметрии. Исследование однопараметрического семейства стационарных решений конечно-разностным методом второго порядка, сохраняющим косимметрию для дискретных аналогов, приведено в [4].

Компактные конечно-разностные схемы позволяют увеличить порядок аппроксимации исходных систем без изменения шаблона или при незначительном его увеличении [5]. В ряде работ развиваются бикомпактные схемы для решения уравнений гиперболического типа, см., например, [6]. Важнейшим элементом построения таких схем является использование интегро-интерполяционного метода и формул Симпсона или Эйлера-Маклорена.

В данной работе предложена аппроксимация уравнений в естественных переменных для плоской задачи конвекции Дарси, позволяющая повысить точность решения по сравнению со схемой второго порядка точности. Используется схема с четырьмя типами узлов, составляющих основную и три смещенных сетки. Показано, что в результате дискретного перехода получается система уравнений относительно функции тока и девиации температуры на основной сетке, а соответствующая система уравнений отвечает девятиточечному шаблону. Приведены результаты вычислений для спектральной задачи по определению критических чисел Рэлея, отвечающих возникновению конвективных движений.

Рассматривается прямоугольная область $\Omega = [0, a] \times [0, b]$, состоящая из пористого материала, насыщенного жидкостью. Для описания движения используется модель в естественных переменных, основанная на законе Дарси [4]:

$$0 = p_x + u, \quad 0 = p_z + w - \theta, \quad (1)$$

$$0 = u_x + w_z, \quad \dot{\theta} = \Delta\theta - \lambda w - u\theta_x - w\theta_z, \quad (2)$$

где u , w – горизонтальная и вертикальная скорости, p – давление, θ – девиация температуры от равновесного профиля на границе, а λ есть фильтрационное число Рэлея.

На нижней границе осуществляется подогрев жидкости, сбоку поддерживается линейный по высоте профиль температуры. Для скоростей формулируется условия непротекания. Таким образом, краевые условия для естественных имеют вид

$$\theta|_{\partial\Omega} = 0, \quad u|_{z=0,b} = 0, \quad w|_{x=0,a} = 0.$$

Задача решается методом конечных разностей с использованием смещенных сеток. По x и z вводятся равномерные разбиения ω_h и ω_g с шагами $h = a/(n + 1)$ и $g = b/(m + 1)$, соответственно. Далее приняты следующие обозначения $f_i^j = f(x_i, z_j)$. Для всех неизвестных функций вводятся сетки

$$\begin{aligned} \omega_u &= \{u_i^{j+1/2}, \quad i = 0, 1, \dots, n + 1, \quad j = 0, 1, \dots, m\}, \\ \omega_w &= \{w_{i+1/2}^j, \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad j = 0, 1, \dots, m + 1\}, \\ \omega_p &= \{p_{i+1/2}^{j+1/2}, \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad j = 0, 1, \dots, m\}, \\ \omega_\theta &= \{\theta_i^j, \quad i = 0, 1, \dots, n + 1, \quad j = 0, 1, \dots, m + 1\}. \end{aligned}$$

Схематичное расположение узлов основной и смещенных сеток показано на рис. 1. Отметим, что при переходе к задаче для функции тока ψ и температуры их значения определяются в одних узлах (основная сетка).

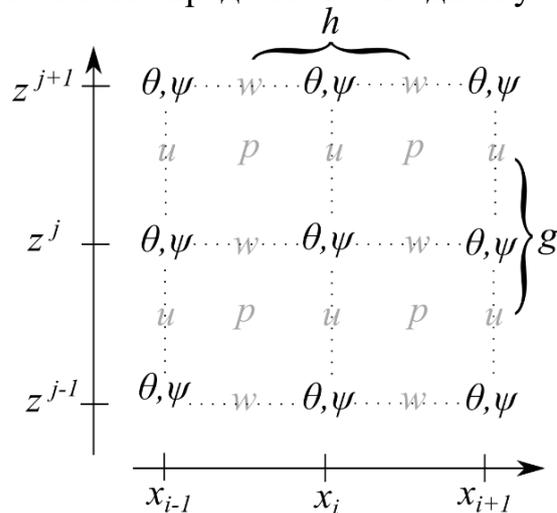


Рис. 4. Схема размещения узлов основной и смещенных сеток

Интегрируя первое уравнение (1) на отрезке $[x_{i-1/2}, x_{i+1/2}]$ и заменяя интеграл по формуле центральных прямоугольников, получим

$$0 = u_i^{j+1/2} + \frac{1}{h} \left(p_{i+1/2}^{j+1/2} - p_{i-1/2}^{j+1/2} \right).$$

Аналогично имеем

$$\begin{aligned} 0 &= u_{i+1/2}^j + \frac{1}{g} \left(p_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} - p_{i+\frac{1}{2}}^{j-\frac{1}{2}} \right) + \frac{1}{2} (\theta_{i+1}^j + \theta_i^j), \\ 0 &= \frac{1}{h} \left(u_{i+1}^{j+\frac{1}{2}} - u_i^{j+\frac{1}{2}} \right) + \frac{1}{g} \left(w_{i+\frac{1}{2}}^{j+1} - w_{i+\frac{1}{2}}^j \right), \\ \dot{\theta}_i^j &= L_x \theta_i^j + L_z \theta_i^j + \frac{1}{2} \left(w_{i+\frac{1}{2}}^j + w_{i-\frac{1}{2}}^j \right) + F_i^j, \end{aligned}$$

где L_x и L_z – трехточечные операторы, аппроксимирующие вторые производные, F_i^j – нелинейное слагаемое в уравнении теплопроводности. Полученная схема использовалась в [4].

Для повышения порядка точности используем формулу Симпсона.

$$0 = \frac{1}{h} \left(p_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} - p_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} \right) + \frac{1}{12} \left(u_{i-1}^{j+\frac{1}{2}} + 10u_i^{j+\frac{1}{2}} + u_{i+1}^{j+\frac{1}{2}} \right).$$

Аналогично

$$0 = \frac{1}{g} \left(p_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} - p_{i-\frac{1}{2}}^{j-\frac{1}{2}} \right) + \frac{1}{12} \left(w_{i+\frac{1}{2}}^{j+1} + 10w_{i+\frac{1}{2}}^j + u_{i+\frac{1}{2}}^{j-1} \right) + \frac{1}{2} (\theta_{i\pm 1}^j + \theta_i^j).$$

Из системы разностных уравнений далее исключаются давления, а компоненты скорости заменяются на дискретные аналоги выражений $u = \psi_z$, $w = -\psi_x$. Тогда система из четырех уравнений в естественных переменных сводится к задаче для векторов узловых переменных $\Theta = (\theta_1^1, \theta_2^1, \dots)$, $\Psi = (\psi_1^1, \psi_2^1, \dots)$:

$$A\Psi - B\Theta = 0, \quad \dot{\Theta} = A\Theta + B\Psi + F,$$

где матрица A отвечает оператору Лапласа на девятиточечном шаблоне, а B – производной по горизонтальной координате. Отметим, что в [7] схема повышенного порядка для системы уравнений в переменных функция тока и девиация температуры была найдена методом неопределенных коэффициентов.

В результате вычислительного эксперимента было обнаружено, что точность спектральной задачи зависит от параметра $\kappa = g/h$ (рис. 2). На рис. 2 приведены графики критических значений фильтрационного числа Рэлея для двух фиксированных разбиений по вертикальной координате в зависимости от отношения шагов разностной сетки $\kappa = g/h$.

Работа выполнена в Южном федеральном университете при поддержке РФФ, грант № 23-21-00221.

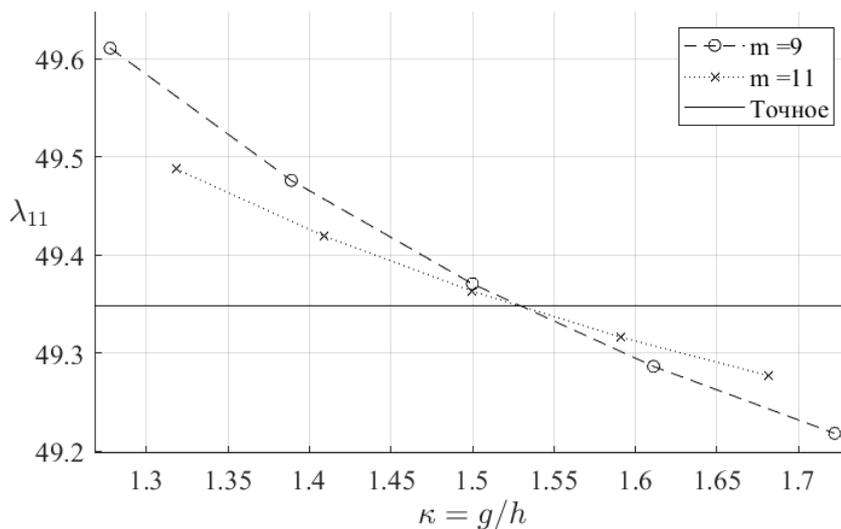


Рис. 2. Зависимость критического числа Рэлея от отношения $\kappa = g/h$ при фиксированном шаге по z ; $a = 1$, $b = 2$

Литература

1. Nield D. A., Bejan A. Convection in Porous Media. Third Edition. – New York: Springer, 2006 – 640 p.
2. Любимов Д. В. О конвективных движениях в пористой среде, подогреваемой снизу // ПМТФ. – 1975. – № 2. – С. 131–137.
3. Юдович В. И. Косимметрия, вырождение решений операторных уравнений, возникновение фильтрационной конвекции // Мат. Заметки. – 1991. – Т. 49, № 5. – С. 142–148.
4. Karasozen B., Tsybulin V. G. Mimetic discretization of two-dimensional Darcy convection // Computer Physics Communications. – 2005. – Vol. 167. – P. 203–213.
5. Толстых А. И. Компактные и мультиоператорные аппроксимации высокой точности для уравнений в частных производных. – М.: Наука, 2015 – 350 с.
6. Рогов Б. В., Брагин М. Д. Бикомпактные схемы для многомерного уравнения конвекции диффузии // Ж. вычислительной математики и мат. физики. – 2021. – Т. 61, № 4. – С. 625–643.
7. Селищев А. А., Цибулин В. Г. Разностная схема повышенного порядка для анализа фильтрационной конвекции // ТВИМ. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 92–102.

РАСПОЗНАВАНИЕ ШРИФТА БРАЙЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТИ YOLOv9: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ ДОСТУПНОСТИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Серый В. В.

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

E-mail: greybasil2000@yandex.ru

Введение в проблему

Распознавание шрифта Брайля – важная задача для повышения доступности информации для слабовидящих людей. Традиционные методы распознавания требуют сложной предварительной обработки изображений, что замедляет процесс и снижает точность распознавания.

Применение нейросетей в задаче распознавания шрифта Брайля

Нейросети семейства YOLO, особенно обновленная версия YOLOv9, предоставляют эффективные инструменты для обнаружения и классификации объектов на изображениях. Применение YOLOv9 к задаче распознавания шрифта Брайля позволяет обнаруживать и классифицировать брайлевские символы с высокой точностью.

Предварительная обработка данных

Для успешного применения YOLOv9 необходима предварительная обработка изображений с брайлевским текстом, включающая бинаризацию, сегментацию и удаление шума, чтобы улучшить качество распознавания.

Обучение нейросети

Для обучения YOLOv9 на задаче распознавания шрифта брайля необходимо создать подходящий набор данных с размеченными изображениями брайлевского текста, а затем провести процесс обучения с использованием подходящих алгоритмов и оптимизаторов.

Эксперименты и результаты

Проведение экспериментов с использованием обученной модели YOLOv9 на тестовом наборе данных позволяет оценить качество распознавания брайлевских символов и сравнить его с результатами работы других нейросетевых моделей.

Выводы и перспективы

Применение нейросетей, таких как YOLOv9, к задаче распознавания шрифта брайля обещает значительное улучшение процесса и повышение точности распознавания, что способствует повышению доступности информации для слабовидящих людей. Дальнейшие исследования могут сосредоточиться на улучшении алгоритмов обработки данных и оптимизации модели для еще более точного и эффективного распознавания шрифта Брайля.

ИННОВАЦИОННЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ МЕТОД ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Смагличенко Т. А.¹, Саянкина М. К.¹, Смагличенко А. В.²

¹ *ИПНГ РАН «Институт Проблем Нефти и Газа»,*

г. Москва

² *Институт сейсмологии и геодинамики,*

г. Симферополь

E-mail: tasmaglichr@gmail.com

Фундаментальные методы решения обратной задачи по визуализации распределения численных показателей физических свойств сплошных сред позволяют увидеть структуры, ответственные за ее состояние. Такие задачи формализуются с помощью дифференциальных уравнений, имеющих или не имеющих граничные условия. При аппроксимации частных производных разного порядка, входящих в дифференциальное уравнение, выбираются подходящие разностные сетки, и появляется возможность сформировать нелинейную или линейную систему уравнений. Как правило, нелинейность можно отладить соответствующими линейными итерационными процедурами. Таким образом, «краеугольным камнем» практического моделирования состояния среды является эффективное применение современных достижений в области развития численных методов решения линейных систем.

Значимым вызовом современности является существование экологических проблем. Один из примеров – нарушение экологии Азовского моря в связи с загрязнением чистых вод. В исследовании [1] диффузионный перенос вещества смоделирован как краевая задача нестационарного процесса диффузии. Для аппроксимации производных использовались адаптивные сетки подходящих размеров, что привело к необходимости разработки оригинальных численных методов решения специфических несимметричных систем линейных уравнений [1].

В настоящей работе мы описываем новую модификацию классического численного метода координатного спуска, так называемого выбранного координатного спуска (ВКС) и демонстрируем результаты его применения для обозначения места, нежелательного для бурения на площадках добычи геотермальной или топливной энергии. Традиционный метод координатного спуска [2] является итерационным, и соответственно альтернативой прямым решателям, которые применяют матричное разложение по сингулярным значениям, в том числе разложение матрицы Якоби. Как показывает опыт использования общепринятого метода координатного спуска [2], в связи с циклическими процедурами поиска координатных направлений проверяется несколько направлений

минимизации функционала, регулирующего совместность правой и левой частей системы линейных уравнений. Разработанное нами аналитическое решение [3] однозначно определяет направление поиска минимума, что делает схему решения более робастной. Более того, нами создана формула определения разрешения неизвестной компоненты системы [3], что позволяет оценить степень правильности в смысле метода наименьших квадратов полученного решения для нее. Включение в результат только хорошо разрешенных компонент обеспечивает адекватное представление численного картирования определяемого физического параметра системы. Практическая технология ВКС была использована для идентификации сейсмических неоднородностей в одном из районов высокоширотной Арктики на северо-востоке Исландии [4]. Две базовые геотермальные станции Крафла и Тейстарейкир расположены в пределах 20 км. На близлежащих к станциям площадках проводится бурение, чтобы найти скважины с горячей термальной водой, которая будет переработана на станциях для обеспечения практических нужд населения в тепле и электричестве. Не всегда выборы мест бурения в данном районе были удачными. Так, на начальном этапе функционирования станции Крафла в пробуренную скважину проникли кислые вулканические газы, что вызвало коррозию скважины и ее оборудования. Внутри бурильной трубы образовалась накипь, и пара не хватало для выработки электроэнергии. В данном случае последующий выбор места бурения должен был предусматривать взаимное расположение вулкана и скважины, чтобы избежать затрат на ликвидацию поломанного оборудования и простой станции.

Мы рассмотрели проблему экологического риска выбора места бурения с другой точки зрения. Недавние исследования японских сейсмологов [5] выявили, что гипоцентры сильных сейсмических событий располагаются на границе неоднородностей, характеризующихся высокими и низкими сейсмическими скоростями, то есть на границе контрастных геологических структур. Поэтому сейсмически неустойчивых регионах становится актуальным определение таких структур на этапе планирования бурения. Рисунок 1 построен на основе полученного распределения численных значений сейсмической скорости, но при условии, что только хорошо разрешенные с помощью применения ВКС компоненты решения системы линейных уравнений участвовали в данном построении. Найденные контрастные неоднородности обозначены светлым и темным тонами. Белый цвет соответствует низкой скорости, в то время как темный цвет обозначает высокую скорость. Красная полоса между неоднородностями является критической в том смысле, что в случае бурения в пределах полосы подвижки коры или грунта могут возникнуть там быстрее, чем в любом другом месте. Бурение вдоль полосы может

спровоцировать сейсмическое событие, которое нарушит экологическое равновесие, и проведение буровых работ окажется бесполезным.

Известно, что Азовский регион является энергетически перспективным, так как располагает немалыми ресурсами нефтегазоносных зон на континентальном шельфе. Это послужило причиной для бурения поисково-разведочных скважин в море. Однако самым рискованным аспектом добычи в мелководной среде является техногенное загрязнение моря, связанное с разливами нефти. Это приводит к токсикологическим последствиям, когда в море попадают тяжелые металлы, органические кислоты и т.д., что губительно не только для морской воды, но и для рыб (камбалы, форели, трески, осетровых), реагирующих на загрязнение.

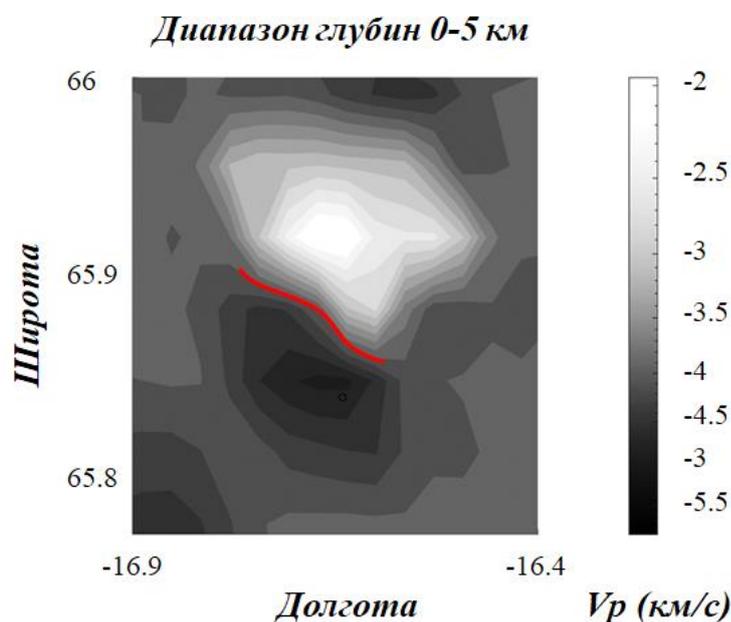


Рис. 1. Результат применения инновационного метода выбранного координатного спуска (ВКС) к сейсмическим данным, зарегистрированным в арктическом регионе, где проводятся буровые работы. Выявленная линия экологического риска бурения обозначена красным цветом [4]

В связи с мелководными шельфовыми отложениями, эксплуатируемые скважины Азовского моря можно характеризовать как открытые незащищенные экологические системы. Ситуация осложняется тем, что присутствие многочисленных нефтеналивных судов в море также является фактором экологического риска. Так, известен случай, когда внезапный ураган над Черным и Азовским морями затопил суда. Высокие концентрации нефти попали в залив и загрязнили воду, погибло много птиц [6].

Исследования, проведенные в [7], показали перспективу на нефтегазоносность поднятий осадочных отложений в северо-восточной части Азовского моря. Прошлые изучения были вне прибрежной зоны на мелководье в море. Современные данные [7] выявили вероятность газовых залежей на южном погружении Ростовского выступа. Так, проанализированы три открытых газоконденсатных месторождения: Кущевское, Северо-Кущевское, Екатериновское. Глубина залегания продуктивных горизонтов от 1400 до 1700 м. Но по запасам газа эти месторождения невелики. В целом, для северо-восточной части Азовского моря ожидается, что в прибрежной части моря новые месторождения могут залегать в диапазоне глубин 1500–2000 м. Добыча нефти и газа на больших глубинах может быть более безопасной для экологии Азовского региона.

Важно отметить, что описанный здесь численный метод способен не только дать оценку взаимного расположения крупномасштабных неоднородностей, как индикаторов экологического риска внезапного возникновения техногенного сейсмического события. Рассмотренная инновационная технология может детально просветить геометрию природного резервуара месторождения нефти и газа. Для прибрежных зон добычи такая информация значительно могла бы снизить экологические риски разлива нефти из резервуаров в море. При этом качество визуализации среды определяется достаточно плотной расстановкой сейсмических приемников на изучаемой площади и базой данных зарегистрированных сейсмических сигналов с привлечением других численных инструментов, улучшающих отношение сигнал/шум.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема «Фундаментальный базис энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных, инновационных и цифровых технологий поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, исследование, добыча и освоение традиционных и нетрадиционных запасов и ресурсов нефти и газа; разработка рекомендаций по реализации продукции нефтегазового комплекса в условиях энергоперехода и политики ЕС по декарбонизации энергетики (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования)», № 122022800270-0).

Литература

1. Муратова, Г. В. Математическое моделирование процессов конвективно-диффузионного переноса в движущихся средах: автореферат дис. доктора физико-математических наук: 05.13.18. Ин-т мат. моделирования РАН. Москва, 2006. 35 с.

2. Tibshirani, R. Dykstra's algorithm, ADMM, and coordinate descent: connections, insights, and extensions. In: 31st Conference on Neural Information Processing. 2017.
3. Smaglichenko, T. A., Smaglichenko, A. V. Resolution estimates for selected coordinate descent: identification of seismic structure in the area of geothermal plants / Proceedings of IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2021 Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems. Nantes: Springer, Cham, 2021. Vol. 630. P. 580–588.
4. Smaglichenko, T., Smaglichenko, A. Identification of Inhomogeneities: The Selected Coordinate Descent Method Applied in the Drilling Area // Mathematics. 2023. Vol. 11. Id 4297. <https://doi.org/10.3390/math11204297>
5. Murai, Y. et al. Seismic velocity structure insouthern Hokkaido deduced from ocean-bottom seismographic and land observations. In Proceedings of the Japan Geoscience Union Meeting, Makuhari Messe. Chiba, Japan, 2019.
6. Матишов, Г. Г., Степаньян, О. В., Харьковский, В. М., Сойер В. Г. Нефтяное загрязнение Азовского и Черного морей растет // Природа. 2016. № 5. С.64–69.
7. Еремин, Н. А., Шумский, Б. В., Шабалин, Н. А., Еремин, А. Н. Новые результаты геологических исследований транзитных зон северо-восточной части Азовского моря // Геология нефти и газа. 2017. Вып. 1. С. 43–51.

