

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



22 2024  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 22 (521) / 2024

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)  
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)  
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук  
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)  
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук  
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук  
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук  
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук  
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук  
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)  
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук  
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук  
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук  
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук  
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук  
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук  
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук  
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук  
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук  
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)  
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)  
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук  
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук  
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры  
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)  
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук  
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максумович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кулуг-Бек Бекмуратович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

---

---

На обложке изображен *Юрий Владимирович Дубинин* (1989), кандидат химических наук, научный сотрудник инженерингового центра Института катализа СО РАН, руководитель лаборатории нанотехнологий регионального центра выявления и поддержки одаренных детей «Альтаир», педагог дополнительного образования программы «Химия для любознательных».

Юрий Дубинин родился 3 октября 1989 года в Новосибирске в семье потомственных химиков. Но вовсе не наследственность повлияла на выбор жизненного пути молодого ученого. По его словам, наукой он увлекся в старших классах гимназии № 3 в Академгородке, на спецкурсах.

После окончания гимназии Юрий Владимирович обучался в Новосибирском государственном университете с прохождением преддипломной практики в Институте катализа СО РАН. Окончив в 2011 году НГУ по специальности «химия», поступил в очную аспирантуру. В этот период Дубинин занимался подготовкой кандидатской диссертации и работал в Лаборатории каталитических процессов переработки возобновляемого сырья в должности младшего научного сотрудника.

Научная деятельность Юрия Дубинина связана с исследованием процессов горения различных видов топлива и отходов в кипящем слое катализатора. Данная область исследования является актуальной и перспективной в связи с необходимостью создания эффективных и экологически безопасных методов утилизации промышленных и коммунальных отходов и переработки некондиционных видов топлив. Тема его диссертации — «Исследование процесса горения топлив и отходов в кипящем слое алюмомеднохромовых оксидных катализаторов».

Дубинин продемонстрировал возможность использования технологии сжигания в кипящем слое катализатора для эффективной и экологически безопасной утилизации различных видов промышленных и коммунальных отходов, а также для эффективного сжигания различных некондиционных видов топлива с получением энергии. Он предложил математическую и кинетическую модель превращения SO<sub>2</sub> в кипящем слое катализатора и кальцита. Совместно со специалистами из отдела физико-химических методов исследования ИК СО РАН Юрий Владимирович показал закономерности влияния состава и характеристик гетерогенных алюмомеднохромовых катализаторов на их каталитические свойства.

Юрий Дубинин участвовал в запуске в промышленную эксплуатацию каталитической установки сжигания осадка сточных вод в Омске. Уникальный проект реализовался совместно с Институтом катализа Сибирского отделения РАН и «Росводоканалом». Для обычной утилизации иловых осадков сточных вод коммунального хозяйства такой подход не эффективен, требуется отчуждение больших территорий, специальные меры по их обслуживанию. Кроме того, простое захоронение ила несет и экологические угрозы — в осадках могут содержаться тяжелые

металлы, которые вымываются в грунтовые воды, сам осадок — это органический субстрат, представляющий собой скопление различных патогенов (микроорганизмов, простейших и продуктов их жизнедеятельности). Разработанная Дубининым и его коллегами технология позволит утилизировать такие отходы экологически безопасно и экономически выгодно. На данный момент на основе этой технологии в Омске построен первый завод по утилизации иловых осадков сточных вод коммунального хозяйства.

Технология сжигания в кипящем слое катализатора (КСК), например, бурого угля может применяться в малой энергетике — локальных котельных в небольших населенных пунктах и на объектах инфраструктуры, например транспортных узлах. В регионах Сибири и Дальнего Востока по этой технологии на буром угле работают пять объектов.

При сжигании в КСК содержащиеся в топливе летучие соединения сгорают на поверхности катализатора глубокого окисления, обеспечивая тем самым снижение выбросов продуктов неполного окисления. Еще один большой плюс по сравнению с обычным сжиганием — чем больше в топливе летучих веществ (а для бурого угля это 40–50 процентов), тем эффективнее происходит горение. Благодаря особенностям технологии нет необходимости устанавливать дополнительное оборудование по доочистке газов, что удешевляет генерацию тепла.

По словам Юрия Дубинина, еще одно значимое преимущество технологии сжигания в кипящем слое катализатора — возможность запуска котельных в отдаленных районах, куда сложно доставлять уголь.

«Технология хороша тем, что ее можно реализовать там, где есть трудности с доставкой традиционных ресурсов. В реакторе КСК мы можем сжигать не только уголь и опилки, но и такие сложные топлива, как горючие сланцы и битуминозные пески. Эти породы невозможно использовать в обычных котельных. Большие залежи битуминозных песков есть, например, в Якутии, а Россия занимает одно из лидирующих мест в мире по их запасам», — отмечает ученый.

Юрий Дубинин, кроме научно-практической деятельности, занимается еще и популяризацией науки: читает научно-популярные лекции о катализе и катализаторах, вместе с коллегами проводит школьные конференции, в двух школах ведет химический практикум — трудится со школьниками в лабораториях с оборудованием и реактивами.

Самому ученому это интересно еще и потому, что точно таким же образом он сам пришел в науку. Теперь он пытается открыть в нее путь таким же юным пытливым умам, каким он сам когда-то был.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

<b>Бегляров Э. Б., Гасанов И. Р.</b> Решение геометрических задач методом n-прямых .....	1
--	---

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Абдыхамитов А. К.</b> Развитие виртуальных туров и их роль в современной культуре.....	13
<b>Евстратова О. Д.</b> Проектирование информационной системы «Автомобильный салон» при помощи UML-диаграмм .....	15
<b>Евстратова О. Д.</b> Проектирование базы данных для информационной системы «Франшизная сеть кофеен» .....	17
<b>Евстратова О. Д.</b> Сравнительный анализ сред разработки и редакторов кода для web-разработчиков .....	19
<b>Евстратова О. Д.</b> Разработка клиент-серверного приложения для записи на услуги барбершопов.....	22
<b>Евстратова О. Д.</b> Сравнительный анализ фреймворков для frontend-разработки.....	25
<b>Кравченко А. И.</b> Основные компоненты модуля формирования финансовых отчётов в информационной системе страховой компании .....	26
<b>Липунова М. И.</b> Автоматизация систем отопления умных домов .....	28
<b>Помазан Н. Д.</b> Разработка бизнес-моделей для оптимизации процессов .....	30

<b>Пронин К. Н.</b> Обучение моделей распознавания Tesseract с использованием языковых моделей типа GPT и программной роботизации.....	31
<b>Саржан М. А.</b> Сеточные методы пространственного разбиения в контексте трассировки луча .....	34
<b>Темури К.</b> Разработка SDK для интеграции с API: основные шаги и лучшие практики .....	37
<b>Цацурина А. Р.</b> Важность SEO-продвижения и SEO- оптимизации в современном обществе .....	40
<b>Цацурина А. Р.</b> Этические аспекты конкурентного анализа в цифровом маркетинге .....	41
<b>Щукин Г. А.</b> Концепция «человек — слабое звено» в информационной безопасности: проблемы и решения .....	42

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Воронцовская В. И., Богатырёва Ю. В., Тюрхин М. В.</b> Использование резиновой крошки и гранулята для ямочного ремонта (отработка рецептуры) .....	46
<b>Жубаналиев Ж. Э.</b> Описание топочной камеры для построения геометрических моделей и проведения математических опытов .....	49
<b>Иванов Р. А.</b> Equation Chapter 1 Section 1Проектирование функциональной схемы устройства дистанционного управления тепловизионной камерой .....	51

<b>Иванов Р. А.</b> Перспективные средства цифровой обработки радиолокационных сигналов в современных радиолокационных станциях ...	52
<b>Митрофанов Е. В.</b> Статические и динамические погрешности систем измерений, вносимые аналого-цифровыми преобразователями и цифро-аналоговыми преобразователями.....	54
<b>Мялик Д. В.</b> Применение TFT-дисплеев для построения панелей операторов технологических установок .....	56
<b>Попова Д. В.</b> Элементы соединения ДПК-панелей в цилиндрических оболочках.....	59
<b>Сабитова Э. Ф., Ковалев А. А., Пережогин Д. Ю.</b> Влияние твердых пород на прочность материала бурового долота .....	63
<b>Успанова Д. М.</b> Возобновляемые источники энергии в системах распределенной генерации .....	65
<b>Фролов Б. В.</b> Проектирование функциональной схемы метеостанции с беспроводным интерфейсом для интеграции в систему домашней автоматизации.....	68
<b>Цечоев А. Т.</b> Повышение сейсмостойкости зданий и сооружений при проектировании .....	70

<b>Цечоев А. Т.</b> Анализ принципа работы сейсмоизолирующих решений и определение перечня требований к их разработке.....	72
---	----

## ГЕОГРАФИЯ

<b>Долинская Е. А.</b> Рыбохозяйственное описание низовья реки Працюхи.....	74
--	----

## ГЕОЛОГИЯ

<b>Джумаев Н. Т.</b> Оптимизация технологических показателей разработки газоконденсатного месторождения Тагтабазар с использованием технологии сайклинг-процесса.....	76
<b>Таганова С. С.</b> Совершенствование технологической эксплуатации водяных скважин с использованием поверхностно-активных веществ газовых шахт.....	79
<b>Тилкиев Н. К.</b> Совершенствование способов проведения ремонта газовых скважин на месторождениях Восточного Туркменистана.....	81

# МАТЕМАТИКА

## Решение геометрических задач методом $n$ -прямых

Бегляров Эльхан Бегляр оглы, доктор психологических наук, зав. отделом  
Институт образования Азербайджанской Республики (г. Баку, Азербайджан)

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела  
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В статье показано применения некоторых простых геометрических способов, в частности применения метода  $n$ -прямых к решению поставленных задач [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. В данной работе получены интересные результаты исследования, которые ранее не были опубликованы.

1) Как известно [3; 4; 5] если  $a^n + b^n = c^n$ , где  $a, b, c, n \in R^+$ , то всегда  $a + b > c$ .

Здесь не нарушая общности можно предположить, что  $c > b > a$ . Тогда положительные числа  $a, b, c$  можно рассматривать как представляющие длины сторон треугольника  $ABC$ . При этом показано, что если  $1 < n < 2$ , то такой треугольник тупоугольный. При  $n = 2$  получается прямоугольный треугольник, а при  $n > 2$  получаем остроугольный треугольник. В статье будем рассматривать только остроугольный треугольник. А теперь покажем, что если положительные действительные числа  $a, b, c$  удовлетворяю неравенству треугольника, то всегда существует число  $n \in R^+$  при котором  $a^n + b^n = c^n$ . Для этого проведем следующие простые преобразования:

$$a^n + b^n = c^n \Rightarrow \left(\frac{a}{c}\right)^n + \left(\frac{b}{c}\right)^n = 1 \Rightarrow \left(\frac{a}{c}\right)^n = 1 - \left(\frac{b}{c}\right)^n$$

Если при этом построить график функций  $y = \left(\frac{a}{c}\right)^x$  и  $y = 1 - \left(\frac{b}{c}\right)^x$ , то эти функции будут пересекаться в точке  $x = n$ . Эта точка единственна, так как функция  $y = \left(\frac{a}{c}\right)^x$  при  $a, b, c, n \in R^+$  и  $x > 2$  непрерывна и монотонно убывает,

а функция  $y = 1 - \left(\frac{b}{c}\right)^x$  непрерывна и монотонно возрастает. Число  $n$  можно найти также как точку пересечения функций  $y = \frac{a^{x-1}}{\sqrt{(ac)^{x-2} + (bc)^{x-2} - (ab)^{x-2}}}$  и  $y = \frac{c}{\sqrt{\left(\frac{b}{a}\right)^{2(x-1)} + 2\left(\frac{b}{a}\right)^{x-1} \cos \gamma + 1}}$ , или функции  $y = \frac{b^{x-1}}{\sqrt{(ac)^{x-2} + (bc)^{x-2} - (ab)^{x-2}}}$ ,  $y =$

$\frac{c}{\sqrt{\left(\frac{a}{b}\right)^{2(x-1)} + 2\left(\frac{a}{b}\right)^{x-1} \cos \gamma + 1}}$  или же как точку пересечения функции  $y = \frac{ab}{c^{x-1}} \sqrt{(ac)^{x-2} + (bc)^{x-2} - (ab)^{x-2}}$  с одним из

функций  $y = a \sqrt{\left(\frac{a}{c}\right)^{2(x-1)} - 2\left(\frac{a}{c}\right)^{x-1} \cos \beta + 1}$  или  $y = b \sqrt{\left(\frac{b}{c}\right)^{2(x-1)} - 2\left(\frac{b}{c}\right)^{x-1} \cos \alpha + 1}$ .

Здесь  $\alpha, \beta, \gamma$  соответствующие углы треугольника  $ABC$ . (см. рис. 1,2,3). Графики, построенные для треугольника со сторонами  $a = 5, b = 6, c = 7$ . Как, видим в этом случае для  $n$  получается значение  $x = n \approx 2,974$ .

Отсюда как вывод получается, что, если  $a, b, c$  положительные целые треугольные число, то  $n$  не может быть целым положительно числом.

Действительно, так как для любого числа  $a, b, c, \in R^+$  удовлетворяющих неравенство  $a + b > c$  существует единственное число  $n \in R^+$  то при  $a, b, c \in N$  число должно быть  $n \notin N$ , иначе это противоречило бы теореме ферма. Также можно утверждать, что если  $n \in N$ , то все числа  $a, b, c$  одновременно не могут быть целыми числами.

2) А теперь рассмотрим графики кривых вида  $x^n + y^n = c^n$ , где  $n > 2, c > 0, x, y, c, n \in N$ . Здесь для любого целого положительного числа  $c$  можно указать такой номер  $N$ , начиная с которого (то есть при  $n \geq N$ ) кривая  $y = \sqrt[n]{c^n - x^n}$  не проходит через целочисленные точки не лежащие на осях координат. Мы будем рассматривать случай, когда  $x > 0, y > 0$ . В этом случае точки пересечения кривой с осями координат будут точки  $(0; c), (c; 0)$  (рис. 4). Как можно легко убедиться при достаточно большом  $n$  эта кривая прижимается к ломаной  $ABC$ . Внутри области с шириной рав-

ной 1, ограниченного ломаной  $ABC$ , осями координат и ломаной  $A_1B_1C_1$  (рис. 4) нет целочисленных точек, а наша кривая при достаточно больших значениях  $n$  целиком лежит в этой области.

Тогда пересечения  $T$  кривой с биссектрисой первого квадрата имеет абсциссу  $x = \frac{c}{\sqrt[n]{2}}$ . Действительно при  $y = x$  имеем  $x^n + x^n = c^n \Rightarrow 2x^n = c^n \Rightarrow x = \frac{c}{\sqrt[n]{2}}$ . Чтобы кривая целиком оказалась внутри указанной области достаточно потребовать, чтобы  $c - 1 < \frac{c}{\sqrt[n]{2}}$  или  $n > \log_{\frac{c}{c-1}} 2$ . Таким образом если принять что  $N = \log_{\frac{c}{c-1}} 2$ , то при  $n \geq N$  кривая не проходит через целочисленные точки. Следовательно, для целочисленных значений  $x, y, z$  число  $n$  должен принимать значения  $n < N$  или  $n < \log_{\frac{c}{c-1}} 2$ .

Докажем следующее неравенство  $n < \log_{\frac{c}{c-1}} 2 < c \ln 2$  (1)

Проведем следующие преобразования:

$$\frac{c}{\log_{\frac{c}{c-1}} 2} = c \log_2 \frac{c}{c-1} = \log_2 \left(\frac{c}{c-1}\right)^c. \text{ Откуда получаем } \lim_{c \rightarrow \infty} \left(\frac{c-1}{c}\right)^c = \lim_{c \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{(-1)}{c}\right)^c = e^{-1} = \frac{1}{e}$$

$$\frac{c}{\log_{\frac{c}{c-1}} 2} > \log_2 e \Rightarrow \log_{\frac{c}{c-1}} 2 < c \ln 2$$

3) Мы показали [3; 6], что если провести  $n$ -прямую, то она делит противоположную сторону в отношении  $\frac{AN}{BN} = \left(\frac{b}{a}\right)^n$  (рис. 5).

В остроугольном треугольнике высоте  $CH$  соответствует степень  $k$  ( $k > 2$ ). Тогда  $n > k > 2$ . При  $b > a$ ,  $n$  прямая  $CN = L_c$  находится правее от высоты  $CH$ . Введем следующие обозначения:  $HN = \Delta$ ,  $\frac{BH}{BN} = f_1$ ,  $\frac{AH}{AN} = f_2$ . Как известно, что [3;6]  $AH = b \cos \alpha$ ,  $BH = a \cos \beta$ ,

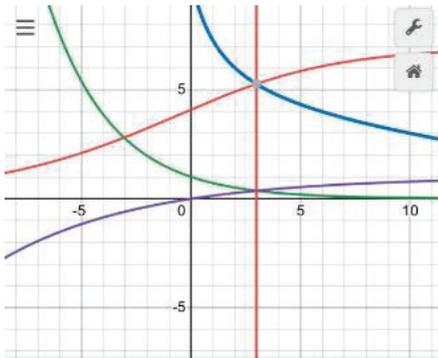


Рис. 1

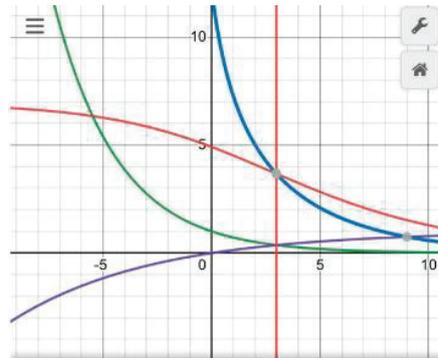


Рис. 2

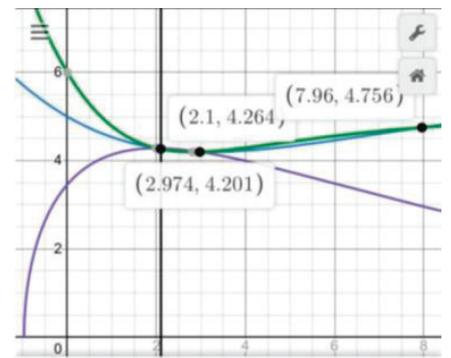


Рис. 3

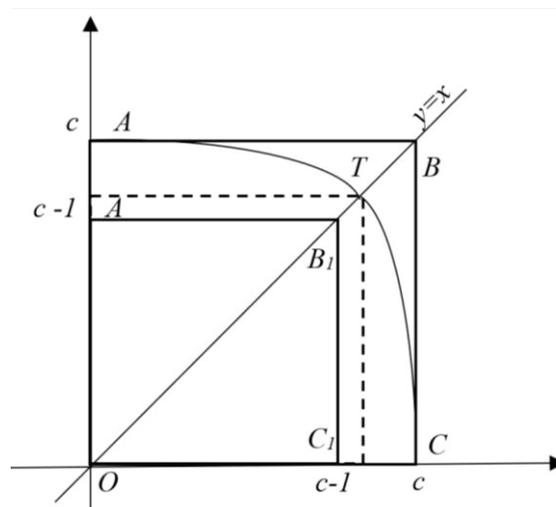


Рис. 4

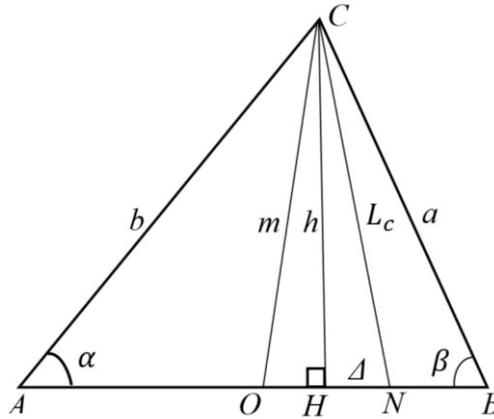


Рис. 5

$AN = \frac{b^n}{c^{n-1}}, BN = \frac{a^n}{c^{n-1}}$ . Тогда, учитывая вышесказанное, получаем:

$$AH = AN \cdot f_2 = \frac{b^n}{c^{n-1}} \cdot f_2, BH = BN \cdot f_1 = \frac{a^n}{c^{n-1}} \cdot f_1, \Delta = AN - AH = \frac{b^n}{c^{n-1}} - \frac{b^n}{c^{n-1}} f_2 = \frac{b^n}{c^{n-1}} (1 - f_2) \tag{2}$$

$$\text{или } \Delta = BH - BN = \frac{a^n}{c^{n-1}} f_1 - \frac{a^n}{c^{n-1}} = \frac{a^n}{c^{n-1}} (f_1 - 1) \tag{3}$$

Эти формулы можно также написать в виде:

$$\Delta = \frac{b^n}{c^{n-1}} - b \cos \alpha = b \left( \left(\frac{b}{c}\right)^{n-1} - \cos \alpha \right), \tag{4}$$

$$\Delta = a \cos \beta - \frac{a^n}{c^{n-1}} = a \left( \cos \beta - \left(\frac{a}{c}\right)^{n-1} \right) \tag{5}$$

С другой стороны,

$$\Delta = \sqrt{CN^2 - CH^2} = \sqrt{L_c^2 - b^2 \sin^2 \alpha} = \sqrt{L_c^2 - a^2 \sin^2 \beta} \tag{6}$$

Также после некоторых преобразований можно получить формулы:

$$\Delta = \frac{b^2}{c} \left( \left(\frac{b}{c}\right)^{n-2} + \left(\frac{a}{b}\right) \cos \gamma - 1 \right) = \frac{a^2}{c} \left( 1 - \frac{b}{a} \cos \gamma - \left(\frac{a}{c}\right)^{n-2} \right) \tag{7}$$

4) А теперь получим некоторые формулы для AH и BH (рис. 5)

$$AH = b \cos \alpha = b \cdot \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2c} = \frac{B}{c},$$

$$BH = a \cos \beta = a \cdot \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2c} = \frac{A}{c}, \text{ где}$$

$$B = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2}, A = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2} \tag{8}$$

Можно показать, что при  $a, b, c, n \in \mathbb{N}$ , и если выполняется равенство  $a^n + b^n = c^n$ , то A и B являются целыми числами. Действительно так как числа  $a, b, c$  попарно взаимно простые числа то двое из этих чисел нечетные а одна из них четное число. А b этом случае числа A и B будут целыми. Таким образом  $AH = b \cos \alpha = \frac{B}{c}, BH = a \cos \beta = \frac{A}{c}$  (9).

Покажем, что  $A + B = c^2$  (9),  $\frac{A}{f_1} + \frac{B}{f_2} = c^2$  (10).

Действительно

$$A + B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2} + \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2} = \frac{a^2 + c^2 - b^2 + b^2 + c^2 - a^2}{2} = \frac{2c^2}{2} = c^2.$$

С другой стороны учитывая что  $AN = \frac{AH}{f_2} = \frac{B}{c} \cdot \frac{1}{f_2}, BN = \frac{BH}{f_1} = \frac{A}{c} \cdot \frac{1}{f_1}$ , получаем  $AN + BN = \frac{1}{c} \left( \frac{A}{f_1} + \frac{B}{f_2} \right) = c$  или  $\frac{A}{f_1} + \frac{B}{f_2} = c^2$ .

Если в формуле (10) введем обозначения  $\frac{1}{f_1} = x, \frac{1}{f_2} = y$ , то получим уравнение прямой в виде  $Ax + By = c^2$ .

Напишем последнее в виде уравнения в отрезках:  $\frac{x}{\left(\frac{c^2}{A}\right)} + \frac{y}{\left(\frac{c^2}{B}\right)} = 1$ . Как видим, эта прямая имеет отрицательный угло-

вой коэффициент и точки пересечения этой прямой с осями координат являются точки  $\left(\frac{c^2}{A}; 0\right)$  и  $\left(0; \frac{c^2}{B}\right)$ . Если учесть что  $f_1 \geq 1$  и  $\frac{1}{2} < f_2 \leq 1$ , то получаем

$$0 < \frac{1}{f_1} \leq 1, 1 \leq \frac{1}{f} < 2.$$

5) Так как для любого остроугольного треугольника со сторонами  $a, b, c \in R^+$  существует число  $n \in R^+, n > 2$  для которого выполняется равенство  $a^n + b^n = c^n$ , то при умножении сторон треугольника на какое-то положительное число получаются подобные треугольники. Покажем, что получается если все стороны треугольника умножить на  $c^{n-1}$ . Мы из формул (2) и (3) получаем что при  $f_1 = f_2 = 1 \Rightarrow \Delta = 0$  А из формул (7) получаем что  $\Delta = 0$  только при  $\angle c = \gamma = 90^\circ$  и  $n = k = 2$ .

Также из рис. 7 видим, что  $a^n f_1 + b^n f_2 = c^{n-2}(A + B) = c^{n-2} \cdot c^2 = c^n$  (11).

То есть одновременно с равенством  $a^n + b^n = c^n$  выполняется и равенство  $a^n f_1 + b^n f_2 = c^n$ .

б) А теперь выясним если бы  $a, b, c, n \in N$  и  $a^n + b^n = c^n$ , то какие элементы  $\Delta ABC$  были бы целыми или рациональными.

Как видно из рис. 7 все числа  $a^n f_1, b^n f_2, c^{n-2} \cdot A, c^{n-2} \cdot B, c^{n-1} \cdot \Delta$  должны были бы быть натуральными числами. Кроме того учитывая формулы  $\cos \alpha = \frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}, \cos \beta = \frac{a^2+c^2-b^2}{2ac}, \cos \gamma = \frac{a^2+b^2-c^2}{2ab}$  (12),

можно утверждать, что  $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$  были бы рациональными числами. Так как  $\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}, \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta}, \sin \gamma = \sqrt{1 - \cos^2 \gamma}$ , то можно утверждать, что  $\sin \alpha, \sin \beta, \sin \gamma$  могут быть как рациональными, так и иррациональными положительными числами (здесь  $\alpha, \beta, \gamma$  — острые углы). Однако  $\sin^2 \alpha, \sin^2 \beta, \sin^2 \gamma$  — рациональные числа. На пример если стороны треугольника равны числам 13,14,15, то не только  $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ , но и  $\sin \alpha, \sin \beta, \sin \gamma$  будут рациональными. Действительно если формулы

$$a = 2R \sin \alpha, b = 2R \sin \beta, c = 2R \sin \gamma \tag{13}$$

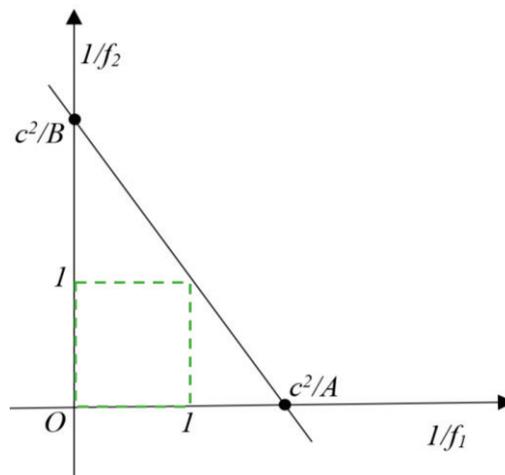


Рис. 6

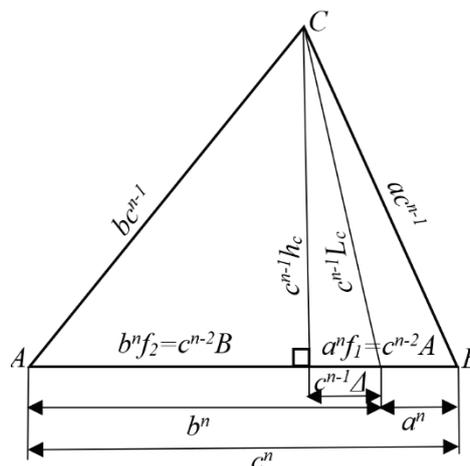


Рис. 7

учесть в формулах (12), получим следующие формулы:

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{\sin^2 \beta + \sin^2 \gamma - \sin^2 \alpha}{2 \sin \beta \sin \gamma}, \cos \beta = \frac{\sin^2 \alpha + \sin^2 \gamma - \sin^2 \beta}{2 \sin \alpha \sin \gamma}, \\ \cos \gamma &= \frac{\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta - \sin^2 \gamma}{2 \sin \alpha \sin \beta} \end{aligned} \quad (14).$$

Как видно, если  $\sin \alpha, \sin \beta, \sin \gamma$  будут рациональными, нетрудно показать, что квадраты площадей, медиан, с медиан биссектрис, высот, длины всех  $n$ - прямых также рациональны. Кроме того, как видно из формулы Герона  $S^2 = p(p - a)(p - b)(p - c) = \left(\frac{a+b+c}{2}\right) \cdot \left(\frac{a+b-c}{2}\right) \cdot \left(\frac{a+c-b}{2}\right) \cdot \left(\frac{b+c-a}{2}\right)$  все выражения в скобках являются целыми числами [7]. Поэтому  $S^2$  не только рациональное число, она также натуральное число.