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

Стрельцов В. И., Ячменева Н. Н.

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

E-mail: vstrelcov@sfnedu.ru

В современном мире распознавание эмоций играет ключевую роль в различных сферах, включая компьютерное зрение, медицину, психологию, образование и социальную коммуникацию. Эффективная система распознавания эмоций на основе анализа лицевых признаков представляет собой важное направление исследований в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Данная работа посвящена разработке и анализу системы распознавания эмоций, которая использует современные методы анализа изображений и глубокого обучения для автоматического определения эмоционального состояния человека по его лицу.

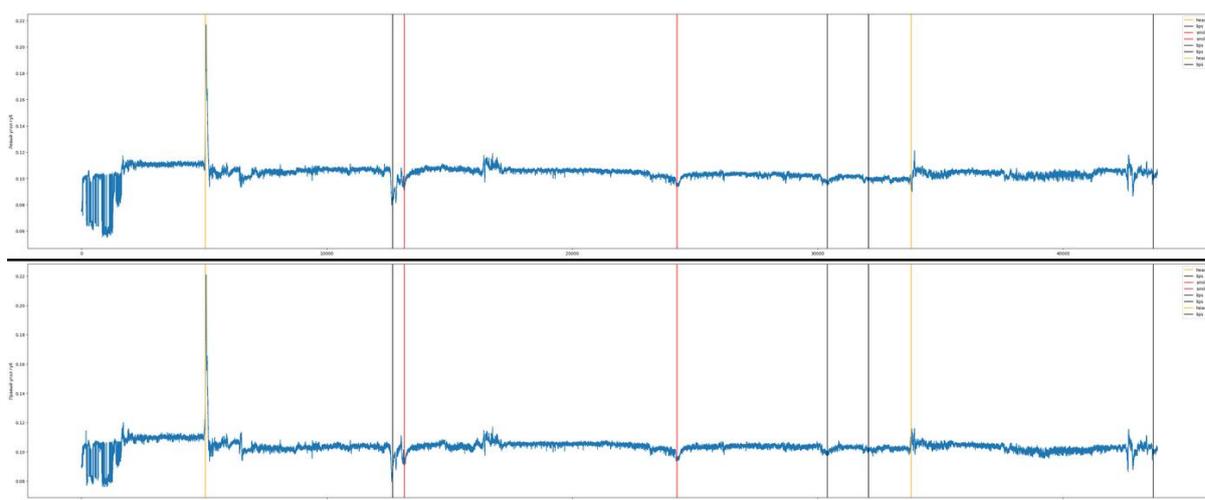


Рис. 1. График изменения координат

Первый этап разработки системы включает в себя сбор данных и анализ таких лицевых признаков, как положение глаз, бровей, носа, рта и других ключевых точек лица. В качестве исходных данных использовались видеофайлы. На рис. 1 представлен график изменения координат точек углов губ на случайно выбранном видео. Также на данном графике выделены эмоции и движения, из-за которых координаты углов губ могли измениться. Желтым цветом – движение головы, красным – улыбка, черным – движение губ.



Рис. 2. Ключевые точки на лице, которые были использованы для анализа

Для разработки системы распознавания эмоций была использована база данных лиц, содержащая различные выражения эмоций. На рис. 2 представлены взятые для анализа ключевые точки, такие как уголки глаз, положение бровей, форма рта и т. д. Эти точки служат основой для дальнейшего анализа эмоций на лице.

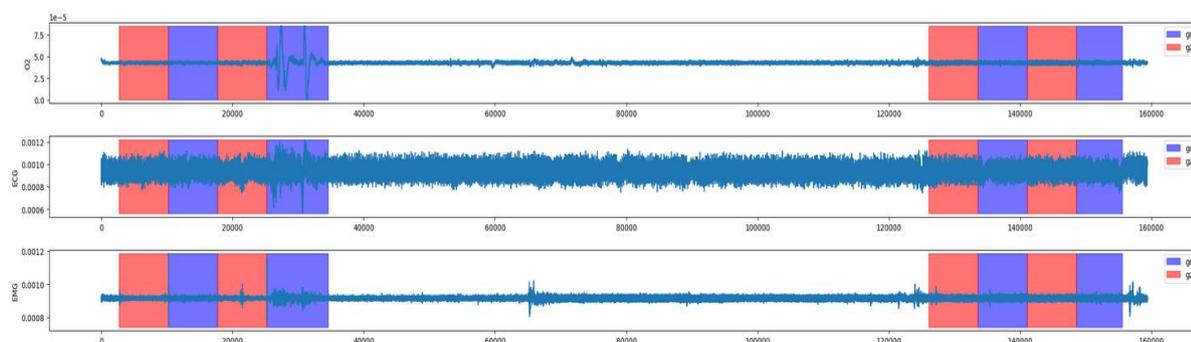


Рис. 3. Данные сигнала следующих каналов: ЭЭГ O2, ЭКГ, ЭМГ

Для анализа лицевых признаков и определения эмоций были разработаны и использованы различные математические модели и алгоритмы, основанные не только на анализе кадров в видео, но и анализе ЭЭГ, ЭКГ и других сигналов, которые у нас имеются. На рис. 3 представлены данные сигналы. Красным выделены области ГО (глаза открыты) до и после, а синим – ГЗ (глаза закрыты) до и после.



Рис. 4. Основные признаки для распознавания эмоций

На рисунке 4 показаны признаки, описывающие определённые черты лица, такие как отношение длины к ширине глаз, углы наклона бровей, высота и ширина рта и другие. Они используются для создания признакового пространства, на основе которого происходит классификация эмоций. Дальнейший анализ включает в себя обучение и оценку различных моделей машинного обучения, включая свёрточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети и комбинации этих методов. Результаты обучения предобученной модели ResNet50 на сырой выборке показаны на рисунке 5.

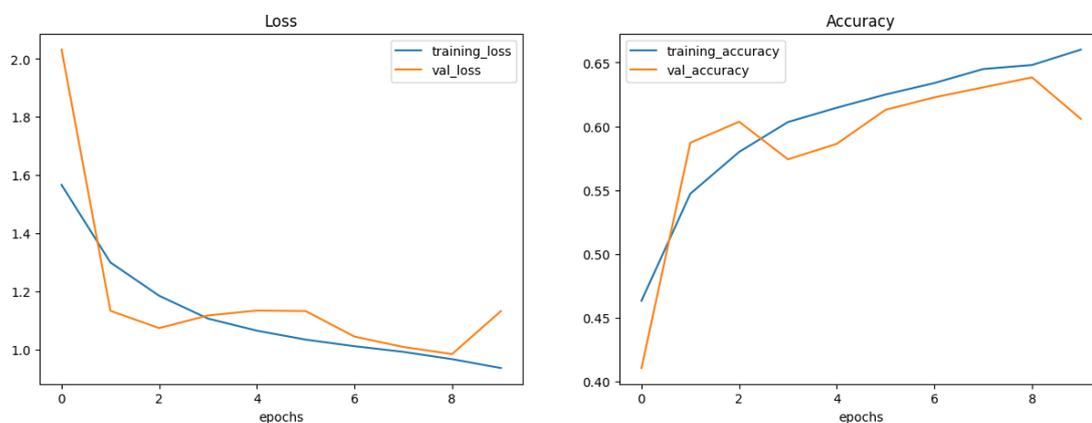


Рис. 5. Обучение предобученной ResNet на сырых данных

Оценки позволяют сравнить различные подходы к распознаванию эмоций и выявить наиболее эффективные методы. Это позволяет создать систему, способную точно и быстро распознавать эмоции на лицах в реальном времени, что имеет потенциал для применения в широком спектре приложений, включая автоматическое распознавание эмоций в видеоконференциях, медицинской диагностике, анализе реакций на рекламные материалы и многое другое.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ

Тагибекова З. Э., Гордиенко Л. В.
ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
г. Таганрог
E-mail: tagibekova@sfnedu.ru, lgordienko@sfnedu.ru

Разработка картографического web-приложения представляет процесс проектирования, внедрения, предоставления картографических и связанных с ними атрибутивных данных в Интернете. Само картографическое web-приложение предназначено для визуализации, анализа, обработки геоданных с целью решения задач конкретной предметной области. Например, приложение, в которое отображаются места с геотегами, где мы побывали, или приложение, которое предоставляет информацию о памятниках природы или достопримечательностях и др.

За последние несколько лет популярность картографических web-приложений резко возросла. В прошлом их создание было уделом крупных компаний или профессионалов.

Современная геоинформационная технология включает инструменты и сервисы, в том числе открытым исходным кодом, которые позволяют легко создать веб-карту, практически не имея знаний в области географии, картографии или программирования. При этом содержимое картографического веб-приложения должно быть точным и актуальным, доступным из любого места практически на любой платформе [1].

На рисунке 1 показаны основные компоненты картографического web-приложения и их взаимосвязь.

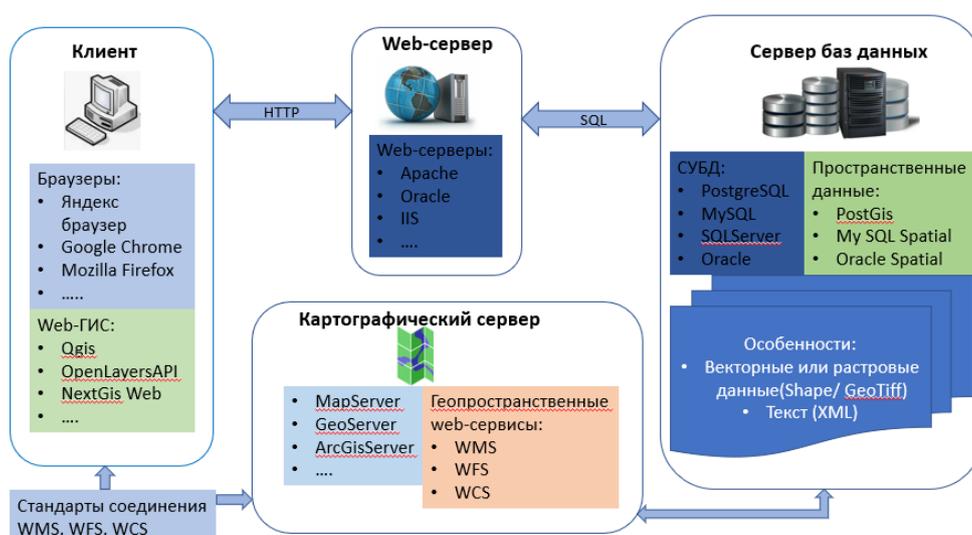


Рис. 1. Структура картографического web-приложения

В данной работе, как видно из рисунка 1, рассмотрим возможности разработки картографических web-приложений с помощью геоинформационных систем с открытым исходным кодом.

Один из таких инструментов – OpenLayers – это клиентская библиотека JavaScript с открытым исходным кодом для создания интерактивных приложений для веб-картографирования, доступная для просмотра практически в любом веб-браузере [2]. Поскольку это клиентская библиотека, она не требует специального серверного программного обеспечения или настроек. С ее помощью можно легко создавать мэшап веб-карт, используя WMS, Google Maps и множество других картографических бэкендов. OpenLayers работает практически во всех браузерах и может обслуживаться любым веб-сервером. Тем не менее, OpenLayers – это API, который предоставляет инструменты для разработки веб-карт. Вместо создания картографического приложения с нуля можно использовать OpenLayers для картографической части. API – это набор процедур, протоколы и инструменты для создания программных приложений. API определяет, как должны взаимодействовать программные компоненты, и используется при программировании компонентов графического интерфейса пользователя (GUI).

Объекты, которые используются в качестве данных ГИС, могут быть любыми векторными или растровыми слоями (Shp, GeoTIFF) и могут быть текстовыми (XML). Пространственная информация на компьютере используется в приложениях ГИС. Quantum GIS – это тип ГИС-приложений, представляющий собой кроссплатформенные бесплатные настольные геоинформационные системы (ГИС) с открытым исходным кодом приложение для просмотра, редактирования и анализа геопространственных данных из различных векторных, растровых форматов и баз данных. QGIS обеспечивает интеграцию с другими ГИС-пакетами с открытым исходным кодом, включая PostGIS, GRASS и MapServer (например, GeoServer), чтобы предоставить пользователям обширную функциональность. Плагины, написанные на Python или C++, расширяют возможности QGIS [3].

Веб-сервер – это компьютерная система, которая обрабатывает запросы по протоколу HTTP, основному сетевому протоколу, используемому для распространения информации во Всемирной паутине. Наиболее распространенным использованием веб-серверов является размещение веб-сайтов, но есть и другие области применения, такие как игры, хранение данных, запуск корпоративных приложений, обработка электронной почты, FTP или другие веб-приложения. Основной функцией веб-сервера является хранение, обработка и доставка веб-страниц клиентам. Связь между взаимодействием клиента и сервера осуществляется с использованием протокола передачи гипертекста (HTTP). Чаще всего доставляются HTML-документы, которые могут включать изображения, таблицы стилей и скрипты в дополнение к текстовому содержанию.

Система управления базами данных (СУБД) управляет входящими данными, упорядочивает их и предоставляет способы изменения или извлечения данных пользователями или другими программами. Существует множество СУБД, но наиболее известные – MySQL, PostgreSQL, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, SQL Server, Oracle, dBase, Clipper, FoxPro, IBM DB2 [4].

В данной работе для обработки и хранения данных ГИС используется PostgreSQL/PostGIS. СУБД PostgreSQL является наиболее популярной для веб-картографирования с открытым исходным кодом. Для обработки данных с географической привязкой требуется расширение OSGeo PostGIS, добавляющее поддержку географических объектов в объектно-реляционную базу данных PostgreSQL.

Картографический сервер предоставляет саму карту. Существует множество различных бэкендов картографических серверов. Небольшая выборка включает WMS, Google Maps, Яндекс Карты, ESRI ArcGIS, OpenStreetMaps. Основной принцип, лежащий в основе всех этих сервисов, заключается в том, что они позволяют нам указать область карты, на которую мы хотим посмотреть (отправив запрос), а затем картографические серверы отправляют обратно ответ, содержащий изображение карты. Существует множество бесплатных веб-картографических серверов с открытым исходным кодом, которые размещаются удаленно или которые легко настроить самостоятельно, таких как GeoServer, который используется в этой работе. После сохранения данных ГИС в базе данных (PostgreSQL/PostGIS), GeoServer используется для публикации карты, а данные из базы данных, написанной на Java, позволяют обмениваться, обрабатывать и редактировать геопространственные данные. Пример картографического web-приложения, созданного с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом приведен на рисунке 2.

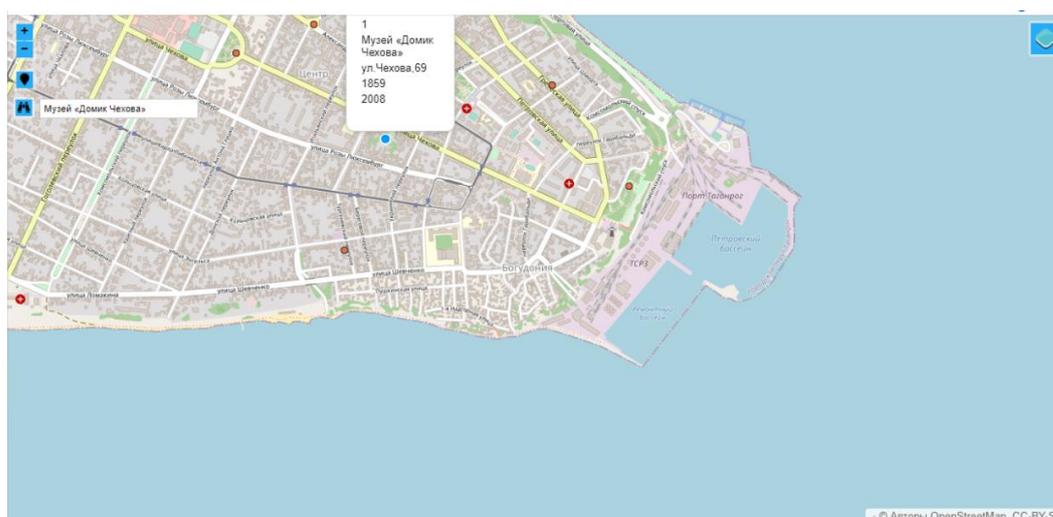


Рис. 2. Картографическое web-приложение достопримечательностей г. Таганрога

Таким образом, создание картографических web-приложений, основанных на программном обеспечении с открытым исходным кодом, является более экономичным, чем многие коммерческие системы, при этом данные web-приложения отличаются высоким качеством графики, интерактивностью и гибкостью.

Литература

1. Якубайлик О. Э. Особенности построения программного обеспечения геоинформационных веб-систем / О. Э. Якубайлик // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 5 (71). – URL: <https://research-journal.org/archive/5-71-2018-may/osobennosti-postroeniya-programmnogo-obespecheniya-geoinformacionnyx-veb-sistem> (дата обращения: 10.03.2024).
2. Murodilov Kh. T., Alisherov Sh. M. Web cartography at the current stage of development of geoinformation resources // GALAXY INTERNATIONAL INTERDISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL (GIIRJ). – Vol. 11. – Issue 04. – 2023. – p. 166–171.
3. Shammunul Islam, Simon Miles, GISP Kurt Menke Mastering Geospatial Development with QGIS 3.x. – Packt Publishing; Third edition. – 2019. – 466 p.
4. Колесников, А. А. Базы пространственных данных: учебно-методическое пособие / А. А. Колесников, П. Ю. Бугаков. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 87 с. – ISBN 978-5-907513-38-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/317426> (дата обращения: 16.03.2024).

РЕНДЕРИНГ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ ДЛЯ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ THREE.JS

Таилова Н. Г.

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

Программное обеспечение для проведения исследований в области CAD/CAE часто реализует модуль для отображения и редактирования геометрии модели в различных режимах [1]. В данной работе рассматривается создание модуля клиентской части пакета ACELAN-COMPOS для работы с полигональными сетками в браузере.

На данный момент реализовано 3 опорных геометрических примитива: блок, сфера и тетраэдр. Все они реализованы с использованием библиотеки THREE.JS [2]. Ее использование позволяет быстро и легко создавать интерактивные и визуально привлекательные и понятные трехмерные объекты и сцены для веб-приложений. Данная библиотека была выбрана в связи с рядом преимуществ, среди которых простота использования, предоставляемая высокоуровневым интерфейсом, кросс-браузерная совместимость, открытый исходный код, а также широкий спектр функций для работы с трехмерной графикой.

На основе клиент-серверной архитектуры пакета было предложено следующее решение для оптимальной реализации поставленной задачи: на стороне сервера реализуется вся логика расчетов, в том числе операции вычислительной геометрии и проверка валидности данных. Таким образом, вся ресурсозатратная работа происходит на стороне сервера. В клиентской же части обрабатывается структурированный набор данных о сетке, для чего реализован набор класс-представлений, осуществляющих преобразование информации об элементах сетки в функции рендеринга на основе THREE.JS. Это позволяет эффективно и быстро отрисовывать геометрические примитивы, что критически важно, так как более сложные конструкции могут использовать тысячи примитивов и рендеринг должен происходить быстро.

Пользовательский интерфейс реализован на основе модульного редактора Editor.js. Поступающая с сервера информация о геометрии содержит имя самописного компонента, расширяющего возможности Editor.js. В рам-

как данной работы было реализовано два таких компонента: для отображения геометрии, состоящей из примитивов, и для отображения сеточной геометрии в формате STL. Каждый такой компонент создает отдельную сцену в редакторе и может обновляться динамически, не затрагивая остальные части страницы.

Дальнейшая работа будет нацелена на добавление большего количества примитивов и создания сложной геометрии на их основе.

Литература

1. <https://www.comsol.com/support/learning-center/article/How-to-Use-3D-Geometric-Primitives-and-Operations-to-Build-3D-Geometry-71251>.
2. <https://threejs.org>.

СИСТЕМЫ КРАФТА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ

Тарасов С. С.

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

Игровая разработка – это процесс создания компьютерных игр, который объединяет в себе различные аспекты творчества, технического исполнения и дизайна. Она включает в себя работу программистов, дизайнеров, художников, звукорежиссеров и других специалистов, которые совместно работают над созданием игрового продукта. В ходе разработки игр происходит создание игровых механик, уровней, персонажей, а также аудио- и визуального контента [1]. Одним из ключевых аспектов игровой разработки является постоянное стремление к инновациям и новаторским решениям, чтобы создавать уникальные и захватывающие игровые опыты для игроков.

Одним из таких методов является система крафта. В общем случае так называется набор игровых механик, позволяющих игроку создавать виртуальные объекты в игре [2]. Такие системы добавляют глубину и интерактивность в игровой процесс, стимулируя игроков к исследованию игрового мира. Различные виды систем крафта могут быть реализованы в различных жанрах игр, от ролевых и приключенческих игр до стратегий и симуляторов, что делает их важным элементом в мире современных видеоигр.

В данном докладе рассматривается проблема разработки системы крафта для компьютерной игры. В работе освещается абстрактный процесс разработки без привязки к определённой платформе или технологии, проектирование системы крафта для конкретной игры и реализация спроектированной системы без внедрения в саму игру.

Теоретическая часть разработки основывается на семи аспектах систем крафта [2]: определённость рецепта, точность действий, ограничения на завершение, вариативность результата, признание результата, экспрессивность игрока и прогрессия. В дополнение к этим аспектам добавляется пространство ресурсов для крафта.

На основе теоретической части и с учётом геймдизайнерских и технологических ограничений конкретной компьютерной игры было произведено проектирование системы крафта, которое включало в себя:

- определение внутриигровых ресурсов;
- конкретизация аспектов системы крафта;

- определение ограничений на завершение;
- определение глобальной последовательности создания предметов;
- определение рецептов предметов.

В связи с планируемым внедрением спроектированной системы в игру на платформе Unity, реализация была написана на языке C# и поставляется в виде библиотеки классов .NET.