Следует отметить, что из формулы, полученной нами,

$$n = \log_{\frac{c}{a}} \frac{c^2 f_1}{A} = \log_{\frac{c}{b}} \frac{c^2 f_2}{B} \text{ можно утверждать, что эти логарифмы так же должны быть натуральными числами.}$$

7) А теперь получим некоторые формулы, связанные с площадью  $\Delta ABC$ . Обозначим расстояния от точки пересечения прямых  $n$  до сторон  $a, b, c$  через  $x, y, z$ . Тогда [8] имеем:  $\frac{x}{a^{n-1}} = \frac{y}{b^{n-1}} = \frac{z}{c^{n-1}}$  (15).

Проведем некоторые преобразования:

$$\frac{ax}{a^n} = \frac{by}{b^n} = \frac{cz}{c^n} = \frac{ax+by+cz}{a^n+b^n+c^n} \quad (16).$$

Так как точка пересечения прямых  $n$  находится на средней линии параллельно стороне  $c$ , то можно написать следующие формулы:

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2}ax + \frac{1}{2}by + \frac{1}{2}cz = 2 \cdot \frac{1}{2}cz \\ S &= ax + by = cz \end{aligned} \quad (17).$$

А теперь используя формулы (15) и (17) можно написать следующие соотношения:

$$x = k_1 \cdot a^{n-1}, y = k_1 \cdot b^{n-1}, z = k_1 \cdot c^{n-1} \quad (18).$$

Подставляя (18) в (17), получаем:

$$S = ax + by = a \cdot k_1 a^{n-1} + b \cdot k_1 b^{n-1} = k_1(a^n + b^n) = k_1 c^n = \frac{1}{2}ab \sin \gamma = \frac{1}{2}ac \sin \beta = \frac{1}{2}bc \sin \alpha \quad (19)$$

$$\text{или } k_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{ab}{c^n} \sin \gamma = \frac{1}{2} \cdot \frac{ac}{c^n} \sin \beta = \frac{1}{2} \cdot \frac{bc}{c^n} \sin \alpha \quad (20).$$

Подставляя значения (20) в (18), получаем:

$$x = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^n b \sin \gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^n c \sin \beta = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^{n-1} b \sin \alpha \quad (21).$$

$$y = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^n a \sin \gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^{n-1} a \sin \beta = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^n c \sin \alpha \quad (22).$$

$$z = \frac{1}{2} \cdot \frac{ab}{c} \sin \gamma = \frac{1}{2} a \sin \beta = \frac{1}{2} b \sin \alpha \quad (23).$$

С другой стороны, используя формулы (16), (17) получаем:

$$\frac{x}{a^{n-1}} = \frac{y}{b^{n-1}} = \frac{z}{c^{n-1}} = \frac{ax+by+cz}{a^n+b^n+c^n} = \frac{2S}{2c^n} = \frac{S}{c^n} \quad (24)$$

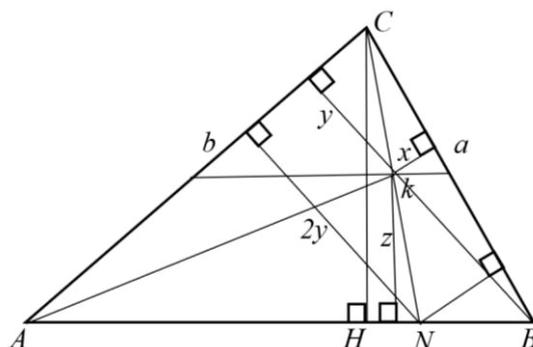


Рис. 8

$$\text{или } x = \frac{sa^{n-1}}{c^n}, y = \frac{sb^{n-1}}{c^n}, z = \frac{sc^{n-1}}{c^n} = \frac{s}{c} \tag{25}$$

Ниже без доказательства дадим некоторые формулы:

$$x = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^n c \sin \beta = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^{n-1} a \sin \beta = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^{n-1} h_c \tag{26}$$

$$y = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^n c \sin \alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^{n-1} b \sin \alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^{n-1} h_c$$

Если  $S_1 = S_{ACN}, S_2 = S_{BCN}$ , то можно написать следующие выражения:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{b}{a}\right)^n, \frac{S_1}{b^n} = \frac{S_2}{a^n} = \frac{S}{c^n}, S = S_1 \cdot \frac{f_1 - f_2}{f_1 - 1} = S_2 \cdot \frac{f_1 - f_2}{1 - f_2} \cdot \frac{S_1}{S_2} = \frac{B}{A} \cdot \frac{f_1}{f_2} = \frac{f_1 - 1}{1 - f_2} \tag{27}$$

$$S = ax \cdot \frac{f_1 - f_2}{1 - f_2} = by \cdot \frac{f_1 - f_2}{f_1 - 1} \tag{28}$$

$$S = S_1 + S_2 = S_1 f_2 + S_2 f_1 = ax f_1 + by f_2.$$

Также напомним следующие формулы (рис. 9)

$$x_k = \frac{1}{4} a \sin 2\beta, y_k = \frac{1}{4} b \sin 2\alpha$$

$$x_k = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{c}\right)^k b \sin \gamma, y_k = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{c}\right)^k a \sin \gamma$$

$$\frac{x_k}{y_k} = \left(\frac{a}{b}\right)^{k-1} = \left(\frac{a}{b}\right) \frac{\sin 2\beta}{\sin 2\alpha} \Rightarrow \left(\frac{a}{b}\right)^{k-1} = \frac{\sin 2\beta}{\sin 2\alpha} \tag{29}$$

$$\frac{x_k}{y_k} = \frac{x f_1}{y f_2}$$

8) На рис. 11 из вершины с проведены 7 линий до пересечения основания АВ.

Как было отмечено,  $CA_1$  и  $CB_1$  являются отрезками длиной равной  $\frac{ab}{c}$ .  $CH$  это высота.  $CN$  эта п — прямая равной  $L_c$  и  $CN_1 = CN$ .  $CA_2$  — эта симедиана и  $CB_2 = CA_2$ . Как можно увидеть на рисунке 10, имеются три пары симметричных прямых относительно высоты  $CH$ .

Напишем расстояния между этими семью точками. Некоторые расстояния мы уже находили. Без доказательства напомним все эти расстояния:

$$\text{Пусть } A_1B_1 = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{c} = T, A_1H = HB_1 = \frac{T}{2} \tag{30}$$

$$A_1A_2 = B_2B_1 = \frac{a^2}{a^2 + b^2} \cdot T, A_2H = HB_2 = \frac{b^2 - a^2}{2(a^2 + b^2)} \cdot T \tag{31}$$

$$A_1B_2 = A_2B_1 = \frac{b^2}{a^2 + b^2} \cdot T, N_1A_2 = B_2N = \Delta - \frac{b^2 - a^2}{2(a^2 + b^2)} \cdot T \tag{32}$$

$$AB_1 = \frac{b^2}{c}, AN = \frac{b^n}{c^{n-1}}, AA_1 = \frac{c^2 - a^2}{c}, NB = \frac{a^n}{c^{n-1}}, B_1B = \frac{c^2 - b^2}{c} \tag{33}$$

$$AB_2 = \frac{b^4 - a^4 + a^2 c^2}{c(a^2 + b^2)}, AH = b \cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2c}, BH = a \cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2c} \tag{34}$$

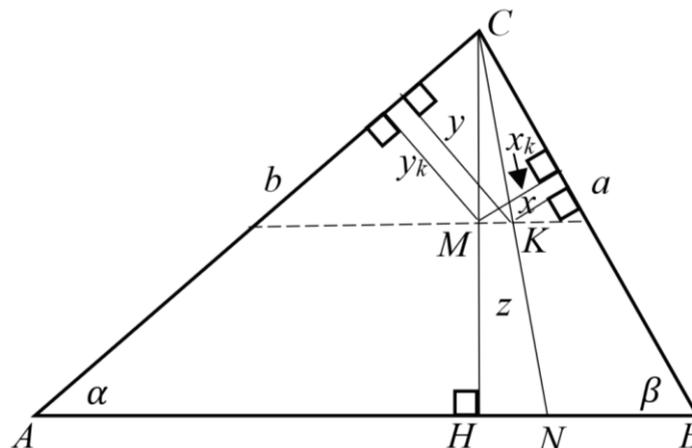


Рис. 9

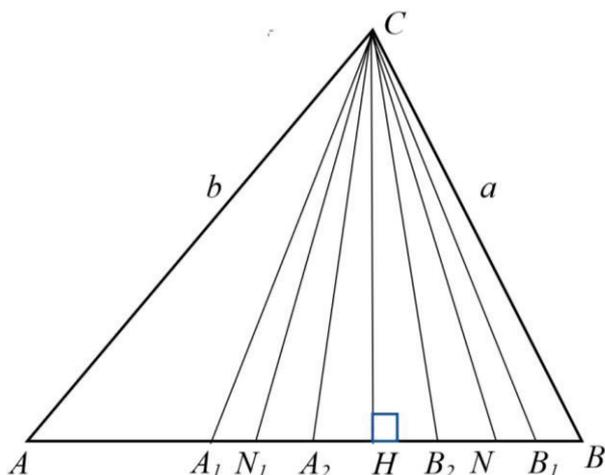


Рис. 10

$$A_1N_1 = NB_1 = \frac{b^2(c^{n-2}-b^{n-2})}{c^{n-1}}, A_1N = \frac{a^2(c^{n-2}-a^{n-2})}{c^{n-1}} = N_1B_1 \quad (35).$$

$$AN_1 = b \cos \alpha - \Delta, N_1H = HN = \Delta, AA_2 = \frac{b^2c}{a^2+b^2}, N_1N = 2\Delta \quad (36).$$

Отметим следующие отношения:

$$\frac{AB_1}{A_1B} = \frac{AA_2}{A_2B} = \frac{A_2B_1}{A_1A_2} = \frac{A_2B_1}{B_2B_1} = \left(\frac{b}{a}\right)^2, \frac{AH}{HB} = \frac{a^2(c^2-a^2)}{b^2(c^2-b^2)} \quad (37).$$

$$\frac{A_1N}{B_1N} = \frac{a^2(c^{n-2}-a^{n-2})}{b^2(c^{n-2}-b^{n-2})} \quad (38).$$

Следует отметить, что при получении некоторых формул также использовано полученное следующее новое свойство пропорции:

$$\text{Если } c = c_1 + c_2 \text{ и } \frac{a+c}{b+c} = \frac{a+c_2}{b+c_1}, \text{ то } \frac{a+c}{b+c} = \frac{c_1}{c_2} \quad (39).$$

9) В связи громоздкостью покажем без выводов некоторые формулы, которые ранее не были опубликованы:

$$a^n = \frac{c^{n-2} \cdot A}{f_1}; b^n = \frac{c^{n-2} \cdot B}{f_2} \quad (40).$$

$$A = \frac{c^2 f_1 (1-f_2)}{f_1-f_2}; B = \frac{c^2 f_2 (f_1-1)}{f_1-f_2} \quad (41).$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{1-f_2}{f_1-1}; \left(\frac{a}{c}\right)^n = \frac{1-f_2}{f_1-f_2}; \left(\frac{b}{c}\right)^n = \frac{f_1-1}{f_1-f_2} \quad (42).$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{k-1} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}, \left(\frac{b}{a}\right)^{n-k} = \frac{f_1}{f_2} \quad (43).$$

$$\frac{A}{B} = \frac{f_1(1-f_2)}{f_2(f_1-1)} = \left(\frac{a}{b}\right)^k, \text{ где } A = \frac{a^2+c^2-b^2}{2}, B = \frac{b^2+c^2-a^2}{2} \quad (44).$$

$$\cos \alpha = \frac{f_2(f_1-1)}{f_1-f_2} \cdot \frac{c}{b}; \cos \beta = \frac{f_1(1-f_2)}{f_1-f_2} \cdot \frac{c}{a} \quad (45).$$

$$\frac{b^2-a^2}{c^2} = \frac{2f_1f_2-f_1-f_2}{f_1-f_2}; b^2 - a^2 = B - A \quad (46).$$

$$\frac{b^n-a^n}{c^n} = \frac{f_1+f_2-2}{f_1-f_2}; \quad (47).$$

$$\frac{b^n-a^n}{c^n} = \frac{b^2-a^2+2\Delta c}{c^2} \quad (48).$$

$$\frac{\Delta}{c} = \frac{(f_1-1)(1-f_2)}{f_1-f_2}; \Delta = \frac{(ab)^n}{c^{2n-1}} (f_1 - f_2) \quad (49).$$

$$\frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_1} = \frac{c^3 \cdot \Delta}{A \cdot B}; \Delta = \frac{1-f_2}{f_2} \cdot \frac{B}{c} = \frac{f_1-1}{f_1} \cdot \frac{A}{c} \quad (50).$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^n = \frac{B+C \cdot \Delta}{A-C \cdot \Delta} \quad (51).$$

$$f_1 = \cos \beta \cdot \left(\frac{c}{a}\right)^{n-1}; f_2 = \cos \alpha \cdot \left(\frac{c}{b}\right)^{n-1} \quad (52).$$

$$f_1 = \frac{a^2+c^2-b^2}{2ac} \cdot \left(\frac{c}{a}\right)^{n-1}; f_2 = \frac{b^2+c^2-a^2}{2bc} \cdot \left(\frac{c}{b}\right)^{n-1} \quad (53).$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \left(\frac{b}{a}\right)^{n-1} \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{a^2+c^2-b^2}{b^2+c^2-a^2} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^n \quad (54).$$

$$\cos \gamma = \frac{b}{a} \left(1 - \left(\frac{b}{c}\right)^{n-2} f_2\right) = \frac{a}{b} \left(1 - \left(\frac{a}{c}\right)^{n-2} f_1\right) \quad (55).$$

$$\cos \alpha = \frac{b^{k-1} \cdot c}{a^k + b^k}; \cos \beta = \frac{a^{k-1} \cdot c}{a^k + b^k} \quad (56).$$

$$a^k + b^k = \frac{c^n}{a^{n-k} f_1} = \frac{c^n}{b^{n-k} f_2} \quad (57).$$

$$\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^n = \left(\frac{f_1-1}{1-f_2}\right)^{n-k} \quad (58).$$

$$b \cos \alpha = \frac{b^n}{c^{n-1}} f_2; a \cos \beta = \frac{a^n}{c^{n-1}} f_1 \quad (59).$$

$$\sin^n \alpha + \sin^n \beta = \sin^n(\alpha + \beta) \quad (60).$$

$$f_1 = \frac{a^k}{a^k + b^k} \cdot \left(\frac{c}{a}\right)^n; f_2 = \frac{b^k}{a^k + b^k} \cdot \left(\frac{c}{b}\right)^n \quad (61).$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^k = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha}; \frac{a^k}{A} = \frac{b^k}{B} = \frac{c^{n-2}}{b^{n-k} \cdot f_2} = \frac{c^{n-2}}{a^{n-k} \cdot f_1} \quad (62).$$

$$\frac{A}{a} = a - b \cos \gamma; \frac{B}{b} = b - a \cos \gamma \quad (63).$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{1 + \frac{\Delta \cdot c}{b^2+c^2-a^2}}{1 - \frac{\Delta \cdot c}{a^2+c^2-b^2}}; f_1 = \frac{1}{1 - \frac{\Delta}{a \cos \beta}}; f_2 = \frac{1}{1 + \frac{\Delta}{b \cos \alpha}} \quad (64).$$

$$\left(\frac{b}{a}\right)^{n-2} = \frac{b^2+c^2-a^2+\Delta \cdot c}{a^2+c^2-b^2-\Delta \cdot c} \quad (65).$$

$$\frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin \gamma} = \frac{f_1(1-f_2)}{f_1-f_2}, \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin \gamma} = \frac{f_2(f_1-1)}{f_1-f_2} \quad (66).$$

$$CC_1 = \frac{b^2 \sqrt{(ac)^{n-2} + (bc)^{n-2} - (ab)^{n-2}}}{c^{n-1} \sin \beta} \quad (67).$$

Здесь  $n$  степень прямой  $CN$  (рис.9)

10) А теперь покажем некоторые неравенства без доказательства при условии  $c > b > a$ .

$$1 \leq f_1 < 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a}\right)^n, \frac{1}{2} < f_2 \leq 1 \quad (68).$$

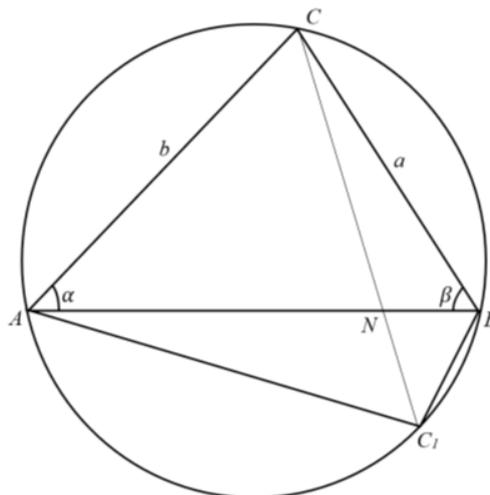


Рис. 11

$$2 \leq k < 4; \text{ при } n > k > 2 \Rightarrow \begin{cases} B < b^2 < b^k < b^n \\ A < a^2 < a^k < a^n \end{cases} \quad (69)$$

$$\text{при } n = 2 \Rightarrow B = b^2, A = a^2$$

$$\text{при } n > 2 \Rightarrow B < b^2, A < a^2 \quad (70).$$

$$\left(\frac{a}{c}\right)^n \leq \frac{A}{c^2} < \frac{1}{2} < \frac{B}{c^2} \leq \left(\frac{b}{c}\right)^n \quad (71).$$

$$0 \leq \left(\frac{a}{c}\right)^{n-1} \leq \cos \beta < \cos \alpha \leq \left(\frac{b}{c}\right)^{n-1} < 1 \quad (72).$$

$$\frac{c^2}{2} < B \leq b^2; A \leq a^2 < \frac{c^2}{2} \quad (73).$$

$$\log_b \frac{B}{a} \leq n \leq \log_c \frac{c^2}{B} \quad (74).$$

$$\text{при } n > k > 2 \text{ и } a^n + b^n = c^n \Rightarrow \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2 > \left(\frac{a}{c}\right)^k + \left(\frac{b}{c}\right)^k > \left(\frac{a}{c}\right)^n + \left(\frac{b}{c}\right)^n = 1 \quad (75).$$

$$2 - \log_c \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2a^2} \leq n \leq 2 + \log_b \frac{2b^2}{b^2 + c^2 - a^2} \quad (76).$$

$$\log_c \frac{A}{c^2} \leq n \leq \log_b \frac{B}{c^2} \quad (77).$$

$$\frac{b^4 - a^4 + a^2 c^2}{c(a^2 + b^2)} \leq AN \leq \frac{b^2}{c}; AN = \frac{b^n}{c^{n-1}} \quad (78).$$

$$\frac{c^2 - b^2}{c} \leq BN \leq \frac{a^4 - b^4 + b^2 c^2}{c(a^2 + b^2)}, BN = \frac{a^n}{c^{n-1}} \quad (79).$$

$$\frac{A(a^2 + b^2)}{a^4 - b^4} \leq f_1 \leq \frac{A}{c^2 - b^2}; \frac{B}{b^2} \leq f_2 \leq \frac{B(a^2 + b^2)}{b^4 - a^4 + a^2 c^2} \quad (80).$$

$$\log_b \frac{b^2}{c^2} \leq n \leq \log_c \frac{b^4 - a^4 + a^2 c^2}{c^2(a^2 + b^2)} \quad (81).$$

$$\log_c \frac{a^4 - b^4 + b^2 c^2}{c^2(a^2 + b^2)} \leq n \leq \log_a \frac{c^2 - b^2}{c^2} \quad (82).$$

$$\frac{a^n}{A} \leq c^{n-2} \leq \frac{b^n}{B} \quad (83).$$

$$\frac{c^{n-2}}{b^{n-k}} \leq \frac{a^k}{A} = \frac{b^k}{B} \leq \frac{c^{n-2}}{a^{n-k}} \quad (84).$$

$$\text{Если } n > 2, \text{ то } \begin{cases} a^4 + b^4 < c^2(a^2 + b^2) \\ a^2 + b^2 > c^2 \end{cases} \quad (85).$$

$$\text{Если } n \geq 4, \text{ то } b^{n+2} - a^{n+2} < a^2 b^2 (b^{n-2} - a^{n-2}) + c^2 (b^n - a^n) \quad (86).$$

$$2 + \log_b \frac{f_1}{a} < n < 4 + \log_b \frac{f_1}{a f_2} \quad (87).$$

11). В  $\triangle ABC$  через точку пересечения  $n$ -прямых проведем прямые, параллельные к сторонам треугольника. Эти прямые называются параллелями.

Пусть точка  $K$  является точкой пересечения  $n$ -прямых. Проведем параллели  $DP \parallel AB, FL \parallel BC, MN \parallel AC$ . Здесь  $DP$  средняя линия. Так как  $DP = MF = \frac{c}{2}$  и  $DP \parallel MF$ , то четырехугольник  $DPMF$  параллелограмм.

Для  $CC_1$  являющейся  $n$  — прямой можно написать следующие соотношения:

$$\frac{AC_1}{C_1 B} = \frac{DK}{KP} = \left(\frac{b}{a}\right)^n \Rightarrow \frac{DK}{KP} + 1 = \frac{b^n}{a^n} + 1 \Rightarrow \frac{DK+KP}{KP} = \frac{b^n+a^n}{a^n} = \frac{c^n}{a^n} \Rightarrow \frac{DP}{KP} = \frac{c^n}{a^n}. \text{ Так как } DP = \frac{c}{2}, \text{ то } KP = DP \cdot \frac{a^n}{c^n} = \frac{c}{2} \cdot \frac{a^n}{c^n} = \frac{a^n}{2c^{n-1}}.$$

$$DK = \frac{c}{2} - KP = \frac{c}{2} - \frac{a^n}{2c^{n-1}} = \frac{c^n - a^n}{2c^{n-1}} = \frac{b^n}{2c^{n-1}}.$$

$$AM = DK = \frac{b^n}{2c^{n-1}}, KP = FB = \frac{a^n}{2c^{n-1}},$$

$$MF = c - \frac{a^n + b^n}{2c^{n-1}} = \frac{2c^n - c^n}{2c^{n-1}} = \frac{c^n}{2c^{n-1}}.$$

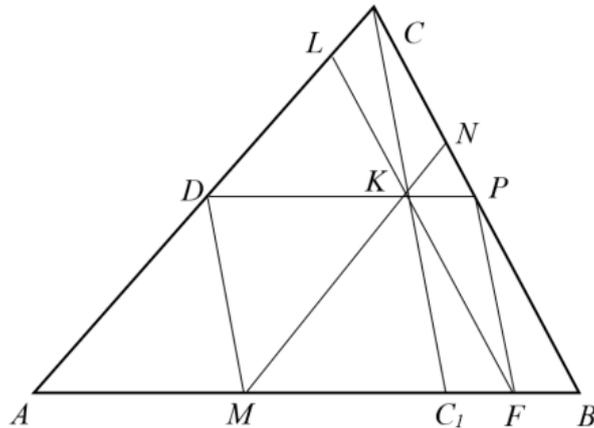


Рис. 12

Тогда  $AM:MF:FB = \frac{b^n}{2c^{n-1}} : \frac{c^n}{2c^{n-1}} : \frac{a^n}{2c^{n-1}} = b^n : c^n : a^n$  (88).

Следовательно, как видно параллели пересекают стороны треугольника, так что отношение отрезков, расположенной на одной стороне треугольника, равно отношению n-х степеней соответствующих сторон треугольника [1,2]. Определим длины всех шесть отрезков на которые делят параллели стороны треугольника.

Из подобия треугольников  $\Delta KPN \sim \Delta ABC$ , можно написать следующие соотношения:

$$CP = \frac{c}{2} \cdot \frac{NP}{BC} = \frac{KP}{AB} \Rightarrow NP = a \cdot \frac{a^n}{2c^{n-1}} \cdot \frac{1}{c} = \frac{a^{n+1}}{2c^n},$$

$$CN = \frac{a}{2} - NP = \frac{a}{2} - \frac{a^{n+1}}{2c^n} = \frac{ac^n - a^{n+1}}{2c^n} = \frac{a(c^n - a^n)}{2c^n} = \frac{ab^n}{2c^n}.$$

$$\frac{DC}{KN} = \frac{DP}{KP} = \frac{CP}{NP} \Rightarrow \frac{b/2}{KN} = \frac{c/2}{a^n/2c^{n-1}} = \frac{a/2}{NP},$$

$KN \cdot c = \frac{b}{c} \cdot \frac{a^n}{c^{n-1}} \Rightarrow KN = \frac{a^n b}{2c^n}, NP = \frac{a^n}{c^{n-1}} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{c} = \frac{a^{n+1}}{2c^n}, CN = \frac{a}{2} - \frac{a^{n+1}}{2c^n} = \frac{ac^n - a^{n+1}}{2c^n} = \frac{a(c^n - a^n)}{2c^n} = \frac{ab^n}{2c^n}, AD = \frac{c}{2}$ . Из подобия треугольников  $\Delta DKL \sim \Delta ABC$  получаем:

$$\frac{DL}{AC} = \frac{DK}{AB} \Rightarrow \frac{DL}{AC} = \frac{DK}{AB} \Rightarrow \frac{DL}{b} = \frac{b^n}{2c^{n-1}} = \frac{b^n}{2c^n} \Rightarrow DL = \frac{b^{n+1}}{2c^n}, LC = DC - DL = \frac{b}{2} - \frac{b^{n+1}}{2c^n} = \frac{bc^n - b^{n+1}}{2c^n} =$$

$$= \frac{b(c^n - b^n)}{2c^n} = \frac{ba^n}{2c^n}.$$

Учитывая полученные выражения, можно получить следующие отношения:

$BP:NP:CN = \frac{c^{n+1}}{2c^n} : \frac{a^{n+1}}{2c^n} : \frac{ba^n}{2c^n} = c^{n+1} : a^{n+1} : ba^n$  (89)

$AD:DL:CL = \frac{c}{2} : \frac{b^{n+1}}{2c^n} : \frac{ba^n}{2c^n} = c^{n+1} : b^{n+1} : ba^n$  (90)

$MF:PN:DL = \frac{c^{n+1}}{2c^n} : \frac{a^{n+1}}{2c^n} : \frac{b^{n+1}}{2c^n} = c^{n+1} : a^{n+1} : b^{n+1}$  (91)

12) Пусть k является точкой пересечения n-прямых. Предположим эти прямые делят углы при вершине соответственно на углы  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \gamma_1$  и  $\gamma_2$ . Как известно [8],  $\left(\frac{b}{a}\right)^{n-1} = \frac{\sin \gamma_2}{\sin \gamma_1}, \left(\frac{a}{c}\right)^{n-1} = \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1}, \left(\frac{c}{b}\right)^{n-1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}$  (92). Если умножить соответствующие стороны равенств (92), то получим  $\frac{\sin \gamma_2}{\sin \gamma_1} \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} \cdot \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \left(\frac{b}{a} \cdot \frac{a}{c} \cdot \frac{c}{b}\right)^{n-1} = 1$  (93).