Литература

1. Bethke E. Game development and production. – Wordware Publishing, Inc., 2003.
2. Grow A. et al. Crafting in games //Digital Humanities Quarterly. – 2017. – Т. 11. – № 4.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Титова Е. Б., Гордиенко Л. В.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
г. Таганрог

E-mail: ekati@sfnedu.ru, lgordienko@sfnedu.ru

База данных (БД) – набор данных, организованный по определенным правилам, основывающимся на общие принципы описания, хранения и манипуляции данными. Создание БД и обращение к ней выполняется посредством системы управления базой данных (СУБД). Главное преимущество геоинформационных систем (ГИС) перед другими информационными технологиями заключено в наборе средств создания и объединения баз данных с возможностями их географического анализа и наглядной визуализации в виде разных карт, графиков, диаграмм, прямой привязке друг к другу всех атрибутивных и графических данных [1].

Можно выделить несколько этапов проектирования БД [2]:

1. Концептуальное проектирование – это сбор, анализ, редактирование требований к данным. На этом этапе можно выделить несколько существенных моментов:

- 1.1. исследование предметной области и изучение ее структуры;
- 1.2. выявление всех фрагментов, характеризующиеся пользовательским представлением, а также информационными объектами и связями между ними, процессами над информационными объектами;
- 1.3. интеграция, а также моделирование всех представлений.

По окончании этого этапа получаем концептуальную модель. Обычно она представляет собой модели «сущность-связь».

2. Логическое проектирование – это преобразование требований к данным в структуры данных. На выходе получаем СУБД-ориентированную структуру базы данных. На этом этапе создают модель базы данных применительно к конкретным СУБД и проводят сравнительный анализ моделей.

3. Физическое проектирование – это определение особенностей хранения данных и методов доступа к ним.

Для проектирования базы данных демографической геоинформационной системы нами проанализирована информация о половозрастной структуре населения, динамике численности населения, миграционных потоках.

Для этого нами были сформированы таблицы по этим направлениям:

- Численность мужчин и женщин в муниципальных районах Ростовской области;
- Численность населения Ростовской области по полу;

- Миграционный прирост населения Ростовской области;
- Распределение населения Ростовской области по возрастным группам.

ER-модель используется при высокоуровневом проектировании баз данных. С её помощью можно выделить ключевые сущности и обозначить связи, которые могут устанавливаться между этими сущностями. ER-модель это формальная конструкция, не определяющая графических средств её представления. В качестве стандартного графического представления ER-модели, была разработана диаграмма сущность-связь ER-диаграмма (Entity Relationship Diagram – ER-диаграмма).

При проектировании баз данных происходит преобразование ER-модели в конкретную схему базы данных [3]. Как известно, базовым понятием реляционных БД является таблица (отношение). Таблица используется для структуризации и хранения информации. В реляционных БД каждая ячейка таблицы содержит одно значение. Кроме того, внутри одной БД существуют взаимосвязи между таблицами, каждая из которых задает совместное пользование данными таблицы.

Нами определены слои, в которые необходимо структурировать статистическую информацию. Данные, для пространственной координации должны быть привязаны к географическому объекту, имеющему пространственную привязку. Вследствие чего, каждый тип информации был соединен с векторным файлом. Данные переведены в атрибутивную таблицу. ER-диаграмма графически представляет структуру данных проектируемой БД.

Сущности отображаются при помощи прямоугольников, таблиц, содержащих имя сущности – таблицы БД. Взаимосвязи сущностей отображаются в виде линий, соединяющих отдельные сущности. Взаимосвязь показывает, что данные одной сущности ссылаются или связаны с данными другой (рис. 1).

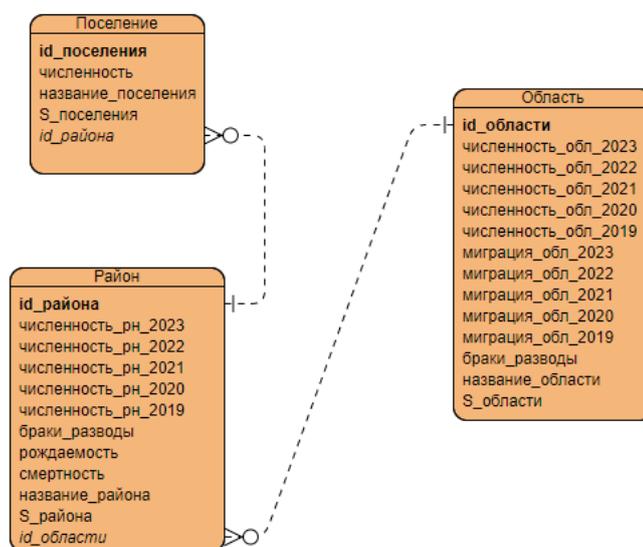


Рис. 1. ER-модель базы данных населения Ростовской области

Литература

1. Кадыркулова Н. К., Абдухалимов И. И. База данных в среде ГИС-технологий // Известия ОшТУ. – 2022. – № 1. – С. 84–88.
2. Волк В. К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование / В. К. Волк. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 244 с. – ISBN 978-5-507-47243-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346439> (дата обращения: 15.03.2024).
3. Егоров, И. И. Управление данными на этапах жизненного цикла систем : учебно-методическое пособие / И. И. Егоров, А. А. Мишкина. – Москва : РТУ МИРЭА, 2023. – 78 с. – ISBN 978-5-7339-1912-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/382628> (дата обращения: 18.03.2024).

КЛАССИФИКАЦИИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Тополов В. Ю.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет*

E-mail: vutopolov@sfedu.ru

Сегнетоэлектрики (СЭ) образуют многочисленную и весьма пеструю группу активных диэлектриков, которые представляют несомненный интерес в академическом и практическом планах. Исследования СЭ и изучение их в рамках различных дисциплин тесно связаны с разнообразными физическими свойствами (прежде всего с пьезо-, пиро- и диэлектрическими) [1–3], а также с важными связями внутри материаловедческого треугольника “состав – структура – свойства” [4]. Изучение СЭ и родственных материалов проводится, в частности, на физическом факультете ЮФУ в рамках дисциплин «Физическое материаловедение. Физика конденсированного состояния» (3 курс) и «Твердотельная электроника. Гетерогенные активные материалы» (4 курс) для студентов бакалавриата по направлению 16.03.01 – Техническая физика. СЭ и родственные материалы включены в программу дисциплины “Элементная база пьезоэлектрического материаловедения” для студентов 1 года обучения магистратуры Института высоких технологий и пьезотехники ЮФУ, направление 12.03.01 – Приборостроение. Тематика ряда проектов и ВКР на физическом факультете ЮФУ тесно связана с исследованиями современных СЭ материалов и их свойств.

Несмотря на большое число СЭ, структура и свойства которых остаются в центре внимания многих исследователей, до настоящего времени отсутствует единый подход к классификации СЭ. Известные классификации СЭ предусматривают [1–3]

а) разделение по роду фазовых переходов между СЭ и параэлектрической фазами, причем сами фазовые переходы могут быть типа смещения или типа порядок – беспорядок;

б) разделение по признакам кристаллической структуры;

в) разделение по характеру доменной структуры (одноосные и многоосные СЭ);

г) разделение по кристаллофизическим признакам (одноосные СЭ с параэлектрической фазой, обладающей пьезоэлектрическими свойствами или являющейся пьезопассивной; многоосные СЭ рассматриваются аналогично).

В дополнение к п.п. а – г укажем, что керамические СЭ в поляризованном состоянии (т. е. сегнетопьезокерамики) часто разделяют на сегнетожесткие, сегнетомягкие и средней сегнетожесткости [3, 5].

Информационные ресурсы Интернета важны при сравнительном анализе различных СЭ, включая структурные характеристики, физические свойства и применения конкретных материалов. Ниже приведены примеры информационных ресурсов, которые целесообразно использовать при изучении СЭ и их применений, а также в ходе выполнения учебных проектов и ВКР.

1. Электронная версия “Физической энциклопедии” (веб-адрес https://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_physics/ ; М.: Советская энциклопедия, 1984) содержит большую статью “Сегнетоэлектрики” с таблицей физических свойств и констант ряда кристаллических СЭ.

2. Подробное описание СЭ материалов доступно по веб-адресу <https://www.electrical4u.com/ferroelectric-materials/>. На сайте Electrical4u приведена обширная информация, полезная при изучении физических явлений и свойств СЭ, а также их применений. Сайт Electrical4u ориентирован на преподавание учебных дисциплин и на распространение знаний, полезных для специалистов в области электротехники и электроники.

3. На сайте Springer Materials (<https://materials.springer.com>, Швейцария, ФРГ) представлены информационные ресурсы по СЭ материалам. Экспериментальные данные по СЭ кристаллам и керамикам приведены в томах Ландольта – Бернштейна (веб-адрес <https://materials.springer.com/search?searchTerm=ferroelectrics&propertyFacet=>).

4. Платформа StudySmarter (Соединенное Королевство) позволяет облегчить процесс изучения СЭ материалов. На веб-странице <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/engineering/materials-engineering/ferroelectricity/> можно найти описание явления, физических основ, свойств и других характеристик, представляющих интерес для студентов инженерных направлений обучения или специальностей.

5. Сайт НИИ “Элпа” (Россия) содержит многочисленные экспериментальные данные по современным СЭ и пьезоэлектрическим материалам, производимым в институте. На сайте широко представлены сегнетопьезокемики, которые представляют практический интерес благодаря значительному пьезоэффекту, сильным электромеханическим связям, большой пьезоэлектрической анизотропии и другим характеристикам (<https://www.elpapiezo.ru/materials.html>). Представлены данные по сегнетомягким материалам (<https://www.elpapiezo.ru/soft.html>), материалам средней сегнетожесткости и сегнетожестким материалам (<https://www.elpapiezo.ru/hard.html>), высокоанизотропным материалам (веб-страница <https://www.elpapiezo.ru/anis.html>) и др.

6. Статистика публикаций в научных изданиях, индексируемых в БД Скопус (www.scopus.com), показывает следующее. Количество работ, опубликованных с января 2020 г. по март 2024 г. и найденных по ключевому слову “сегнетоэлектрик” (ferroelectric), составляет 19754. Прочие данные по публикациям, индексируемым в БД Скопус, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Статистика научных публикаций по СЭ тематике за 2020 – 2024 гг.
согласно данным www.scopus.com

Ключевые слова	Количество публикаций
Ferroelectric material	11318
Ferroelectric single crystal	1419
Ferroelectric ceramic	4882
Ferroelectric thin film	3145
Ferroelectric nanomaterial	67
Ferroelectric nanowire	186
Ferroelectric polymer	1210
Ferroelectric composite	1750
Ferroelectric properties	10112

Литература

1. Сонин А. С. Введение в сегнетоэлектричество: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений / А. С. Сонин, Б. А. Струков. – М.: Высш. школа, 1970. – 271 с.
2. Фесенко Е. Г. Доменная структура многоосных сегнетоэлектрических кристаллов / Е. Г. Фесенко, В. Г. Гавриляченко, А. Ф. Семенчев. – Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1990. – 192 с.
3. Xu Y. Ferroelectric materials and their applications. – Amsterdam etc.: North Holland, Elsevier, 1991. – 391 p.
4. Ньюнхем Р. Э. Свойства материалов. Анизотропия, симметрия, структура. – М., Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, Институт компьютерных исследований, 2007. – 652 с.
5. Пьезоэлектрическое приборостроение [Текст] / А. В. Гориш, В. П. Дудкевич, М. Ф. Куприянов и др.; под ред. А. В. Гориша. – Т. 1. Физика сегнетоэлектрической керамики. – М.: Издат. предпр. ред. жур. «Радиотехника», 1999. – 368 с.

ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ БАЛАНС В МОНОСЛОЯХ КЛЕТОК НСЕРЕРИС И В МОДЕЛЬНОМ ЭПИТЕЛИИ

Федоренко К. К.¹, Рошаль Д. С.¹, Аззаг К.², Рошаль С. Б.¹,
Багдигян С.³

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону

² Университет Миннесоты, Миннеаполис, США

³ Университет Монпелье, Монпелье, Франция

E-mail: rochal.d@yandex.ru

Эпителиальные ткани играют важную роль в функционировании многоклеточных животных, защищая их внутренние органы от повреждений и транспортируя питательные вещества. Несмотря на то, что эпителии с полигональными межклеточными границами известны уже несколько столетий, до сих пор обсуждается влияние клеточной геометрии на механические свойства эпителия, процессы роста, деления и гибели клеток. Более того, трансформация плоских эпителиальных монослоев в структуры сложной геометрии в ходе эмбрионального развития также может быть связана с некоторыми геометрическими изменениями в тканях.

В данной работе предметом изучения являются топологические характеристики распределения клеток шейки матки человека (НСерЕРИС) по числу их соседей (РКС), сравниваются распределения, полученные по расположению межклеточных границ и на основе мозаики Вороного с узлами, расположенными на ядрах клеток. Также проводится моделирование эпителия с похожими топологическими особенностями.

В ходе исследования проанализирована серия из 21 фотографии, содержащей от 30 до 54 клеток. Для обработки фотографий и построения разбиения Вороного (см. рис. 1) была разработана программа на языке Python. С её помощью были найдены распределения клеток по числу их соседей.

Также в работе разработан новый метод исследования баланса клеточных распределений [1]. В рамках первого метода определения валентностей клеток использовались центры ядер клеток в качестве узлов мозаики Вороного и определялось число соседей клеток по числу сторон получившихся многоугольников. Обнаружить симметричное расположение ядер в клеточном монослое крайне маловероятно, поэтому в каждой вершине этого мозаики сходятся ровно три полигона. В этом случае РКС для достаточно большого монослоя оказывается сбалансированной [2], а именно

$$\sum_i p_i q_i = 0, \quad (1)$$

где $p_i = N_i / \sum_j N_j$ – доля ячеек с i соседями; N_j – количество ячеек с j соседями; $q_i = 6 - i$ – топологический заряд ячейки с i соседями.

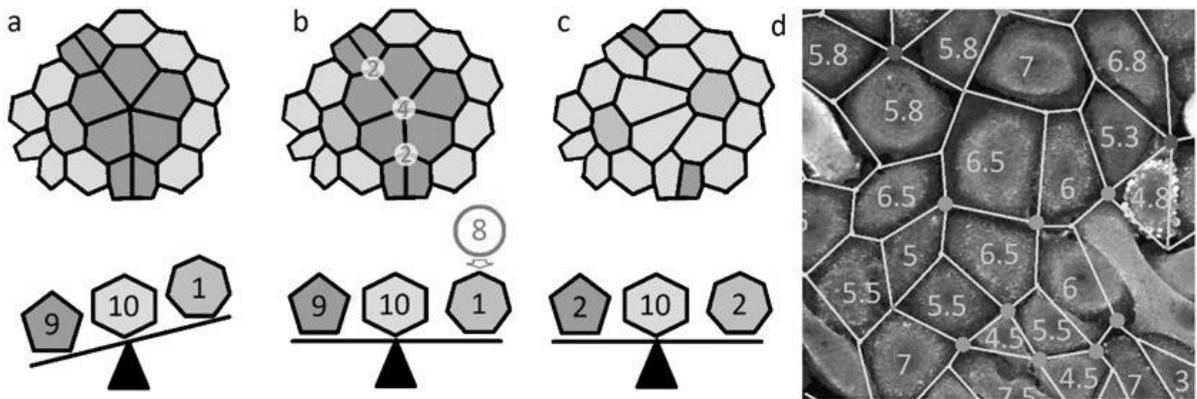


Рис. 1. Суммарный топологический заряд полигонов и точек схождения >3 клеток сохраняется при реконструкции межклеточных границ и равен нулю для бесконечного монослоя.

- (a) Топологические заряды, рассчитанные по числу сторон у полигона.
- (b) Учет топологических зарядов точек схождения клеток.
- (c) Устранение вырождения контактов 4 и 5 полигонов.
- (d) Фрагмент фотографии HCeErpC с отмеченными контактами четырех и пяти клеток.

Розовыми цифрами показаны суммарные топологические заряды полигонов и окружающих их контактов 4 и 5 клеток

Однако если рассмотреть разбиение плоскости на многоугольники, основанное на границах клеток, возникают области, где сходятся одновременно 4 или 5 клеток (полые кружки на рис. 1(d)). Для такого разбиения соотношение (1) уже не выполняется, необходимо учесть топологические заряды вырожденных контактов. Введем центр для каждого из многоугольников, чтобы эту точку можно было соединить отрезками линий со всеми вершинами многоугольника. В простейшем случае центр многоугольника можно выбрать таким образом, чтобы дополнительные сегменты полностью принадлежали многоугольнику. Тогда очевидно, что существует вспомогательная триангуляция, узлами которой являются как центры многоугольников, так и их вершины.

Далее обычным образом сопоставляем топологические заряды всем узлам вспомогательной триангуляции. Тогда заряд q центра многоугольника с n сторонами равен $q = 6 - n$, а заряд его вершин $Q = 6 - 2m$, где $m \geq 3$ – общее количество ребер многоугольника, сходящихся к этой вершине. Число m удваивается, поскольку в валентности вершин дают вклад и ребра введенной вспомогательной триангуляции. Суммарный топологический

заряд всех узлов вспомогательной триангуляции для бесконечной мозаики должен быть равен нулю. Поэтому

$$N \sum_i p_i (6 - 1) = - \sum_j Q_j \quad (2)$$

где $N = \sum_j N_j$ — общее количество полигонов, левая часть (2) соответствует топологическому заряду их центров, и это суммирование ведется по типам полигонов в РКС. В правой части со знаком минус находится топологический заряд, создаваемый вырожденными вершинами полигональной мозаики. Таким образом, получаем обобщенное уравнение баланса:

$$\sum_i p_i (6 - i) = \sum_{l>3} R_l (2l - 6) , \quad (3)$$

где R_l — отношение количества вершин, в которых сходятся более трёх ребер многоугольников, к общему количеству многоугольников. Для невырожденного полигонального замощения правая часть (3) обращается в нуль и соотношение (3) превращается в (1).

Таким образом, двумя способами был проведен анализ топологического баланса распределений клеток HSeEpiC по числу их соседей. Показано, что оба метода дают низкую погрешность при вычислении суммарного топологического заряда, однако метод анализа границ клеток даёт более меньшее количество клеток, имеющих 6 соседей из-за того, что он лучше чувствует неравномерности размеров и формы клеток.

Также рассмотрено моделирование монослоев клеток в рамках вертексной модели эпителия. В этой модели центры клеток рассматриваются как узлы некоторой мозаики Вороного. Энергия E эпителия, содержащего N клеток, равна:

$$E = \sum_{i=1}^N \beta (A_i - A_0)^2 + \zeta (P_i - P_0)^2, \quad (4)$$

где индекс i нумерует каждую клетку; A_i и P_i — площади и периметры клеток, соответственно. Для получения плоского модельного монослоя сначала задается некоторый набор узлов, а затем с помощью периодических граничных условий минимизируется энергия (4) относительно координат этих узлов. Модель имеет два состояния с разными механическими свойствами. Так называемый “кристаллизующий” переход между состояниями контролируется индексом формы клетки $s_i = P_i / \sqrt{A_i}$. В “твердом” состоянии: $s_i < s_0$, в “жидком”: $s_i > s_0$, где $s_0 \approx 3.81$. В “жидком” состоянии клетки принимают более вытянутую форму, а доля 6-валентных клеток уменьшается.

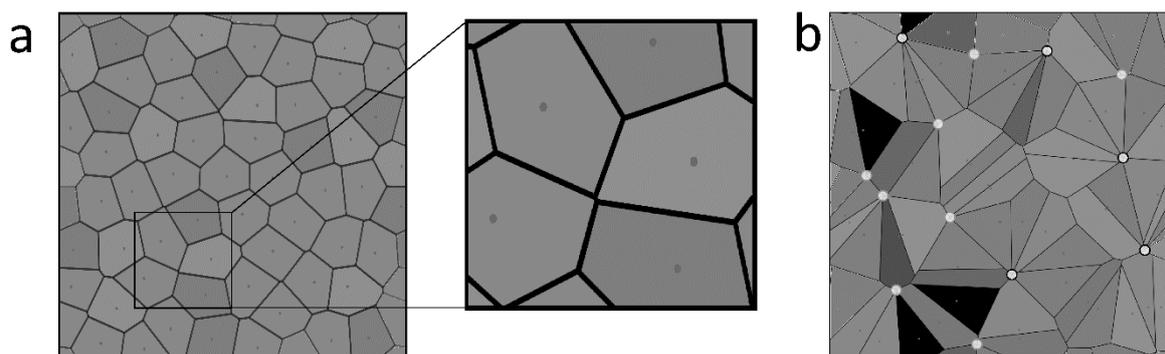


Рис. 2. Вырождение клеточных контактов внутри вершинной модели эпителия.

(а) Типичное изображение, демонстрирующее “твердое” состояние модели. В центре вставки имеется контакт, где приблизительно сходятся границы четырех ячеек. Если увеличить изображение, становится заметна короткая граница между ячейками.

(б) Типичное изображение, демонстрирующее жидкостное состояние вершинной модели. Светлые кружки обозначают контакты четырех и более четырех полигонов.

Для случаев (а) и (б) $s_i = 3.8$ и $s_i = 5$, соответственно

В рамках исследуемой модели показано, что в “твердом” состоянии эпителия, моделирующем нормальный пролиферативный эпителий, множественные контакты клеток наблюдаются очень редко и с небольшой точностью. А в “жидком” состоянии, часто используемом для описания раковых монослоев, такие контакты чрезвычайно распространены. Таким образом вертексная модель эпителия недостаточно корректно описывает причины возникновения исследуемых топологических особенностей. Полученные результаты могут быть полезны исследователям, изучающим связь между геометрическими характеристиками эпителия и его биофизическими свойствами.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-72-00128, <https://rscf.ru/project/22-72-00128/>.

Литература

1. Roshal D. S., Fedorenko K. K., Martin M., Baghdiguian S., Rochal S. B. Topological balance of cell distributions in plane monolayers // submitted to Journal of Physics: Condensed Matter, препринт доступен: <http://arxiv.org/abs/2403.03079>.
2. Roshal D. S., Azzag K., Fedorenko K. K., Rochal S. B., Baghdiguian S. Topological properties and shape of proliferative and nonproliferative cell monolayers // Phys. Rev. E 108, 024404 (2023).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Флягин И. Д.