Последнее является формулой Чевы для синусов.

13) Как известно [3], n прямые проведенные с вершин C треугольника ABC, соответственно при  $i = 0, 1, 2, \dots, n - 1, n$  и т. д. будет выглядеть как на рис. 14. Длины линий  $L_i$  и расстояния  $M_i M_{i+1}$  также можно вычислить по формулам данным в [3].

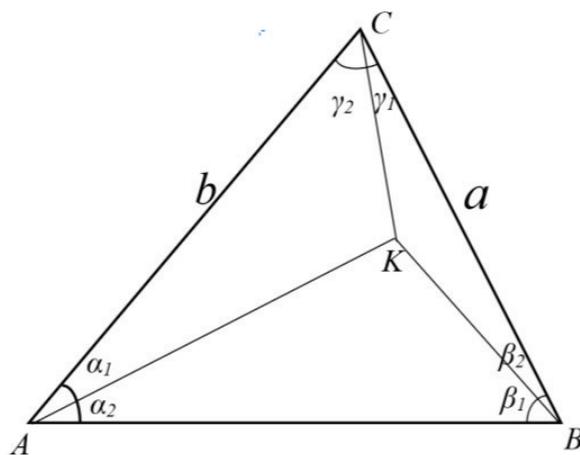


Рис. 13

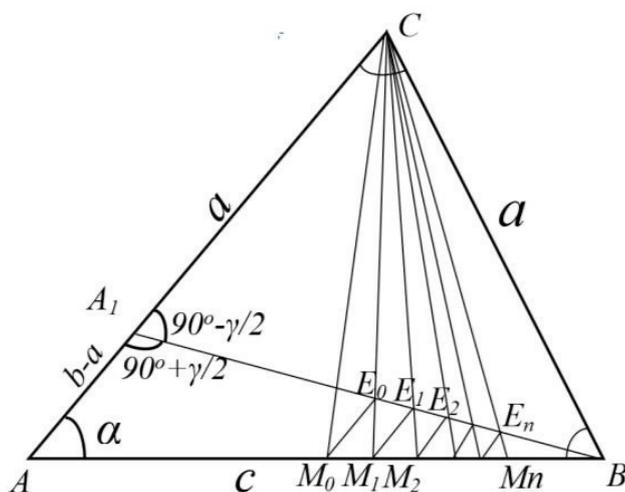


Рис. 14

А теперь определим следующие отношения:  $\frac{M_0E_0}{M_0B} = \frac{M_1E_1}{M_1B} = \frac{M_2E_2}{M_2B} = \dots = \frac{M_nE_n}{M_nB}$ . Для этого используем теорему синусов. Так как  $\angle A = \alpha$ ,  $\angle AA_1B = 90 + \frac{\gamma}{2}$ , то  $\angle A_1BA = 180 - \alpha - (90 + \frac{\gamma}{2}) = 90 - (\alpha + \frac{\gamma}{2})$ . Тогда по теореме синусов получаем:

$$\frac{c}{\sin(90 + \frac{\gamma}{2})} = \frac{b-a}{\sin(90 - (\alpha + \frac{\gamma}{2}))} \Rightarrow \frac{c}{\cos \frac{\gamma}{2}} = \frac{b-a}{\cos(\alpha + \frac{\gamma}{2})} \tag{94}$$

Так как искомые отношения равны  $\frac{b-a}{c}$  то из (94) получаем:

$$\frac{b-a}{c} = \frac{\cos(\alpha + \frac{\gamma}{2})}{\cos \frac{\gamma}{2}} \tag{95}$$

Нетрудно показать, что последняя формула является формулой Молвейде. Действительно,  $\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2} + \frac{\gamma}{2} = 90^\circ \Rightarrow (\alpha - \frac{\alpha}{2}) + \frac{\beta}{2} + \frac{\gamma}{2} = 90^\circ \Rightarrow \alpha + \frac{\gamma}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha - \beta}{2}$ . Так как  $\cos(\alpha + \frac{\gamma}{2}) = \cos(90^\circ - \frac{\alpha - \beta}{2}) = \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$ , то мы получаем формулу Молвейде:  $\frac{b-a}{c} = \frac{\sin \frac{\alpha - \beta}{2}}{\cos \frac{\gamma}{2}}$  (96).

Таким образом для искомых отношений получаем:

$$\frac{M_0E_0}{M_0B} = \frac{M_1E_1}{M_1B} = \frac{M_2E_2}{M_2B} = \dots = \frac{M_nE_n}{M_nB} = \frac{b-a}{c} = \frac{\sin \frac{\alpha - \beta}{2}}{\cos \frac{\gamma}{2}} \tag{97}$$

Таким образом в данной статье получены интересные формулы, связанные с применением метода n-прямых. Эту работу можно рассматривать как продолжение работ [3; 6].

## Литература:

1. Зетель С. И. Сборник статей по элементарной и началам высшей математики. Математическое просвещение, серия 1.1, 1934, с. 5–8.
2. Зетель С. И. Новая геометрия треугольника. Пособие для учителей. Москва, 1962, с. 120–129.
3. Бегляров Э. Б., Гасанов И. Р. Применение метода  $n$ -прямых к решению задач. Молодой ученый #10 (509). Март 2024. с. 1–12.
4. Гасанов И. Р., Бегляров Э. Б. О некоторых формулах для выпуклых четырехугольников. Молодой ученый #10 (509). Март 2024. с. 13–17.
5. Elkhan Baylarov. Pyas Hasanov. A Different Geometric Approach to the Proof of Fermat's Last Theorem.
6. Бегляров Э. Б., Гасанов И. Р. К вопросу применения метода  $n$ -прямых. Молодой ученый #15 (514). Апрель 2024. с. 1–9.
7. Richard Kaufman. Limits on Legs of Pythagorean Triples and Fermat's Last Theorem. The Collage Mathematics journal. 51:1, 2020, 53–56. Doi:10.1080/07468342, 2020/1674620.
8. Виктор Мешеряков. Электронные материалы. Прямые в треугольнике и Великая Теорема Ферма. <https://youtu.be/hoMTC-d8epMu>, октябрь 2022.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Развитие виртуальных туров и их роль в современной культуре

Абдыхамитов Алишер Кайратович, студент магистратуры

Научный руководитель: Кашаганова Гулжан Бакытовна, PhD, ассоциированный профессор

Алматинский технологический университет (Казахстан)

*В статье подробно рассматриваются виртуальные туры как современный вид путешествий, предоставляя обзор программ, доступных в онлайн-пространстве для создания виртуальных туров. Описывается определение виртуального тура, выделяются его особенности и проводится классификация (включая кибер-путешествия и фантомные путешествия). Автор анализирует преимущества и ограничения виртуальных путешествий в современной культурной парадигме.*

**Ключевые слова:** путешествие, виртуальное путешествие, кибер-путешествие, интернет-пространство, виртуальные туры, Virtual Reality.

В быстро меняющемся обществе, где социокультурные процессы набирают обороты с каждым днем, вопросы, связанные с виртуальными турами, становятся весьма важными. Они выступают как ответ на вызовы нашего времени, предлагая новый взгляд на путешествия и исследования. Однако, несмотря на их значимость, эта форма практики пока остается малоисследованной социогуманитарными исследователями. Чтобы разгадать новые смыслы и значения, присущие виртуальным путешествиям в нашей культуре, необходимо обратиться к классическим трактовкам понятия «путешествие». Все разнообразие определений, предложенных в различных источниках, сводится к двум основным концепциям: метафизическому и пространственно-географическому.

В первом смысле, виртуальные туры предстают как духовное странствие личности: это их путь через мир жизни, их выборы и преодоления, это духовное исследование новых, неведомых ранее территорий. Эта интерпретация виртуальных туров не обязательно связана с физическим перемещением в пространстве, а скорее обозначает философский путь к самому себе, к сущности жизни и прочим высшим истинам. Второй аспект виртуальных туров относится к буквальному перемещению человека из привычного места жительства в другие места. Однако оба подхода вполне совместимы и могут дополнять друг друга, создавая единое понимание. Один из факторов, делающих виртуальные туры столь актуальными в современном обществе, — это развитие информационного обмена, доступность информационных потоков и интернет-технологий, открывающих для пользователей широкий спектр возможностей. Получая новые знания, люди стремятся интегрировать их в свой личный опыт, что находит свое выражение в популярности различных форматов, таких как личные дневники, фотоотчеты, видеоблоги и многие другие. Именно поэтому мы видим новый, активно

развивающийся тренд в онлайн-пространстве — виртуальные туры. Мы рассматриваем виртуальное путешествие как форму путешествия, которая включает в себя физическое удаление от места, которое пользователь хочет посетить, но сопровождается визуализацией и соответствующими эмоциональными переживаниями.

Виртуальное путешествие отличается по нескольким аспектам: присутствие желания и стремления к восприятию окружающего мира как набора впечатлений от конкретного места, акцент на самоопределении в роли главного участника путешествия, передача ощущения движения виртуального перемещения по заданному маршруту в виде имитации реального передвижения.

Виртуальное путешествие может осуществляться с помощью информационно-коммуникационных технологий, что известно как кибер-путешествие, или же оставаться лишь продуктом воображения человека, что называется фантомным путешествием. В этом контексте важно отметить, что погружение в пространство фантазии, создание в уме мира персонажей из литературных и кинематографических произведений, а также просмотр телепередач могут быть рассмотрены как примеры фантомного путешествия.

В данной статье мы рассматриваем первый тип виртуальных путешествий, которые предоставляют нам разнообразные веб-сервисы, позволяющие исследовать мир, не покидая дома. Эти сервисы можно классифицировать по используемым технологиям, способам передачи информации и организации ее представления.

1. По используемым технологиям и способу передачи информации:

– Фотографические изображения с текстовым описанием, подобные сервисы похожи на фотоальбомы с информацией

о местностях или достопримечательностях, представленной в виде списка или карты маршрутов.

– Фотосъемка в 360 градусов с или без звукового сопровождения.

– Видеосъемка с звуковым сопровождением, включая ролики с замедленной съемкой и онлайн-трансляции с веб-камер.

– Видеосъемка в 360 градусов с возможностью визуализации виртуального присутствия, часто используемая с устройствами виртуальной реальности.

– Фотосъемка в режиме 360 градусов с опцией перемещения, позволяющая пользователю свободно передвигаться по виртуальному пространству.

2. По способу представления информации:

– Организованные, где информация представлена последовательно для пользователей, направляющихся в виртуальное путешествие.

– Самостоятельные, предоставляющие пользователю свободу перемещения и исследования без ведения виртуального гида.

Современные сервисы для кибер-путешествий обычно объединяют различные функции, чтобы удовлетворить потребности пользователей. Среди таких популярных проектов — «Виртуальные путешествия по всему миру» от Google, сеть виртуальных музеев Google Arts and Culture, российский проект Air Pano и другие. Эти сервисы не только предоставляют информацию, но и создают эстетическое удовольствие, делая виртуальное путешествие более приятным. В их галереях собраны панорамные снимки природы, музеев, ресторанов и других достопримечательностей различных городов мира. Пользователи также могут создавать собственные маршруты, используя специальные приложения для смартфонов, что добавляет интерактивности и индивидуальности в их виртуальный опыт.

Проект AirPano представляет собой набор обзорных экскурсий по наиболее интересным местам с фотографиями 360 градусов и видео. EarthCam — глобальная сеть веб-камер, транслирующих видео в реальном времени, позволяющая людям путешествовать в интересные места по всему миру.

Опираясь на данные обзора, выделим преимущества и ограничения виртуального путешествия по сравнению с традиционным (реальным) типом. Преимущества:

1) становится доступной недоступная реальность — возможность посетить места, которые недоступны большинству обычных туристов,

2) сконструированные эффекты восприятия — возможность рассмотреть объект сквозь призму профессионального авторского (режиссерского, операторского) восприятия, концентрация на наиболее выигрышных деталях, обзорно-панорамные виды,

3) экономия времени, сил и ресурсов — виртуальное путешествие позволяет экономить время (в один день можно ока-

заться в самых разнообразных местах, на разных континентах), финансы и позволяет тратить меньшее количество физических сил на процессы перемещения, снижает риски повреждений,

4) многократность воспроизведения и повторные обращения.

Виртуальные туры представляют собой эмпирическое воплощение современных технологических инноваций, обладающих множеством эпистемических преимуществ. Они освещают исключительные возможности эксплорации, предоставляя виртуальному путешественнику глубокий интеллектуальный стимул без необходимости в физическом перемещении. Гибридизация виртуальной реальности с культурным контентом акцентирует внимание на эстетических и когнитивных измерениях путешествия, расширяя горизонты знания и воображения. Это интеллектуальное погружение в мировые достопримечательности привносит уникальный аспект аутентичности и академической достоверности, вплетая в себя мозаику культурных контекстов и исторических перспектив. Виртуальные туры становятся интеллектуальным резонансом современной эры, олицетворяя инновационный подход к путешествиям и открывая новые горизонты в познании мира.

Несмотря на все достоинства виртуальных путешествий, существуют и существенные ограничения таковых по сравнению с традиционным типом: иллюзия включенности: сниженный эмоциональный эффект за счет невозможности непосредственного присутствия, невозможность в полной мере прочувствовать энергию места, иллюзия авторства, ограничение субъективного контроля: здесь мы имеем дело с заданным контентом, изначально сконструированным кем-то иным, даже если сервисы допускают возможность составления индивидуального маршрута, в любом случае, это именно комбинация имеющегося, коллаж, искусственность сенсорных эффектов: несмотря на развитие виртуальных технологий, воссоздающих мир тактильного, ольфакторного восприятия, в нашем субъективном видении они пока проигрывают естественным, трактуются как вторичные, сниженные возможности коммуникации, взаимодействия с окружением, дефицит непредсказуемости: виртуальный путешественник лишен опасностей, риска, он не может испытать истинного азарта и драйва, которые обеспечиваются именно непредсказуемостью реальности.

В заключение, следует отметить, что в данной статье лишь задеты вершины айсберга в контексте исследования виртуальных путешествий. Проблематика фантомных и воображаемых путешествий остается еще малоизученной и требует дальнейшего глубокого анализа в рамках современных социокультурных исследований. На этом этапе статья предоставляет основу для возможных будущих исследований, которые могут расширить наше понимание влияния виртуальных путешествий на общество, культуру и само восприятие реальности.

## Проектирование информационной системы «Автомобильный салон» при помощи UML-диаграмм

Евстратова Ольга Денисовна, студент  
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

*В данной статье рассматривается проектирование информационной системы «Автомобильный салон» посредством UML-диаграмм. При построении диаграмм учитываются современные требования к их построению и различное программное обеспечение. Ключевые слова: UML, диаграмма, проектирование, информационная система.*

Проектирование информационных систем является одним из самых важных этапов в разработке программного обеспечения. Для того чтобы создать качественную и эффективную информационную систему, необходимо использовать специальные инструменты и методы, такие как UML-диаграммы.

UML (Unified Modeling Language) — это язык моделирования, который используется для описания и проектирования систем. С помощью UML-диаграмм можно создавать графические модели, которые отображают структуру и поведение системы [1].

Далее приведены описания основные типы UML-диаграмм, необходимых для построения информационной системы «Автомобильный салон».

**Диаграмма классов анализа** предназначена для определения внутренней архитектуры системы и состоит из ограниченного количества классов анализа (стереотипов): граничный класс, класс-сущность, управляющий класс [2].

На рисунке 1 представлена диаграмма классов анализа для ИС «Автомобильный салон».

**Диаграмма классов** предназначена для визуализации общей структуры иерархии классов, которые будут в дальнейшем использоваться при разработке информационной системы. Данная диаграмма состоит из классов, в состав которых входят атрибуты и методы, и отношений между ними [3].

На рисунке 2 представлена диаграмма классов для ИС «Автомобильный салон».

Приведенные выше диаграммы были спроектированы в приложении draw.io, предназначенном для моделирования диаграмм бизнес-процессов и блок-схем.

Следующие диаграммы были спроектированы в таком инструменте для создания различных видов диаграмм, как Visual Paradigm.

**Диаграмма деятельности** служит для моделирования последовательности действий, выполняемых различными компонентами информационной системы [3].

На рисунке 3 представлена диаграмма деятельности для ИС «Автомобильный салон».

**Диаграмма последовательности** описывает взаимодействие компонентов системы во времени. Данная диаграмма организована в соответствии с объектами по горизонтали и временем по вертикали [3].

На рисунке 4 представлена диаграмма последовательности для ИС «Автомобильный салон».

Все вышеперечисленные диаграммы способствуют проектированию различных информационных систем.

В языке моделирования UML используются более 10 видов диаграмм. В данной статье были представлены самые распространенные диаграммы для проектирования информационной системы «Автомобильный салон».

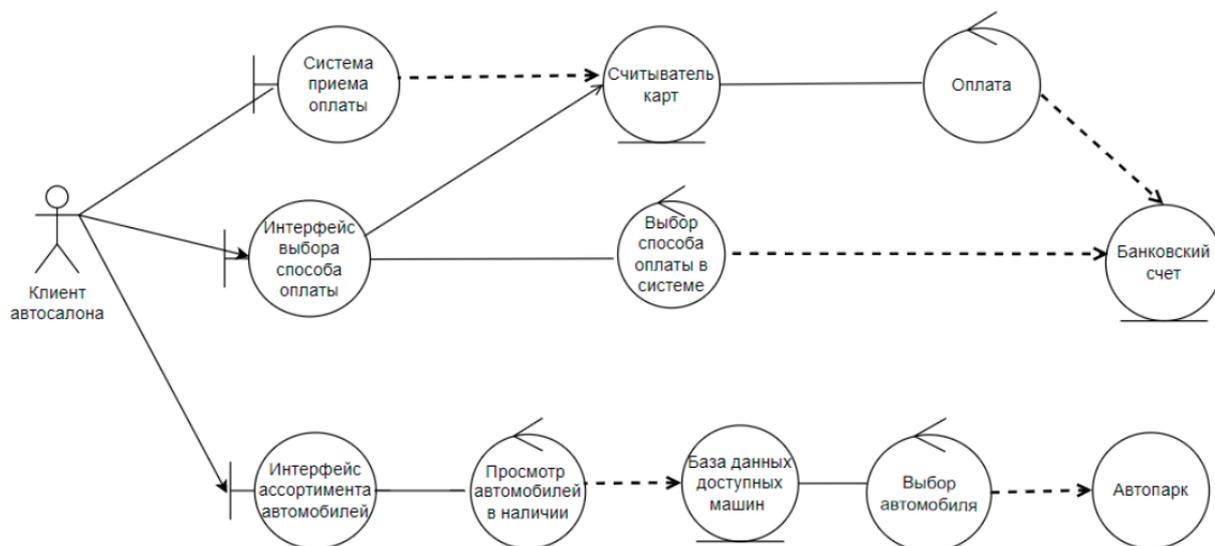


Рис. 1. Диаграмма классов анализа

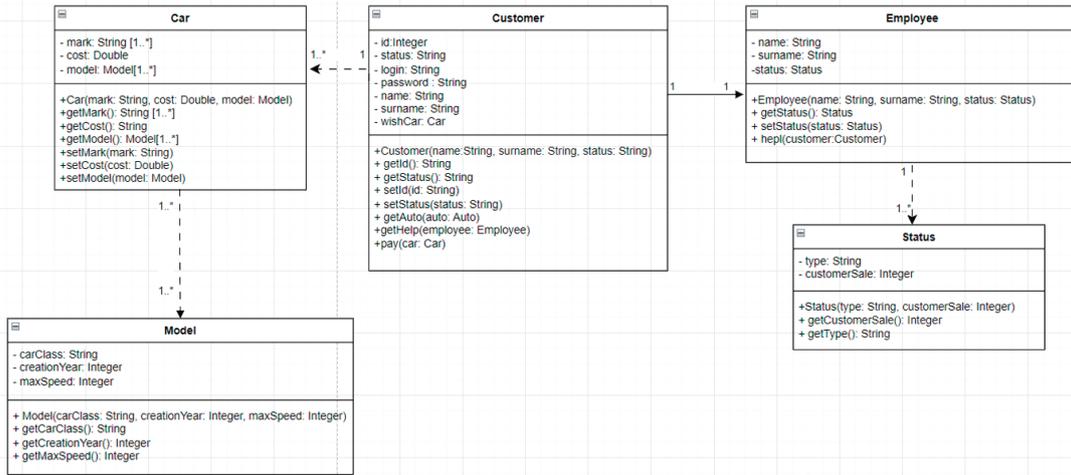


Рис. 2. Диаграмма классов

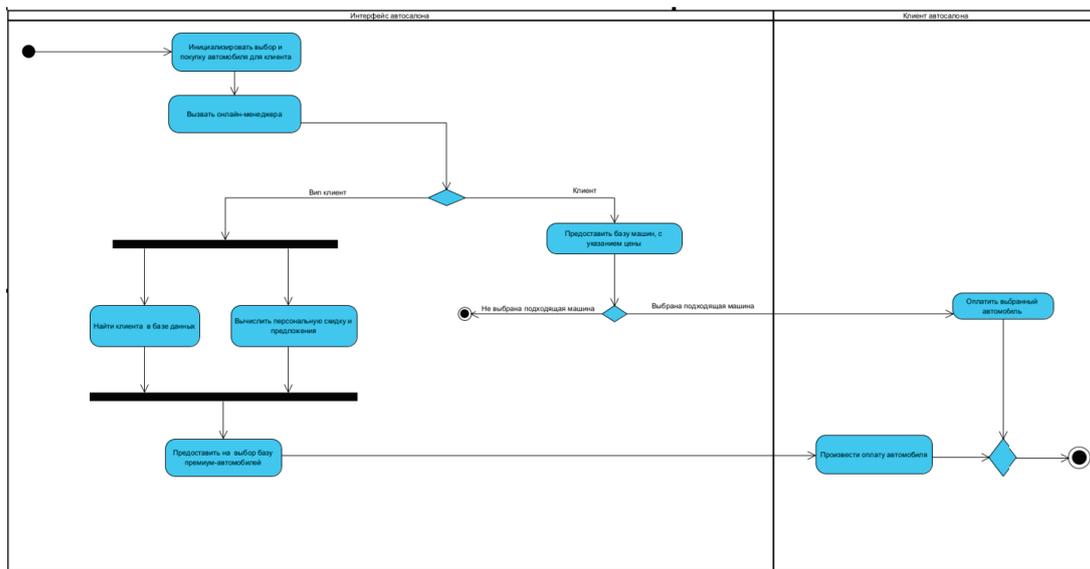


Рис. 3. Диаграмма деятельности

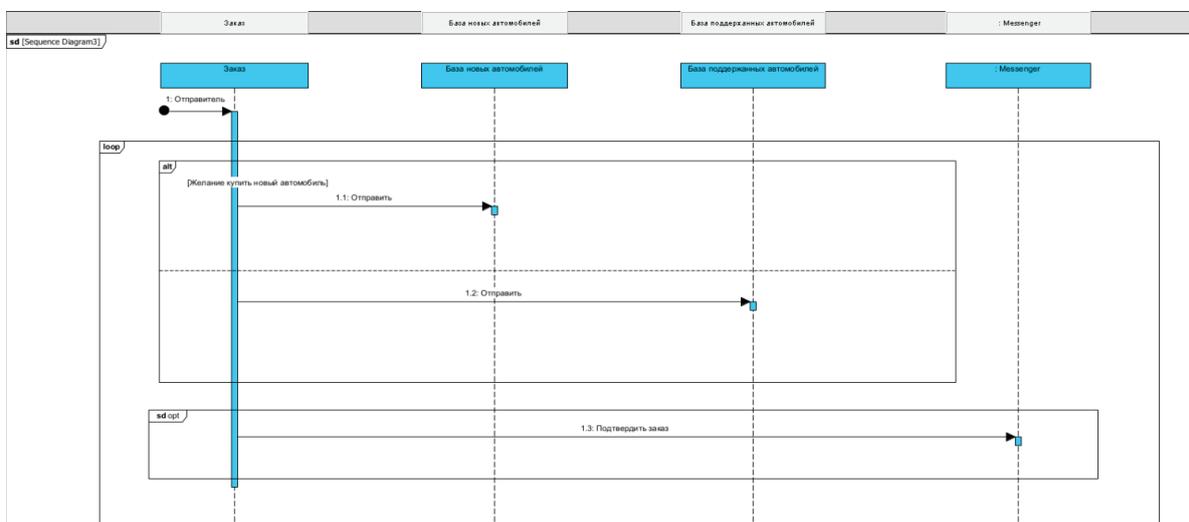


Рис. 4. Диаграмма последовательности

## Литература:

1. Белов, В. В. Проектирование информационных систем: Учебник / В. В. Белов. — М.: Академия, 2018. — 144 с
2. Гвоздева, Т. В. Проектирование информационных систем: технология автоматизированного проектирования. Лабораторный практикум. Учебно-справочное пособие / Т. В. Гвоздева, Б. А. Баллод. — СПб.: Лань, 2018. — 156 с.
3. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов/ В. Г. Елиферов., В. В. Репин — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. — 544 с.: ил. ISBN978-5-91657-554-5
4. Евстратова О. Д. Проектирование информационной системы «Автосалон» посредством Uml-диаграмм // Научный лидер. 2023. № 18 (116). URL: <https://scilead.ru/article/4425-proektirovanie-informatsionnoj-sistemi-avtosa>

## Проектирование базы данных для информационной системы «Франшизная сеть кофеен»

Евстратова Ольга Денисовна, студент  
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

*В данной статье рассматривается проектирование баз данных информационной системы «Франшизная сеть кофеен».*

*Ключевые слова: база данных, IDEF1X, проектирование.*

Проектирование баз данных является неотъемлемой частью разработки любого программного обеспечения, в котором необходимо эффективно хранить какую-либо информацию.

Для проектирования баз данных существует много различных нотаций и методов, один из которых — IDEF1X-методология.

IDEF1X — это методология для проектирования реляционных баз данных, которая использует условный синтаксис, специально разработанный для удобного построения схем.

Концепция и семантика IDEF1X состоит из сущностей и связей между ними.

Первый шаг в проектировании баз данных на основе IDEF1X — это анализ требований. На этом этапе определяются все сущности, которые будут храниться в базе данных, а также связи между ними. Это позволяет определить основные потоки данных и обеспечить правильную организацию базы данных.