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

В современном мире информационные технологии являются неотъемлемой частью общества и стремительно развиваются. Особое внимание в последние годы уделяется развитию искусственного интеллекта. Новые методы машинного обучения и архитектуры нейронных сетей позволяют обучать модели, которые могут решать различные задачи: распознавание образов и классификация, прогнозирование событий с высокой точностью, оптимизация процессов, генерация совершенно новых данных и т. д. Кроме того, с ростом вычислительных мощностей появилась возможность развертывания моделей нейронных сетей на мобильных устройствах, а перед разработчиками все чаще ставятся задачи внедрения нейронных сетей в мобильные приложения. Такой подход обеспечивает сохранение и оптимизацию ресурсов, конфиденциальность данных, а также позволяет использовать приложения без постоянного подключения сети, что делает задачу обучения модели и последующего экспорта на мобильное устройство особо актуальной.

Целью данной работы является разработка мобильного приложения, которое будет предоставлять пользователю возможность обработки загружаемых изображений при помощи моделей машинного обучения. Приложение будет сфокусировано на преобразовании изображений лиц людей, т. к. это позволит повысить точность и качество обработки, а также значительно уменьшить объемы тренировочной выборки данных. Таким образом, работу можно разделить на следующие ключевые задачи:

1. Разработка поддерживаемого на современных мобильных устройствах приложения с интуитивно понятным интерфейсом.
2. Обучение моделей на тренировочных данных.
3. Экспортирование моделей и внедрение в мобильное приложение.

Мобильное приложение будет предоставлять следующие ключевые функциональные возможности:

- Загрузка изображений: пользователи могут загрузить изображение или сделать фотографию для последующей обработки
- Обработка изображений: пользователи могут применить различные фильтры, представленные на панели инструментов

- Выгрузка обработанных изображений: пользователи могут сохранить обработанное изображение.

Мобильное приложение будет разработано с использованием фреймворка React Native, ключевой особенностью которого является возможность кроссплатформенной разработки под мобильные операционные системы Android и iOS. React Native позволяет создавать нативные приложения, имеющие полный доступ к системным API платформ.

Для обучения моделей машинного обучения будет использован язык Python, который поддерживает множество фреймворков, библиотек и наборов инструментов для обучения, тестирования и экспорта моделей машинного обучения.

Литература

1. React Native [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/React_Native (дата обращения: 06.03.2024).
2. Распознавание образов с помощью искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: Хабр. URL: <https://habr.com/ru/articles/709432/> (дата обращения: 06.03.2024).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СДВИГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИЗ ПОРИСТОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ

Фоменко Е. И., Оганесян П. А.

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

Пористые пьезоэлектрические композитные материалы используются для создания устройств с лучшими электротехническими свойствами. Очевидным преимуществом таких устройств является уменьшенный вес, но следует учитывать и жесткость, а главное, выходной потенциал. Поскольку существует возможность численного получения набора эффективных свойств пьезоэлектрического композита, мы можем построить серию вычислительных экспериментов для оценки характеристик всего устройства, состоящего из композитных деталей, путем изменения свойств.

При оценке эффективности преобразователя в качестве переменных дизайна используются материальные свойства керамики, рассчитанные в диапазоне пористости от 0 до 80% методом осреднения [2]. В качестве целевой функции рассматриваются две величины: коэффициент электромеханической связи (КЭМС) и потенциал, возникающий при вынужденных колебаниях на свободном электроде.

Таким образом, численный эксперимент проводится в два этапа: решение задачи на собственные значения для определения рабочих частот и определения КЭМС и решение задачи на установившиеся колебания для анализа выходного потенциала.

В пакете COMSOL [2] строится модель пьезопреобразователя, представляющая собой конструкцию из двух тел: упругой базовой части и активного пьезоэлектрического элемента (рис.1). Пассивная часть устройства изготовлена из изотропного жесткого материала, по материальным свойствам близкого к меди, а активная часть – из керамики PZT-4. Керамика поляризована по своей длине, левая и правая стороны пьезоэлемента электродированы.

На первом этапе проведения численных экспериментов решается задача на собственные значения. Целью проведения модального анализа является определение собственных частот, соответствующих сдвиговым колебаниям. На этом этапе находятся частоты резонанса, антирезонанса и следующей за резонансом собственной частоты. Из полученных частот рассчитывается коэффициент электромеханической связи, который убывает с увеличением пористости материала.

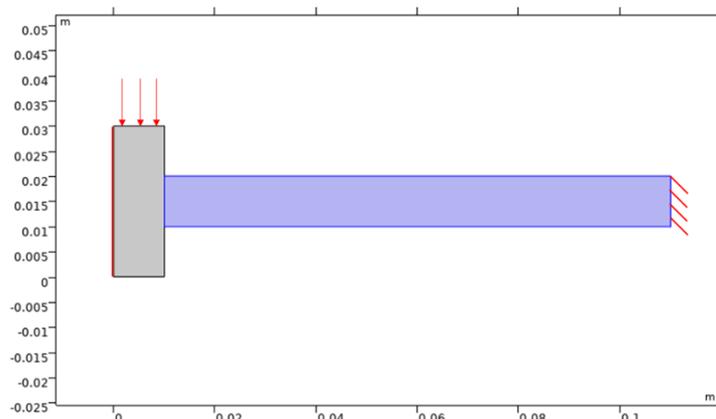


Рис. 1. Форма устройства

Для определения амплитудно-частотной характеристики устройства решается задача на установившиеся колебания. Вынужденные колебания возбуждаются распределенной механической нагрузкой, приложенной к верхней поверхности пассивной части устройства. На левой стороне активной части электрод заземлен, на правой – измеряется потенциал, возникающий на электроде. Полученный потенциал растет с увеличением пористости материала.

Также в работе исследуется поведения устройства в различных режимах, в том числе при возбуждении колебаний разностью потенциалов и разностью зарядов. Для проведения такого анализа для каждого набора эффективных свойств решается пара задач: сначала колебания возбуждаются одинаковой разностью потенциалов, и на свободном электроде измеряется плотность заряда. Затем, полученная для плотной керамики плотность заряда подаётся в качестве граничного условия для следующей задачи на вынужденные колебания. Полученные результаты показывают, что при возбуждении колебаний заданной плотностью заряда эффективность устройства оказывается выше, чем при подаче разности потенциалов, причем для плотной керамики прирост составляет около 200%, а для высокопористой прирост может составить более 3300%.

На основании результатов расчетов были сделаны выводы об оптимальных комбинациях геометрических параметров и материальных свойств преобразователя.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ No 22-11-00302.

Литература

1. Kudimova, A. B., Nadolin, D. K., Nasedkin, A. V., Oganessian, P. A., Soloviev, A. N. Finite element homogenization models of bulk mixed piezocomposites with granular elastic inclusions in ACELAN package. Mater. Phys. Mech. 2018, 37, 25–33. http://doi.org/10.18720/MPM.3712018_4.
2. COMSOL Multiphysics, license No. 9602094.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ ПО ОБУЧЕНИЮ РАБОТЕ В СРЕДЕ «КУМИР»

Фортуна А. А., Майер С. Ф.

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

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

В современном информационном обществе, где компьютерные технологии занимают весьма важное место, обучение программированию становится все более востребованным и актуальным. Стремительное развитие цифровой сферы требует от нового поколения обучающихся гибкости мышления, умения анализировать и решать задачи с применением различных вычислительных инструментов. Одним из таких ключевых инструментов для начинающих программистов может стать язык программирования КуМир.

КуМир (Комплект Учебных МИРов) – система программирования, предназначенная для поддержки начальных курсов информатики и программирования в средней и старшей школе. Данная система программирования имеет несколько преимуществ по сравнению с другими языками программирования:

- в системе КуМир используется школьный алгоритмический язык с русской лексикой и встроенными исполнителями, такими как Робот, Чертёжник и некоторыми другими;
- понятный и интуитивный в использовании интерфейс системы КуМир делает этот язык доступным для любого уровня подготовки, следовательно, обучающиеся могут начать программировать с 5-6 классов;
- система КуМир имеет встроенное графическое окружение, которое позволяет обучающимся создавать анимацию, игры и другие визуальные приложения, что позволяет проводить обучение на наглядных примерах;
- данный язык программирования был специально разработан для образовательных организаций и включает инструменты, предназначенные именно для учителей, и позволяющие эффективно преподавать курс программирования;
- система КуМир является свободно распространяемым инструментом, доступным для скачивания и использования без каких-либо ограничений.

Однако несмотря на большое количество преимуществ системы, ее применение в обучении имеет ряд проблем. Во-первых, это недостаточное количество часов, отводящихся на знакомство с языком программирования КуМир в образовательных организациях. Так, например, в школах на изучение системы программирования КуМир отводится 7-8 часов по календарно-тематическому плану ФГОС. Как показывает практика, этого времени недостаточно, так как обучающиеся могут познакомиться с 1-2 исполнителями (Робот, Чертежник), при этом все остальные исполнители оказываются затронутыми (Черепашка, Кузнечик, Водолей, Удвоитель и др.). Решением данной проблемы может быть использование внеурочной деятельности для освещения темы, либо введение предмета информатики, начиная с 5 классов, благодаря чему появляются дополнительные часы.

Еще одним препятствием успешному освоению обучающимися данной темы может стать недостаточный опыт учителя для эффективного преподавания языка программирования, что в итоге может стать причиной появления пробелов в теоретических и практических знаниях и умениях обучающихся. Решением данной проблемы может стать введение курса обучения по работе с системой программирования КуМир в программу повышения квалификации учителей информатики.

И, наконец, наиболее важной и глобальной проблемой обучения работе в системе является недостаточное количество обучающих материалов по теме. Сегодня существует небольшое количество учебных пособий и онлайн-ресурсов по изучению языка программирования «КуМир», что затрудняет самостоятельное обучение. Решением данной проблемы может стать интернет-ресурс, на котором будут доступны все имеющиеся материалы по данной теме.

Рассмотрим более подробно некоторые методические особенности изучения языка программирования КуМир. Сегодня учителя и методисты могут и должны активно использовать интерактивные формы обучения, которые позволяют обучающимся быстро и непринужденно вовлекаться в процесс обучения. Программирование – это творческая деятельность, где каждый шаг строится на результате, полученном на предыдущем шаге. Поэтому важно создать условия для развития самостоятельного мышления обучающихся, стимулировать их к креативности и поиску нетривиальных решений.

Кроме того, неотъемлемой частью преподавания являются практические методы обучения, направленные на применение полученных знаний в процессе прикладной деятельности. Обучающиеся должны иметь возможность решать реальные задачи, создавать свои программы и видеть результат своей работы. Такой подход позволит им усвоить материал гораздо глубже и лучше запомнить изученные концепции. Также, контекстное обучение имеет большое значение в эффективном освоении языка программи-

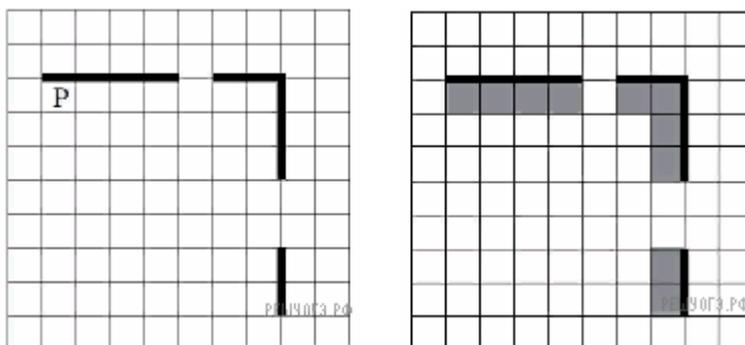
рования КуМир. Решение задач, которые связаны с повседневной реальностью обучающихся, позволяет им понять практическую ценность программирования и его применения в реальной жизни.

Перечисленные формы и методы обучения позволят обучающимся освоить язык программирования КуМир и добиться хороших результатов. Одной из мотиваций изучения языка программирования КуМир может стать тренировка решения 15 задания ОГЭ по информатике и, благодаря этому, получение высокого балла. Ниже приведен пример и решение подобного задания.

Пример задания 15.2:

Выполните задание:

На бесконечном поле есть горизонтальная и вертикальная стены. Правый конец горизонтальной стены соединен с верхним концом вертикальной стены. Длины стен неизвестны. В каждой стене есть ровно один проход, точное место прохода и его ширина неизвестны. Робот находится в клетке, расположенной непосредственно под горизонтальной стеной у ее левого конца. На рисунке указан один из возможных способов расположения стен и Робота (Робот обозначен буквой «Р»).



Напишите для Робота алгоритм, закрашивающий все клетки, расположенные непосредственно ниже горизонтальной стены и левее вертикальной стены. Проходы должны остаться незакрашенными. Робот должен закрасить только клетки, удовлетворяющие данному условию. Например, для приведенного выше рисунка Робот должен закрасить следующие клетки (см. рис.).

При исполнении алгоритма Робот не должен разрушиться, выполнение алгоритма должно завершиться. Конечное положение Робота может быть произвольным. Алгоритм должен решать задачу для любого допустимого расположения стен и любого расположения, и размера проходов внутри стен. Алгоритм может быть выполнен в среде формального исполнителя или записан в текстовом редакторе. Сохраните алгоритм в текстовом файле.

Решение задачи:

Для решения данной задачи учащимся необходимо воспользоваться исполнителем Робот и достаточно таких алгоритмических конструкций как: операторы начала и конца структуры (нц, кц), цикл, ограничивающий действия Робота (пока условие), операторы движения Робота (вправо, вниз) и оператор, выполняющий закрашивание клеток (закрасить) (рис. 1).

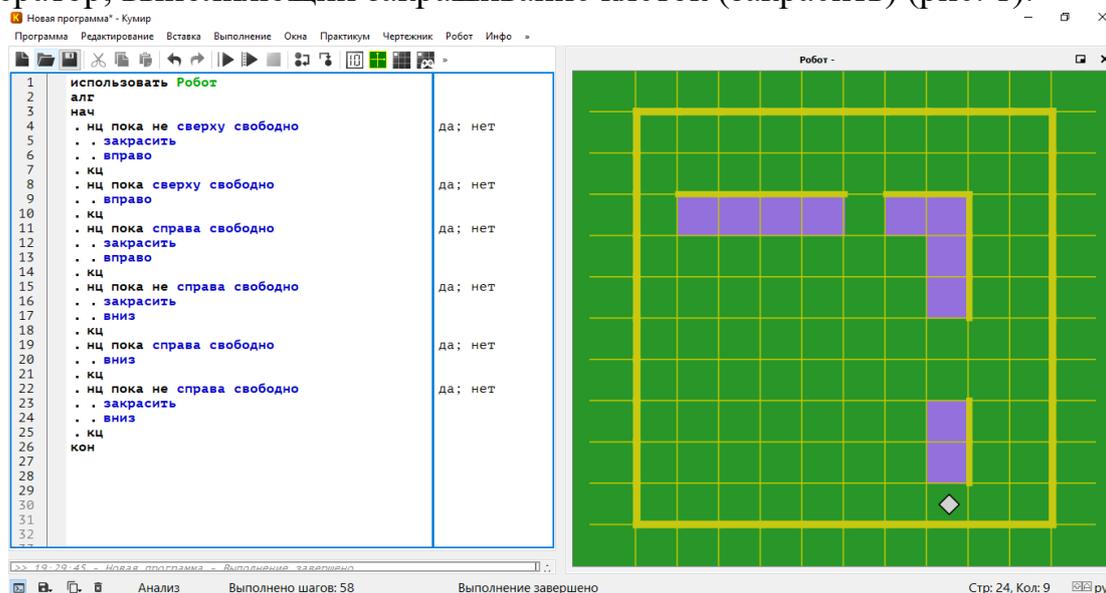


Рис. 1. Решение задания в системе КуМир

Таким образом, может быть решен один из типов задач итогового экзамена девятиклассников, оцениваемый в 2 балла.

Кроме представленного решения задания Общего государственного экзамена по информатике, система КуМир предоставляет возможности для решения ряда заданий школьного курса алгебры, геометрии, черчения и физики. Создание веб-ресурса с необходимыми методическими рекомендациями и разработками могли бы не только помочь учителю разнообразить применяемые на уроке технологии, но и способствовать развитию интереса школьников к решению прикладных задач и предмету в целом.

Литература

1. Система программирования КуМир [Электронный ресурс]: издание официальное. Москва: ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, 2018 г. URL: <https://www.niisi.ru/kumir/index.htm>.
2. Решу ОГЭ [Электронный ресурс]: издание официальное. Санкт-Петербург: творческое объединение «Центр интеллектуальных инициатив». Руководитель — Гуцин Д. Д., 2012 г. URL: <https://inf-oge.sdangia.ru/>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Хаишбашев Д. А., Шахбанов Т. Р.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: khaishbashev.david@gmail.com

В условиях быстрого развития цифровых технологий и повышенной конкуренции ведение успешного бизнеса требует постоянного поиска новых способов оптимизации процессов, сокращения издержек и увеличения эффективности.

Цифровые двойники представляют собой виртуальные модели реальных объектов, процессов или систем, созданные на основе данных с использованием технологий, таких как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и аналитика данных. Их применение в малых предприятиях может привести к значительным улучшениям:

- оптимизация производственных процессов, сокращение времени простоя оборудования и повышение качества продукции;
- снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования, энергию и сырье;
- предотвращение чрезвычайных ситуаций, совершенствование систем управления и мониторинга;
- эффективное управление ресурсами, снижение воздействия на окружающую среду и повышение общей устойчивости бизнеса.

При использовании технологии цифровых двойников возникает ряд проблем:

- высокая стоимость создания цифрового двойника и необходимых инфраструктурных решений для его использования;
- нехватка квалифицированных специалистов, способных создавать и поддерживать цифровые двойники;
- необходимость значительных инвестиций в аппаратное и программное обеспечение;
- неспособность интегрировать технологию цифрового двойника в существующие бизнес-процессы и системы управления на малых предприятиях.

Все это дает ряд причин, по которым использование данной технологии не развито в малых предприятиях. Цель нашей работы – изменить эту ситуацию на конкретном работающем малом предприятии.

Одним из основных инструментов для работы Цифровых двойников является так называемая технология “Интернет вещей” (IoT), которая может привести к значительному улучшению производственных и бизнес-процессов. Ниже представлены направления работы технологии.

Реальное время и отзывчивость: IoT-устройства собирают данные в реальном времени из физических объектов, таких как оборудование, транспортные средства и даже здания. Цифровые двойники используют эти данные для создания виртуальных моделей этих объектов. Это позволяет получить обновленную информацию о состоянии объектов и быстро реагировать на любые изменения или проблемы.

Мониторинг и аналитика: IoT-устройства постоянно передают потоковые данные, которые могут быть анализированы и использованы для улучшения эффективности и предсказания неисправностей. Цифровые двойники могут использоваться для визуализации и анализа этих данных в контексте виртуальной модели объекта, что позволяет выявлять тенденции и понимать причины проблемы.

Проактивное обслуживание и управление активами: Анализ данных, собранных с помощью IoT устройств и обработанных через цифровые двойники, позволяет предсказывать отказы оборудования и проводить проактивное техническое обслуживание. Это позволяет сократить временные и финансовые потери, связанные с непредвиденными простоями.

Отдельным направлением работы является интегрирование Цифровых двойников в блокчейн технологии. А также прямая связь в работе со смарт-контрактами.

Блокчейн технология обеспечивает высокий уровень безопасности и прозрачности данных. Интеграция цифровых двойников в блокчейн технологии позволяет:

- хранить виртуальные модели своих объектов и процессов в безопасной и надежной среде, что защищает их от несанкционированного доступа или изменения важнейших данных.
- автоматизировать выполнение бизнес-процессов с помощью смарт контрактов, что уменьшает необходимость участия третьих сторон и повышает эффективность операций.

Цель данной работы заключается в разработке и реализации плана эксперимента на малом промышленном предприятии, специализирующемся на производстве и распределении промышленных газов. Основной задачей эксперимента является исследование воздействия жидкого азота на различные объекты, существующие на данном предприятии.

В рамках проводимого эксперимента будет осуществлено моделирование воздействия жидкого азота на объекты с целью оценки их поведения и реакции в условиях, близких к реальным. Предполагается тщательный ана-

лиз полученных результатов эксперимента с последующей оценкой потенциальных перспектив применения технологии цифрового двойника на данном предприятии.

Важно отметить, что проведение данного эксперимента имеет целью не только изучение воздействия жидкого азота, но и предоставление ценной информации о возможностях применения цифрового двойника в контексте данного промышленного предприятия. Полученные данные и анализ результатов можно будет использовать для создания первых прототипов самого цифрового двойника. Работа предстоит долгая и кропотливая, но на ее основе уже можно будет сделать общий вывод о применении технологии на малых предприятиях.

Литература

1. Kalidindi, Surya R., Michael Buzzy, Brad L. Boyce, and Remi Dingreville. "Digital Twins for Materials."
2. Fuller Aidan, Zhong Fan, Charles Day, and Chris Barlow. "Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research."
3. Rabelo, R. J., Barreto, R. M., & Carvalho, J. C. (2020). Digital Twins for Industrial Applications: A Systematic Literature Review. IFAC-PapersOnLine, 53(2), 593–598.
4. Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. Computer Communications, 54, 1–31.
5. Дьяченко В. П., Коваленко Е. В. Применение технологии цифрового двойника в производстве и ремонте технических объектов // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2018. № 5. С. 40–45.
6. Климов А. В., Королев И. И. Цифровой двойник как элемент управления технологическим процессом // Вестник Кубанского государственного технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 222–229.

СОПРОВОЖДЕНИЕ РАЗДЕЛА «СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ» НА ОФИЦИАЛЬНОМ САЙТЕ ЮФУ

Цихоня Н. А., Сырцева В. Н.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: sln@sfedu.ru, vng@sfedu.ru

В соответствии с текущим законодательством РФ, каждая образовательная организация обязана размещать на своем сайте информацию о ее деятельности в определенном виде со специальной html-разметкой (рис. 1).