Следующим шагом является проектирование сущностей и связей. На этом этапе создаются диаграммы сущность-связь, которые отображают все сущности и связи между ними. Каждая сущность представляет собой отдельную таблицу в базе данных, а связи между сущностями определяют отношения между таблицами.

Нормализация данных — это следующий шаг в проектировании баз данных на основе IDEF1X. Нормализация позволяет устранить избыточность данных и обеспечить их целостность. Для этого используются правила нормализации, которые определяют, какие данные могут быть хранены в одной таблице, а какие должны быть разделены на несколько таблиц.

### Преимущества методологии IDEF1X

— Структурированный подход: IDEF1X предоставляет четкие правила для описания структуры базы данных, что способствует более легкому пониманию и поддержке базы данных.

— Удобство визуализации: диаграммы, созданные с использованием IDEF1X, представляют собой интуитивно понятные схемы, упрощающие коммуникацию между разработчиками и заказчиками.

— Поддержка нормализации: методология IDEF1X способствует проектированию нормализованных баз данных, что помогает избежать избыточности данных и обеспечивает их целостность.

— Программное обеспечение: для проектирования с помощью IDEF1X используется специализированное программное обеспечение, такое как Erwin Data Modeler, что облегчает процесс проектирования и поддержки баз данных.

Использование методологии IDEF1X при проектировании базы данных для информационной системы «Франшизная сеть кофеен» обеспечивает ее структурированность, нормализацию данных и удобство в разработке и поддержке.

Для проектирования с помощью методологии IDEF1X было использовано специализированное программное обеспечение — Erwin Data Modeler.

Проектирование базы данных для ИС «Франшизная сеть кофеен» можно начать с анализа требований и создания логического уровня, в котором отсутствуют типы данных. На рисунке 1 представлен логический уровень проектирования базы данных.

База данных будет состоять из следующих сущностей:

- Пользователь: включает в себя информацию о клиентах кофеен, их аккаунтах и предпочтениях;
- Бариста: содержит данные о персонале кофеен, их навыках и обязанностях;
- Заведение: описывает характеристики и расположение кофейных точек;
- Карта лояльности: включает информацию о программах лояльности и участниках;
- Блюдо: содержит данные о меню, его составе и ценах;
- Заказ: включает информацию о заказах клиентов;

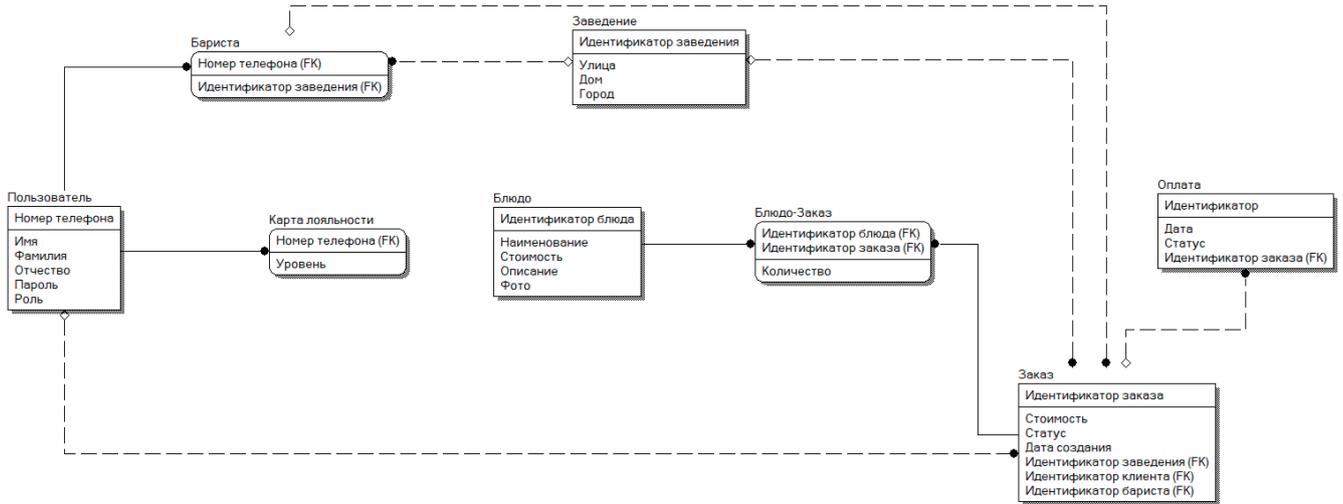


Рис. 1. Логический уровень проектирования базы данных

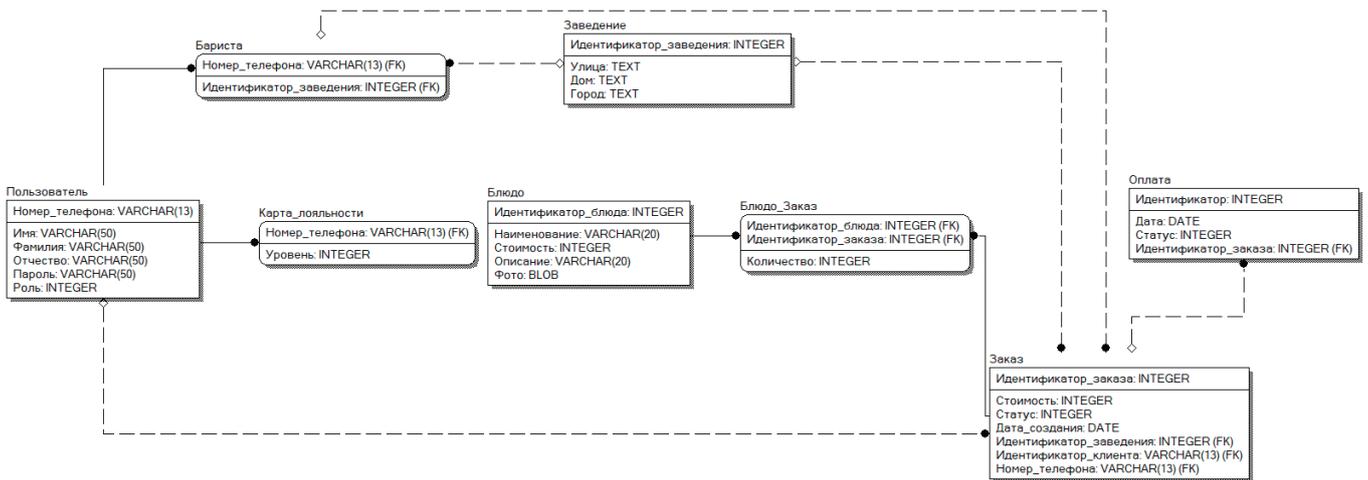


Рис. 2. Физический уровень проектирования базы данных

— Оплата: содержит информацию о способах оплаты заказов.

Следующий этап — физический уровень проектирования базы данных, в котором явно указаны типы данных для всех полей таблиц.

На рисунке 2 представлен физический уровень проектирования базы данных.

В целом, методология IDEF1X является эффективным инструментом для проектирования баз данных. Она позволяет создавать логические и физические модели данных, которые обеспечивают правильную организацию базы данных и ее эффективное использование.

В результате работы была спроектирована база данных для информационной системы «Франшизная сеть кофеен».

Литература:

1. Григорьев, Ю. А. Базы данных: Учеб. для вузов. / Ю. А. Григорьев, Г. И. Ревунков. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 320 с.
2. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. — М.: Вильямс, 2001. — 1072 с.
3. Швецов, В. И. Базы данных: Учебное пособие. / В. И. Швецов, А. Н. Визгунов, И. Б. Мееров. — Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. — 217 с.
4. Евстратова О. Д. Проектирование баз данных для информационной системы «Франшизная сеть кофеен» // Научный лидер. 2023. № 18 (116). URL: <https://scilead.ru/article/4428-proektirovanie-baz-dannikh-dlya-informatsionn>

## Сравнительный анализ сред разработки и редакторов кода для web-разработчиков

Евстратова Ольга Денисовна, студент  
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

В данной статье рассматриваются самые популярные интегрированные платформы и редакторы кода для веб-разработки. Ключевые слова: IDE, веб-разработка, код.

IDE — интегрированная среда разработки, используемая программистами для эффективной разработки программного обеспечения.

Редактор кода — программа, работающая как текстовый редактор, и подходящая для написания кода.

IDE способна выполнять больший функционал, нежели редактор кода, и, как правило, уже состоит из редактора кода, компилятора и отладчика.

На выбор IDE для разработки влияет не только опыт разработчика, но и индивидуальные особенности, достоинства и недостатки каждой среды.

Наиболее популярные IDE для веб-разработки:

- WebStorm
- Atom
- Sublime Text
- Eclipse
- Xcode
- Visual Studio Code

**WebStorm** — одна из самых популярных IDE для веб-разработки, созданная компанией JetBrains. Данную среду разработки используют для создания самых современных веб-приложений, так как она обладает умным дополнением кода,

обнаружением ошибок и функции рефакторинга [1]. Интерфейс данной среды представлен на рисунке 1.

**Atom** — редактор кода, который разработало сообщество GitHub с целью создания собственных модулей и распространения их в репозитории в открытый доступ [2]. Интерфейс данного редактора кода представлен на рисунке 2.

**Sublime Text** — платный редактор кода, который поддерживает быструю навигацию по файлам и различным участкам кода. Данный редактор поддерживает такие языки программирования, как C и Python, и различные плагины [3]. Интерфейс данного редактора кода представлен на рисунке 3.

**Eclipse** — это свободная IDE, поддерживающая огромное количество языков и расширений, которые можно скачать на Eclipse Marketplace [4]. Интерфейс данной среды представлен на рисунке 4.

**Xcode** — это богатая своей функциональностью IDE для веб-разработки, доступная только на MacOS. В эту среду включены инструменты командной строки (CTL) [5]. Интерфейс данной среды представлен на рисунке 5.

**Visual Studio Code** — это редактор кода, который давно лидирует в рейтинге популярности у разработчиков. Этот редактор создан компанией Microsoft для упрощения и ускорения

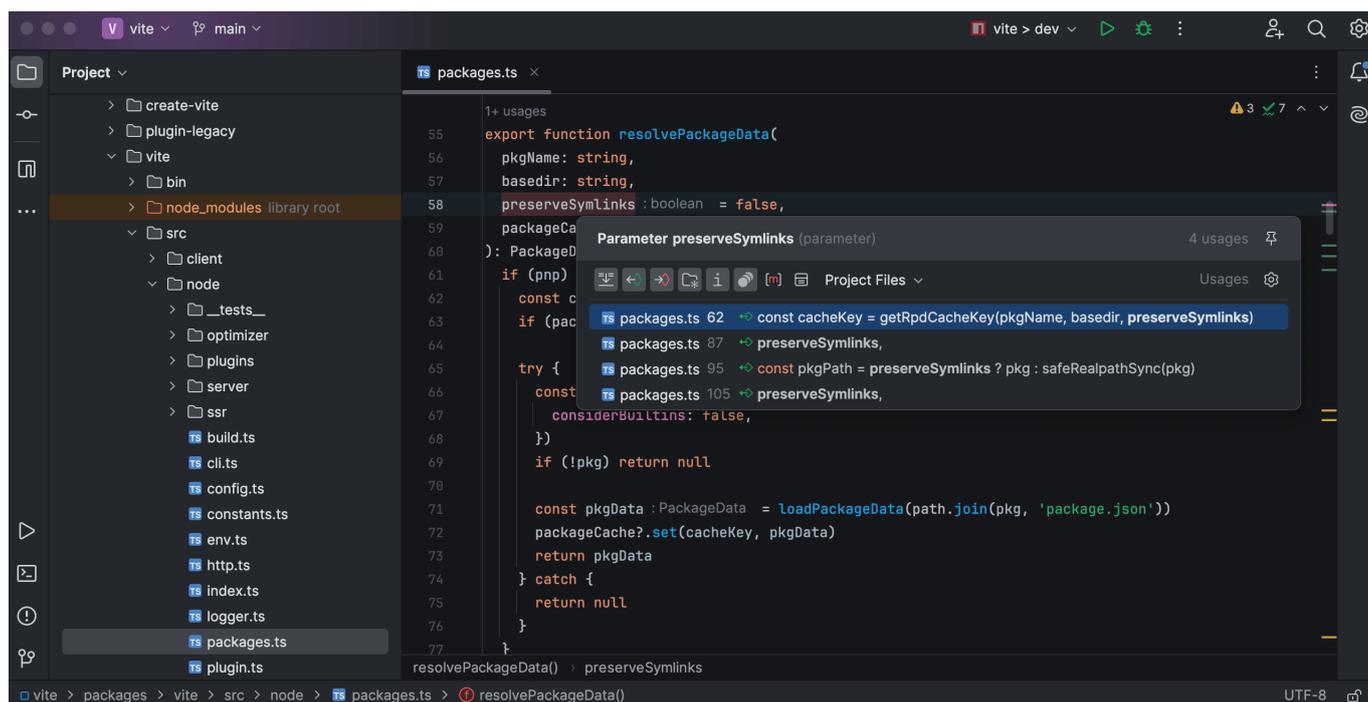


Рис. 1. Интерфейс WebStorm

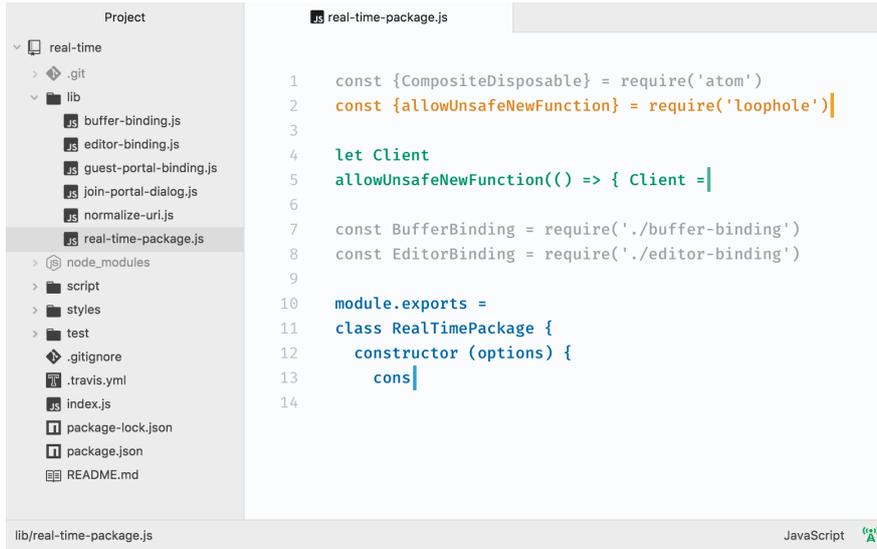


Рис. 2. Интерфейс Atom

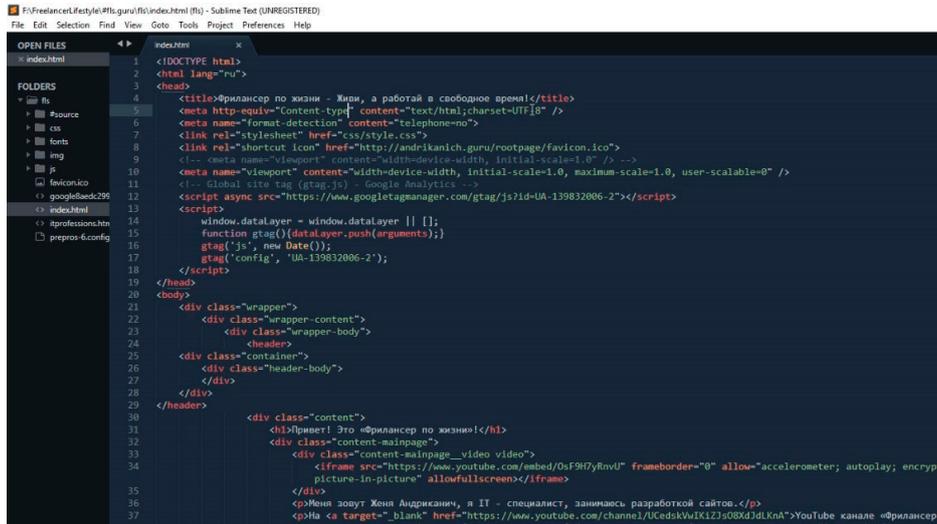


Рис. 3. Интерфейс Sublime Text

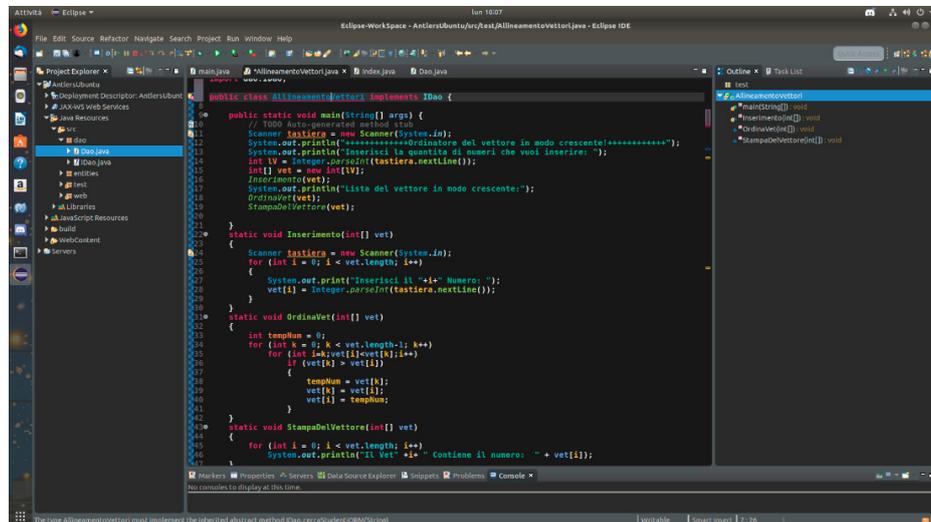


Рис. 4. Интерфейс Eclipse

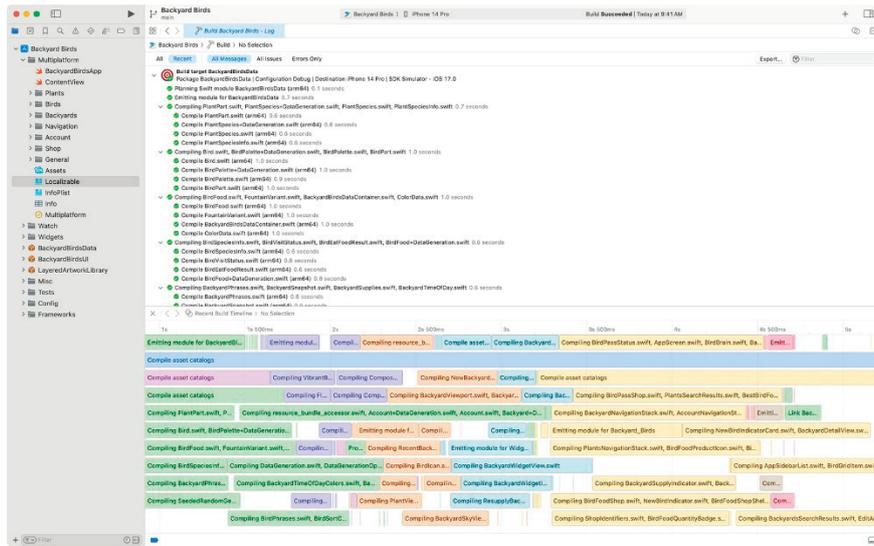


Рис. 5. Интерфейс Xcode

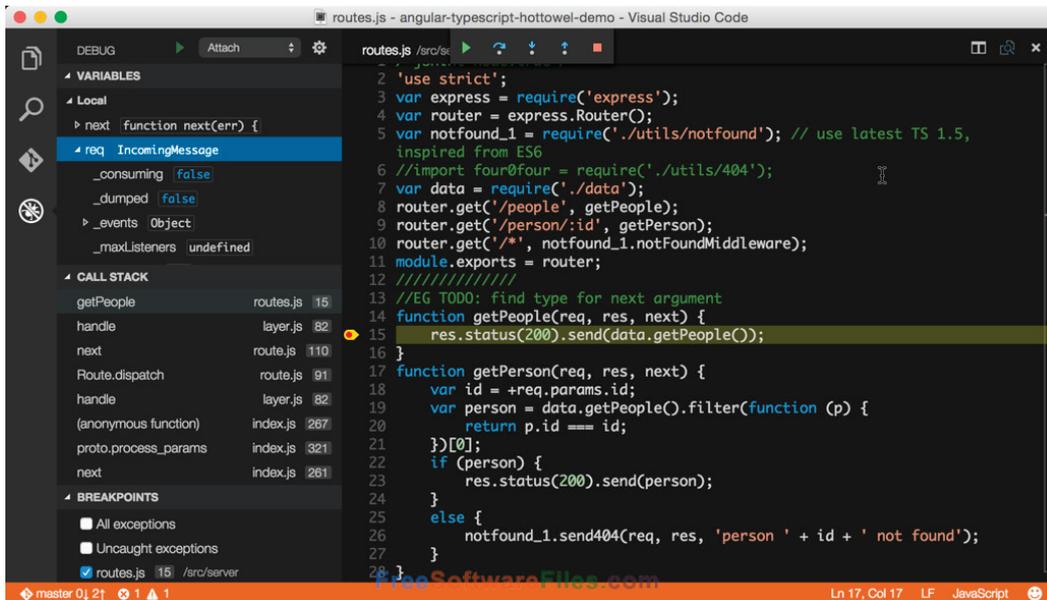


Рис. 6. Интерфейс Visual Studio Code

процесса разработки [6]. Интерфейс данного редактора кода представлен на рисунке 6.

IDE и редакторы кода будут сравниваться по следующим показателям:

Доступность — лёгкость в получении и стоимость продукта.

Функциональность — наличие дополнительных функций и плагинов, облегчающих разработку.

Удобство использования — простота интерфейса и уровень порога входа в данный продукт.

Системные требования — возможность использовать в различных операционных системах, ресурсы ПК.

В таблице 1 представлены оценки IDE и редакторов кода по всем вышеперечисленным показателям по десятибалльной шкале.

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа

	Web Storm	Atom	Sublime Text	Eclipse	Xcode	Visual Studio Code
Доступность	10	10	2	10	2	10
Функциональность	10	7	9	8	10	10
Удобство использования	6	9	8	9	8	9
Системные требования	9	9	9	9	2	9

В итоге анализа IDE и редакторов кода можно сделать следующие выводы:

WebStorm: 35 баллов. Достаточно многофункциональная IDE, однако имеет высокий порог входа, ввиду многообразия функционала.

Atom: 35 баллов. Неплохой выбор для веб-разработки, обладающим достаточным количеством функционала.

Sublime Text: 28 баллов. Отличный платный вариант для веб-разработки.

Eclipse: 36 баллов. «Легкая» и удобная среда для веб-разработки.

Xcode: 22 балла. Богатая функционалом IDE, подходящая только для обладателей macOS.

Visual Studio Code: 38 баллов. Самый удобный, многофункциональный редактор кода, который подойдет всем.

#### Литература:

1. WebStorm [Электронный ресурс] — <https://www.jetbrains.com/ru-ru/webstorm/>
2. Atom [Электронный ресурс] — <https://atom.ru.uptodown.com/windows>
3. Sublime Text [Электронный ресурс] — <https://www.sublimetext.com/>
4. Eclipse [Электронный ресурс] — <https://www.eclipse.org/>
5. Xcode [Электронный ресурс] — <https://developer.apple.com/xcode/>
6. Visual Studio Code [Электронный ресурс] — <https://code.visualstudio.com/>
7. Евстратова О. Д. Анализ и сравнение IDE и редакторов кода для веб-разработки // Научный лидер. 2023. № 18 (116). URL: <https://scilead.ru/article/4426-analiz-i-sravnienie-ide-i-redaktorov-koda-dlya>

## Разработка клиент-серверного приложения для записи на услуги барбершопов

Евстратова Ольга Денисовна, студент  
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

*В данной статье автор разрабатывает приложение для записи на услуги барбершопов.*

*Ключевые слова: Java, Angular, веб-приложение, разработка.*

На данный момент технологии быстро развиваются, появляются новые методы для решения нестандартных задач. Различные интернет-ресурсы и приложения используются повсеместно: в обучении, в работе, для развлечений и т.д.

С каждым днем сфера услуг и красоты набирает все большую популярность и становится более доступной для многих людей. Современным мужчинам и женщинам нужно не только поддерживать свой стиль и внешний вид, но и при-

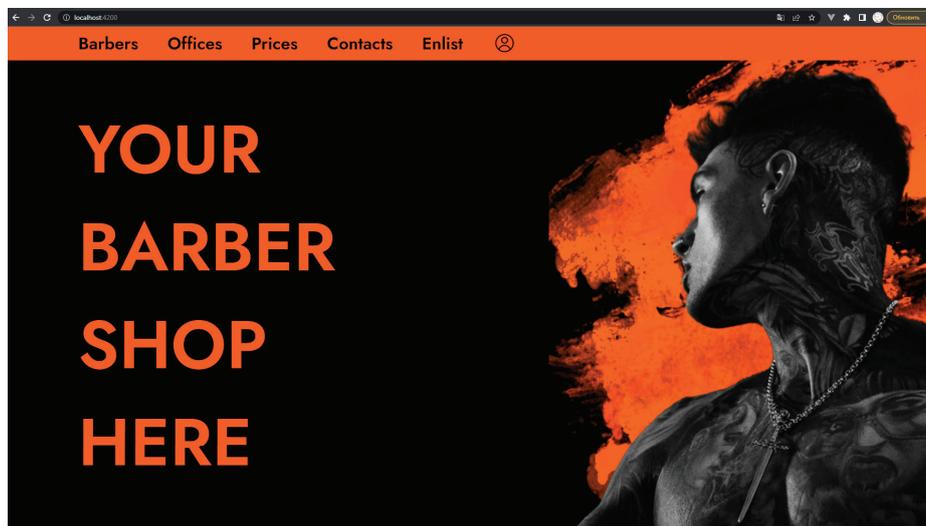


Рис. 1. Начальная страница

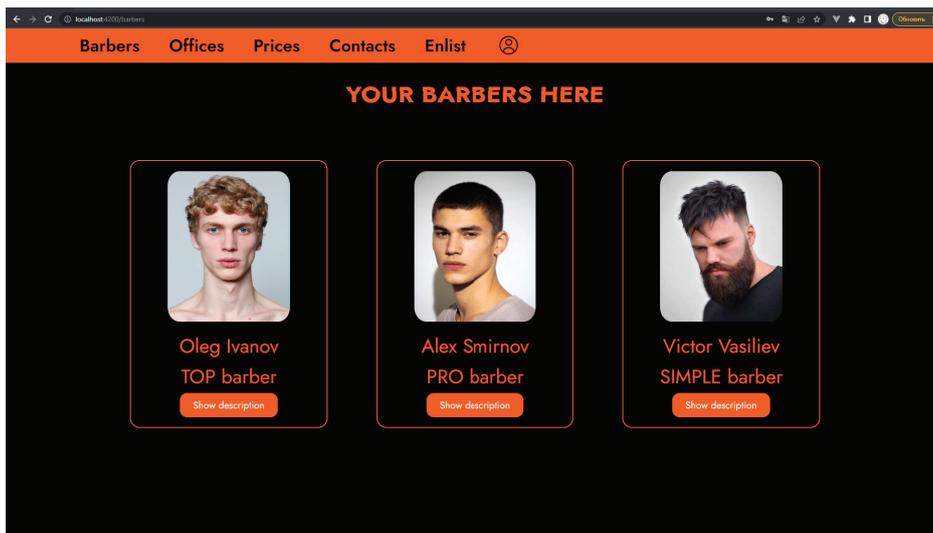


Рис. 2. Страница с мастерами

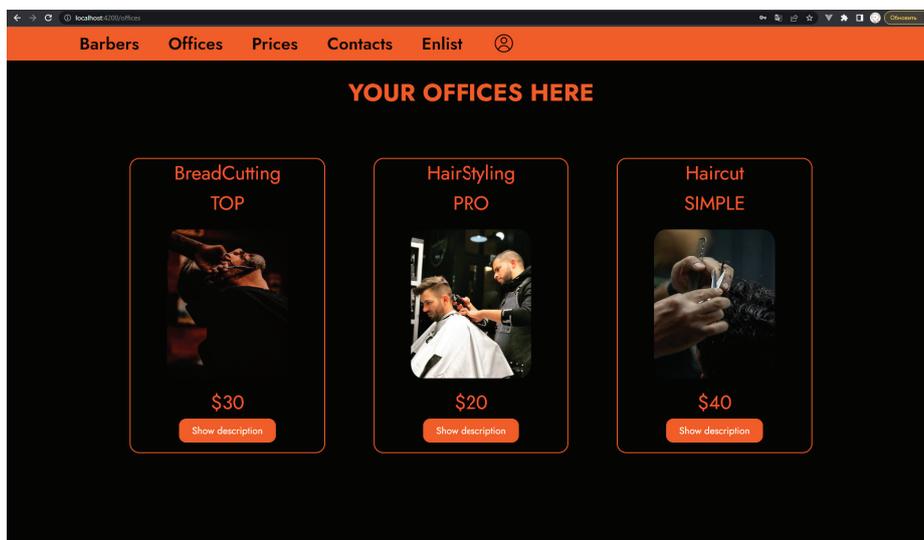


Рис. 3. Страница с услугами

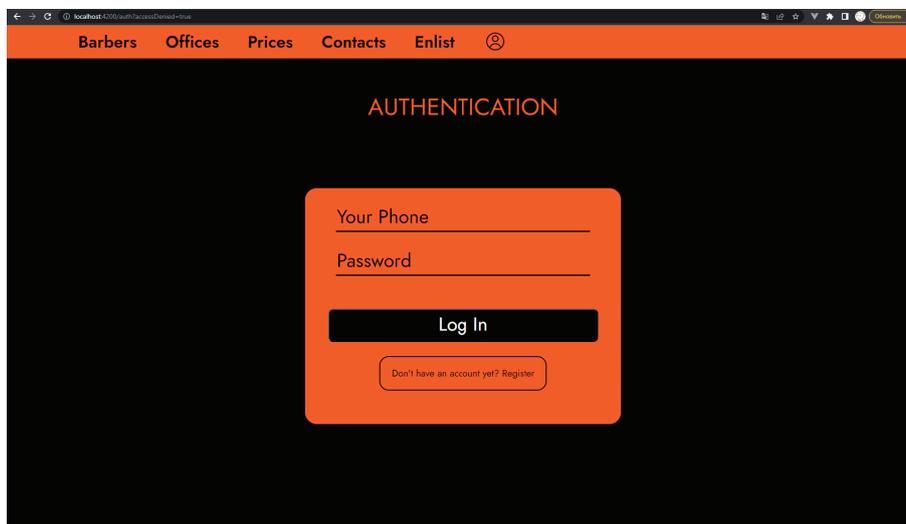


Рис. 4. Страница входа

Barbers Offices Prices Contacts Enlist

## REGISTRATION

Your Name  
Your Surname  
Your Phone  
Your Email  
Password

Create

Рис. 5. Страница регистрации

Barbers Offices Prices Contacts Enlist

## CHOOSE YOUR OFFICE AND BARBER HERE

Haircut  
Alex PRO  
22.05  
15:00

Add entry

Рис. 6. Страница записи на услугу

Barbers Offices Prices Contacts Enlist

**Name:** Olga  
**Surname:** Evstratova  
**Email:** olenkaevstratova@gmail.com  
**Phone:** 89065059310

Log Out

### Your entries

Office: Haircut  
Barber: Alex  
Date: May 22, 2023  
Price: \$60

Рис. 7. Страница с личным кабинетом пользователя

влекать внимание окружающих. В современном мире успех на личном и профессиональном уровне часто зависит от имиджа. Приложение «Барбершоп» помогает людям находить мастеров своего дела, которые помогут им сохранять свой стиль и выглядеть лучше.

Данное приложение дает пользователю возможность:

- Записываться на услугу к выбранному мастеру;
- Просматривать всю информацию о мастерах;
- Просматривать все доступные услуги;
- Регистрироваться и выполнять вход на платформу;
- Заходить в личный кабинет и просматривать все предстоящие записи.

Серверная часть проекта была разработана с помощью фреймворка Spring и языка программирования Java, а клиентская часть с помощью фреймворка Angular.

Литература:

1. Мартин, Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения / Р. Мартин. — СПб.: Питер, 2021. — 352 с.
2. Spring Framework [Электронный ресурс] — <https://spring.io/>
3. Angular [Электронный ресурс] — <https://angular.io/>
4. Евстратова О. Д. Разработка веб-приложения «Барбершоп» // Научный лидер. 2023. № 18 (116). URL: <https://scilead.ru/article/4429-razrabotka-veb-prilozheniya-barbershop>

Начальная страница — яркая страница, демонстрирующая стиль барбершопа и навигационную панель (Рисунок 1).

Следующий страница — страница с мастерами и подробной информацией о каждом из них (Рисунок 2).

Третья страница — страница со всеми услугами барбершопа и всей информацией о каждой из них (Рисунок 3).

Следующие страницы — страницы входа и регистрации на платформе (Рисунок 4, 5).

На рисунке 6 представлена страница с оформлением записи на конкретную услугу к конкретному мастеру.

На рисунке 7 представлена страница с личным кабинетом пользователя: общей информацией о пользователе и предстоящей услуге.

В ходе данной работы было реализовано клиент-серверное приложение «Барбершоп», в котором представлены все функции для удобной записи на услугу.

## Сравнительный анализ фреймворков для frontend-разработки

Евстратова Ольга Денисовна, студент  
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

*В данной статье рассматриваются самые популярные фреймворки для frontend-разработки.*

*Ключевые слова: React, Vue, Angular, frontend.*

Frontend-разработка — это создание клиентской части сайта или приложения. Базовая разработка клиентских частей интернет-ресурсов основана на языке разметки — HTML, стилизации компонентов сайта посредством CSS и логика, которую можно создать с помощью таких языков, как JavaScript или TypeScript.

Кроме того, для более эффективной разработки программисты используют различные фреймворки и библиотеки, ускоряющие процесс создания интернет-ресурсов. К числу таких фреймворков относятся: React, Vue и Angular.

Основная идея всех frontend-фреймворков и библиотек состоит в том, что вся клиентская часть состоит из компонентов, которые могут быть повторно используемы в разных частях приложения.

**React** — библиотека JavaScript для создания пользовательских интерфейсов. Она помогает с легкостью реализовывать реактивность [1]. Основные преимущества этой библиотеки:

- Масштабируемость: React облегчает разработку масштабируемых приложений благодаря использованию компонентов.
- Быстродействие выполнения: Виртуальный DOM в React позволяет обновлять только необходимые части интерфейса, что повышает скорость выполнения.

— Нативная отрисовка: React Native позволяет создавать нативные мобильные приложения с использованием знаний JavaScript и React.

**Vue** — это развивающийся фреймворк для frontend-разработки, основные преимущества которого:

- Двусторонняя привязка данных: Vue обеспечивает удобную работу с данными, автоматически обновляя представление при изменении модели данных [2].
- DOM-рендеринг: Vue предлагает эффективный механизм для рендеринга DOM, что обеспечивает быстрое отображение изменений.
- Легкий дизайн: Vue предлагает простой и интуитивно понятный синтаксис, что делает его привлекательным для новичков.

**Angular** — это открытый фреймворк для разработки веб-приложений, основные преимущества которого:

- Гибкость: Angular предоставляет широкий набор инструментов и функций для создания разнообразных веб-приложений.
- Наличие CLI-системы: Angular CLI упрощает процесс разработки, предоставляя инструменты для автоматизации рутинных задач.

— Модульность: Angular стимулирует создание модульных приложений, что улучшает их масштабируемость [3].

Для опытных разработчиков важно изучить все доступные фреймворки и библиотеки, чтобы выбрать тот, который лучше всего соответствует их потребностям и предпочтениям. Однако для новичков выбор может быть сложным из-за большого количества вариантов. Для облегчения выбора начинающим разработчикам необходимо провести сравнительный анализ популярных фреймворков и библиотек.

Для сравнения вышеперечисленных фреймворков, необходимо выделить общие признаки, такие как:

**Язык разработки** — язык, который по умолчанию использует фреймворк или библиотека.

**Virtual DOM** — использование технологии, в которой на каждом этапе разработки первоначальное DOM-дерево синхронизируется с виртуальным.

**Реактивность** — технология, при которой каждое изменение значения переменной сразу же отображается в шаблоне.

**Порог входа** — сложность в понимании и изучения фреймворка или библиотеки на ранних этапах.

**Размер** — размер сборки итогового приложения и его производительность.

**Архитектура** — наличие общего для всех разработчиков архитектурного стиля.

**Процент использования** — количество разработчиков, отдающих предпочтение какому-либо одному фреймворку или библиотеке.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ для самых популярных фреймворков и библиотек по всем вышеперечисленным показателям.

В итоге анализа самых популярных фреймворков и библиотек для frontend-разработки можно сделать следующие выводы:

Vue: подойдет для новичков, которые хотят быстро понять веб-разработку и на начальных этапах не изучать огромное разнообразие прочих технологий.

React: самая популярная библиотека, которая подойдет для тех, кто хочет найти работу и быть востребованным специалистом.

Angular: подойдет для масштабных проектов и для разработчиков с опытом.

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа

	Vue	React	Angular
Язык разработки	Java Script	Java Script	Type Script
Virtual DOM	Да	Да	Нет
Реактивность	Да	Да	Да
Порог входа	Низкий	Средний	Высокий
Размер	Низкий	Средний	Высокий
Архитектура	Нет	Нет	Да
Процент использования	35,7%	44,2%	20,1%

Литература:

1. Angular [Электронный ресурс] — <https://angular.io/>
2. React [Электронный ресурс] — <https://ru.legacy.reactjs.org/>
3. Vue [Электронный ресурс] — <https://vuejs.org/>
4. Евстратова О. Д. Сравнение самых популярных фреймворков для frontend-разработки // . 2023. № 18 (116). URL: <https://scilead.ru/article/4427-sravnenie-samikh-populyarnikh-frejmvorkov-dly>

## Основные компоненты модуля формирования финансовых отчётов в информационной системе страховой компании

Кравченко Арина Игоревна, студент магистратуры  
Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (г. Калининград)

В данной статье представлен краткий обзор на компоненты модуля формирования отчетов в информационной системе страховой компании.

Ключевые слова: информационная система, страховая компания, Greenplum, Apache Nifi, Apache Superset

Финансовые отчеты являются значимым инструментом для оценки финансового состояния и результативности стра-

ховой компании. Финансовые отчеты играют немаловажную роль в процессе управления и принятии решений.

Текущий модуль формирования отчетов в информационной системе страховой компании сталкивается со следующими проблемами: несовместимость исходного хранилища на базе с требованиями отчетности; дублирование и несовпадение данных в отчетах в различных платформах для визуализации данных. Компания стремится решить данные проблемы и обеспечить плавный переход всей отчетности на Open Source — решения.

В базе данных MS SQL Server 2016, которая является исходной базой для разрабатываемого хранилища, данные хранятся в таблицах, где некоторые поля содержат информацию в формате JSON-файлов. MS SQL Server не является идеальным выбором для работы с JSON-файлами из-за ограничений встроенной поддержки для JSON. Компании была необходима база данных, которая поддерживала бы работу с JSON-файлами, и была заточена под решения задач отчетности. Еще компании необходимо было реализовать ETL-процесс для синхронизации данных с базой-источником. Вся отчетность должна быть визуализирована в удобной платформе.

Схема разработанного модуля представлена на рис. 1. Данные забираются из MS SQL, ETL-процесс организован в Apache NiFi, целевой базой является Greenplum Database и средством визуализации Apache Superset.

Greenplum — это сервер баз данных с массивно-параллельной обработкой (MPP), который предназначен для работы с хранилищами данных нового поколения и выполнения крупномасштабной аналитической обработки. Greenplum реализует концепцию «Shared Nothing», когда узлы кластера, которые взаимодействуют для выполнения вычислительных операций, не разделяют ресурсы: каждый из них имеет собственную память, операционную систему и жесткие диски. Он автоматически разделяет данные и выполняет параллельные запросы, позволяя кластеру серверов функционировать как единый суперкомпьютер базы данных, работающий гораздо быстрее, чем традиционные базы данных [1].

Преимущества использования Greenplum:

1. Высокая эффективность: база обеспечивает одновременную обработку данных в больших объемах, что позволяет

проводить запросы и аналитические операции на огромных объемах данных с высокой скоростью. Это уменьшает время выполнения сложных аналитических запросов и повышает производительность работы с данными.

2. Горизонтальное масштабирование: Greenplum позволяет легко масштабировать кластер серверов для обработки больших объемов данных. Он автоматически распределяет данные и запросы между узлами кластера, обеспечивая высокую доступность и отказоустойчивость.

3. Гибкость и расширяемость: Greenplum предлагает обширный выбор функций и возможностей для работы с данными, включая поддержку различных типов данных, таких как JSON, CSV, TXT, индексацию и партиционирование данных, агрегацию и транзакции. Он также легко интегрируется с другими инструментами и разнообразными платформами, что позволяет создавать как сложные аналитические решения, так и

Apache NiFi — это инструмент для обработки и передачи данных. Он предоставляет графический интерфейс для создания, настройки и мониторинга потоков данных. NiFi позволяет достаточно просто интегрировать различные источники данных, преобразовывать и обогащать данные, а также управлять ошибочными данными и поддерживать безопасность ETL-процессов [2].

Apache NiFi имеет хорошо продуманную архитектуру. После извлечения данных из источников они представляются в виде файла потока внутри системы NiFi. NiFi имеет интуитивно понятный графический веб-интерфейс для создания и управления потоками данных, более 260 встроенных процессоров и коннекторов готовы к использованию после их быстрой настройки, что позволяет его использовать для сопряжения практически с любыми типами источников и потребителей данных. Возможность работать в асинхронном режиме обеспечивает высокую пропускную способность, удобную обработку некорректных данных. Существует возможность версионного контроля процессорных групп или процессов в Apache NiFi.

Apache Superset — это платформа для исследования и визуализации данных с открытым исходным кодом, которая позволяет пользователям создавать интерактивные информа-

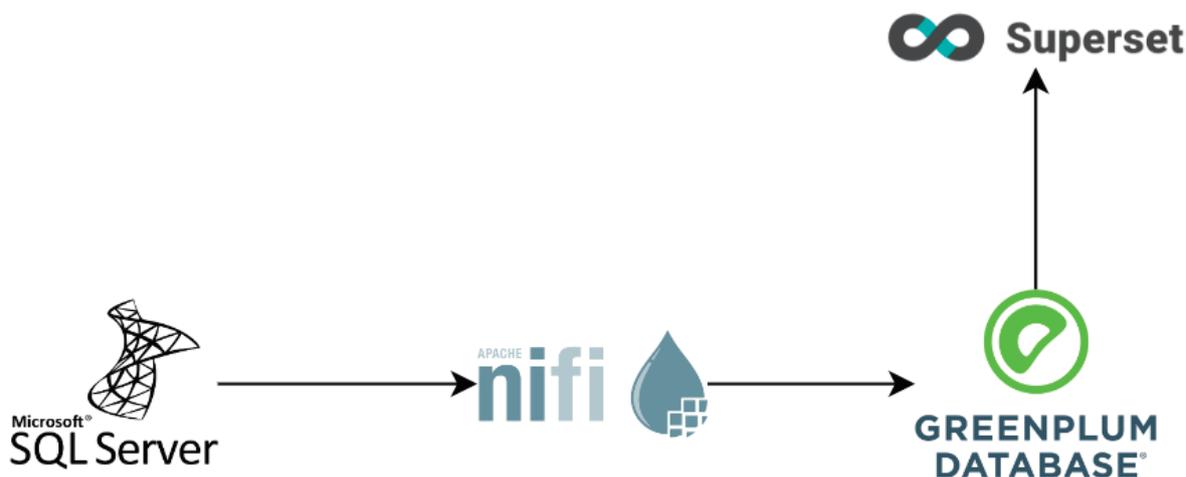


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов модуля

ционные панели, отчеты и визуализации данных. Superset предоставляет удобный интерфейс для изучения и анализа данных из различных источников, включая базы данных, хранилища данных и сторонние платформы [3].

Superset предлагает большой выбор встроенных типов визуализации, которые покрывают базовую потребность в визуализации. Типы основных визуализаций включают в себя диаграммы, графические изображения, карты и таблицы. Superset также обеспечивает поддержку запросов на основе SQL и по-

зволяет пользователям писать пользовательские SQL-запросы для выполнения сложных вычислений и преобразований своих данных. Пользователи могут выбирать из богатой библиотеки типов визуализации и настраивать их в соответствии со своими потребностями. Они также могут создавать интерактивные информационные панели, объединяя несколько визуализаций в одно представление. Информационными панелями можно поделиться с другими пользователями, что позволяет проводить совместный анализ данных и принимать решения.

#### Литература:

1. Мазитов, С. Обзор Greenplum Database. Назначение и ключевые преимущества / С. Мазитов.— Текст: электронный // ВАЙТИ: [сайт].— URL: <https://vaiti.io/greenplum-database-naznachenie-i-klyuchevye-preimushhestva/> (дата обращения: 30.05.2024).
2. Шамаев, И. Учебное пособие по Apache NiFi Tutorial (Guide, Инструкция) / И. Шамаев.— Текст: электронный // Ivan Shamaev: [сайт].— URL: <https://ivan-shamaev.ru/apache-nifi-tutorial-guide/> (дата обращения: 30.05.2024).
3. Современная BI для динамичных команд.— Текст: электронный // Apache Superset: [сайт].— URL: <https://superset-bi.ru/> (дата обращения: 30.05.2024).

## Автоматизация систем отопления умных домов

Липунова Маргарита Игоревна, студент

Научный руководитель: Лутцева Екатерина Александровна, старший преподаватель  
Камчатский государственный технический университет (г. Петропавловск-Камчатский)

*В данной статье говорится об автоматизации систем отопления, включая рассмотрение следующих вопросов: классификация, основные задачи и алгоритмы систем управления отоплением, интеграция с другими системами умного дома, эффективность алгоритмов регулирования температуры.*

**Ключевые слова:** умный дом, система, автоматизация, управление, отопление.

В настоящее время исследование и построение систем управления для умных домов является актуальным и обсуждаемым направлением. Современные технологии постоянно развиваются, меняя подходы к проектированию и эксплуатации зданий. При этом все чаще на практике реализуются системы умных домов, которые применяют современные технологии для автоматизации и оптимизации различных систем жизнеобеспечения. Умные дома имеют важное значение в жизни почти каждого человека, они облегчают труд и делают жизнь безопасной и более удобной для проживания и работы.

Довольно большую роль здесь играет автоматизация систем отопления, которая позволяет не только уменьшить затраты на обслуживание, но и в том числе увеличить работоспособность сотрудников, работающих в таких помещениях.

Умные дома представляют собой систему, оснащенную сенсорами, контроллерами и исполнительными устройствами, которые позволяют автоматизировать различные процессы. Эти системы могут динамически реагировать на изменения внешней среды и предпочтения пользователей, создавая оптимальные условия для жизни и работы.

Для обеспечения связи и управления в умных домах используются различные технологии и стандарты [1]:

1. Internet of Things (IoT): IoT позволяет подключать и управлять устройствами через интернет, обеспечивая сбор данных и удаленное управление.

2. ZigBee: стандарт беспроводной связи, разработанный для низкого энергопотребления и высокой надежности. Широко применяется в системах автоматизации зданий.

3. Z-Wave: стандарт беспроводной связи, ориентированный на автоматизацию зданий, который отличается простотой интеграции и низким энергопотреблением.

4. BACnet: протокол связи, разработанный специально для управления и автоматизации зданий, который широко используется в коммерческих и административных зданиях.

Эффективное управление отоплением в умных домах помогает оптимизировать потребление энергии, что может привести к экономической выгоде, а также способствует снижению углеродного следа.

Системы управления отоплением могут быть централизованными или децентрализованными. В централизованных системах все данные собираются и обрабатываются в одном центральном узле, что упрощает управление, но может привести к проблемам при сбоях в центральном узле. Децентрализованные системы распределяют обработку данных и принятие

решений между несколькими узлами, что увеличивает устойчивость системы, но усложняет её настройку и управление.

Основная задача управления системой отопления заключается в поддержании комфортной температуры в помещениях при минимальном потреблении энергии. Для этого необходимо учитывать множество параметров, таких как внешняя температура, влажность, теплопотери здания и предпочтения пользователей.

Для эффективного управления отоплением необходимо предсказывать потребность в тепле. Это может осуществляться с использованием исторических данных о температуре и потреблении энергии, а также методов машинного обучения [2]. Прогнозирование позволяет заранее регулировать систему отопления, обеспечивая оптимальные условия.

Алгоритмы регулирования температуры включают [3, 4]:

- PID-регулирование: пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор используется для поддержания заданной температуры путем вычисления разницы между желаемой и текущей температурой и корректировки подачи тепла;
- адаптивное управление: методы адаптивного управления позволяют системе самостоятельно настраиваться в зависимости от изменений условий и поведения пользователей.

Интеграция системы отопления с другими системами умного дома, такими как освещение и вентиляция, позволяет создавать комплексные решения для повышения энергоэффективности и комфорта. Это требует использования общих протоколов и интерфейсов, таких как IoT, ZigBee, Z-Wave и BACnet. Что позволяет интегрировать системы от разных производителей и обеспечивать их совместную работу.

Единая платформа управления объединяет все системы умного дома, обеспечивая централизованный контроль и мониторинг. Такая платформа должна быть гибкой, масштабируемой и совместимой с различными устройствами и протоколами.

#### Литература:

1. Сравнительный анализ стандартов связи для сетей IoT [<https://habr.com/ru/companies/msw/articles/720518/>]
2. Оптимальное управление системой отопления с использованием самообучения на основе нейросетей <https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-upravlenie-sistemoy-otopleniya-s-ispolzovaniem-samoobucheniya-na-osnove-neyrosetey>
3. Денисенко В. В. ПИД регуляторы: принципы построения и модификации // Современные технологии автоматизации. 2006. № 4. С. 66–74
4. Аверьянов В. К., Толмачев В. Н. Адаптивное управление в системах тепло- и электроснабжения зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 164–171.
5. Исследование алгоритмов управления процессом отопления здания с зависимым теплоснабжением <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-algoritmov-upravleniya-protsessom-otopleniya-zdaniya-s-zavisimym-teplosnabzheniem/viewer>
6. Чистович С. А., Аверьянов В. К., Темпель Ю. Я., Быков С. И. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. Л.: Стройиздат, 1987. 247 с
7. ASHRAE. (2020). BACnet Standard for Building Automation. Atlanta: ASHRAE.
8. Lee, C., & Park, H. (2021). Energy Efficiency in Smart Buildings. *Journal of Building Performance*, 11(2), 98–107.
9. National Renewable Energy Laboratory. (2018). Integration of Renewable Energy Sources in Building Automation. NREL Report No. 123456.

Эффективность существующих алгоритмов управления отоплением оценивается по следующим критериям [5]:

- энергоэффективность: снижение потребления энергии;
- комфорт: поддержание оптимальных температурных условий для пользователей.

Для оценки эффективности алгоритмов используются симуляции и реальные эксперименты. Симуляции позволяют моделировать различные сценарии и условия, а реальные эксперименты проверяют алгоритмы в реальных условиях эксплуатации.

Полученные результаты анализируются и сравниваются с существующими решениями. Это позволяет выявить преимущества и недостатки разработанных алгоритмов, а также определить направления для дальнейших улучшений.

Подводя итоги, можно сказать, что автоматизация систем отопления позволяет значительно повысить энергоэффективность и комфорт. Алгоритмы, используемые для регулирования температуры, могут быть выполнены в качестве систем, использующих PID-регуляторы или систем, использующих адаптивное управление. Выбор алгоритма зависит от конкретной ситуации, при необходимости могут применяться симуляции или реальные эксперименты. Основной целью выбранного алгоритма и технического решения является соответствие критериям энергоэффективности и комфорта, описанным выше. При необходимости автоматизированную систему отопления можно интегрировать с другими системами умного дома, что позволит обеспечить централизованный контроль и мониторинг всех составляющих.

Для дальнейшего развития систем управления отоплением рекомендуется продолжить исследование и разработку сложных алгоритмов управления, включая методы искусственного интеллекта и машинного обучения.

## Разработка бизнес-моделей для оптимизации процессов

Помазан Наталья Денисовна, студент магистратуры  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

*В статье автор исследует роль разработки бизнес-моделей для оптимизации процессов, а также основные принципы их проектирования и внедрения.*

**Ключевые слова:** автоматизация процессов, разработка бизнес-модели, внедрение, оценка результатов, процесс, цифровая трансформация.

### Основные принципы разработки бизнес-моделей

Разработка бизнес-модели с учетом цифровых технологий и автоматизации процессов — это ключевой аспект успешного функционирования любой современной организации. Цифровые технологии позволяют улучшить эффективность, оптимизировать процессы, повысить качество продукции или услуг, а также улучшить взаимодействие с клиентами. В свою очередь, автоматизация процессов позволяет снижать затраты, улучшать точность и скорость выполнения работ, а также уменьшать вероятность человеческих ошибок [1].

Бизнес-модель описывает, как компания создает, доставляет и получает ценность. Это своего рода план, который включает в себя ключевые компоненты бизнеса, такие как целевая аудитория, предложение ценности, каналы продаж, структура расходов и поток доходов. Бизнес-модель помогает ясно увидеть, как различные элементы компании взаимодействуют друг с другом и как они могут быть улучшены.

Оптимизация процессов связана с уменьшением издержек, повышением качества продукции и услуг, а также улучшением удовлетворенности клиентов. Бизнес-модель играет важную роль, так как помогает сотрудникам:

1. Структурировать процессы: позволяет четко определить и описать ключевые процессы и их взаимосвязи.
2. Идентифицировать узкие места: помогает выявить слабые места и неэффективные участки в текущих процессах.
3. Фокусироваться на ценности: сосредотачивает внимание на создании ценности для клиентов, что стимулирует улучшение клиентского опыта и лояльности.
4. Способствовать инновациям: обеспечивает платформу для внедрения новых идей и технологий.

Одним из основных принципов разработки бизнес-модели является анализ потребностей рынка и оценка технологических возможностей. Это позволяет определить нишу, в которой предприятие будет конкурентоспособным. Например, если рынок требует быстрой доставки товаров, то цифровые технологии могут быть использованы для создания системы онлайн заказов, мониторинга поставок и оптимизации маршрутов доставки.