The image shows a screenshot of the 'Сведения об образовательной организации' page. On the left is a navigation menu with items like 'Основные сведения', 'Структура и органы управления образовательной организацией', 'Документы', 'Образование', 'Образовательные стандарты и требования', and 'Руководство. Педагогический (научно-педагогический) состав'. The main content area is titled 'Основные сведения' and contains a table with the following data:

Полное наименование образовательной организации	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»
Сокращенное наименование образовательной организации	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»; Южный федеральный университет; ФГАОУ ВО «ЮФУ»; ЮФУ
Дата создания образовательной организации	Южный федеральный университет образован в рамках национального расширения Правительства Российской Федерации от 23 мая 2010 г. и приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 мая 2010 г. путем присоединения к Ростовскому государственному университету Таганрогского государственного радиотехнического университета, Ростовского государственного педагогического университета, Ростовской государственной академии архитектуры и искусств. С июля 2010 г. университет изменил свой статус и стал высшим образовательным учреждением.

On the right side of the image, the HTML markup for the table is shown, including the header, the table structure, and the content of the first row, demonstrating the use of special tags like `<td itemprop="fullName">`.

Рис. 1. Разметка специальными тэгами страницы спецраздела

Вся размещаемая информация должна быть актуальной, размещаться в течение 10 дней с момента изменения. Все документы должны быть заверены ЭЦП. Регулярно проводится мониторинг деятельности образовательной организации по размещению информации.

Раздел «Сведения об образовательной организации» содержит 13 подразделов: «Основные сведения», «Структура и органы управления образовательной организацией», «Документы», «Образование», «Образовательные стандарты и требования», «Руководство. Педагогический (научно-педагогический) состав», «Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса», «Доступная среда», «Стипендии и меры поддержки обучающихся», «Платные образовательные услуги», «Финансово-хозяйственная деятельность», «Вакантные места для приема (перевода) обучающихся», «Международное сотрудничество».

Часть разделов содержат довольно редко изменяемую информацию, но есть разделы, содержащие информацию, которая быстро теряет свою актуальность. Объем информации зависит от размера образовательной организации. Для небольших образовательных учреждений размещение необходимых

данных не составляет больших трудностей, но для университетов размера ЮФУ это уже сложная задача.

Подраздел "Педагогический состав" должен содержать информацию о персональном составе педагогических работников, в том числе ФИО, занимаемую должность (должности), образование и квалификацию, ученые степень/звание при наличии, сведения о повышении квалификации, преподаваемые учебные предметы, курсы, дисциплины (модули) и др. Часть этих данных о сотруднике хранится в кадровой базе (1С: Зарплата и кадры), а часть, которая относится непосредственно к учебной нагрузке в 1С: Университет. Необходимо их собирать вместе, агрегировать и получать на выходе html-страницу с необходимой разметкой.

Подраздел «Образование» должен содержать информацию о реализуемых образовательных программах, об использовании при реализации образовательных программ электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, формах и сроках обучения, учебных предметах и соответствующих документах (РПД, аннотаций, учебных планов и графиков), подписанных ЭЦП; а также о численности обучающихся по источникам финансирования, о результатах перевода, восстановления и отчисления, о направлениях и результатах научной (научно-исследовательской) деятельности, о профессионально-общественной и общественной аккредитации образовательной программы и др. Немаловажным моментом является то, что перечень образовательных программ, на который ведется набор каждый год меняется, значит информация должна быть представлена о всех программах, обучение по которым ведется в настоящий момент в образовательной организации.

Для создания необходимых документов о численности и результатах перевода, восстановления и отчисления должны использоваться специально разработанные отчеты в 1С, для информации в табличном виде – сервисы из 1С. Соответственно, в учетной системе должны быть введены актуальные данные, в том числе о трудоустройстве выпускников и о результатах научно-исследовательской деятельности и базе для ее осуществления.

Подраздел "Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса. Доступная среда" должен содержать информацию о материально-техническом обеспечении образовательной деятельности, в том числе в отношении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: о наличии оборудованных учебных кабинетов; объектов для проведения практических занятий; библиотек; объектов спорта; средствах обучения и воспитания.

А теперь рассмотрим подробнее наиболее проблемные моменты.

Одна из сложностей состоит в том, что нормативные документы периодически меняются. Например, вышел приказ № 1493 от 04 августа 2023 г., который вступит в силу с 1 сентября 2024 г., но методические рекомендации, содержащие html-разметку по этому приказу, еще не вышли.

Следующий вопрос касается своевременного получения актуальных данных от владельцев информации. Организационные сложности для выполнения поставленных в регламентирующих документах задач по размещению информации также присутствуют. Этот раздел охватывает все сферы деятельности университета, многие управляющие структурные подразделения должны быть задействованы для сбора и предоставления данных. Необходимы регламенты работ и разделения зон ответственности за предоставляемую информацию. В связи с реструктуризацией Управлений ЮФУ в прошлом году, ранее разработанные регламенты потеряли свою актуальность. Поэтому необходимо разработать новые регламенты.

Также не для всех подразделов информация обновляется автоматически, когда с заданной периодичностью из сервисов выгружаются актуальные данные. Но необходимо поддерживать актуальность и в других подразделениях, для этого необходима разработка соответствующих программных и технических решений.

Еще одной из проблем является то, что не все данные представлены в информационных системах ЮФУ. В ближайшее время планируется организация сбора и актуализации данных об оборудовании и приспособленности для инвалидов каждой аудитории ЮФУ через 1С: Университет, для того чтобы впоследствии была возможность реализовать выгрузку необходимой информации в отчеты и сервисы.

Литература

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/.
2. Приказ Рособрнадзора от 04 августа 2023 года № 1493 «Об утверждении Требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату представления информации» // https://fgosvo.ru/uploadfiles//pro/Pr RON_1493_04082023.pdf.
3. Приказ Рособрнадзора от 14 августа 2020 г. № 831 (ред. от 12.01.2022) «Об утверждении требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату представления на нем информации» // <https://base.garant.ru/74901486/>.
4. Постановление Правительства РФ от 20 октября 2021 г. N 1802 "Об утверждении Правил размещения на официальном сайте образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и обновления информации об образовательной организации, а также о признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации" // <https://base.garant.ru/402961882/>.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕКОМБИНАЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ НА ПАРАХ СТРОНЦИЯ И КАЛЬЦИЯ ОТ ДАВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ СРЕДЫ

Чеботарев Г. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

физический факультет

E-mail: gdchebotarev@sfnedu.ru

Газоразрядные рекомбинационные лазеры на ионных переходах стронция и кальция эффективно излучают в коротковолновой области спектра ($\lambda=430,5$ и $416,2$ нм SrII; $\lambda=373,7$ и $370,6$ нм CaII) и перспективны для многих практических применений [1]. Для исследований физических процессов в активных средах этих лазеров наряду с экспериментальными методами широко применяется весьма информативный метод математического моделирования, позволяющий определять параметры газоразрядной плазмы и выходные характеристики рекомбинационных лазеров в широком диапазоне условий возбуждения (включая труднореализуемые в эксперименте условия).

В данной работе была численно исследована зависимость параметров плазмы, а также временных и энергетических характеристик излучения рекомбинационных лазеров на парах стронция и кальция от давления активной среды. Для проведения численных расчетов использовались самосогласованные математические модели [2, 3], содержащие описание электрической схемы возбуждения импульсно-периодического разряда, а также газоразрядной плазмы и лазерного излучения.

На рис. 1 представлены результаты моделирования для лазера на парах стронция. В частности, на рис. 1а показаны рассчитанные по модели импульсы разрядного тока и лазерной генерации на $\lambda=430,5$ нм SrII при давлении He-Sr смеси, соответствующем максимуму средней мощности генерации.

Видно, что лазерная генерация начинается сразу после импульса тока, что обусловлено быстрым «включением» рекомбинационной накачки (скорость которой W_r резко зависит от электронной температуры T_e : $W_r \propto T_e^{-9/2}$) после резкого спада электронной температуры в послесвечении (см. рис. 1б, где представлен временной ход электронной концентрации n_e и температуры T_e), происходящего в результате упругих столкновений электронов с атомами и ионами гелия.

Кроме того, на рис. 1 представлены полученные при моделировании зависимости от давления значений средней мощности генерации P_{av} и

частоты следования импульсов f (рис. 1с), а также удельной энергии импульсов генерации E_{sp} и коэффициента полезного действия лазера η (рис. 1d) при двух значениях накопительной емкости в схеме возбуждения разряда: $C=825$ пФ (кривые 1) и $C=1650$ пФ (кривые 2).

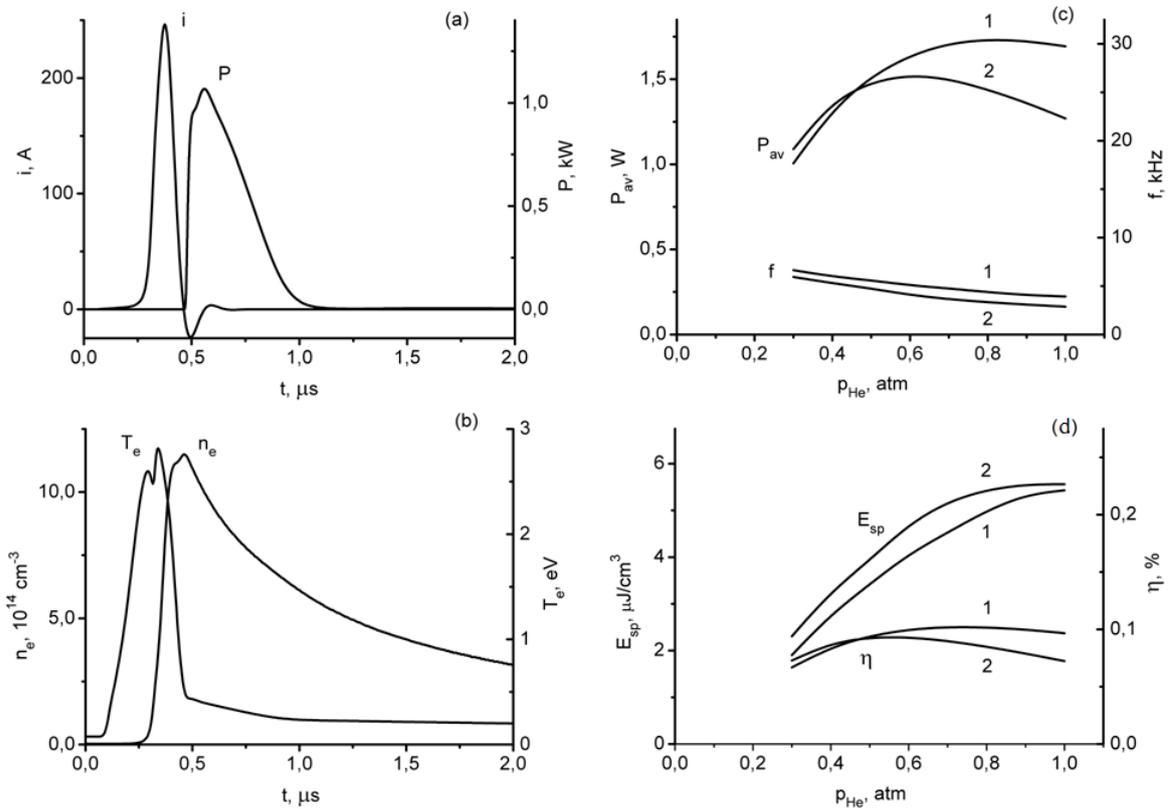


Рис. 1. Результаты моделирования для активного элемента лазера на парах стронция с активной длиной 45 см и внутренним диаметром 1,5 см

Как видно, энергия импульсов генерации монотонно возрастает с ростом давления вплоть до атмосферного, что обусловлено ускорением охлаждения электронного газа при упругих столкновениях и, соответственно, возрастанием скорости рекомбинационной накачки. При этом рост средней мощности генерации происходит лишь вплоть до оптимальных значений давления, которые меньше атмосферного и зависят от величины накопительной емкости. При больших давлениях имеет место спад средней мощности. Полученные при численных расчетах результаты хорошо согласуются с данными экспериментов как для лазера на парах стронция, так и для лазера на парах кальция.

Анализ результатов моделирования показал, что причиной спада средней мощности генерации при высоких давлениях является ограничение скорости охлаждения электронного газа из-за греющего действия заднего

фронта импульса тока. Очевидно, что путем достижения максимальных значений средней мощности является укорочение импульсов разрядного тока и их заднего фронта.

Полученные в работе закономерности позволяют осуществлять целенаправленный выбор оптимальных условий возбуждения активных сред рекомбинационных лазеров на парах металлов.

Литература

1. Солдатов А. Н., Латуш Е. Л., Чеботарев Г. Д., Юдин Н. А., Васильева А. В., Полунин Ю. П., Пруцаков О. О. Импульсно-периодические лазеры на парах стронция и кальция / Под ред. А. Н. Солдатов, Е. Л. Латуша. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2012. – 526 с.
2. Chebotarev G. D., Prutsakov O. O., Latush E. L. Mathematical modeling of ion recombination strontium vapour laser // Proc. SPIE. 2004. V. 5483. P. 83–103.
3. Чеботарев Г. Д., Пруцаков О. О., Латуш Е. Л. Моделирование ионного рекомбинационного лазера на парах кальция // Электромагнитные волны и электронные системы. 2012. № 6. С. 51–55.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Шандулина А. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

E-mail: aashandulina@sfnedu.ru

Одним из основных видов деятельности образовательной организации является образовательная деятельность по образовательным программам высшего образования, которая регламентирована федеральными органами государственной власти в виде нормативных документов с указанием единых требований к осуществлению этой деятельности. Кроме этого, образовательная деятельность – деятельность по созданию организационно-педагогических условий для всех участников образовательных отношений, которые отражают специфику, особенности организации и способствуют решению поставленных стратегических задач в области обучения. Создавая такие условия, необходимо сохранять целостность, полноту образовательного процесса, его целенаправленность и эффективность.

Планирование и управление учебным процессом – это сложный, многоуровневый процесс, в основе которого находится разработка и реализация моделей образовательных программ по уровням образования, и который в современном вузе сопровождается построением и использованием определенной модели автоматизированной информационной системы (АИС) управления, задача которой не только в первоначальном учете данных, но и в выстраивании последовательной взаимосвязанной работы отдельных элементов, частей системы, выделенных по какому-либо признаку их функционирования, в определении целей, в организации условий, в использовании определенных ресурсов (в т. ч. программных и организационно-правовых), в обеспечении качественного технического оснащения при ее реализации.

Такие модели представляют собой организационно-техническую систему, которая формируется на основе каких-либо управленческих методик и задач, связанных с их выбором и внедрением. Основу формирования модели АИС управления составляют отдельные процессы, количество которых определяется задачами планирования, анализа, учета и сопровождения деятельности в рамках конкретной модели АИС.

Каждый процесс можно считать в некотором смысле модулем, самостоятельным законченным циклом действий, который алгоритмически программирует действия пользователя и минимизирует его ошибки. Каждый следующий процесс (цикл действий) проверяет корректность выполненной предшествующей цепочки действий и при несовпадении показателей останавливает процедуру до исправления ошибки. В этом большое

достоинство применения АИС перед ручным полуавтоматическим выполнением операций.

Основываясь на опыте работы с информационной системой (ИС) «1С Университет: Проф», рассмотрим модель АИС в рамках управления учебным процессом как взаимосвязанную работу подсистем: «Управление студенческим составом» и «Планирование учебного процесса», функционирование которых, с одной стороны, организовано для эффективной работы пользователей по вводу и передаче данных, с другой, позволяет анализировать, принимать обоснованные управленческие решения в быстроменяющихся условиях, связанных, например, с изменениями нормативных документов разного уровня (федеральные, локальные).

Для максимально эффективного выстраивания модели АИС необходимо не только выделить объекты подсистем, их функциональное назначение, определить последовательность их заполнения, но и указать зависимые части. При этом, важное значение имеет детализация процессов на определенном уровне, которая должна отражать, какое количество действий пользователь производит при выполнении конкретной задачи. Именно этот критерий эффективности в итоге должен показать целесообразность использования программных продуктов и ресурсов вуза.

Функциональность подсистемы «Управление студенческим составом» включает прежде всего сквозной учет контингента обучающихся и решает задачи по ведению единой базы данных учащихся, хранению истории изменений данных об учащихся, формируемых на основании приказов и распоряжений, а также формированию стандартной отчетности.

Подсистема «Планирование учебного процесса» является важнейшей составляющей информационной системы и позволяет решать следующие задачи:

- разработка учебных планов по образовательным программам;
- разработка учебных планов для индивидуального обучения;
- формирование графиков учебного процесса;
- распределение учебной нагрузки преподавателей по кафедрам/подразделениям;
- формирование индивидуальных планов преподавателей в соответствии с нормами планирования.

Организация работы двух модулей в информационной системе 1С Университет:Проф «Управление студенческим составом» и «Планирование учебного процесса», подразумевает административную деятельность, регулирующую функционирование всех разделов, элементов, подсистем и документов ИС, через определение норм и правил, а также пользовательскую деятельность, которую выполняют непосредственно сотрудники

деканатов/специалисты. Их взаимосвязанная, последовательно выстроенная работа, обеспечивает качество функционирования ИС в целом.

Выстраивая таким образом работу двух описанных подсистем, мы получаем одну из возможных моделей АИС управления, эффективность применения которой напрямую зависит от требований, которые предъявляются к ее формированию и функционированию:

- построение на основе модульного, процессного подхода, что обеспечивает быструю заменяемость и/или дополнение модулей системы, при определенных последовательно взаимосвязанных процессах;
- использование апробированных средств и методов для хранения, обработки и выдачи информации в целях её дальнейшего использования;
- использование единой системы ведения справочников для обеспечения корректными первичными данными документов ИС, для исключения дублирования информации;
- четкое описание правил, инструкций и рекомендаций деятельности всех участников, взаимодействующих в реализации процессов модели АИС;
- своевременность и последовательность заполнения данных или документов ИС пользователями;
- своевременность в исправлении функционала разработчиками при выявлении неточностей в работе отдельных элементов ИС;
- организация автономной работы пользователей, с выстраиванием автоматических интерактивных проверок на соответствие требованиям нормативным документам, а также с установлением контролей для согласованной непротиворечивой работы отдельных элементов и частей самой ИС, при минимизации ручных корректировок;
- последовательность в установлении проверок и правил при сохранении и проведении документов ИС, для обеспечения корректного функционирования всех зависимых объектов и целостности всего процесса в целом;
- квалификация и определенный уровень подготовки сотрудников, задействованных в процессе принятия решений при разработке и внедрении нового функционала ИС (или исключению старого), способных выстроить аналитическую работу для проведения анализа возможных вариантов действий пользователей при непосредственной работе с разделами и документами системы для выявления «слабых мест».

Аналитическая работа при применении процессного подхода не концентрируется в конце проведенной работы, а распределяется на всем протяжении исполнения циклов, что позволяет отстроить систему более четко, не создает наслоения ошибок и не ставит перед экспертом задачи откатывать управленческую ситуацию назад и проводить анализ уже совершенных циклов ошибок.

Литература

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. Меньшикова Н. В., Информационные системы организации и управления учебным процессом. Курс лекций, Меньшикова Н. В. 2008.
3. Андреев В. В., Требования к информационной системе управления учебным процессом вуза / Андреев В. В., Герова Н. В. Текст: электронный Научно-практический журнал «Программные продукты и системы». 2010, № 1. Требования к информационной системе управления учебным процессом вуза (swsys.ru).
4. Хвещкович Э. Б., Автоматизированные информационные системы управления учебным процессом вуза: практическое исследование / Э. Б. Хвещкович, М. С. Мазурик. Текст: электронный // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2011, № 2 (8), с. 138. nauka_o_cheloveke_8.pdf (omga.su).

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕГМЕНТОВ СИГНАЛА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ ГЛАЗА ЗАКРЫТЫ И ГЛАЗА ОТКРЫТЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Шепелев Д. И., Демяненко Я. М.

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

E-mail: dshepelev@sfnedu.ru, demyanam@gmail.com

Задача точной классификации сегментов сигнала электроэнцефалограммы (ЭЭГ) для разделения состояний глаза закрыты (ГЗ) и глаза открыты (ГО) является актуальной для решения сопутствующих задач: калибровки, определения состояний усталости, сна и отдыха, разработки интерфейсов «мозг-компьютер», детектирования эмоций и обнаружения различных болезней связанных с работой головного мозга [1–3]. В данной статье рассматривается подход к классификации состояний с помощью нейронных сетей.

При формировании датасета для решения задачи классификации были собраны по 3 записи экспериментов для 5 испытуемых. Данные представляют собой запись сигнала с 12 электродов (Рис. 1) с частотой дискретизации 500 Гц. В процессе эксперимента испытуемым по 4 раза подавалась команда на открытие и закрытие глаз, промежуток между командами составляет 30 секунд. Время подачи команды фиксировалось в файле с записанным сигналом. Основываясь на зафиксированных метках, данные были размечены на два класса: 0 – ГЗ, 1 – ГО. Так как количество команд и время регистрации сигнала одинаковые, классы сбалансированы.

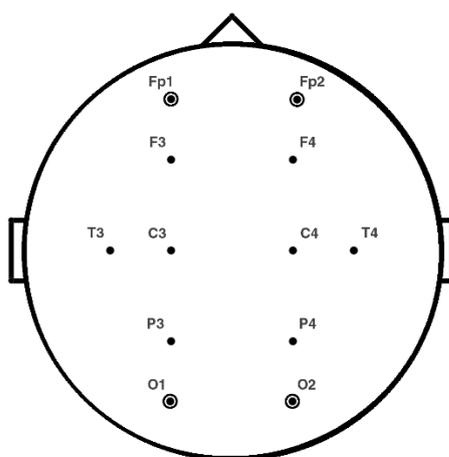


Рис. 1. Схема расположения электродов

Для тестирования нейронных сетей был написан метод кросс-валидации, при котором для всех испытуемых каждый из трех файлов с записью ЭЭГ поочередно становится валидационным, а два других выступают в виде тренировочных. Оценкой метрики точности (accuracy) модели нейронной сети является усредненный результат кросс-валидации по всем людям.