Другим важным принципом является анализ бизнес-процессов и выявление узких мест. Это позволяет определить, где именно автоматизация может принести наибольшую пользу. Например, можно выявить процессы, требующие большого количества ручного труда или подверженные человеческим ошибкам [2].

Еще одним важным принципом является интеграция различных систем и данных. Цифровые технологии часто вклю-

чают в себя различные программные и аппаратные решения, которые должны взаимодействовать между собой для достижения целей бизнес-модели. Поэтому важно правильно спроектировать архитектуру информационной системы, учесть совместимость различных продуктов и обеспечить их исправную работу [3].

В целом, разработка бизнес-модели с учетом цифровых технологий требует комплексного подхода и тщательного анализа текущего состояния компании, рынка и конкурентного окружения. Однако, правильно примененные цифровые решения позволяют повысить конкурентоспособность и эффективность бизнеса, а также создать основу для дальнейшего развития и инноваций.

### Существующие подходы в разработке бизнес-моделей

Автоматизация процессов в различных играет все более значительную роль в современном бизнесе. Компании стремятся оптимизировать свою деятельность, увеличивая эффективность и снижая издержки благодаря внедрению новых технологий. Это особенно актуально в условиях быстро меняющегося бизнес-окружения, где требуется оперативность и гибкость.

Одной из ключевых стратегий для успешной автоматизации процессов является правильный выбор бизнес-модели. Существует несколько основных подходов в разработке бизнес-моделей, которые успешно применяются в различных отраслях.

Консультационный подход. Этот подход предполагает внедрение автоматизации после тщательного анализа бизнес-процессов компании и консультации с экспертами по автоматизации. Это позволяет выявить ключевые проблемные зоны и эффективно подобрать решения для оптимизации процессов.

Инкрементальная стратегия. При данной стратегии автоматизация внедряется постепенно, начиная с наиболее критичных процессов. Это позволяет компании не перегружать свои ресурсы и постепенно приспосабливаться к новым технологиям.

Облачные решения. Использование облачных технологий становится все более популярным, так как это обеспечивает гибкость и масштабируемость системы автоматизации. Облачные решения позволяют компаниям снизить затраты на инфраструктуру и обеспечить доступ к данным из любой точки мира.

Стратегия цифровой трансформации. Цифровая трансформация предполагает пересмотр процессов бизнеса с учетом возможностей цифровых технологий. Это позволяет не только оп-

тимизировать существующие процессы, но и создавать новые бизнес-модели и услуги [4].

Успешная практика внедрения автоматизации часто включает в себя несколько ключевых элементов:

1. Четкое определение целей и ожиданий от автоматизации;
2. Активное участие руководства в процессе внедрения.
3. Обучение сотрудников для эффективного использования новых технологий.
4. Регулярное измерение результатов и корректировка стратегии в соответствии с изменениями в бизнес-среде.

Существует множество примеров успешных бизнес-моделей, которые позволили компаниям оптимизировать свои процессы и повысить эффективность. Вот некоторые из них:

Amazon: компания использует модель электронной коммерции, чтобы предоставить клиентам широкий выбор товаров по доступным ценам. Это позволяет ей снизить издержки на хранение и доставку товаров, а также увеличить объемы продаж.

Uber: компания предоставляет услуги по заказу такси через мобильное приложение. Это позволило ей сократить время ожидания клиентов и улучшить качество обслуживания.

Прежде чем приступать к автоматизации процессов, необходимо четко определить основные бизнес-цели компании. Это могут быть увеличение производительности, снижение издержек, улучшение качества продукции или услуг и т.д. Пони-

мание целей поможет выбрать правильную стратегию автоматизации.

Необходимо провести анализ существующих бизнес-процессов и выявить узкие места, которые могут быть оптимизированы с помощью автоматизации. Это поможет создать карту процессов и определить, какие именно этапы можно автоматизировать [5].

После анализа текущих процессов следует изучить доступные технологии автоматизации. Существует множество программных и аппаратных решений для автоматизации различных процессов, от управления производством до обработки данных.

На основе анализа целей, процессов и технологий следует разработать бизнес-модель автоматизации. Это включает в себя определение конечных целей автоматизации, выбор инструментов, разработку плана внедрения и контрольные точки для оценки эффективности.

После разработки бизнес-модели необходимо приступить к внедрению автоматизации. Переход к новой системе должен быть поэтапным, с тщательным тестированием каждого этапа. Важно обучить сотрудников работать с новой системой и обеспечить техническую поддержку.

После внедрения автоматизации важно провести оценку результатов. Необходимо сравнить показатели эффективности до и после внедрения, определить достигнутые цели и идентифицировать возможные улучшения [6].

#### Литература:

1. Белянова И. И., Стаходина Д. В. Автоматизация бизнес-процессов в современной организации. — М.: Издательство «Бизнес-Медиа», 2017. — 220 с.
2. Ткач А. В., Иванов П. А. Автоматизированные информационные системы в бизнесе. — М.: Логос, 2017. — 300 с.
3. Дубровская Е. М., Литвинов А. В. Инновационные бизнес-модели: разработка и реализация. — М.: КНОРУС, 2018. — 280 с.
4. Котлер Ф., Келлер К. Л. Маркетинг-менеджмент. — М.: Вильямс, 2017. — 480 с.
5. Румянцев А. В. Автоматизация бизнес-процессов: методы и технологии. — М.: КНОРУС, 2020. — 240 с.
6. Смит П. Р. Бизнес-модель: основы, разработка, управление. — СПб: Наука, 2019. — 200 с.

## Обучение моделей распознавания Tesseract с использованием языковых моделей типа GPT и программной роботизации

Пронин Кирилл Николаевич, разработчик программного обеспечения  
PIX Robotics (г. Москва)

*Цель работы — исследовать, разработать и популяризировать решение обучения оптического распознавания текста на русском языке, с использованием машинного обучения, нейронных сетей и программной роботизации.*

*В статье описывается проблематика использования распознавания на русском языке, подходы к улучшению машинного обучения с использованием нейронных сетей, и один из новейших примеров обучения на основе RPA (программной роботизации) продуктов отечественной компании PIX Robotics.*

#### Актуальность работы

Практически с самого зарождения такого понятия, как «цифровизация» перед специалистами всего мира встал вопрос

о том, как перевести большие массивы информации, зафиксированной на бумаге — в электронный формат.

Было разработано множество решений класса OCR (оптическое распознавание текста), но, как правило, самые каче-

ственные решения являются платными разработками иностранных компаний, и их закупка стала затруднена с начала 2022 года. Множество специалистов занялось вопросами эксплуатации свободно-распространяемых OCR-решений. Однако, большинство из них так же являются разработкой иностранных компаний, и как результат — прекрасное распознавание на английском языке (или языке страны производителя решения), и плохой результат для русского языка.

Как правило, большинство решений оптического распознавания текста видит текст с изображений не по заранее запрограммированной логике, а на основании обученных моделей данных. Именно благодаря тому, что моделям данных на других языках отдают больший приоритет, в стандартных поставках модели данных на русском языке имеют недостаточную проработку и дают неудовлетворительный результат.

В данной статье описываются существующие методы обучения моделей данных для OCR-решений, а также собственная технология на основе автоматизации процесса в области программной роботизации.

### Изучение проблемы. Существующие решения

На данный момент существует три возможных способа улучшения качества работы оптического распознавания.

#### *Решение 1 — Прямое использование возможностей движка Tesseract*

Исходные данные для распознавания — это скан документа в формате \*.pdf. Сначала запускается распознавание по документу, далее получаем текстовый результат, оператор (человек) смотрит за качеством распознавания, и если оно не соответствует, то запускает исправление, по средствам внутреннего инструмента корректировки распознавания (запретных символов).

Минусы: это процесс корректировки результатов вручную. Он не дает идеального результата после одной итерации, а лишь помогает справиться со сложностями в одном типе документов. Если же изменится печать или подпись на документе, процесс корректировки придется запускать заново.

Как итог, улучшается лишь определенная малая выборка документов.

#### *Решение 2 — Случайная выборка текстов из документов, книг*

На случайных выборках уже узнаваемых текстов модель обучится быстрее, и возможность улучшения будет простой. Исходные данные — это документ или картинка, текст которой уже имеется в символьном формате. После процесса распознавания, результат будет сравниваться с эталонным текстом, в случае несоответствия модели будут предоставлены корректировки. Оператору необходимо будет лишь настроить автоматизацию и самозапуск этого решения.

Минусы: это процесс корректировки, так же не даст идеального результата после одной итерации, поможет справиться

лишь в одном типе документов. Но на этом решении уже не нужно влияние человека, ведь процесс автоматизирован.

#### *Решение 3 — Использование посимвольной раскадровки в обучении*

Данный способ базируется на популярном принципе обучения, включая в себя части нейронных технологий. Исходные данные — это большой документ, текст которого имеется в символьном формате.

В случае плохого распознавания, алгоритм или программа пользователя считает изображение документа и разделит его побуквенное представление в виде «А {122,144,166,170}», где первый символ — это буква после распознавания, далее координаты левого верхнего угла начала буквы, и координаты правого нижнего угла конца буквы. Каждая буква будет показана решению по распознаванию. При следующем запуске, распознавание немного улучшится. Для лучшего результата рекомендуют использовать от нескольких тысяч итераций на один документ.

Минусы: решение сильно завязано на алгоритме обучения. Если в других решениях достаточно оператора, который будет корректировать результат или настраивать автоматизацию, то в этом кейсе необходим программист, который создаст систему раскадровки изображений и генерацию файлов для обучения оптического движка.

#### *Предлагаемое решение*

Основным ограничением существующих решений всегда является ограниченность набора данных, и именно эту проблему позволяют решать GPT-модели. Они могут давать текст, максимально приближенный к реальному на разную тематику, при этом каждый раз выдавать что-то новое и уникальное. Таким образом можно формировать изображения с текстом от GPT, проводить его через OCR-решение и сразу же корректировать первоначальным текстом. Этот новый способ обучения базируется на основе сочетания решения № 2 и № 3.

Сложность заключается в том, что, получив такой инструмент, по сути, усложняется процесс, и теперь специалист будет обучать модель дольше.

Но эта проблема решается применением программных роботов. Программные роботы — это такая технология, которая позволяет автоматизировать действия человека за компьютером. Другими словами, можно повторить все те действия по обучению моделей распознавания, которые выполняет профильный специалист.

Самое интересное то, что почти для всех действий в современных решениях программной роботизации есть готовые «активности» (заранее написанные блоки кода, которые просто нужно использовать без написания новых программ).

Алгоритм обучения оптической модели (рисунок 1):

Рассмотрим построение нашего решения на базе отечественного продукта — PIX RPA, компании PIX Robotics.

В рамках экосистемы решений программной роботизации для создания предлагаемого решения понадобятся:

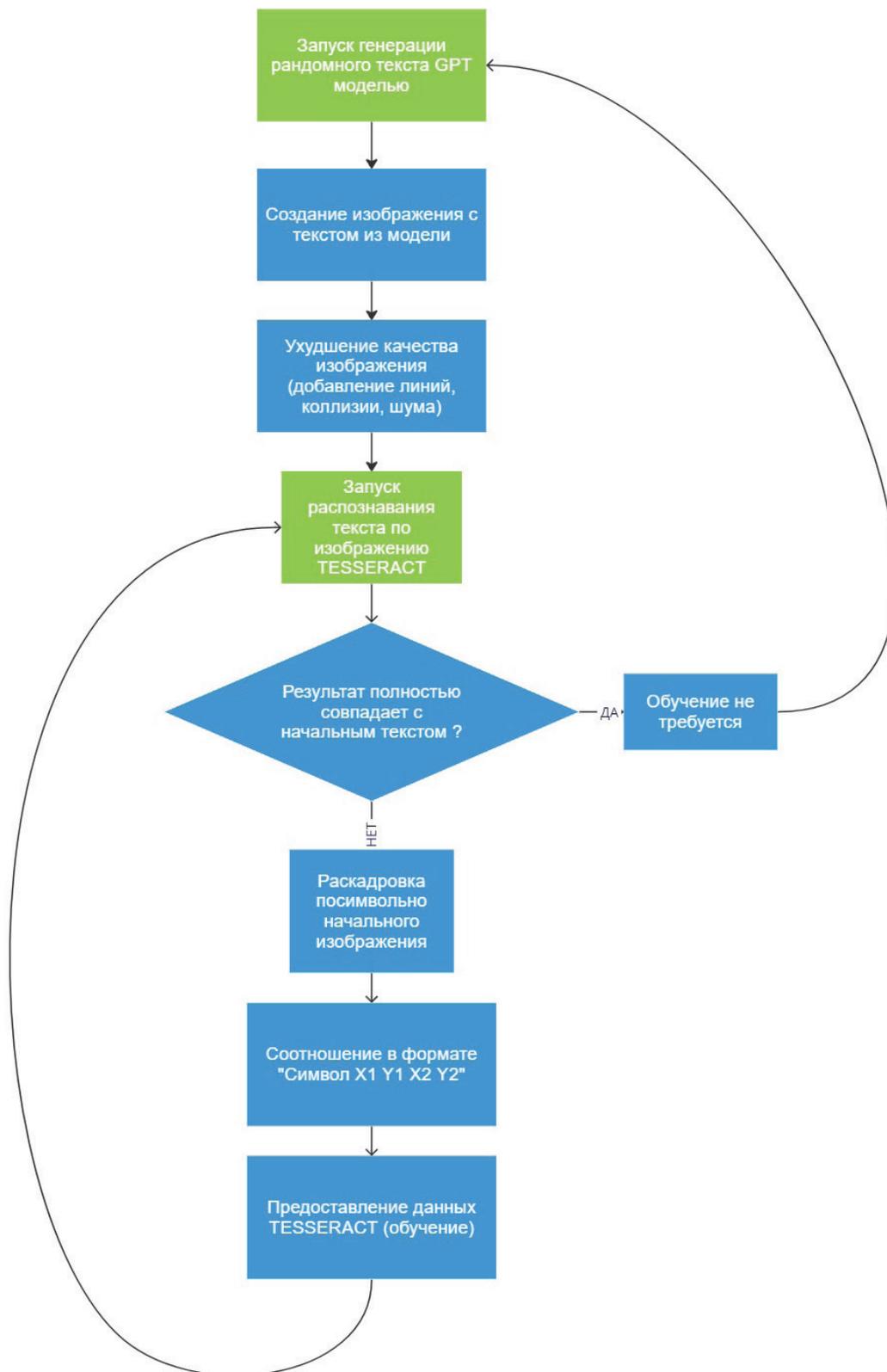


Рис. 1. Алгоритм обучения оптической модели

**Studio** — программа разработки робота;  
**Agent** — компонент для взаимодействия, который будет отвечать за удаленное контролирование запуска робота;  
**Master** — программа для запуска удаленных роботов.  
 Этой экосистемы вполне достаточно для реализации всех аспектов обучения оптического распознавания.

Разделим алгоритм робота на несколько составляющих блоков:  
 1) Блок создания документов для распознавания.  
 В данном модуле происходит запрос к GPT модели для создания текста образца документа. Результат — текстовое представление выдуманного документа.

Далее происходит копирование в документ и создание скриншота экрана с его последующей обрезкой до формата листа А4.

Затем картинка преобразуется с помощью дополнительных библиотек по ухуждению качества изображений.

#### 2) Блок распознавания

Проверка полученного из модуля 1 изображения на корректность. Робот уже знает текстовое представление результата из GPT модели, необходимо только проверить Tesseract распознавание.

В случае идентичного текста, переходим к блоку 1 и начинаем процесс заново.

В случае ошибок — переходим в блок 3.

#### 3) Блок корректировки

Производим раскадровку картинки текста из модуля 1. Как результат, получается массив из списка побуквенного представления в виде координат левого верхнего угла и правого нижнего.

Сопоставляя каждую координату с символом из оригинального текста GPT модели — получаем список всех символов в формате «Символ X1 Y1 X2 Y2».

Записываем результаты в файл traineddata для обучения Tesseract.

Запускаем фиксацию результатов через командную строку lstmtraining.

Исходя из этого алгоритма действий, можно построить нескольких программных роботов на базе PIX Studio. Почти 80% всех нужных действий реализованы в виде активностей. Отсутствующие инструменты можно разработать самостоятельно в виде собственных активностей.

После успешной разработки робота по обучению, необходимо развернуть удаленный стенд и настроить систему на удаленный запуск через связку PIX Agent и PIX Master.

Как итог, мы получаем автоматизированную систему обучения, которая не зависит от оператора и может выпол-

няться круглые сутки, принося результат улучшения распознавания каждую итерацию цикла. С применением роботизации и GPT моделей решаются глобальные проблемы обучения оптического распознавания: уходит необходимость постоянного контроля над процессом высококвалифицированного специалиста. Для этого решения достаточно разработать робота и запустить его автоматическое поднятие в определенный момент времени.

### Точки роста решения

Текущее решение позволяет добиться достаточно качественных результатов. Процесс обучения можно настраивать под конкретную фирму, а возможен и общий формат. Но уверен в том, что есть точки роста уже сейчас, и решение будет обновлено и улучшено.

Например:

- 1) Вариативность тематик для распознавания
- 2) Использование отечественных GPT-моделей
- 3) Использование моделей нейронных сетей для генерирования готовых изображений текстов
- 4) Перенесение решения в закрытый контур, добавление локальной GPT модели.

### Заключение

Таким образом, предлагаемое решение позволяет открыть новый виток развития объединенных технологий. Совмещение передовых разработок в области GPT моделей, программных роботов и OCR решений — выдают новый технологический скачок.

Задачи обучения распознавания становятся легко решаемыми для среднего и малого бизнеса. Теперь не нужно искать команду разработки для улучшения технологий, достаточно лишь настроить и автоматизировать предлагаемый процесс.

#### Литература:

1. Пронин К. Н. RPA (Robotic process automatisat) PIX Studio в педагогике основ программирования // Гуманитарные научные исследования. 2023. № 5 (141). 14–20 с.
2. Пронин К. Н. Методология проектного обучения на основе принципов разработки программного обеспечения // Гуманитарные научные исследования. 2023. № 7 (143).

## Сеточные методы пространственного разбиения в контексте трассировки луча

Саржан Михаил Андреевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Болдарев Алексей Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

*В статье автор исследует особенности и проблемы трассировки лучей на неструктурированную расчетную сетку.*

**Ключевые слова:** луч, трассировка лучей, неравномерная объемная сетка, ячейка, иерархическая сетка.

Эффективная трассировка лучей через сложные среды требует оптимизации пространственного разбиения для по-

вышения вычислительной производительности и точности моделирования.

Цель данной работы — исследовать и сравнить методы применения равномерных и иерархических сеток для трассировки лучей, а также изучить возможности неравномерных объемных сеток для повышения эффективности расчетов в задачах с поглощающей и излучающей средой.

В статье рассматриваются методы равномерного и иерархического разбиения вычислительной области с использованием ограничивающих объемов, а также применение неравномерных объемных сеток. Анализируются их эффективность в зависимости от распределения объектов и количество вычислительных ресурсов, необходимых для обработки пересечений лучей с объектами.

### Равномерная и иерархическая сетка

Применение сетки для трассировки лучей включает разбиение вычислительной области на равные интервалы, образующие равномерную сетку внутри ограничивающего параллелепипеда. Каждая ячейка сетки содержит список ограничивающих объемов, и луч последовательно просматривает каждую ячейку. Объекты в каждой ячейке проверяются на пересечение с лучом, и процесс завершается при первом обнаружении пересечения (см. рис. 1).

В случае равномерного распределения объектов метод сетки эффективен, но при неравномерном распределении может возникнуть неэффективность из-за избыточных проверок или множества пустых ячеек. В таких случаях используются иерархические сетки, которые разделяют область на равномерные ячейки, а затем только ячейки с наибольшим количеством объектов дополнительно разбиваются, что позволяет ускорить алгоритм.

Рассмотрим процесс трассировки луча через такую иерархическую сетку. Луч начинает свой путь с корневой ячейки и, проходя через ячейки верхних уровней иерархии, проверяет на пересечение только те из них, которые содержат объекты. Если луч входит в ячейку, которая делится на ячейки меньшего размера, то он рекурсивно продолжает свой путь через них, пока не достигнет самого нижнего уровня и перейдет к следующей ячейке уровня выше или пока не будет найдено пересечение с объектом.

Основное преимущество иерархической сетки заключается в её способности адаптироваться к сценам с высокой сложностью и неоднородным распределением объектов, снижая количество проверок и улучшая время выполнения алгоритма трассировки лучей. Однако, стоит отметить, что создание иерархической сетки может быть сложным и требовать дополнительных вычислительных ресурсов для её построения и управления.

### Неравномерная объемная сетка

Неравномерная объемная сетка — это метод пространственного разбиения, где ячейки зачастую имеют форму тетраэдра или.

Данный метод позволяет моделировать среды и объекты как бы подменяя их ячейками сетки с требуемыми свойствами. Это значит, что ячейки не содержат исследуемые объекты (пустое пространство, твердые объекты, газы), а моделируют их физические и геометрические свойства с заданной точностью.

Таким образом, при пересечении грани соседних ячеек, луч либо попадает в другую среду, либо продолжает движение по текущей среде. Соответственно, на каждом шаге задача состоит в определении грани которую пересекает луч и определения следующей ячейки, в которую он попадает. В общем случае, если луч пересекает грань твердого тела, то его трассировка завершается [4].

Этот подход обеспечивает высокое качество аппроксимации геометрии объекта и упрощает алгоритмы поиска пересечений с гранями ячеек [1]. Однако он ограничивает возможность решения проблемы неравномерной концентрации объектов, что приводит к обработке большого числа однородных соседних ячеек, в том числе и пустых. Несмотря на потенциал, алгоритмы в этой области все еще нуждаются в разработке и имеют существенные недостатки (см. рис. 2).

В случае трассировки лучей в поглощающей среде необходимо учитывать не только поверхность, с которой столкнулся луч, но и все прозрачные грани сеточной модели, через которые луч прошел. Это необходимо для вычисления длины луча, пройденной через каждую объемную зону модели, и определения доли поглощенной энергии в каждой зоне.

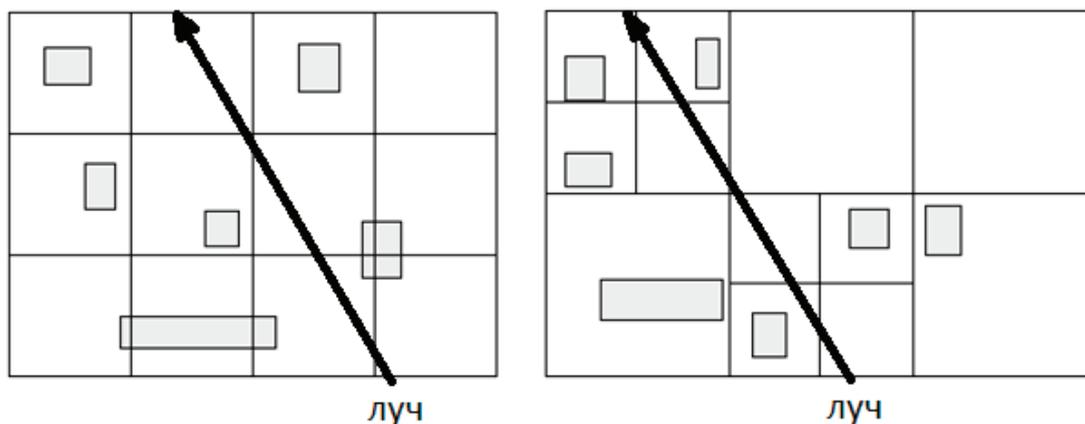


Рис. 1. Примеры равномерной и иерархической сеток

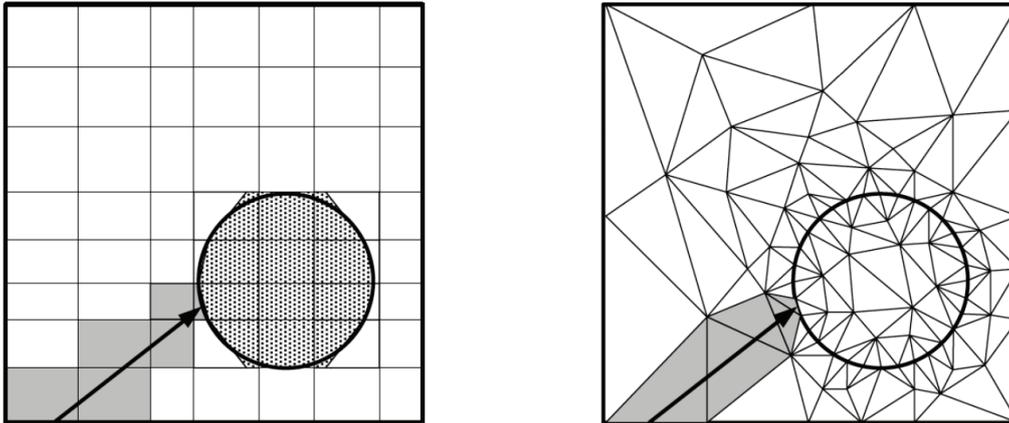


Рис. 2. Примеры неравномерной сетки — структурированная четырехугольная сетка на рисунке слева и неструктурированная треугольная сетка справа [2]

Метод использования неравномерной объемной сетки позволяет легко определить все грани, через которые прошел луч. Следовательно, применение неравномерной объемной сетки в качестве структуры данных для ускорения трассировки лучей в задачах моделирования физических процессов с применением неструктурированных расчетных сеток является наиболее перспективным.

Неравномерные объемные сетки также позволяют более точно учитывать сложные физические явления, такие как диффузия, конвекция и поглощение энергии в различных материалах. В моделях с высокой степенью сложности, таких как симуляции атмосферных явлений, биологических тканей или сложных технических объектов, неравномерные сетки позволяют достигать необходимой детализации без существенного увеличения вычислительных затрат. Они также облегчают адаптацию моделей к изменяющимся условиям, таким как движение объектов или изменение их физических свойств во времени.

На данный момент в сферах, таких как компьютерная графика, медицинская визуализация и инженерное проектирование, использование неравномерных объемных сеток становится стандартом. Это связано с их способностью точно моделировать сложные геометрические и физические свойства объектов, обеспечивая при этом высокую эффективность вы-

числений. В дальнейшем, развитие методов генерации и оптимизации неравномерных объемных сеток, а также улучшение алгоритмов трассировки лучей, работающих с такими сетками, будет способствовать созданию еще более точных и реалистичных моделей.

### Выводы

Применение иерархических сеток показало значительное улучшение в вычислительной эффективности при неравномерном распределении объектов по сравнению с равномерными сетками. Неравномерные объемные сетки обеспечивают высокое качество аппроксимации геометрии и упрощают алгоритмы поиска пересечений, что особенно важно для задач с поглощающей средой, где необходимо учитывать все прозрачные грани, через которые проходит луч.

Использование иерархических сеток и неравномерных объемных сеток является перспективным направлением для оптимизации трассировки лучей в сложных средах. Эти методы позволяют уменьшить количество избыточных проверок и повысить точность моделирования, что особенно важно в задачах, связанных с моделированием физических процессов в поглощающих и излучающих средах.

### Литература:

1. Г. К. Маликов, В.Г. Лисиенко, Р.П. Коптелов. Методы трассировки лучей для определения угловых коэффициентов излучения в промышленных сложных геометриях. // Известия вузов. Черная металлургия. — 2010. — N7. — С. 53–59.
2. М. П. Галанин, В.В. Лукин. Разностная схема для решения двумерных задач идеальной МГД на неструктурированных сетках // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2007, № 50.