Известно, что при закрытых глазах у большинства людей в задних отделах коры головного мозга преобладает высокая амплитуда волн в частотном диапазоне альфа (8–12 Гц), а при открытых глазах альфа-волны подавляются зрительной стимуляцией [4]. Исходя из этого предметом анализа были выбраны каналы, связанные с затылочными электродами (O1, O2).

Для поиска и классификации паттернов (Рис. 2), содержащих повышенную альфа-активность, и их классификации была использована архитектура сверточной нейронной сети EEGNet [5]. Основная идея этой архитектуры состоит в обучении частотных фильтров индивидуально для каждого канала и соединения отфильтрованных каналов с помощью пространственных фильтров. Полученный в конце вектор обрабатывается сигмоидой.

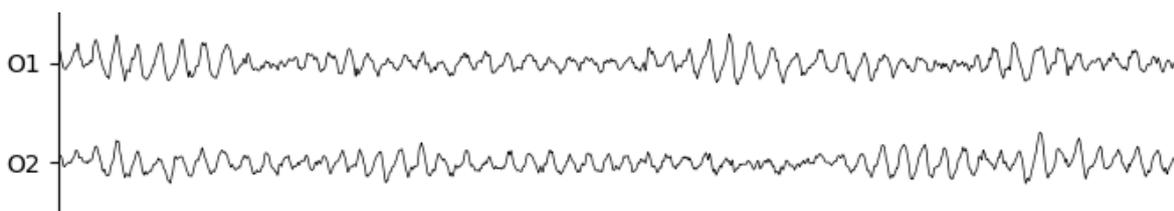


Рис. 2. Паттерны альфа-волн в затылочных каналах при закрытых глазах

Для данной архитектуры сигнал был нарезан на двухсекундные сегменты с шагом в 200 миллисекунд и каждый отрезок был поставлен в паре с меткой класса. Был получен усредненный результат кросс-валидации для разделения состояний ГО/ГЗ равный 78%.

Существуют сложности в определении состояний ГО/ГЗ по возрастающей амплитуде альфа-волн, так как у некоторых людей такое явление может отсутствовать полностью, также альфа-паттерны могут пропадать при закрытых глазах, когда повышается мыслительная активность. По этим причинам сигнал с затылочных каналов в некоторых случаях является недостоверным.

В сигнале с лобных электродов (Fp1, Fp2) моргание, закрытие и открытие глаз отображаются в виде соответствующей артефактов, которые можно разделить по их форме (Рис. 3).

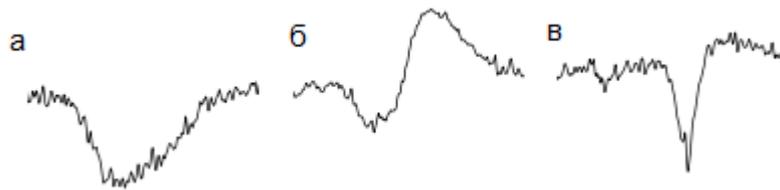


Рис. 3. Форма артефакта с лобного электрода:
а. закрытие глаз; б. открытие глаз; в. моргание

Из визуальной делимости артефактов следует возможность классификации текущего состояния по наличию артефакта определенного типа.

Так как выборка была сформирована из двухсекундных сегментов, то один пример, состоящий из 1000 отсчетов, создает большое признаковое пространство. Для уменьшения признакового пространства была написана сверточная нейронная сеть типа автоэнкодер. Часть архитектуры данной сети, которая отвечает за сжатие данных в латентное пространство, была написана в соответствии с архитектурными решениями модели DeepConvNet для ЭЭГ [6]. Развертка данных осуществляется с помощью обратных к сверткам слоев. Для анализа артефактов сигнал с двух лобных каналов был усреднен, при этом форма сигнала сохраняется и размерность данных позволяет использовать одномерную свертку. Полученная модель обучалась на выборке из двухсекундных сегментов. Процесс обучения отслеживался по функции потерь и метрике среднего квадрата ошибки (MSE) на валидационной выборке и прерывался, когда улучшения сводились к минимуму.

Глубина анализируемых сегментов составила 1 минуту и нарезаны они с шагом в 200 миллисекунд. Сегменты нарезаны на подсегменты длиной в две секунды с шагом в 500 миллисекунд. Итого размерность одного примера составила (116, 1000). Последовательность сегментов сигнала кодировалась с помощью энкодера и размерность примера составила (116, 7). В данной последовательности может присутствовать сигнал закрытия или открытия глаз и моргания. Для их обнаружения и классификации состояния была написана простая рекуррентная сеть, состоящая из 4 нейронов GRU и одной сигмоиды.

Точность на кросс-валидации для разделения состояний ГО/ГЗ с заданными параметрами составил 82%.

Для получения более устойчивой классификации было принято решение соединить анализ сигнала с затылочных и лобных каналов. Для этого была сформирована выборка по аналогии с выборкой лобного сигнала. Глубина анализируемых сегментов с четырех каналов, к которым привязана метка, составила 1 минуту и нарезаны они с шагом в 200 миллисекунд. Сегменты также нарезаны на подсегменты длиной в две секунды с шагом в 500 миллисекунд. Размерность одного примера составила (116, 4, 1000).

Для уменьшения признакового пространства выборки также была написана сверточная нейронная сеть аналогичная автоэнкодеру для лобного сигнала с дополнительным слоем пространственных фильтров для слияния результатов частотной поканальной фильтрации. Выборка была закодирована и размерность примера составила (116, 56). На основе данной выборки была обучена рекуррентная нейронная сеть, состоящая из 4 нейронов GRU и одной сигмоиды.

Точность на кросс-валидации для данных с четырех каналов составила 86%.

В результате исследования выяснено, что совместный анализ самых значимых для разделения состояний признаков дает наилучший результат классификации.

Литература

1. Mattiev, J.; Sajovic, J.; Drevenšek, G.; Rogelj, P. Assessment of Model Accuracy in Eyes Open and Closed EEG Data: Effect of Data Pre-Processing and Validation Methods. *Bioengineering* 2023, 10, 42. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10010042>.
2. Ahmed, Z. I.; Sinha, N.; Phadikar, S.; Ghaderpour, E. Automated Feature Extraction on AsMap for Emotion Classification Using EEG. *Sensors* 2022, 22, 2346.
3. Alharthi, M. K.; Moria, K. M.; Alghazzawi, D. M.; Tayeb, H. O. Epileptic Disorder Detection of Seizures Using EEG Signals. *Sensors* 2022, 22, 6592.
4. Robert J. Barry, Frances M. De Blasio, EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting remain in healthy ageing, *Biological Psychology*, Volume 129, 2017, Pages 293-304, ISSN 0301-0511, <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.09.010>.
5. Lawhern, Vernon & Solon, Amelia & Waytowich, Nicholas & Gordon, Stephen & Hung, Chou & Lance, Brent. (2016). EEGNet: A Compact Convolutional Network for EEG-based Brain-Computer Interfaces. *Journal of Neural Engineering*. 15. 10.1088/1741-2552/aace8c.
6. Schirrneister, Robin & Springenberg, Jost & Fiederer, Lukas & Glasstetter, Martin & Eggenberger, Katharina & Tangermann, Michael & Hutter, Frank & Burgard, Wolfram & Ball, Tonio. (2017). Deep learning with convolutional neural networks for EEG decoding and visualization: Convolutional Neural Networks in EEG Analysis. *Human Brain Mapping*. 38. 10.1002/hbm.23730.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПОДХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ВИДЕОИГРОВОЙ МЕХАНИКИ

Шевцов О. И.

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

Современная видеоигровая индустрия сталкивается с растущим спросом на новаторские механики, способные заинтриговать и удивить. В этом контексте генеративные модели представляют собой перспективное средство для инноваций в разработке видеоигр, однако, интеграция таких моделей и создание на их основе новых механик представляют значительные трудности. Рассмотрим этот аспект на примере концепции карточной видеоигры для двух игроков, где генеративная сеть задействована в формировании адаптивного сюжета истории, зависящего от выборов и действий участников игры. В данном случае проблема заключается в организации взаимодействия с моделью таким образом, чтобы она эффективно функционировала в рамках задуманной игровой механики.

Для решения данной проблемы были разработаны принципы, направленные на улучшение контроля над генерацией текста. В ходе этого процесса были преодолены проблемы контроля за действиями игрока и страха «чистого листа», характерные для аналогичных проектов [1].

Найденное решение направлено на формирование таких prompt запросов, на которые модель возвращает наиболее подходящие ответы, соответствующие описанной механике. Кроме того, разработаны правила, ограничивающие непосредственное взаимодействие игрока с моделью, при этом сохраняя его контроль над историей. К ним относятся ограниченные варианты исходов, из которых игрок выбирает один, то, что от игрока не требуется писать запросы самостоятельно, а лишь выбирать среди изображений на картах, предлагаемых игрой. А также принципы, описанные далее.

Установлено эмпирически, что полная свобода модели в написании сюжетов трудно поддается контролю в рамках предусмотренной механики. Концепция состоит в создании историй, включающих определенное количество испытаний для игрока, что оказалось сложной задачей при случайной генерации. Решением стало использование фиксированной канвы истории, детали которой каждый раз генерируются по-разному. Разработана базовая структура с 4 испытаниями, которая остается неизменной при каждой

генерации, обеспечивая тем самым контролируемость процесса и сохраняя уникальность каждого сюжета.

Важный этап в решении проблемы состоит в формировании запросов, структура которых зависит от текущего этапа игры. Первоначальный базовый запрос уведомляет модель о необходимости создания сюжета и устанавливает базовую канву и правила, в соответствии с которыми должен быть сформирован ответ. В этом запросе определяются основные сущности истории, такие как протагонисты с их целями и антагонист, вокруг которых развивается сюжет.

Полное отсутствие ограничений на длину ответов приводит к тому, что запросы выполняются слишком долго и возвращают слишком объемные тексты. Эмпирически было установлено, что лучше всего указывать ограничения на длину ответа прямо в запросе. Ограничение с помощью параметров запроса не обеспечивает желаемого результата, так как предложения могут резко обрываться без завершения мысли. Пример следования этим принципам на практике можно увидеть на рисунке 1. Это пример такого запроса, который по результатам тестов, стабильно справляется с поставленной задачей и возвращает пригодный результат, который отличается в деталях при каждой игровой итерации.

Начни писать историю о двух героях **сущность** Альфа и **сущность** Бета в **сеттинг** фэнтезийном сеттинге которые решают сразиться с **сущность** драконом чтобы спасти **сущность** принцессу. Герои действуют не сообща и **условие** являются противниками. Напиши завязку и **условие** поставь героев перед выбором какой путь к замку дракона выбрать, но **ограничение** не предлагай вариантов. Будь краток **ограничение** в рамках 15 предложений.

Рис. 1. Пример prompt-запроса

В рамках разработанной механики игроки должны делать выбор среди предложенных карт. Чтобы решить проблему однообразности была сформирована система подбора карт под контекст истории, таким образом игроку не попадаются неподходящие по теме ответы. Для системы каждая карта представляет собой набор тегов, определяющих контекст, к которому она относится. Каждый тег имеет свой ранг «абсурдности», он нацелен на то, чтобы сделать игру смешнее и заставить генеративную модель попытаться объяснить нелогичный выбор игрока в шуточной форме [2]. Ранги призваны исключить ситуации, когда игроку даются на выбор только абсурдные ответы. При распределении карт между игроками в начале каждого раунда, учитывается каждый из этих параметров.

Чтобы модель учитывала выборы игроков для формирования последующих запросов к запросу добавляется решение каждого участника в виде описания карты в текстовом формате. Это описание является системным элементом и недоступно игроку. Таким образом, на каждом этапе алгоритм предлагает игрокам наиболее подходящие карты из общего набора, продолжает развивать сюжет, учитывая их решения и останавливается в нужный момент для представления очередного испытания.

Финальный шаг игры включает в себя завершение истории и подведение итогов, где языковая модель используется для «суммаризации» текста и определения игрока, наилучшим образом справившегося с испытаниями.

В результате вышеописанных принципов формируется игровая механика, которая может быть успешно интегрирована в карточную игру, решая основные проблемы, связанные с использованием генеративных сетей в игровых проектах. Запросы подбираются так, чтобы возвращать ответы оптимальной длины, что обеспечивает минимальную задержку, сохраняя при этом контроль над ходом сюжета благодаря широкому выбору карт. Одновременно не возникает страха перед «пустым листом», так как игрокам не требуется напрямую формулировать запросы. Хотя фокус на предопределенной канве может ограничить вариативность сюжетов, он существенно увеличивает уровень контроля над историей, при этом сохраняя достаточное разнообразие для каждой игровой сессии.

Литература

1. Sun, Y., Ni, X., Feng, H., LC, R., Lee, C. H., Asadipour, A. Bringing Stories to Life in 1001 Nights: A Co-creative Text Adventure Game Using a Story Generation Model. ICIDS 2022.
2. Yuetian Chen, Bowen Shi, Mei Si. Prompt to GPT-3: Step-by-Step Thinking Instructions for Humor Generation. 2023.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ОНЛАЙН-РИТЕЙЛА

Шевченко А. А., Ячmeneва Н. Н.

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

E-mail: briguntsova@sfnedu.ru, nnyachmeneva@sfnedu.ru

В настоящее время розничная онлайн-торговля испытывает значительное давление в борьбе за потребителей, особенно в связи с интенсивным развитием цифровых технологий. Одними из наиболее значимых методов этой борьбы являются индивидуализированные предложения для клиентов. Персонализированные предложения, промоакции и скидки являются одной из ведущих тенденций в развитии ритейла, но создание надежной рекомендательной системы является дорогостоящим, трудоемким процессом и требует проведения дополнительных исследований в каждом конкретном случае.

Цель исследования: разработать и протестировать прототип универсальной рекомендательной платформы для подбора персонализированных предложений на товары и услуги на основе истории покупок, метаданных и текущей корзины пользователя.

Задачи исследования:

- исследование механизмов работы существующих решений;
- реализация рекомендательных моделей;
- разработка пользовательского и программного интерфейсов;
- тестирование прототипа платформы;
- исследование перспектив развития.

Назначение платформы: разрабатываемая рекомендательная платформа призвана решить проблемы по автоматизации обучения моделей рекомендательных систем, основанных на технологиях нейронных сетей, в том числе в целях удешевления и упрощения процесса разработки моделей.

Исследование механизмов работы существующих решений. Выбор моделей машинного обучения и настройка их гиперпараметров требуют от специалиста глубокого понимания как природы модели, так и природы данных, на которых она будет обучаться. Если данные представляют собой изображения, например, то современные модели машинного обучения должны включать в себя обучаемые двумерные свёрточные слои, что позволяет им анализировать и извлекать значимые особенности из входных данных. Безусловно, изображения могут быть преобразованы в длинные

векторные представления и обучены на них с использованием простой полносвязной модели, однако качество таких моделей может быть неудовлетворительным, поскольку они не способны эффективно извлекать и анализировать двумерные структуры из входных данных. Этот простой пример показывает, что выбор конкретной модели машинного обучения для решения конкретной задачи сильно зависит от природы доступных данных.

Понимая природу доступных данных и определившись с подходящим типом модели, специалист обычно сталкивается с другой проблемой – с необходимостью выбора оптимальных гиперпараметров. Из-за огромного количества различных архитектур моделей машинного обучения выбор оптимальных гиперпараметров может стать сложной задачей, требующей времени и мастерства.

Одним из самых наиболее грамотно спроектированных и распространённых решений для автоматизации процесса подбора модели и гиперпараметров является технология AutoML. Это система-автосборщик, которая в процессе обучения вознаграждает модели с высокой точностью, а модели с низкой – наоборот, штрафует.

Говоря про понимание AutoML “природы данных” – это полуавтоматический процесс. Стандартные структуры данных, можно определить, например, по формату файла данных. Более сложные структуры необходимо заранее привести к нужному виду. Например, для NLP решений может понадобиться предварительный расчет “эмбеддингов”.

Помимо описанного выше, тонкой настройки требуют функция ошибки и метрики качества.

AutoML – это универсальная технология, которая может быть недостаточной в некоторых узкоспециализированных областях. Одной из таких областей является разработка рекомендательных систем. Задача рекомендаций связана с задачей ранжирования, которую можно рассматривать и решать как задачу классификации или регрессии. Это поднимает вопрос выбора функции активации, который напрямую зависит от архитектуры модели, что, в свою очередь, зависит от набора данных, характер которого зависит от типа [1] рекомендательной модели:

- Контент-ориентированная модель. Смысл в сопоставлении пользователей с тем контентом или товарами, которые им нравились или были ими куплены. Цель таких методов – создать «профиль» для каждого пользователя и каждого предмета;
- Модели коллаборативной фильтрации. Смысл предложить пользователю купить то, что купили похожие на него пользователи;
- Контент-ориентированная коллаборативная фильтрация. Подход, объединяющий описанные выше. Тонкости описаны в статье-обзоре модели LightFM [2].

- Другие модели, пользующиеся меньшей популярностью по той или иной причине, основанные на статистике, кластеризации или обучении с подкреплением.

AutoML для рекомендательной системы может быть лишен избыточного функционала и ориентирован на неоднородности и проблемах решения непосредственно самой задачи рекомендации.

Реализация рекомендательных моделей. Разработка платформы включает в себя реализацию таких видов рекомендательных моделей, как: User-KNN (коллоборативная фильтрация по пользователю), Item-KNN (коллоборативная фильтрация по товару), Next-item basket (модель следующего взаимодействия), content-based (контент-ориентированная модель). Рассмотрим подробнее принцип построения и логику обучения каждой модели.

User-KNN Это модель, пытающаяся предсказать, насколько пользователю понравится тот или иной продукт. На вход модель получает данные о том, как пользователи оценивали этот и другие продукты в прошлом: чем их больше, тем точнее и полезнее рекомендации. Данные представляются в виде троек

$$(i, a, r_{i,a}),$$

где i – идентификатор пользователя, a – продукт, $r_{i,a}$ – рейтинг (оценка) продукту a от пользователя i .

В рекомендательных системах для представления входных данных используется подход, основанный на сильно разреженных матрицах, в которых строки представлены идентификаторами пользователей, а столбцы – наименованиями продуктов

$$R = (r_{i,a})_{i=1,a=1}^{N,M},$$

где N, M – количество пользователей и наименований соответственно.

Задача состоит в том, чтобы предсказывать оценки $r_{i,a}$, имея некоторые уже известные оценки $r_{i',a'}$. Пусть $\hat{r}_{i,a}$ – наше самое точное предсказание, его значение стремимся максимизировать.

В случае «рекомендаций, основанных на пользователях» (user-based) последовательность действий следующая: 1) оценить меру схожести всех имеющихся пользователей по отношению к текущему, найти самого «похожего» (одного или нескольких); 2) на основании имеющихся оценок пользователей предсказать для текущего пользователя оценку того или иного товара, учитывая оценки самых «похожих» пользователей с большим весом.

Чтобы оценить меру схожести двух пользователей, оставим в их векторах предпочтений (строках матрицы R) только те элементы, которые оценили оба пользователя. Таким образом, нужно определить схожесть двух вещественных векторов. Один из способ сделать это – вычислить коэффициент корреляции Пирсона, он показывает меру линейной зависимости двух

векторов и для векторов предпочтений пользователей i, j рассчитывается следующим образом:

$$\omega_{i,j} = \frac{\sum_a (r_{i,a} - \bar{r}_i)(r_{i,a} - \bar{r}_j)}{\sqrt{\sum_a (r_{i,a} - \bar{r}_i)^2} \sqrt{\sum_a (r_{i,a} - \bar{r}_j)^2}},$$

где \bar{r}_i – средняя оценка от пользователя i .

На втором шаге прогнозируемую оценку будем считать приближением среднего рейтинга текущего пользователя в сумме с отклонением от среднего рейтинга других пользователей, взвешенных весами, которые мы назначаем исходя из меры схожести векторов предпочтений:

$$\hat{r}_{i,a} = \bar{r}_i + \frac{\sum_j (r_{j,a} - \bar{r}_j) \omega_{i,j}}{\sum_j |\omega_{i,j}|}.$$

Такой подход также носит название GroupLens algorithm, однако на практике используется его модификация, позволяющая не суммировать данные от миллионов пользователей для каждой рекомендации, а ограничиться k ближайшими «соседями». Под «соседями» следует понимать пользователей, максимально похожих на текущего и уже оценивших продукт, для которого формируется рейтинг. Таким образом, приведённое выше выражение приобретает вид:

$$\hat{r}_{i,a} = \bar{r}_i + \frac{\sum_{j \in kNN(i)} (r_{j,a} - \bar{r}_j) \omega_{i,j}}{\sum_{j \in kNN(i)} |\omega_{i,j}|}.$$

Item-KNN. Второй подход к коллаборативной фильтрации – искать не похожих пользователей, а похожие продукты. Стоит заметить, что в случае item-based фильтрации сходство двух продуктов не означает, что они имеют похожие свойства. Это сходство скорее выражает похожее отношение пользователей к этим элементам. Шаги алгоритма построения рекомендации в целом совпадают со случаем user-based фильтрации, однако есть особенность: пользователи по-разному ставят оценки. Один может ставить всем по максимальному количеству звёзд, в то время как другой может быть более скептическим и давать всем посредственные оценки. В таком случае низкий рейтинг для первого пользователя будет более информативным, а для второго – наоборот. В user-based подходе этот нюанс сглаживается за счёт коэффициента корреляции, а в item-based моделях можно скорректировать каждую оценку относительно среднего рейтинга пользователя, и затем провести расчет cosine similarity (косинусного сходства):

$$\omega_{a,b} = \frac{\sum_i (r_{i,a} - \bar{r}_i)(r_{i,b} - \bar{r}_i)}{\sqrt{\sum_i (r_{i,a} - \bar{r}_i)^2} \sqrt{\sum_i (r_{i,b} - \bar{r}_i)^2}},$$

где \bar{r}_i – средний рейтинг, выставленный пользователем i .

Next-item basket. Модели следующего взаимодействия (Session-based Recommender Systems, далее также – SBRs) анализируют краткосрочные предпочтения пользователей, а также динамику их изменения. Сессия в

классическом понимании представляет собой последовательность нескольких взаимодействий пользователями с элементами. Решая задачу рекомендации следующего взаимодействия, система получает на вход данные, известные о текущей сессии (например, список товаров в корзине у пользователя). На выходе получаем ранжированный по наилучшему соответствию список возможных взаимодействий. При описании SBRS используются следующие основные сущности:

- 1) пользователь (u) – субъект, совершающий. Множество всех пользователей системы определяется как $U = \{u_1, u_2, \dots, u_{|U|}\}$;
- 2) элемент (v) – объект, предназначенный для рекомендации пользователю. Совокупность всех элементов образует множество элементов рекомендательной системы $V = \{v_1, v_2, \dots, v_{|V|}\}$;
- 3) действие (a) – любая выполняемая пользователем манипуляция в рамках сессии. Множество возможных действий имеет вид

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_{|A|}\};$$

- 4) взаимодействие (o) – кортеж из трёх значений ($o = \langle u, v, a \rangle$), в случае анонимных сессий взаимодействие упрощается: $o = \langle v, a \rangle$;
- 5) сессия (s) – непустой конечный список взаимодействий, произошедших в течение непрерывного временного промежутка ($s = \{o_1, o_2, \dots, o_{|s|}\}$).

Общая постановка задачи для SBRS тогда принимает вид: пусть дан список из n взаимодействий. Тогда через L обозначим множество, содержащее все возможные списки взаимодействий l , полученные из множеств V и A . C – множество всех возможных контекстов сессии (c). Под контекстом будем понимать всю доступную информацию о сессии. Обозначим как $f(c, l)$ функцию релевантности. Тогда задача состоит в том, чтобы выбрать такой список взаимодействий $\hat{l} (\hat{l} \in L)$, доставляющий функции релевантности максимальное значение, то есть:

$$\hat{l} = \operatorname{argmax} f(c, l), \text{ где } c \in C, l \in L.$$

Content-based. Рекомендации на основе содержимого строятся на основе сходства признаков предмета и предпочтений пользователя. Например, мы можем извлечь значимые признаки из описания фильма и сопоставить их с предпочтениями пользователя. Пользовательскими предпочтениями могут выступать как прямо указанные пользователем данные (например, демографическая информация), так и информация, полученная косвенно на основе истории его взаимодействий с системой.

Один из способов выделить значимые признаки – это мера TF-IDF [4], которая используется в рекомендательных системах для определения важности слов в документах. TF-IDF учитывает частоту появления слова в документе и сравнивает ее с общей частотой слова во всех документах. Слова с высоким значением TF-IDF считаются более значимыми в контексте документа.

Тестирование прототипа платформы. При тестировании платформы использовалась история взаимодействий пользователей, приведённая в датасете MovieLens. Она отображает историю оценок фильмов пользователями. Датасет содержит идентификатор пользователя, идентификатор фильма, оценку, которую пользователь поставил фильму, и временную метку, когда это взаимодействие было совершено. На Рисунке 1 приведён фрагмент данных.

Загрузка файла взаимодействия

Выберите файл ratings.csv

userid	movieid	rating	timestamp
1	31	2.5	1260759144
1	1029	3.0	1260759179
1	1061	3.0	1260759182
1	1129	2.0	1260759185
1	1172	4.0	1260759205
1	1263	2.0	1260759151
1	1287	2.0	1260759187
1	1293	2.0	1260759148

Рис. 1. История покупок товаров пользователями, использованная при тестировании ПО

Также были загружены следующие метаданные пользователей (пол, возраст, город), фрагмент приведён на Рисунке 2.

Загрузка файла пользователей

Выберите файл users.csv

userid	age	sex	city
1	24	male	Ростов-на-Дону
2	29	male	Москва
3	49	female	Москва
4	43	male	Москва
5	54	female	Москва

Рис. 2. Метаданные пользователей, использованные при тестировании ПО

Для оценки качества рекомендаций используются следующие метрики: map, precision, recall и F1-score. Все метрики рассчитываются со следующими параметрами $K=100$, $step=25$, $first=5$. Некоторые результаты оценки рекомендаций представлены в Таблице 1 на примере одного пользователя.

Таблица 1.

	map	precision	recall	F1-score
User -KNN	0.0756	0.0464	0.0094	0.0156
Cosine-similarity	0.0625	0.0319	0.1024	0.0486
Next -item basket	0.0508	0.0285	0.0257	0.027

Автоматический выбор наилучшей модели базируется на показателях метрики F1-score. Выбор этой метрики в качестве основного показателя обусловлен тем, что метрика имеет ряд преимуществ:

1. Учитывает не только точность (долю правильно предсказанных положительных классов), но и полноту (долю истинных положительных классов, которые были правильно предсказаны). Поэтому, она дает более универсальную оценку модели;
2. Дает более полную картину в случае несбалансированных данных;
3. Обладает хорошей чувствительностью к ошибкам первого и второго рода одновременно.

Посмотрим на пример работы автоматического выбора лучшей модели в интерфейсе. На этапе обучения было выбрано 3 модели: user-based collaborative filtering, item-based collaborative filtering, content-based.

Как видим на Рисунке 3, система подсветила метрики модели коллаборативной фильтрации KNN синим цветом. Это значит, что указанная модель является оптимальной рекомендательной моделью для применения на загруженных данных. И действительно: метрика F1-score у этой модели выше (0.09), чем у остальных (0.08; 0.06).

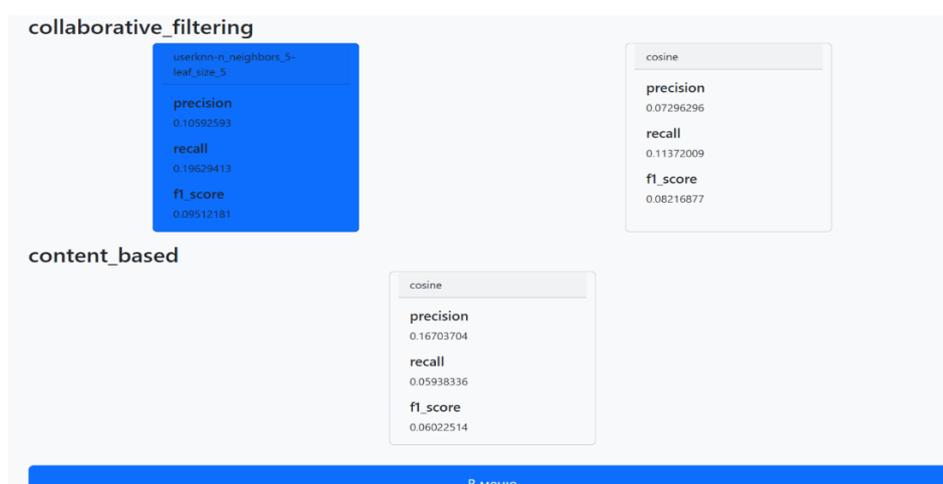


Рис. 3. Выбор лучшей модели по результатам метрик

Литература

1. Подходы рекомендательных систем – URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/rekomendatelnye-sistemy-modeli-i-ocenka> (дата обращения: 05.02.2024).
2. LightFM – URL: <https://arxiv.org/abs/1507.08439> (дата обращения: 06.02.2024).
3. Shoujin Wang, Longbing Cao, Yan Wang, Quan Z. Sheng, Mehmet A. Orgun, and Defu Lian. A Survey on Session-based Recommender Systems. // ACM Comput. Surv. 9, 4, Article 39. 2021.
4. Валиев А. И., Лысенкова С. А. Применение методов машинного обучения для автоматизации процесса анализа содержания текста // ВК. 2021. № 4(44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-metodov-mashinnogo-obucheniya-dlya-avtomatizatsii-protssessa-analiza-soderzhaniya-teksta> (дата обращения: 06.02.2024).

МОБИЛЬНОЕ IOS ПРИЛОЖЕНИЕ “CORENTAL” ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ АРЕНДЫ ЖИЛЬЯ

Шляхов Н. В., Чердынцева М. И.

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

E-mail: nshlyahov@sfnedu.ru, micherdynceva@sfnedu.ru

В работе описывается создание мобильного приложения, которое предназначено для поиска соискателей, заинтересованных в совместной аренде жилья. Результатом работы является iOS приложение с интуитивно понятным и удобным интерфейсом, поддерживающее функции чата, поиска, фильтрации и отображения результатов, чтобы пользователи могли быстро находить наиболее подходящих кандидатов.

При разработке использовались такие паттерны проектирования как MVVM, StateMachine, DI, фреймворки Combine, SwiftUI, SocketIO, а также технология асинхронного выполнения задач Structed Concurrency.

Серверная часть приложения работает на Python с использованием фреймворка Flask и архитектурного стиля RestAPI, реализованного на HTTP-сервере, который взаимодействует с реляционной базой данных через язык SQL.

В приложении реализован механизм JSON Web Token для аутентификации пользователей, так как он поддерживает наличие ключей безопасности для того, чтобы на сервер нельзя было отправить незащищенный запрос на получение приватной информации пользователя. JWT – это открытый стандарт (RFC 7519), который определяет компактный и самодостаточный формат для представления информации об аутентификации и авторизации в виде токенов. Они не требуют сохранения состояния на сервере, это означает, что сервер не хранит информацию о состоянии авторизации пользователя, и каждый запрос может быть независимо обработан. Токены представлены в виде строки, что делает их компактными и легкими для передачи в HTTP-заголовках. Внутри мобильного приложения токены хранятся в защищенном хранилище KeyChain.

Основа приложения – архитектурный паттерн StateMachine, предназначенный для моделирования и управления состояниями в программном обеспечении, он обеспечивает удобный способ организации и контроля переходов между состояниями объекта в зависимости от определенных событий или условий. Основная цель StateMachine состоит в том, чтобы разделить логику приложения на отдельные состояния и определить, какие переходы

между ними допустимы. Каждое состояние представляет собой определенное поведение или набор действий, которые объект может выполнять в данном состоянии. Переходы между состояниями могут быть активированы событиями или определенными условиями.

Пользователь может создавать и позднее редактировать свою анкету, в которой указаны ключевые параметры, такие как пол, возраст и страна человека, а также настраивать фильтр поиска других соискателей жилья (рис. 1), например, уже имеющих жилье или еще нет.

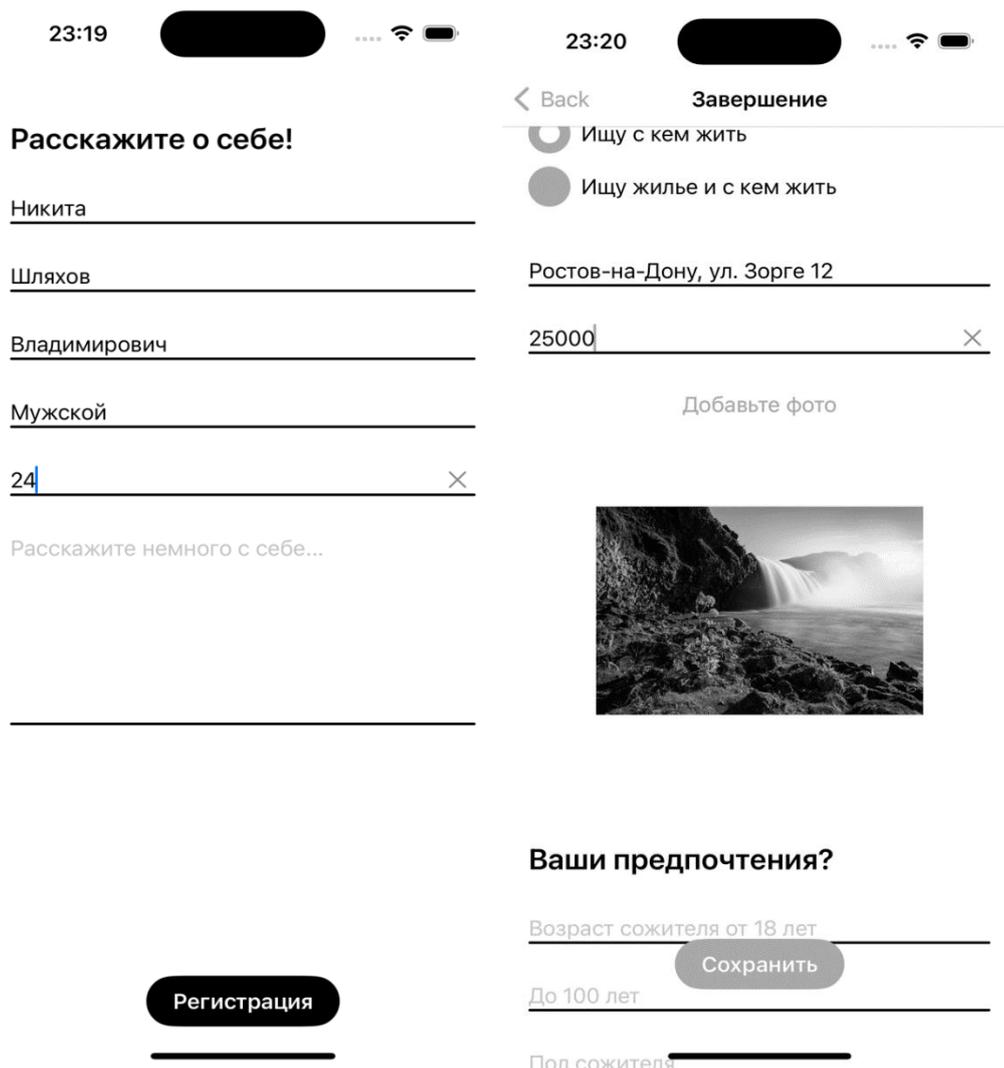


Рис. 1.

Также пользователь может видеть список пользователей, которые удовлетворяют его критериям поиска, указанным ранее в анкете. Для каждой отображаемой анкеты можно выполнить дополнительные действия, такие как, поставить лайк или начать с пользователем переписку (рис. 2).

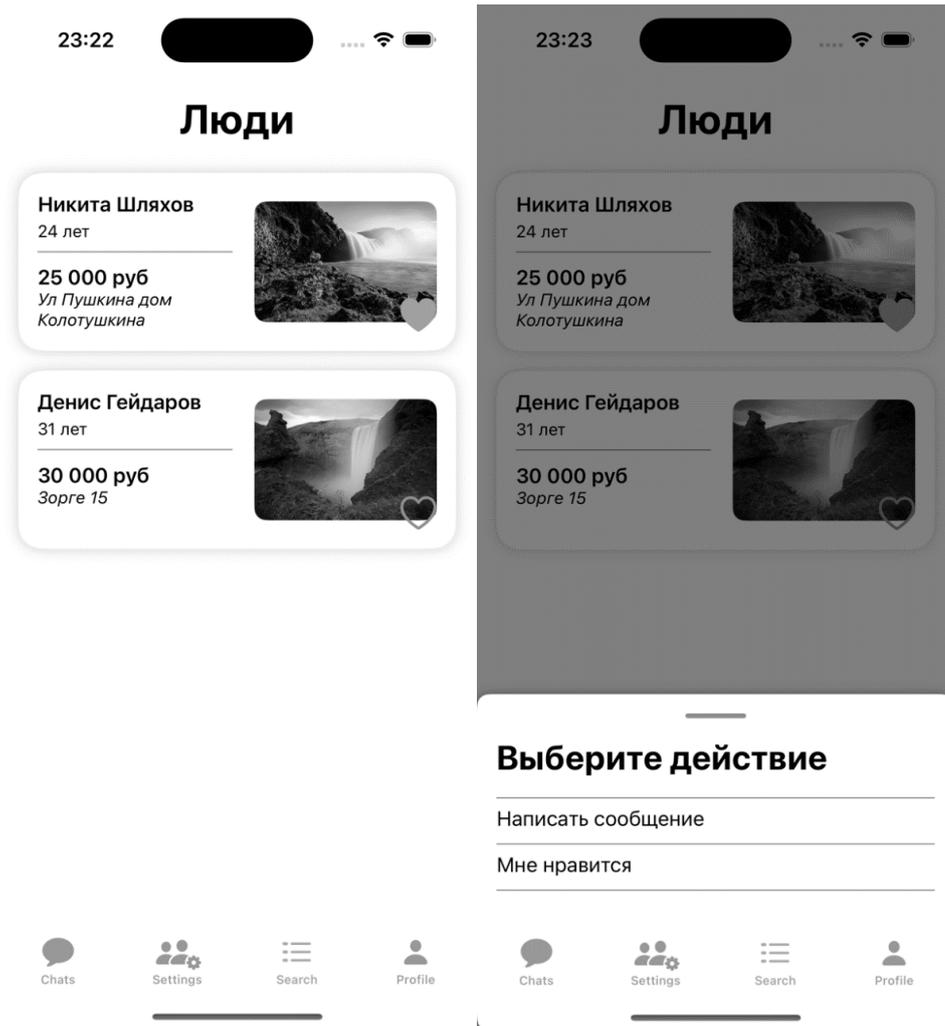


Рис. 2.

Сетевой слой приложения использует современную технологию асинхронного выполнения задач Structured Concurrency (`async/await`), основное преимущество, которой перед теми, что использовались ранее (`GrandCentralDispatch`, `Combine`) – это намного более цикломатически простой код обработки асинхронных задач после их выполнения, в котором больше не нужно дополнительно устранять утечки памяти (`retain cycle`), а также наличие потокобезопасного хранилища (`Actor`), с помощью которого можно быстро передать полученные данные на главный поток для отрисовки.

Все классы приложения, выполняющие какие-либо вспомогательные задачи, будь то модуль авторизации или сетевой слой, во-первых, реализованы каждый в отдельном модуле, во-вторых, каждый закрыт своим протоколом. Это позволило мне использовать подход `Dependency Injection`, который уменьшает связность кода, убирает зависимость модулей высокого уровня, от модулей низкого уровня, повышает тестируемость кода.

Онлайн чат был реализован с помощью библиотеки SocketIO как на клиенте, так и на сервере. Была выбрана именно эта технология, так как она позволяет удобно делить пользователей на комнаты, таким образом, чтобы отправлять сообщение не всем клиентам, а только одному – по его уникальному идентификатору.

UI составляющая приложения была реализована с помощью фреймворка SwiftUI, имеет ряд ключевых преимуществ в сравнении с единственной ему альтернативной – UIKit:

1. Декларативный подход: SwiftUI основан на декларативном подходе к созданию пользовательского интерфейса. Разработчик описывает, как пользовательский интерфейс должен выглядеть и вести себя вместо того, чтобы конкретно прописывать, где его нужно отрисовывать. Это упрощает процесс разработки, делает код более понятным, легко читаемым и поддерживаемым.

2. Быстрая разработка и обновление интерфейса: SwiftUI предлагает удобные инструменты для быстрой разработки интерфейса. Визуальный редактор Live Preview позволяет в режиме реального времени видеть изменения в интерфейсе при внесении изменений в UI.

3. Реактивное программирование: SwiftUI построен на основе концепций реактивного программирования, это означает, что интерфейс обновляется автоматически при изменении данных, что снижает необходимость вручную обрабатывать обновления пользовательского интерфейса. Это приводит к более гладким и отзывчивым взаимодействиям в приложении.

Литература

1. Официальная документация Apple по фреймворку Combine – URL: <https://developer.apple.com/documentation/combine>.
2. Habr – интернет статья «MVVM на основе Combine в UIKit и SwiftUI приложениях для UIKit разработчиков» – URL: <https://habr.com/ru/articles/492530/>.
3. Medium – интернет статья «Building a state-driven app in SwiftUI using state machines» – URL: <https://medium.com/eggs-design/building-a-state-driven-app-in-swiftui-using-state-machines-32379ca37283>.
4. Блог Александра Менщикова – «Простой веб-сервер с использованием Python и Flask» – URL: <https://codex.so/python-flask>.
5. Официальная страница стандарта JWT – URL: <https://jwt.io>.

ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ В 5-6 КЛАССАХ

Шутай А. В.

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

На нынешнем этапе развития общества и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) наблюдается расширение и быстрая модернизация цифровой сферы, информация распространяется с огромной скоростью, технологии ИКТ совершенствуются и лидирующие позиции на рынке труда занимают IT-специальности, специальности в области искусственного интеллекта и другие профессии, требующие от работников высокого уровня интеллекта и сформированности ИКТ-компетентности. В таких условиях обучающиеся должны обладать не только базовыми навыками работы с информационными технологиями, но и уметь анализировать, сравнивать информацию, абстрагироваться, делать выводы и принимать правильные решения, то есть обладать развитым мышлением, особенно логическим [1].

Для успешной самореализации обучающегося на современном этапе развития общества необходимо *постоянное* формирование и развитие его информационных компетенций, а также навыков логического мышления. В связи с этим, особое значение приобретает процесс развития логического мышления школьников, которое возможно при изучении различных школьных предметов, особенное место среди которых, учитывая специфику предмета и особенности его содержания, занимает курс информатики.

Обновленные Федеральные государственные образовательные стандарты [4] имеют существенные отличия в сравнении с предыдущими версиями стандартов школьного обучения и в большей мере отражают современные тенденции развития информатики как науки и как отрасли промышленности, в чем состоит их несомненное преимущество. В то же время ряд моментов вызывает тревогу, так как может оказать отрицательное и тормозящее влияние на обучение школьников, которым предстоит развивать цифровую экономику, от успешности которой напрямую зависит конкурентоспособность и будущее благополучие нашей страны.

Уже в начальной школе обучающимся дают проектные задания по созданию презентаций, докладов, здесь же формируются первые навыки работы с текстовой, графической информацией. На уровне начального общего

образования начинается формирование компетентности учащихся в сфере информационно-коммуникационных технологий, необходимой им для дальнейшего обучения.

Курс информатики основной школы опирается на опыт постоянного применения ИКТ, уже имеющийся у учащихся, даёт теоретическое осмысление, интерпретацию и обобщение этого опыта. Но в 5-6 классе предмет «Информатика» может входить в инвариантную часть учебного плана образовательных организаций, а с 7 класса вновь становится обязательной дисциплиной [5]. Обучающиеся 5-6 класса вынуждены осваивать цифровую среду и средства информационных технологий самостоятельно на интуитивном уровне (или в системе дополнительного образования), и тем самым разрыв во владении информационными технологиями к началу 7 класса оказывается значительным. Это приводит к тому, что некоторые обучающиеся в 7-м классе не могут выполнить простейшие приемы форматирования текста, не умеют работать с табличным процессором, имеют сложности с вводом текста с клавиатуры, не знают о наличии функциональных клавиш. Перерыв в изучении ИКТ оказывается критическим в обучении программированию и использовании компьютера как инструмента-помощника.