## Разработка SDK для интеграции с API: основные шаги и лучшие практики

Темури Кудратуллах, студент

Научный руководитель: Волкова Ольга Рудольфовна, кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

### Введение

Создание SDK для интеграции с API становится все более важным для современных IT-проектов. SDK позволяет разработчикам проще и быстрее использовать API, облегчая интеграцию и снижая вероятность ошибок. В этой статье мы обсудим основные шаги разработки SDK и лучшие практики, чтобы сделать его эффективным и надежным, опираясь на примеры из реальных проектов по автоматизации бизнес-процессов.

#### Основные шаги разработки SDK:

1. **Анализ требований и планирование:** Начнем с анализа требований. Например, разработчики выяснили, что для эффективной работы им необходимы функции получения данных, их обработки и отправки ответов. Оценка технических возможностей и ограничений помогла определить, какие аспекты API должны быть инкапсулированы в SDK и как это лучше сделать.

2. **Проектирование архитектуры:** На этапе проектирования архитектуры определяются основные компоненты и модули SDK. Определение интерфейсов и методов взаимодействия с API, а также продумывание системы обработки ошибок и логирования сделали SDK надежным и понятным в использовании.

3. **Разработка и реализация:** Процесс разработки включает написание кода для каждого компонента и модуля SDK. Например, реализовать инкапсуляцию функциональности, чтобы

пользователи могли легко использовать основные функции API без необходимости вникать в детали реализации. Реализация механизмов обработки ошибок и безопасности включала проверку входных данных, аутентификацию и шифрование, что обеспечило надежную работу SDK.

4. **Документирование:** Создание полной и понятной документации является ключевым шагом в разработке SDK. Документация должна включать справочную информацию, руководства и примеры кода, которые помогут разработчикам быстро освоить использование SDK.

5. **Тестирование:** Тестирование включает модульное тестирование каждого компонента, интеграционное тестирование для проверки совместимости с API, тестирование производительности и безопасности.

6. **Релиз и поддержка:** После завершения разработки и тестирования SDK подготавливается к релизу. Важно обеспечить поддержку и обновление SDK, собирая обратную связь от пользователей и внося необходимые улучшения.

#### Лучшие практики разработки SDK:

1. **Инкапсуляция функциональности:** Инкапсуляция функциональности позволяет скрыть внутренние детали реализации и предоставить разработчикам простой и понятный интерфейс. Например, в данном проекте инкапсуляция позволила изолировать функциональность и сделать SDK более удобным и гибким.

```
class SMSManager:
    def __init__(self, api_key):
        self.api_key = api_key
        self.base_url = "https://api.example.com"

    def send_sms(self, phone_number, message):
        payload = {
            "api_key": self.api_key,
            "phone_number": phone_number,
            "message": message
        }
        response = requests.post(f"{self.base_url}/send_sms", json=payload)
        return response.json()

# Пример использования
sms_manager = SMSManager(api_key="your_api_key")
response = sms_manager.send_sms(phone_number="+123456789", message="Hello, World!")
print(response)
```

Рис. 1. Пример инкапсуляции функциональности

Документация и примеры кода: Полная и понятная документация — залог успеха. Включите справочную информацию,

руководства и примеры кода, чтобы пользователи могли быстро освоить SDK.

```
# SMSManager SDK

## Установка

Установите SDK через pip:
```sh
pip install smsmanager
```

Рис 2. Пример документации SDK

```
from smsmanager import SMSManager

sms_manager = SMSManager(api_key="your_api_key")
response = sms_manager.send_sms(phone_number="+123456789", message="Hello, World!")
print(response)
```

Рис 3. Пример использования кода

2. **Обработка ошибок и безопасность:** Надежная система обработки ошибок обеспечивает стабильную работу приложений, использующих SDK. В данном проекте внедрение мер безопасности, таких как проверка входных данных, аутенти-

фикация и шифрование, помогло предотвратить уязвимости и атаки. Основные аспекты обработки ошибок включали разработку механизмов генерации исключений, логирование ошибок и предоставление понятных сообщений об ошибках.

```
class SMSManager:
    def __init__(self, api_key):
        if not api_key:
            raise ValueError("API key is required")
        self.api_key = api_key
        self.base_url = "https://api.example.com"

    def send_sms(self, phone_number, message):
        if not phone_number or not message:
            raise ValueError("Phone number and message are required")
        payload = {
            "api_key": self.api_key,
            "phone_number": phone_number,
            "message": message
        }
        try:
            response = requests.post(f"{self.base_url}/send_sms", json=payload)
            response.raise_for_status()
        except requests.exceptions.RequestException as e:
            print(f"Error sending SMS: {e}")
            return None
        return response.json()
```

Рис 4. Пример обработки ошибок

3. **Модульная структура:** Модульная структура позволяет разделять функциональность на независимые модули, что облегчает добавление новых возможностей и расширение SDK. Код, разделенный на модули, легче поддерживать и вно-

сить изменения без воздействия на другие части SDK. Повторное использование кода и изоляция ошибок в отдельных модулях также были важными преимуществами модульной структуры.

```
# Файл smsmanager/__init__.py
from .sms import SMSManager

__all__ = ["SMSManager"]

# Файл smsmanager/sms.py
import requests

class SMSManager:
    def __init__(self, api_key):
        self.api_key = api_key
        self.base_url = "https://api.example.com"