К тому же сенситивным периодом для развития навыков логического мышления является возраст 10–12 лет [2], то есть 5-6 класс. Тем более, что на сегодняшний день существует необходимость в ИКТ-профессионалах, а закладывать основы логического мышления необходимо с начальной школы и до 5-6 класса включительно. Предмет «Информатика» как раз и способствует развитию интеллекта, логики и мыслительных операций до достаточно высокого уровня.

Сложно не назвать серьезной ошибкой то, что обновленный стандарт предусматривает обучение информатике в основной школе только с седьмого класса. Стандарт ставит амбициозные задачи обучения школьников не только цифровой гигиене и безопасности, но и навыкам алгоритмизации и языковому программированию, что при необходимости ограничения обучения тремя годами (7, 8 и 9 класс), очевидно, создает чрезмерную нагрузку на учащихся.

Переход к преподаванию информатики с 5 класса позволит создать преемственность, что позволит говорить о действительно непрерывном изучении информатики и ИКТ. Это означает, что обучающиеся получат возможность постепенно и непрерывно развивать и совершенствовать свою ИКТ-компетентность на протяжении всего процесса обучения в школе.

Ко всему прочему изучение информатики в 5-6 классе предоставляет все условия для более глубокого погружения:

- в информационные процессы;
- в устройство персонального компьютера, его логическую структуру;

- в процессы поиска информации в сети Интернет, включая анализ на достоверность найденной информации с учетом информационной безопасности;
- в работу текстовых, графических процессоров, инструментов работы с компьютерной графикой [5].

Обучающиеся получают возможность:

- изучать блочное программирование;
- создавать алгоритмы решения задач с помощью визуальных сред программирования («Scratch», «Кумир», «ЛогоМиры»);
- решать логические задачи с помощью различных инструментов [5].

Изучение всех этих аспектов позволит развить логическое, критическое, творческое мышление и обогатит обучающихся 5-6 классов необходимой теоретической и практической базой для изучения курса информатики основной школы в 7–9 классах, при этом снизив учебную нагрузку на три года обучения.

Поэтому для обеспечения непрерывности курса информатики и полноценного развития компетенций обучающихся в области использования информационно-коммуникационных технологий в нынешних условиях целесообразно в 5-6 классах ввести изучение информатики, учитывая современные реалии, хотя бы как курс внеурочной деятельности.

Введение внеурочной деятельности по информатике предоставляет следующие дополнительные возможности:

Во-первых, это формирование и развитие умений и навыков, получение знаний, способствующих расширению кругозора [3]. Внеурочные занятия позволяют учащимся познакомиться с новыми для них областями знаний: искусственным интеллектом, логикой, компьютерной графикой и другими. Обучающиеся получают возможность обнаружить у себя новые интересы и таланты, открыть для себя новые виды деятельности и профессии с ними связанные, что предоставляет возможности для их личностного, а в будущем и профессионального роста.

Во-вторых, внеурочная деятельность служит стимулом для укрепления самооценки, позволяет обучающимся почувствовать себя успешными и уверенными в своих способностях [1]. Они могут развивать свои способности и достигать успеха в конкретной области, что способствует повышению самооценки и самодисциплине.

Третьим преимуществом можно считать социальное взаимодействие, несколько отличающееся от привычного на уроках. Внеурочные занятия предоставляют учащимся возможность взаимодействовать с другими обучающимися и учителем, которые разделяют их интересы. Это помогает им развивать навыки коммуникации, сотрудничества и лидерства [3].

Таким образом, внеурочная деятельность может стать основой для формирования личностных и метапредметных образовательных результатов в системе общего образования, что несомненно является огромным плюсом при организации внеурочной деятельности по информатике в 5-6 классах, учитывая что данный период является наиболее благоприятным для изучения данного предмета, и развития у школьников навыков логического мышления, непрерывного формирования компетентности в области информационно-коммуникационных технологий.

Литература

1. Бабенко (Шутай), А. В. Занимательная информатика в развитии логического мышления / А. В. Бабенко, В. И. Петрова // Шаг в науку: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции с участием студентов – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 207–212. [Электронный ресурс] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47965743> (дата обращения: 02.03.2024).
2. Петровский, А. В. Общая психология. / А. В. Петровский. – М.: Просвещение, 1976. – 162 с.
3. Письмо Министерства образования и науки РФ от 14 декабря 2015 г. № 09-3564 «О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71187190/#review> (дата обращения: 10.02.2024).
4. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/?ysclid=ltwode8ro2673705261> (дата обращения: 08.02.2024).
5. Примерная рабочая программа основного общего образования. Информатика (для 5-6 классов образовательных организаций). Протокол 2/22 от 29.04.2022 г. Министерства просвещения РФ. [Электронный ресурс] – URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/b8e65c9ad4d29aef6a3aa38c3e8533f0.pdf?ysclid=ltwokeywv3g562707916> (дата обращения: 21.02.2024).

АДАПТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПОРОГА ВОСПРИЯТИЯ РЕЧИ

Щербина Д. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

НИТЦ Нейротехнологий,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dnsherbina@sfnedu.ru

Проблема измерения порогов слухового восприятия хорошо разработана в клинической практике [1]. В наши дни процедуры постепенного уточнения порогов («лесенка») при восприятии одного или нескольких слуховых потоков описаны и стандартизированы [2]. Проблема определения порогов распознавания речи на слух отличается от детекции шума ввиду сложности стандартизации способов произношения звуко сочетаний в разных языках (в частности создаются аудиозаписи списков фраз со скорректированными отношениями сигнал/шум) [3–5].

В наших исследованиях стояла задача определения порога распознавания речи (SRT) у здоровых взрослых людей на фоне шума в приложении с *веб-интерфейсом*. Спектр программных возможностей сводился к изменению громкости при генерации фразы с помощью системного движка синтеза речи. При этом громкость проигрываемого из аудиофайла шума была зафиксирована на уровне 0.5 от максимальной. Заметим, что эти значения громкости условны, поскольку используются как верхний порог для шкалирования сигнала, извлекаемого из звукозаписи (условный уровень в пределах от -1 до 1) программными средствами для создания реального звукового давления, получаемого в наушниках.

Разработанный алгоритм адаптивного подбора порога распознавания речевых вставок на фоне шума представлял собой улучшение взвешенной процедуры "2 вверх–1 вниз по лестнице", используемой в адаптивном слуховом речевом тесте (AAST). Первое улучшение связано с адаптивным снижением шага изменения громкости. Начальное значение шага в 0.16 уменьшалось вдвое при каждом ложном ответе, быстро достигая минимального требуемого уровня в 0.01 в районе истинного порога. Это позволяло начинать подбор громкости с уровня 0.9, намного превышающего порог. Четко различимые целевые стимулы в начале процедуры, которые отчетливо становились тише с каждым шагом, позволяли испытуемому быстро приспособиться к выполнению задачи выбора. Нами использовалась задача выбора из девяти альтернатив (числа 1...9). Невозможность какого-либо выравнивания уровня громкости отдельных слов при использовании движка синтеза речи и различия в вероятности угадывания целевого ответа по количеству слогов и ударению в произносимых словах, служили дополнительными источниками вариативности теста. Это приводило к тому, что при отладке процедуры встречались

случаи неправильных ответов на стимулы с громкостью на 3-4 ступени выше предполагаемого порога. В результате уровень громкости поднимался так высоко, что требовалось до 5 повторных успешных ответов, чтобы снова спуститься к уровню случайных угадываний. Другими словами, наличие нескольких источников вариативности при выборе ответа могло приводить к нестабильности «спуска по лестнице». Невозможность растягивания процедуры во времени ограничивало возможность получения классического паттерна многократного «биения» между успешными и неуспешными ответами на уровне, близком к искомому порогу. Поэтому было применено второе улучшение, в котором мы заменили классическую процедуру простого усреднения многих использованных значений громкости (например, после семи неправильных ответов в процедуре, рекомендованной Американской слуховой ассоциацией <https://www.asha.org/policy/GL1988-00008/>) на детекцию специального паттерна в функции «движения по лестнице». В нашем тесте после семи ошибок, когда шаг изменения громкости гарантированно снижался до 0.01, процедура подбора останавливалась в случае возникновения паттерна -1-1-0-1, где 1 – успех, 0 – ошибка. При этом в качестве порога фиксировался промежуточный уровень между ошибкой и минимальным уровнем успешного распознавания. Именно данный паттерн давал стабильную оценку порога при минимальном количестве шагов в условиях высокой неоднородности распознавания целевых стимулов.

В результате описанных улучшений была разработана процедура устойчивого определения SRT на языке JavaScript, занимающая относительно небольшое время по сравнению с измерением более теоретически обоснованных психометрических функций, которые требуют большого количества повторных предъявлений стимулов.

Литература

1. Бобошко М., Риехакайнен Е. Речевая аудиометрия в клинической практике. – Litres, 2022.
2. Spielmann M., Schröger E., Kotz S., Pechmann T., Bendixen A. Using a staircase procedure for the objective measurement of auditory stream integration and segregation thresholds//Frontiers in Psychology, 2013, Т. 4.
3. Killion M. C., Niquette P. A., Gudmundsen G. I., Revit L. J., Banerjee S. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners//The Journal of the Acoustical Society of America, 2004, Т. 116, N 4, С. 2395–2405.
4. Practice guidance: Assessment of speech understanding in noise in adults with hearing difficulties. - British Society of Audiology (BSA), 2019.
5. Billings C. J., Olsen T. M., Charney L., Madsen B. M., Holmes C. E. Speech-in-Noise Testing: An Introduction for Audiologists//Seminars in Hearing, 2023, Т. 45, N 1, С. 55–82.

DIGITAL LITERACY OF UNIVERSITY TEACHERS

Galustyan O. V., Galustyan S. D., Liu Siqi

Southern Federal University,

Rostov-on-Don

E-mail: ovgalustyan@sfedu.ru, galustyan@sfedu.ru, liu_siqi@outlook.com

Abstract: the article is devoted to the problem of digital literacy of university teachers. Digital literacy is considered as learning and innovation ability of university teachers. Digital literacy is revealed in the context of learning within digitalization of the educational process. The authors come to the conclusion that it is necessary to receive idea of the opportunities for personal and professional fulfillment and development by means of digital technologies.

Key words: digitalization, digital technologies, educational process

The world has entered the era of "Internet plus", which is the integration of the world economy, the popularization of science and technology, the popularization of big data and the diversification of popular culture. First, the concept of "Internet plus" has been widely raised since 2012. Internet plus education has changed the way of traditional knowledge acquisition, and has brought new classroom forms such as Moody, micro class, flipped classroom, etc. [3, 5, 7]. Digital literacy of university teachers is not only an internal requirement for teachers' survival and development, but also an inevitable process for teachers to adapt to the external environment and realize self-transcendence. Digital literacy of university teachers is the most important power and source to form teachers' competitive advantage.

A teacher with sustainable growth ability should have the ability to continuously consolidate, develop and update the core competitiveness. A growing teacher, no matter when and where, should never be complacent. He or she should always start or consider new changes, and constantly improve his or her innovative ability to pursue differences and changes. Only teachers with digital literacy can set a model, guide the direction, be a ladder, cultivate students' creative personality, innovative spirit and activate students' creative ability. [1, 2, 4, 6]. University teachers can innovate education to meet the needs of human and social development, and constantly surpass themselves and win in competition.

References

1. Galustyan O. V., Lazukin V. F., Petelin A. S., Ostapenko V. S. (2018). Diagnostic activity of teachers at high school. *Espacios*, 39(10), 24.
2. Galustyan O. V., Solyankin A. V., Skripkina A. V., Shchurov E. A., Semeshkina T. V., Ledeneva A. V. (2020). Application of blended learning for for-

- mation of project competence of future engineers. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(3), 106–113. <https://doi.org/10.3991/IJEP.V10I3.12251>.
3. Galustyan O. V., Vyunova N. I., Komarova E. P., Shusharina E. S., Gamisonija S. S., Sklyarova O. N. (2019). Formation of media competence of future teachers by means of ICT and mobile technologies. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 13(11), 184–196. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i11.11350>.
 4. Cortoni I., Lo Presti V. Innovative teaching and digital literacy in preschool. App content analysis and experimental case studies in a sociological perspective//*Italian Journal of Sociology of Education*, 2018. 10 (2), pp. 41–56.
 5. Matviyevskaya E. G., Tavstukha O. G., Galustyan O. V., Ignatov P. A., Miroshnikova D. V. (2019). Formation of information and communication competence of future teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(19), 65–76. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i19.10990>.
 6. Mehroof M., Griffiths M.D. (2010). Online Gaming Addiction: The Role of Sensation Seeking, Self-Control, Neuroticism, Aggression, State Anxiety, and Trait Anxiety. *Cyberpsychology, behavior, and social networking*, 13(3), 313–316.
 7. Molodozhnikova N. M., Biryukova N. V., Galustyan O. V., Lazareva J. B., Stroiteleva N. N. (2020). Formation of professional orientation of high school students to medical profession by using ICT tools. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(1), 231–239. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i01.11423>.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE PROBLEM OF DIGITAL COMPETENCE OF A TEACHER

Galustyan O. V., Galustyan S. D., Zhang Jingwei

*Southern Federal University,
Rostov-on-Don*

E-mail: ovgalustyan@sfedu.ru, galustyan@sfedu.ru,
zhangjingwei@rambler.ru

Abstract: the article is devoted to theoretical foundations of the problem of digital competence of a teacher. It is noted that necessity of formation of digital competence of teachers is closely connected with the continuous application of new information publishing media, cloud computing and other technologies within educational process. The authors come to the conclusion that digital competence of a teacher determines professional competence and core competitiveness.

Key words: digital competence, digital literacy, professional competence, educational process

Digital competence of a teacher is a kind of teaching force that teachers unswervingly promote classroom teaching reform, lead teaching activities, grasp talent training objectives, and make teaching activities operate effectively to achieve the expected goals. The elements of digital competence of a teacher include profound theoretical foundation of digital literacy, firm teaching position, distinct teaching viewpoint on using teaching digital tools, strict teaching discipline, excellent teaching skills in application of digital technologies. Digital competence of a teacher determines professional competence and core competitiveness, and digital competence of a teacher with engine function is management ability.

In order to improve digital competence of a teacher, there must be some aspects to pay attention: pay attention to the armed theory and adhere to the combination of theory with practice; focus on the new requirements of modern education and strengthen the construction teaching skills in application of digital technologies; strengthen teachers' self-construction, establish the concept, style and consciousness suitable for teaching digital competence of a teacher; adhere to the rule-based educational process to improve the standardization and demonstration of digital competence of a teacher [1, 2, 4, 7].

Teachers should master the flexible skills and strategies of executive power because the modern classroom organization needs to be "changeable". The form, function, role, action, and benefit of the classroom are constantly changing. Teachers should be innovative, flexible, and individualized in the implementation of teaching plans. Only by keeping pace with the times and changing with the times can we bring forth the new through the old. [3, 5, 6].

Necessity of formation of digital competence of teachers is closely connected with the continuous emergence of blog, social networks, and new information

publishing media, with the rise of Internet of things, cloud computing and other technologies. The era of big data has come, and it has the characteristics of huge data volume, various data categories, low data value density, and fast data processing speed. This makes it convenient for teachers to obtain advanced scientific and technological information. In this context, as practitioners of education informatization, university teachers need to keep pace with the times and have certain digital competence. University teachers should further enhance their teaching ability, scientific research ability, social service ability, autonomous learning ability and communication and cooperation ability.

References

1. Galustyan O. V., Lazukin V. F., Petelin A. S., Ostapenko V. S. (2018). Diagnostic activity of teachers at high school. *Espacios*, 39(10), 24.
2. Galustyan O. V., Solyankin A. V., Skripkina A. V., Shchurov E. A., Semeshkina T. V., Ledeneva A. V. (2020). Application of blended learning for formation of project competence of future engineers. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(3), 106–113. <https://doi.org/10.3991/IJEP.V10I3.12251>.
3. Galustyan O. V., Vyunova N. I., Komarova E. P., Shusharina E. S., Gamisonija S. S., Sklyarova O. N. (2019). Formation of media competence of future teachers by means of ICT and mobile technologies. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 13(11), 184–196. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i11.11350>.
4. Kang H. Y., & Kim H. R. (2021). Impact of blended learning on learning outcomes in the public healthcare education course: A review of flipped classroom with team-based learning. *BMC Medical Education*, 21(1) doi:10.1186/s12909-021-02508-y.
5. Matviyevskaya E. G., Tavstukha O. G., Galustyan O. V., Ignatov P. A., Miroshnikova D. V. (2019). Formation of information and communication competence of future teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(19), 65–76. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i19.10990>.
6. Molodozhnikova N. M., Biryukova N. V., Galustyan O. V., Lazareva J. B., Stroiteleva N. N. (2020). Formation of professional orientation of high school students to medical profession by using ICT tools. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(1), 231–239. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i01.11423>.
7. Zhao L., Liu X., & Su Y. (2021). The differentiate effect of self-efficacy, motivation, and satisfaction on pre-service teacher students' learning achievement in a flipped classroom: A case of a modern educational technology course. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–15. doi:10.3390/su13052888.

MINIMAL COVARIANCE DETERMINANT ALGORITHM FOR CONTAMINATED SAMPLES

Yao Keyu

Southern Federal University,

*Vorovich Institute of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences,
Rostov-on-Don*

E-mail: iao@sfedu.ru

Abstract. Parametric estimates based on contaminated samples are considered in the paper. The paper provides an overview of algorithms for estimating the mean and the variance for a one-dimensional sample, as well as estimating the mean vector and the covariance matrix for a multidimensional sample. The paper uses the Minimal Covariance Determinant (MCD) algorithm adapted for one-dimensional sample and the MCD algorithm for multidimensional sample. The parameters are estimated on a subsample, the size of which is determined by a given confidence probability. The main idea of the paper is to show the robustness of the MCD algorithm.

Keywords. Confidence probability, MCD algorithm, parameter estimation.

Introduction.

Let us assume that the confidence probability α and the sample $V = \{\rho_i\}_{i=1}^N$ are given. In this case the subsample for evaluation the parameters will contain $L = [\alpha|V|] + 1$ the elements of the sample. The choice of parameter L and subspace play a key role.

One-dimensional MCD algorithm.

The problem is to choose the subsample of given volume on which sample variance will be minimal. The algorithm is:

Step 0. To choose in arbitrary way initial subsample H volume L .

Step t . To evaluate sample mean m and sample variance σ of H . Sort elements of sample V in descending order of values $(\rho_i - m_i)^2$. To construct subsample H_1 containing the first L elements of the sample V . To evaluate sample mean m_1 and sample variance σ_1 of H_1 .

Stopping condition. If $\sigma_1^2 < \sigma^2$, then $H := H_1$, return to t step; else stop.

Theorem 1.

Algorithm is monotone and converges in a finite number of steps to a local minimum of the objective function.

Multidimensional MCD algorithm.

The problem is to choose the subsample of given volume on which the determinant of the sample covariance matrix will be minimal. An exact solution of this problem requires a complete search of options, so the MCD algorithm is used [3–6].

Let us assume that a confidence probability α and a sample $V = \{\rho_i\}_{i=1}^N$, consisting of M -dimensional vectors are given.

Let H_1 – a subsample of a sample V with $|H_1| = L$. Let us calculate the sample vector of means $m(H_1)$ and the sample covariance matrix $C(H_1)$ for this sample. Let us form an ordered permutation π :

$$\begin{aligned} \pi(i) < \pi(j) &\Leftrightarrow \left(C^{-1}(H_1) \left(\rho_{\pi(i)} - m(H_1) \right), \rho_{\pi(i)} - m(H_1) \right) \\ &\leq \left(C^{-1}(H_1) \left(\rho_{\pi(j)} - m(H_1) \right), \rho_{\pi(j)} - m(H_1) \right) \end{aligned}$$

Based on the subsample H_1 a subsample $H_2 = \{\rho_{\pi(i)}: i = 1, \dots, L\}$ is formed.

MCD algorithm.

1. Select an initial subsample H_1 with $|H_1| = L$.
2. The sample vector of means $m(H_1)$ and the sample covariance matrix $C(H_1)$ are calculated. An ordered permutation π is found.
3. A subsample H_2 is selected.
4. If $\Delta C(H_1) > \Delta C(H_2)$, then $H_1 := H_2$, go to step 2; otherwise STOP.

We obtained a subsample H_1 with $|H_1| = L$, a sample vector of means $m(H_1)$ and a sample covariance matrix $C(H_1)$.

Conclusion.

In the paper examples of robust evaluation [7] of parameters on contaminated samples are presented. The main algorithm used in this work is the MCD algorithm. Other robust estimation methods can be found in [1,2]. The MCD algorithm has shown stability in relation to the level of sample contamination and can be recommended as a means of solving problems of this kind.

Bibliography

1. Beliavsky G., Danilova N., Logunov A. Robust estimation of European and Asian options. Springer proceedings in mathematics and statistics. V. 357. P. 101–117. 2021.
2. Danilova N., Yao K. The minimal ellipsoid and robust methods in the optimal portfolio problem. Engineering Letters. V. 30. n.4. P. 1465–1469. 2022.
3. Rousseeuw P., Van Driessen K. A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator. Technometrics. V. 41. P. 212–223. 1999.
4. Hubert M., Debruyen M., Rousseeuw J. Minimum covariance determinant and extension. Arxiv: 1709.07045v[stat.ME]. 2017.
5. Boudt K., Rousseeuw P., Vanduffel S., Verdonck T. The minimum regularized covariance determinant estimator. Statistics and computing. V. 30. P. 113–128. 2019.
6. Sun P., Freud R. Computation of minimum-volume covering ellipsoids. Operations Research. V. 52(5). P. 690–706. 2004.
7. Hampel F. A general qualitative definition of robustness. Annul of mathematical statistics. V. 42. P. 1887–1896. 1971.

Научное издание

**XXXI научная конференция
«Современные информационные технологии:
тенденции и перспективы развития»**

Компьютерная верстка: Багдасарян А. Л.

Электронное издание

Подписано к использованию 15.05.2024 г. Заказ № 9508. 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.