    def send_sms(self, phone_number, message):
        payload = {
            "api_key": self.api_key,
            "phone_number": phone_number,
            "message": message
        }
        response = requests.post(f"{self.base_url}/send_sms", json=payload)
        return response.json()
```

Рис. 5. Пример модульной структуры

#### Литература:

1. Бочкарев, В.В. Разработка программного обеспечения: методы и инструменты / В.В. Бочкарев.— М.: Наука, 2017.— 256 с.
2. Панкратов, В.В. Интеграция и тестирование API: практическое руководство / В.В. Панкратов.— СПб.: Питер, 2019.— 320 с.
3. Седов, А.И. Автоматизация бизнес-процессов: современные технологии и решения / А.И. Седов.— М.: Альпина Паблишер, 2020.— 288 с.
4. Харламов, Ю.Н. Основы разработки SDK: принципы и практика / Ю.Н. Харламов.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2018.— 240 с

## Важность SEO-продвижения и SEO-оптимизации в современном обществе

Цацурина Анастасия Романовна, студент магистратуры  
Научный руководитель: Саркисова Ирина Олеговна, кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

*В статье автор исследует способы SEO-продвижения, основные элементы и влияние на сферы жизни.*

**Ключевые слова:** SEO, поисковая оптимизация, цифровое общество, видимость сайта.

В эпоху цифровизации интернет стал неотъемлемой частью повседневной жизни людей. Поиск информации, покупка товаров, услуги и взаимодействие с другими пользователями — все это происходит в онлайн-пространстве. В таких условиях важность SEO-продвижения (поисковая оптимизация) для бизнеса и различных интернет-ресурсов сложно переоценить. SEO помогает повысить видимость сайта в поисковых системах, что ведет к увеличению трафика и, как следствие, к росту продаж и улучшению узнаваемости бренда. В данной статье мы рассмотрим ключевые аспекты SEO-продвижения и оптимизации, их роль в современном обществе и причины, по которым они являются критически важными для успеха в цифровом мире.

SEO (Search Engine Optimization) — это комплекс мероприятий, направленных на улучшение позиций сайта в результатах выдачи поисковых систем (Google, Яндекс, Bing и др.). Главная цель SEO — привлечь на сайт целевой трафик, что достигается за счет повышения его видимости по релевантным запросам пользователей. [1]

Основные элементы SEO:

**Техническая оптимизация:** Включает улучшение скорости загрузки сайта, корректное использование мета-тегов, создание карты сайта и обеспечение его мобильной дружелюбности.

**Контентная оптимизация:** Создание качественного, уникального и релевантного контента, который отвечает на запросы пользователей и соответствует их ожиданиям.

**Внешняя оптимизация (линкбилдинг):** Получение обратных ссылок с других сайтов, что повышает авторитет и доверие к ресурсу в глазах поисковых систем.

**Анализ и улучшение пользовательского опыта (UX):** Оптимизация дизайна и структуры сайта для удобства пользователей.

Роль SEO в современном обществе:

**Повышение доступности информации.** В современном обществе поисковые системы являются основным источником информации. Они помогают пользователям находить нужные данные быстро и эффективно. SEO обеспечивает, чтобы полезный и релевантный контент был легко доступен пользователям, повышая качество и удобство поиска.

**Увеличение видимости и узнаваемости бренда.** Для бизнеса SEO является мощным инструментом для повышения узнаваемости бренда. Высокие позиции в поисковой выдаче ассоциируются с авторитетом и надежностью. Чем чаще пользователи видят сайт в топе поисковых результатов, тем больше они доверяют бренду.

**Привлечение целевого трафика.** SEO помогает привлекать именно ту аудиторию, которая интересуется предлагаемыми

товарами или услугами. Это достигается за счет оптимизации сайта под конкретные ключевые запросы, что приводит к увеличению конверсии и улучшению показателей продаж. [2]

**Экономическая эффективность.** По сравнению с традиционными методами рекламы, такими как телевизионные или печатные объявления, SEO является более экономически эффективным. Оптимизация сайта требует меньших затрат и обеспечивает длительный эффект, так как раз достигнутые высокие позиции в поисковой выдаче могут удерживаться длительное время при поддержке соответствующих усилий.

Влияние SEO на бизнес:

**Малый и средний бизнес.** Для малого и среднего бизнеса SEO является одним из ключевых способов конкурировать с крупными компаниями. Оптимизация сайта позволяет маленьким фирмам достигать высоких позиций в поисковой выдаче, привлекая внимание и трафик без значительных маркетинговых бюджетов.

**Электронная коммерция.** В сфере электронной коммерции SEO играет критически важную роль. Высокие позиции в поисковой выдаче обеспечивают стабильный приток покупателей, что непосредственно влияет на объемы продаж и прибыль. SEO-оптимизация карточек товаров, описаний и отзывов помогает улучшить пользовательский опыт и повысить конверсию.

**Локальный бизнес.** Локальное SEO позволяет бизнесам привлекать клиентов из ближайшего окружения. Оптимизация сайта под локальные запросы, например, «пищцерия рядом со мной» или «автосервис в центре города», помогает бизнесу быть видимым для потенциальных клиентов, находящихся в непосредственной близости.

Влияние SEO на общество:

**Образование и доступ к знаниям.** SEO способствует распространению знаний и информации. Образовательные ресурсы, научные статьи и другие источники знаний становятся доступными для широкой аудитории благодаря оптимизации. Это особенно важно в контексте самообразования и дистанционного обучения.

**Здравоохранение.** SEO играет важную роль в здравоохранении, обеспечивая доступ к достоверной медицинской информации. Пациенты могут находить проверенные источники, рекомендации и статьи, что способствует информированности и принятию осознанных решений о своем здоровье.

**Социальные инициативы и некоммерческие организации.** Некоммерческие организации и социальные инициативы также выигрывают от SEO-продвижения. Оптимизация сайта помогает привлекать внимание к важным социальным во-

просам, мобилизовать волонтеров и собирать пожертвования, увеличивая воздействие на общество.

В современном обществе, где интернет играет центральную роль в жизни каждого человека, SEO-продвижение и оптимизация являются необходимыми элементами успеха для любого веб-ресурса. [3] Они обеспечивают доступность информации, повышают узнаваемость бренда, привлекают целевой

трафик и способствуют экономической эффективности бизнеса. Влияние SEO выходит далеко за рамки коммерческих целей, способствуя образованию, здравоохранению и поддержке социальных инициатив. В условиях возрастающей конкуренции и стремительного развития технологий важность SEO-продвижения только возрастает, делая его незаменимым инструментом для достижения успеха в цифровом мире.

#### Литература:

1. Келембетов Ю. Новые исследования поискового поведения пользователей. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.searchengines.ru/005132.html>
2. Михаил Лордин — Что такое SEO? Основы SEO-продвижения сайта — 2020.
3. Энж, Эрик, SEO — искусство раскрутки сайтов/ Эрик Энж, Стефан Спенсер, Джесси Стрикчиола — СПб.: БХВ-Петербург, 2017.

## Этические аспекты конкурентного анализа в цифровом маркетинге

Цацурина Анастасия Романовна, студент магистратуры

Научный руководитель: Саркисова Ирина Олеговна, кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

*В статье автор исследует этические аспекты конкурентного анализа в цифровом маркетинге, особенно в сфере SEO. Обсуждает вопросы конфиденциальности и безопасности данных при проведении анализа, этические дилеммы и способы их решения, а также принципы ответственного использования данных и инструментов анализа.*

**Ключевые слова:** этические аспекты, конкурентный анализ, цифровой маркетинг, SEO.

В эпоху цифровизации конкурентный анализ стал важным инструментом для компаний, стремящихся улучшить свои позиции на рынке. В особенности это касается SEO (поисковой оптимизации), где анализ конкурентов помогает бизнесу понять, какие стратегии работают лучше всего и как улучшить свои результаты. Однако с развитием технологий и методов сбора данных возникают вопросы конфиденциальности и безопасности, а также этические дилеммы, связанные с использованием этой информации. В данной статье мы рассмотрим этические аспекты конкурентного анализа в цифровом маркетинге, вопросы конфиденциальности и безопасности данных, а также способы решения этических дилемм и ответственного использования данных и инструментов анализа.

Вопросы конфиденциальности и безопасности данных при проведении конкурентного анализа:

#### 1. Конфиденциальность данных.

Конфиденциальность данных становится все более важной темой в современном мире. При проведении конкурентного анализа компании часто собирают огромные объемы информации о своих конкурентах, используя различные инструменты и методы. Важно понимать, что не все данные могут быть легально и этически использованы.

**Легальные рамки:** Компании должны соблюдать законы и нормативные акты, регулирующие сбор и использование данных. Это включает в себя соблюдение GDPR в Европе, CCPA в Калифорнии и других местных законов о защите данных. На-

рушение этих законов может привести к серьезным штрафам и ущербу для репутации компании.

**Этичные рамки:** Даже если сбор данных не нарушает законы, он может быть неэтичным. Например, использование данных, полученных без согласия владельцев, или сбор личной информации о сотрудниках конкурентов без их ведома может рассматриваться как нарушение этических норм.

#### 2. Безопасность данных.

Безопасность данных является критическим аспектом при проведении конкурентного анализа. Компании должны гарантировать, что собранные данные защищены от несанкционированного доступа, утечек и кибератак.

**Хранение данных:** Все собранные данные должны храниться в безопасных системах, защищенных от несанкционированного доступа. Это включает использование шифрования, защиты паролями и других методов кибербезопасности.

**Передача данных:** При передаче данных между системами или сотрудниками необходимо использовать защищенные каналы связи, такие как VPN и зашифрованные соединения.

**Доступ к данным:** Доступ к конфиденциальной информации должен быть ограничен только теми сотрудниками, которые непосредственно участвуют в анализе. Это помогает минимизировать риск утечки данных и несанкционированного использования.

При проведении конкурентного анализа в SEO могут возникать различные этические дилеммы. Некоторые из них включают:

Использование черных методов SEO: Некоторые компании могут соблазниться использованием неэтичных методов SEO, таких как покупка ссылок, кликфрод и использование контента, украденного у конкурентов. Хотя такие методы могут дать краткосрочные результаты, они могут нанести серьезный ущерб репутации компании и привести к санкциям со стороны поисковых систем.

Сбор личной информации: Сбор информации о сотрудниках конкурентов, такой как их профили в социальных сетях, может быть неэтичным, если это делается без их согласия и используется для личных атак или дискредитации.

Манипуляция с отзывами и рейтингами: Некоторые компании могут прибегать к манипуляциям с отзывами и рейтингами, создавая фальшивые отзывы или оставляя негативные комментарии о конкурентах. Это неэтично и может привести к правовым последствиям.

Для решения этических дилемм в сфере SEO компании могут следовать следующим принципам:

Прозрачность: Все действия, связанные с конкурентным анализом, должны быть прозрачными. Это включает в себя честное информирование клиентов и партнеров о методах и целях сбора данных.

Этичное поведение: Компании должны соблюдать высокие стандарты этичного поведения, избегая использования неэтичных методов SEO и уважая права конкурентов.

Обучение сотрудников: Важно обучать сотрудников этическим нормам и принципам работы с данными, чтобы они понимали важность соблюдения этических стандартов и знали, как правильно вести себя в спорных ситуациях.

Принципы ответственного использования данных:

Ответственное использование данных подразумевает следование ряду принципов, которые помогают обеспечить этичность и законность всех действий, связанных с конкурентным анализом.

Соблюдение законов и нормативных актов: Компании должны строго соблюдать все действующие законы и норма-

тивные акты, регулирующие сбор, хранение и использование данных.

Минимизация сбора данных: Собирать только те данные, которые необходимы для достижения целей анализа. Избегать сбора лишней информации, особенно личных данных, если это не требуется.

Анонимизация данных: По возможности анонимизировать данные, чтобы минимизировать риски утечки личной информации и защитить конфиденциальность.

Инструменты и методы:

Для ответственного использования данных и инструментов анализа компании могут использовать следующие методы и подходы:

Регулярные аудиты безопасности: Проводить регулярные аудиты безопасности данных, чтобы выявлять и устранять потенциальные уязвимости.

Использование проверенных инструментов: Использовать только проверенные и надежные инструменты для сбора и анализа данных. Это помогает минимизировать риски, связанные с использованием несертифицированных или подозрительных программ.

Этичное линкбилдинг: Строить ссылки только естественным и этичным способом, избегая покупки ссылок и других неэтичных методов.

Этические аспекты конкурентного анализа в цифровом маркетинге играют важную роль в обеспечении законности и справедливости всех действий, связанных с SEO-продвижением. Компании должны учитывать вопросы конфиденциальности и безопасности данных, решать этические дилеммы и следовать принципам ответственного использования данных.

Соблюдение этих норм помогает не только избежать правовых проблем и защитить репутацию, но и создать доверительные отношения с клиентами и партнерами, что в конечном итоге способствует долгосрочному успеху и устойчивому развитию бизнеса в цифровом мире.

Литература:

1. Петренко С. Этика поисковой оптимизации. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.seonews.ru/analytics/etika-poiskovo-y-optimizatsii/>
2. Энж, Эрик, SEO — искусство раскрутки сайтов/ Эрик Энж, Стефан Спенсер, Джесси Стрикчиола — Спб.: БХВ-Петербург, 2017.
3. Виталий Чурочкин — Конкурентный анализ в SEO: что дает и как оценивать корреляции — 2021.

## Концепция «человек — слабое звено» в информационной безопасности: проблемы и решения

Щукин Геннадий Александрович, студент

Научный руководитель: Золотарева Татьяна Александровна, старший преподаватель

Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-Шанского

*В современном мире, где информационные технологии играют все более важную роль, обеспечение информационной безопасности является одним из ключевых приоритетов. Однако, несмотря на развитие технических средств защиты, человеческий фактор по-прежнему остается ахиллесовой пятой в мире информационной безопасности. В работе подчеркивается важность признания*

концепции «человек — слабое звено» и предлагаются методы управления рисками, связанными с человеческим фактором. Которые включают развитие культуры информационной безопасности, обучение и повышение осведомленности сотрудников, внедрение строгих политик и постоянный мониторинг уязвимостей. Цель статьи — выявление основных уязвимостей, вызванных человеческим фактором и пути их устранения.

**Ключевые слова:** социальная инженерия, человеческий фактор, уязвимости.

## The concept of «Man is the weak link» in information security: problems and solutions

Shchukin Gennady Aleksandrovich, student

Scientific advisor: Zolotareva Tatyana Aleksandrovna, senior teacher

Lipetsk State Pedagogical University named after P. Semenov-Tian-Shansky

*In the modern world, where information technologies play an increasingly important role, ensuring information security is one of the key priorities. However, despite the development of technical security measures, the human factor remains the Achilles' heel in the world of information security. The work emphasizes the importance of recognizing the concept of «human as the weak link» and proposes risk management methods associated with the human factor. These include the development of information security culture, training and raising awareness of employees, implementation of strict policies, and continuous monitoring of vulnerabilities. The purpose of the article is to identify the main vulnerabilities caused by the human factor and ways to eliminate them.*

**Keywords:** social engineering, human factor, vulnerabilities.

Век развития информационных технологий потребность в защите информации особенно актуальна. Информационные технологии окружают нас повсеместно, трудно представить хоть одну сферу жизни современного человека, в которую эти технологии не проникли. Одновременно с прогрессом в сфере информационных технологий, разрабатываются различные технические средства защиты информации, которые, несомненно, играют одну из ключевых ролей в комплексном обеспечении информационной безопасности.

Однако для достижения целей по защите информации, необходим системный подход. То есть необходимо рассматривать защиту информации и информационных ресурсов как интегрированную систему, включающую в себя не только технические средства и меры, но и организационные, процессуальные и человеческие аспекты. В данной работе внимание сосредоточено на одном из ключевых аспектов, а именно о человеческом факторе, если не уделять должное внимание данному аспекту все остальные усилия теряют свою эффективность.

Компанией IBM было проведено исследование кибератак среди нескольких тысяч клиентов в более чем 130 стран, согласно отчету IBM Cyber Security Intelligence Index основной причиной 95% всех нарушений повлекших за собой утечку конфиденциальной информации была человеческая ошибка. [1].

Прежде всего, стоит разобраться, почему в первую очередь люди уязвимы для атак и какие приемы используют злоумышленники в своем арсенале.

Социальная инженерия (social engineering) или «атака на человека» — это совокупность психологических и социологических приёмов, методов и технологий, которые позволяют получить конфиденциальную информацию.

Robert B. Cialdini, написавший в «Американской науке» (Февраль 2001), объединил результаты социальных исследований, посвященные изучению манипуляции, выделил 6 «черт

человеческой природы» используемые в попытке получения нужного ответа.

Это 6 приемов, которые применяются социальными инженерами наиболее часто и успешно в попытках манипулировать.

1. Авторитетность. Люди обычно стремятся получить одобрение и признание от тех, кто обладает властью или авторитетом, так как это может принести им какие-то преимущества или возможности. Примеры атак: Злоумышленник пытается выдать себя за авторитетное лицо из IT департамента, выполняющее задание компании.

2. Умение расположить к себе. Люди часто стремятся удовлетворить запросы близких по духу людей или тех, кто находится в похожей ситуации. Примеры атак: Атакующий исследует увлечения жертвы, затем утверждает, что им близко, и создает сходство или общность, например, сообщая о принадлежности к одной школе или месту.

3. Взаимность. Делая что-то для кого-то, мы создаем обязательство, которое может быть отблагодарено. Подарок может быть материальным или нематериальным. Неожиданный подарок может вызвать желание ответить на него. Эффективный способ влиять на людей — делать им неявно обязывающие подарки. Примеры атак: Сотрудник получает звонок от злоумышленника, который выдает себя за сотрудника IT отдела. Злоумышленник рассказывает о вирусе, который не обнаруживается антивирусом, и им заражены некоторые компьютеры компании. Этот вирус способен привести к уничтожению всех файлов на компьютере. Далее злоумышленник предоставляет информацию о способах решения проблемы. После этого он просит сотрудника проверить работоспособность недавно обновленной программы, которая позволяет пользователям менять пароли. Служащему неудобно отказаться, потому что звонящий предлагает помощь, которая защитит пользователей от вируса, и он хочет отблагодарить «доброе человека», сделав что-нибудь взамен. Например, ответить на несколько вопросов.

4. Ответственность. Люди обычно выполняют свои обещания, потому что они хотят сохранить свою репутацию и показать, что они достойны доверия. Даже если возникают трудности, они всё равно находят способы выполнить свои обязательства. Примеры атак: Злоумышленник выходит на связь с новым сотрудником и предлагает ознакомиться с соглашением о политиках безопасности и процедурах. Он указывает, что соблюдение этого соглашения позволит использовать информационные системы компании. В ходе обсуждения некоторых положений о безопасности атакующий запрашивает пароль сотрудника «для подтверждения согласия» с соглашением. Пароль должен быть надежным. После предоставления пароля, звонящий дает рекомендации по выбору более сложных паролей в будущем, чтобы усложнить задачу злоумышленникам. Сотрудник соглашается следовать этим рекомендациям, полагая, что это соответствует политике компании и что его согласие только что было подтверждено звонящим.

5. Социальная принадлежность к авторизованным. Люди часто следуют поведению своей социальной группы, считая, что это правильно и соответствует общепринятым нормам. Примеры атак: Звонящий утверждает, что он член проверочной команды и называет имена коллег, которые также участвуют в проверке. После этого он начинает задавать вопросы, включая запрос о логине и пароле жертвы. Жертва доверяет звонящему, поскольку он назвал имена ее коллег из департамента.

6. Ограниченное количество «бесплатного сыра». Одной из потенциально опасных черт человека является убежденность в том, что он единственный обладатель определенной информации или что эта информация доступна только в данный момент. Примеры атак: Хакер отправляет фальшивые электронные письма о выигрыше билетов на премьеру фильма для первых 500 зарегистрировавшихся на новом сайте компании. При регистрации сотрудников на сайте, хакер запрашивает адрес электронной почты и пароль, что может привести к доступу к их рабочему или домашнему компьютеру, если они используют одинаковые пароли в различных системах. [2,108].

Применение социальной инженерии для сбора информации об объекте информатизации. Для осуществления атаки, злоумышленнику необходимо получить по возможности как можно больше информации о системе, на которую планируется атака. Для этого можно использовать открытые источники. К примеру, компании, на которую злоумышленник хочет осуществить атаку, требуется ИТ-специалист. Обычно работодатель указывает в описании вакансии слишком много информации: название оборудования, операционных систем и приложений, с которыми придется работать будущему специалисту. Также помимо этой информации, возможно, задать уточняющие вопросы по телефону, так как многие компании для экономии времени проводят предварительное собеседование по телефону, либо и вовсе попасть на очное собеседование, где можно получить другую полезную информацию, а в случае удачного стечения обстоятельств даже побывать в серверной, многие руководители IT-отделов проводят экскурсию в серверную для потенциальных работников. Проанализировав всю полученную информацию, злоумышленник может в по-

следующем удачно осуществить атаку на информационную систему. [3, 21].

Альтернативные человеческие факторы, ведущие к утечке информации

1. Недостаток мотивации. Сотрудников необходимо мотивировать на безопасное обращение с информацией.

2. Недостаток осведомленности. Утечка информации может происходить по причине отсутствия знаний об атаках и способах их реализации. Необходимо обучать персонал для уменьшения рисков.

3. Неграмотное пользование технологиями. Примеры ненадлежащего использования технологий включают несанкционированную реконфигурацию систем, доступ к чужим паролям и получение недопустимой информации. [4].

4. Внутренние враги. Под внутренними врагами понимают сотрудников компании, которые в целях личной выгоды или по другим причинам наносят ущерб компании. Киберпространство особенно чувствительно в этом отношении. Тот, кто пишет программу защиты, может предусмотреть «черный ход» в нее. Тот, кто устанавливает брандмауэр, может оставить тайную брешь в защите. Тот, кто по роду своей деятельности обязан проверять работу системы безопасности, может сознательно пропустить какие-то вещи. [5,243].

Методы управления рисками, связанными с человеческим фактором

Создание тренировочных и образовательных программ. Для снижения рисков, связанных с информационной безопасностью, необходимо разработать и реализовать обучающие программы. Каждый сотрудник должен тщательно изучить и соблюдать правила, а также понимать причины их принятия, чтобы избежать их обхода ради личной выгоды.

Основная цель — заставить сотрудников изменить свое поведение и отношение, чтобы мотивировать их защищать и сохранять корпоративную информацию.

Программа обучения требует поддержки. Каждый сотрудник, имеющий доступ к важной информации или компьютерной системе, должен постоянно совершенствоваться и «натаскиваться» на новые угрозы и уязвимости.

Цели обучения: фокусировка на мысли о возможности атаки в любое время, заучивание своей роли в защите от проникновения в систему или кражи данных. Сотрудники должны осознать важность усиления информационной «брони» организации.

Знание тактик и приемов социальной инженерии и пути их предотвращения важно, но они будут бесполезны без мотивации сотрудников использовать эти знания. Компания может считать цель достигнутой, если все сотрудники убедятся, что защита информации — часть их работы.

Тестирование. После завершения обучения, рекомендуется проводить тестирование сотрудников, тест поможет выявить бреши в защите и устранить их путем последующей работы.

Поддержание бдительности. Программа по поддержанию бдительности должна быть интерактивной и использовать все доступные каналы для передачи сообщений, помогающих сотрудникам постоянно помнить о безопасности. Возможные действия: предоставление копий книги всем сотрудникам, ин-

формационные статьи, рассылки, напоминания, календари, комиксы, публикация надежного работника месяца, плакаты в рабочих помещениях, доски объявлений. Вопросы безопасности должны быть постоянными на собраниях, пятиминутках, на электронных табло в общественных местах и в виде электронных брошюр. [2,109].

Снижение ущерба риска от внутренних врагов. Компании пытаются снизить риск ущерба от внутренних врагов различными способами. Лучше всего — нанимать честных людей, но это сложно. Некоторые компании проводят предварительный

отбор кандидатов, проверяют их на честность. Другие распределяют ответственность между сотрудниками и ограничивают возможности причинения ущерба. Чтобы иметь возможность обвинить сотрудника в суде, нужно проводить проверки. [5, с. 243].

Подводя итоги, стоит еще раз упомянуть, что человеческий фактор играет важную роль в обеспечении защиты информации и в большинстве случаев к утечке информации приводит человеческая ошибка, не стоит пренебрегать данным фактором и прилагать усилия для уменьшения рисков, связанных с ним.

#### Литература:

1. Why Human Error is #1 Cyber Security Threat to Businesses in 2021 [Электронный ресурс] — URL: <https://thehackernews.com/2021/02/why-human-error-is-1-cyber-security.html> (дата обращения: 26.05.2024).
2. Митник К. Д. Саймон В. Л. Искусство обмана. Перевод: Груздев А, Семенов А.: Компания АйТи, 2004. — 121 с.
3. Бирюков А. А. Информационная безопасность: защита и нападение. 3-е издание, перераб. И доп.: ДМК Пресс, 2023. — 440 с.
4. Человеческий фактор в информационной безопасности [Электронный ресурс] — URL: <https://habr.com/ru/articles/344542/> (дата обращения: 26.05.2024).
5. Шнайер Б. Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире.: Питер, 2003. — 364 с.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Использование резиновой крошки и гранулята для ямочного ремонта (отработка рецептуры)

Воронецкая Вера Ивановна, преподаватель;  
Богатырёва Юлия Валентиновна, преподаватель;  
Тюряхин Михаил Вячеславович, студент  
Новосибирский колледж автосервиса и дорожного хозяйства

*В статье написано о возможности использовать подготовленную резиновую крошку и гранулят старого асфальтобетона для ямочного ремонта.*

Известно, что для строительства дорог используются компоненты дорогостоящей нефти, а это дополнительно увеличивает стоимость расходов на производство гудронов и битумов, применяемых при создании дорожных покрытий. Идеи повышения качества дорожного полотна и снижения расходов на строительство, ремонт и содержание дорог постоянно будоражат умы ученых, изобретающих новые способы для улучшения физико-механических свойств битума. Одной из наиболее перспективных и эффективных идей стало использование резиновой крошки, полученной в процессе переработки автомобильных шин. [1–3]

Такой подход решает две важные проблемы. Во-первых, они связаны с улучшением свойств асфальтобетонных смесей и повышения качества дорог, а во-вторых, с улучшением экологической обстановки путем вторичного использования подлежащих утилизации отработанных шин и других резиновых отходов.

Самыми перспективными и экономически выгодными являются технологии, которые позволяют проводить ремонт в течение всего года. Именно таким является метод ямочного ремонта с использованием холодной асфальтобетонной смеси, которая содержит минеральный материал подобранного зернового состава, и жидкое органическое вяжущее вещество. [4, 5] Эту смесь изготавливают на асфальтобетонном заводе. Но это дорогостоящий ремонт, и на один сезон, (планируемый срок ямочного ремонта, заводской асфальтобетон тратить не экономично). Наша задача, которую поставил перед нами ДЭУ-1, наш социальный партнёр, найти способ использования резиновой крошки и снятого асфальтобетона, гранулята.

**Цель:** найти возможности использования девулканизированной резины, (при помощи растворителей, мягчителей, термическим способом) и крошку асфальта (гранулята) для ямочного ремонта, отработка рецептуры и определение соответствия ГОСТ

**Задачи:** Анализ литературы, обработка крошки паром, подбор ароматического растворителя девулканизации крошки, изготовление образцов, и частичные лабораторные испытания, вывод и рекомендация для использования.

**Актуальность:** Проблему накопления отработанных шин решают на государственном уровне в любой прогрессивно развивающейся стране. Не менее важным в ходе очищения природы от резинового мусора является организация применения продуктов переработки. На помощь приходят различные исследования, с помощью которых крошка находит своё применение в разнообразных сферах жизни. Одной из сфер, где стал востребован основной продукт механической переработки шин является дорожное строительство.

**Гипотеза:** Мы предполагаем, что после девулканизации получим регенерат, который можно использовать, как модификатор битумного вяжущему, при ямочном ремонте дорог.

Был проведен гранулометрический анализ асфальтобетонного гранулята и резиновой крошки.

Просеяли резиновую крошку через сита 1,25; 0,63; 0,315. Для определения пригодной фракции по рекомендации литературы нужна фракция от 0,5 до 1 мм, определили, что соответствует.

Для определения марки гранулята асфальтобетона было отобрано методом квартования 1500гр гранулята, и просеяно через набор сит, проведены соответствующие расчеты, данные приведены в таблице 1

Для полного соответствия с типом Б по ГОСТ 9128–84, нам не хватает мелких фракций, минерального порошка.

Для приготовления небольших партий резиновой крошке, для ее девулканизации и образования в дальнейшем связей с битумом мы применяли разные способы.

Добавляли 4 вида растворителя, ксилол, толуол, сольвент и бензин. Добавляли до тех пор, пока не прикроет сверху крошку. Подбирали растворитель, способствующий лучшему набуханию и размягчению резины, растворители содержащие

Таблица 1

Размер ячейки сита, мм	Масса остатка на сите, г	Частный остаток%	Полный остаток%	Полный проход%
20	47,27	3,15	3,15	96,85
15	96,37	6,42	9,57	90,43
10	190,45	12,69	22,26	77,74
5	319,5	21,3	43,56	56,45
2,5	341,90	22,79	66,35	33,65
1,25	195,1	13,01	79,36	20,64
0,63	175,25	11,68	91,04	8,96
0,315	91,32	6,09	97,13	2,87
0,16	32,16	2,144	99,274	0,726
0,071	13,68	0,726	100	0

ароматические вещества в составе. Без окислителя и с окислителем перманганатом калия, роль которого была окислить серу и разорвать связи между ней и углеродом.

Резиновая крошка по-разному реагировала на растворители, в ксилоле очень набухла и поглотила растворителя 1:4 по весу. Меньше всего набухание наблюдалось в бензине, но образцы содержащие таким образом обработанную резиновую крошку при взаимодействии с битумом проявили дополнительно вязкие свойства, при растирании, как с окислителем, так и без него. Так как окислитель воднорастворимый растворяли его в ацетоне, это единственный органический растворитель, в котором он растворяется и после добавляли к резиновой крошке. Провели девулканизацию резиновой крошки термическим способом, имитируя процессы, протекающие на разинорегенерирующих производствах.

Неподготовленная резиновая крошка, добавленная к асфальтовой массе, очень сильно крошилась. В литературе рекомендуемая добавка 3% без обработки и в горячий асфальтобетон, а не в отработанный гранулят асфальтобетона. Именно это и является новизной нашей работы, так как позволяет значительно снизить затраты на ямочный ремонт при использовании вторичного сырья. Одновременно решаются две проблемы удешевление ямочного ремонта и уменьшение свалок шин.

Чтобы резиновая крошка стала модификатором битума, необходимо ее обработать, как рекомендуют литературные источники термическим способом. Модификатор готовят следующим образом. В разогретый до 160°C битум добавляют резиновую крошку и перемешивают для набухания резины

при 180°C в течение 1–1,5 ч. Затем температуру постепенно повышают до 250°C для деструкции резиновой крошки и затем продолжают перемешивание еще 30 мин при 250°C. Добавляли гранулят асфальтобетона к модифицированному битуму и прессовали при давлении 160 кН.

### Формование образцов

Образцы асфальтобетона получают уплотнением смеси в цилиндрических пресс-формах с вкладышами (ГОСТ 12801–98).

Мы проводили испытания на среднюю плотность (Таблица 2) и водопоглощение (Таблица 3).

Средняя плотность соответствует ГОСТу, водонасыщение в 2,5 раза больше нормы. Мы считаем, что это связано с тем, что качество и тип битума не тот что нам нужен, и малым процентом мелкой фракций.

Изучили влияние мягчителей на резину, согласно литературным источникам присутствие стеариновой кислоты помогает, как вулканизации, так и девулканизации резины. Данные из статьи «Влияние условий обработки резиновой крошки на степень её девулканизации» [6]

Из таблицы 4 видно, содержание растворимой части в регенерате и степень его девулканизации в зависимости от условий обработки при термическом способе девулканизации [7]

Термическая обработка резиновой крошки в присутствии 30% мазута и 5% стеариновой кислоты лучший вариант, даже при 20% добавки резиновой крошки к грануляту, образец остаётся твердым и эластичным одновременно. Полной гомоген-

Таблица 2

№ п\п	Масса образца на воздухе m1	Масса образца после 30 минут выдержки в воде, г		Плотность материала асфальтобетона, г\см <sup>3</sup>
		На воздухе	В воде	
		m2	m3	
1	672,69	319,20	689,56	1,81
2	692,71	339,60	699,75	1,92
3	616,14	261,95	621,22	1,71
4	568,83	294,75	609,65	1,80
5	660,52	304,60	664,90	1,83

Таблица 3

№ п\п	Масса образца на воздухе m1	Масса образца после 30 минут выдержки в воде, г		После насыщения водой	% водонасыщения
		На воздухе	В воде	На воздухе	
		m2	m 3		
1	672,69	319,20	689,56	718,26	12,3%
2	692,71	339,60	699,75	732,29	11,0%
3	616,14	261,95	621,22	655,75	11,0%
4	568,83	294,75	609,65	640,58	13,3%
5	660,52	304,60	664,90	695,93	9,8%

Таблица 4

Стеариновая кислота%	Температура девулканизации, С	Время выдержки, мин	Степень девулканизации,%	Содержание растворимой части,%
5	160	60	7.8	31,56
5		120	13.45	30,2
5	200	60	9.8	34.96
5		120	13.3	38.3

ности резиновой крошки достичь не удалось, образец достаточно вязкий после обработки в стеариновой кислоте, но как модификатор битума показывает лучший результат.

### Заключение

Тема рециклинга асфальтобетона важная экономическая проблема, что значительно удешевляет ямочный ремонт, а добавки резиной крошки для этой цели еще и существенно улуч-

шают экологическую ситуацию. После гранулометрического анализа сделали вывод, что для полного соответствия с типом Б, нам не хватает мелких фракций. Сделали вывод, что оптимальный вариант добавки резиновой крошки максимально около 20%, Средняя плотность соответствует ГОСТу, водонасыщение в 2,5 раза больше нормы, что связано с тем, что качество и тип битума не соответствует сертификату, и недостаточно мелких фракций. Наилучший вариант обработки резиновой крошки, термическая обработка со стеариновой кислотой.

### Литература:

1. Руденский А. В. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожных битумов и асфальтобетонов / А. В. Руденский, А. С. Хромов, В. А. Марьев // Дороги России XXI века. — 2004. — № 5. — С. 62–71.
2. Веселов В.И. Переработка использованных шин. Международный опыт / В.И. Веселов, Ж.В. Перлина, В.А. Марьев, Ю.А. Шувалов // Твердые бытовые отходы. — 2012. — № 12. — С. 58–63
3. Башкирский химический журнал том 13 № 5 УДК 691. 168: 666. 964. 3В. С. Прокопец, С. Ф. Филатов, Т. Л. Иванова, М. В. Тарасова, Л. В. Поморова, С. Духовный, к. т. н., профессор, А. В. Сачкова, А. О. Короткова (БГТУ им. В. Г. Шухова), Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга и добавками химических веществ. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ).
4. Производство дорожной техники для ремонта и содержания автомобильных дорог [Электронный ресурс]/ Способы ямочного ремонта — Режим доступа: <https://xn—e1aoades8h.xn—p1ai/statii/remontasphalt> свободный. — Загл. с экрана.
5. По материалам журнала «Мир дорог» № 78 окт 2014 Претор менеджмент [Электронный ресурс]/ Эффективность применения резинобитумного вяжущего при строительстве асфальтобетонных покрытий — Режим доступа: <https://www.pretor-road.ru/stati/125-effektivnost-primeneniya-rezinobitumnogo-vyazhushchego-pri-stroitelstve-asfaltobetonnykh-pokrytij.html> свободный. — Загл. с экрана.
6. Молодой ученый [электронный ресурс] Фролов, В. А. Влияние условий обработки резиновой крошки на степень её девулканизации / В. А. Фролов, С. А. Меркулов, К. А. Селезнев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 3 (62). — С. 362–364. — URL: — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/62/9276/> свободный. — Загл. с экрана
7. Киберлинка [Электронный ресурс] / С. Н. Шабаев, С. А. Иванов, Е. М. Вахьянов Оценка технологических параметров растворения резиновой крошки при получении резинобитумного вяжущего — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnologicheskikh-parametrov-rastvoreniya-rezinovoy-kroshki-pri-poluchenii-rezinobitumnogo-vyazhushchego/viewer> свободный. свободный — Загл. с экрана.

## Описание топочной камеры для построения геометрических моделей и проведения математических опытов

Жубаналиев Жанарыс Эльдарулы, студент магистратуры  
Атырауский университет нефти и газа имени Сафи Утебаева (Казахстан)

В полном соответствии с рабочими характеристиками котла БКЗ-75 и топлива нами создана геометрическая компьютерная модель топочной камеры для проведения вычислительных экспериментов. При ее создании были использованы необходимые технические данные и геометрические параметры (размеры камеры и используемых горелочных устройств, производительность, коэффициент избытка воздуха, количество горелок и дополнительных сопел и высота их расположения, способ, объем и скорость подачи аэрозольной смеси и воздуха, состав топлива и окислителя и мн. др.), которые соответствуют реальным технологическим процессам сжигания высокозольного карагандинского угля в топочной камере котла БКЗ-75 ТЭЦ. На рисунке 1 представлена геометрия топочной камеры и компоновка горелок.

В диссертационной работе для проведения вычислительных экспериментов по исследованию процессов тепломассопереноса в топочной камере котла ТЭС в качестве стартовой использовалась немецкая компьютерная программная система FLOREAN [10, р. 148; 11, р. 565; 1–4]. Эта программная система позволяет проводить сложные вычислительные эксперименты по моделированию реагирующих многофазных течений в областях реальной геометрии и широко используется в Германии для исследований процессов тепломассопереноса в камерах сгорания многих теплоэнергетических объектов. Немецкие кол-

леги провели многочисленные вычислительные эксперименты по сжиганию пылеугольного топлива в топочных камерах ТЭС в различных странах (Германия, Англия, Хорватия, Греция, Румыния и др.). Полученные результаты были успешно верифицированы с помощью результатов натурных экспериментов, проведенных непосредственно на действующих ТЭС.

При выполнении диссертационной работы нами была разработана методика использования программной системы FLOREAN. Дело в том, что казахстанский уголь (зольность до 50%) значительно отличается от немецкого (зольность около 8%), а геометрия отечественных топочных камер, способ подачи топлива и окислителя в нее также абсолютно разные. Для этого нам пришлось дополнить, расширить, протестировать стартовую программную систему FLOREAN, чтобы можно было его использовать для проведения вычислительных экспериментов по сжиганию высокозольного казахстанского угля на ТЭС Республики Казахстан.

Как было сказано выше, в данной диссертационной работе был использован метод контрольных объемов, который применяется для численного решения дифференциальных уравнений, описывающих тепломассоперенос в топочной камере, и подробно описан в следующих работах [10, р.141; 5–9]. Метод контрольного объема основан на разбиении топочной ка-

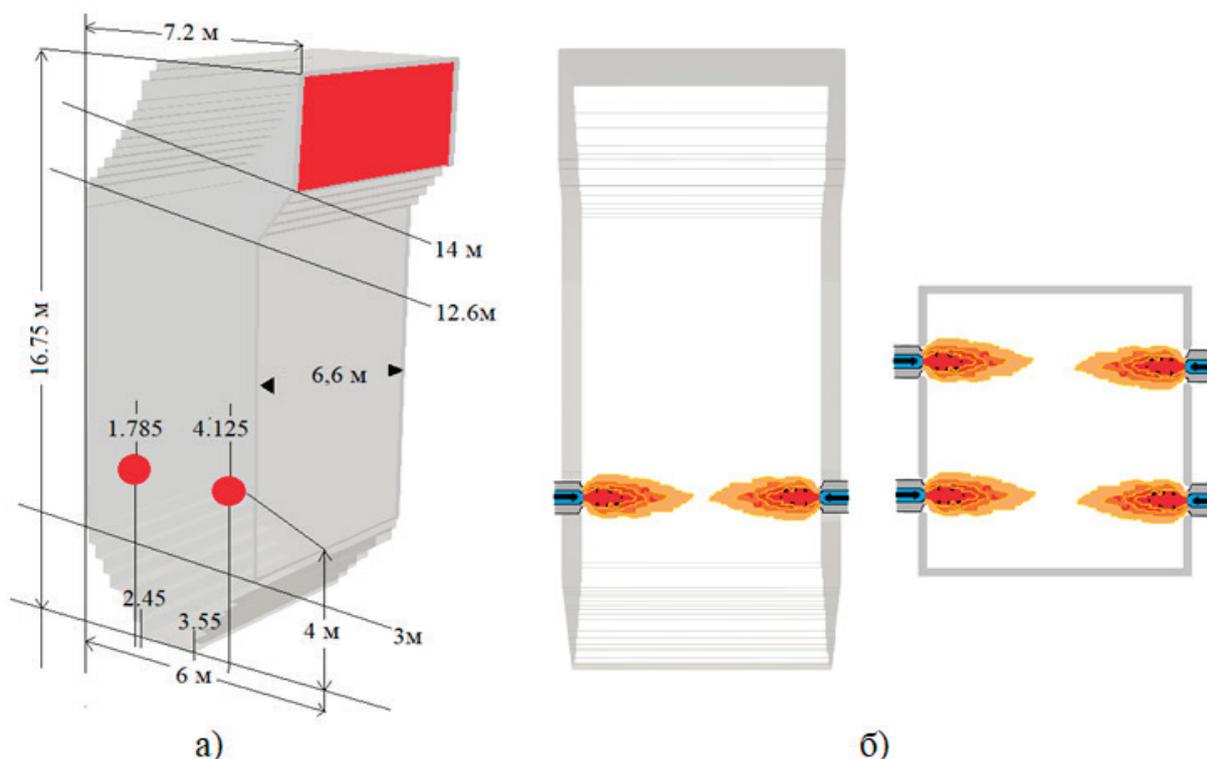


Рис. 1. Геометрия а) и компоновка горелками б) топочной камеры котла БКЗ-75 Шахтинской ТЭС

меры исследуемого котла на малые объемы, по которым интегрируются дифференциальные уравнения математической модели. Количество контрольных объемов зависит от геометрии топочной камеры, ее размеров, расположения горелочных устройств. Создание конечно-разностной сетки — один из наиболее трудоемких этапов подготовки CFD-задачи. В процессе создания окончательного варианта расчетной области конечно-разностная сетка для проведения численного моделирования неоднократно тестируется и редактируется. Это в свою оче-

редь позволило улучшить геометрическую модель, численные расчеты и графическую интерпретацию результатов. В соответствии с заданной геометрией котла БКЗ-75 была создана конечно-разностная сетка для численного моделирования, которая для исследуемой камеры сгорания БКЗ-75 имеет шаги по осям X, Y, Z:  $59 \times 32 \times 67$ , что составляет 138 355 контрольных объемов (рисунок 2). Расчеты по численной модели выполнены для условий, принятых при организации реального технологического процесса сжигания топлива на ТЭС.

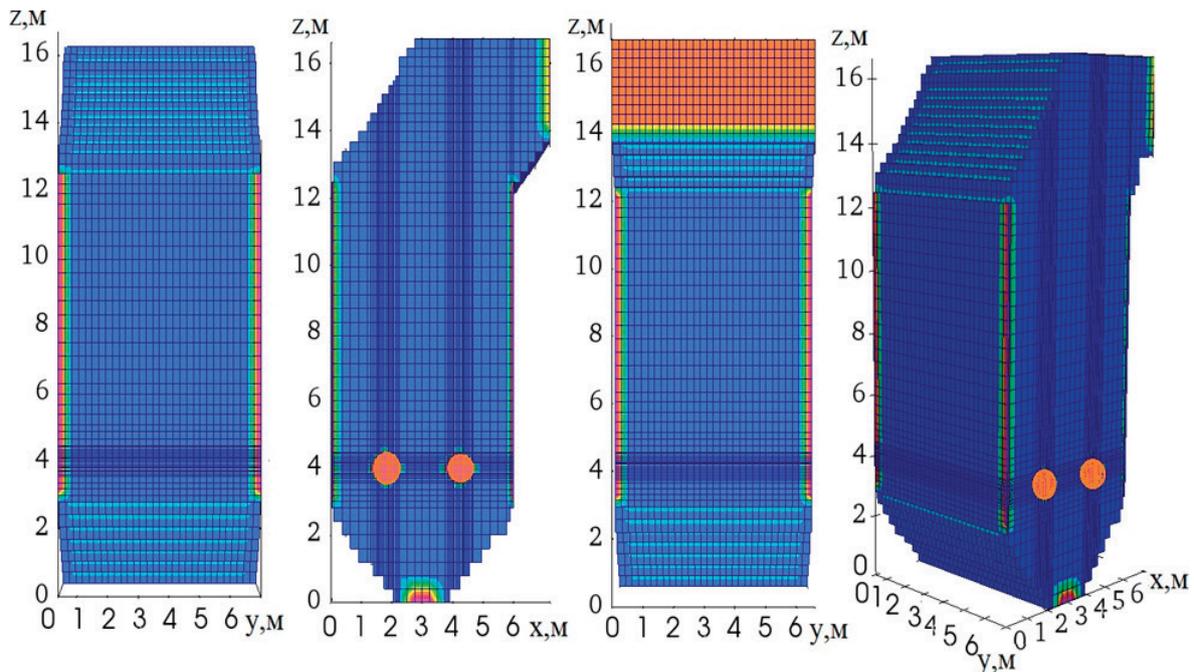


Рис. 2. Конечно-разностная сетка для проведения численного моделирования процессов сжигания твердого топлива в топочной камере котла БКЗ-75 Шахтинской ТЭС

#### Литература:

1. Askarova A., Leithner R., Muller H., Heierle Ye. CFD code Florean for industrial boilers simulations // WSEAS transactions on heat and mass transfer.— 2009.— Vol. 4, № 4.— P. 98–107.
2. Askarova A. S., Leithner R., Bolegenova S.A, Maximov V. Yu., Aitbayeva A. Using CFD code FLOREAN for simulations of industrial boiler // International Journal of mathematics and physics.— 2014.— Vol. 5, № 1.— P. 60–69.
3. Аскарова А. С., Нагибин А. О. Горение пылеугольного факела в топке с плазменно-топливной системой // Теплофизика и Аэромеханика.— 2010.— Т. 17, № 3.— С. 467–476.
4. Pauker W. Creating data sets for FLOREAN using the tool PREPROZ, TU // Braunschweig: IWBT.— 1997.— P. 3–24.
5. Leithner R. Energy conversion processes with CO<sub>2</sub>-separation not reducing efficiency.— Wiley VCH Verlag GmbH & Co, 2010.— 142 p.
6. Epple B., Leithner R., Linzer W., Walter H. Simulation von Kraftwerken und wärmetechnischen Anlagen.— Springer-Verlag: Vienna, 2009.— 702 p.
7. Patankar S. V. Numerical heat transfer and fluid flow.— Hemisphere Publishing Corporation, 1980.— 197 p.
8. Leschziner M. A. Practical evaluation of three finite difference schemes for the computation of steady state recirculation flows // Computer Methods and Applied Mechanics an Engineering.— 1980.— Vol. 23.— P. 293–312.
9. Muller H., Schiller A. Prediction of Combustion and Pollutant Formation in Coal Fired Furnaces // Proceeding of 6th International Conference on Combustion and Heat Technics.— Ungarn, 1994.— P. 45–52.
10. Muller H. Numerische Berechnung dreidimensionaler turbulenter Strömungen in Dampferzeugern mit Wärmeübergang und chemischen Reaktionen am Beispiel des SNCR-Verfahrens und der Kohleverbrennung // Fortschritt-Berichte VDI — Verlag.— 1992.— Vol. 6, № 268.— P. 158. (in German).
11. Vockrodt S., Muller H., Hoppe A., Leithner R. Einsatz von CFD-Simulationen zur Optimierung von Braunkohlefeuerungen // Proceedings of 9th conference on boiler technology.— German, 2002.— P. 565–569.

## Equation Chapter 1 Section 1 Проектирование функциональной схемы устройства дистанционного управления тепловизионной камерой

Иванов Роман Алексеевич, студент

Научный руководитель: Орехов Владимир Алексеевич, кандидат технических наук, доцент  
Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

Целью исследования является предложение устройства дистанционного управления тепловизионной камерой. Актуальность исследования обусловлена тем, что существующие технические решения управления тепловизионными камерами спроектированы на базе высокопроизводительных микросхем, в результате чего имеют высокую стоимость. Решением данной проблемы является проектирование устройства управления на основе микроконтроллера с аппаратной поддержкой беспроводного интерфейса, применение которых ранее было невозможно из-за низкой производительности.

**Ключевые слова:** дистанционное управление, беспроводной интерфейс Wi-Fi, тепловизионная камера, поток изображений с камеры, микроконтроллер ESP32.

На данном уровне научно-технического прогресса мировым сообществом повсеместно используются тепловизионные камеры, основное назначение которых заключается в измерении интенсивности излучений электромагнитных волн инфракрасного диапазоне света. Интенсивность в данном случае отражает девиации температур, что обусловило использование тепловизионных камер для получения наглядного представления о температурных девиациях между различными объектами наблюдений (или их составных частей). Именно поэтому тепловизионные камеры широко применяются в таких перспективных направлениях, как области обеспечения безопасности, сферы медицины, а также инфраструктура и оборонная промышленность.

Устройства дистанционного управления тепловизионными камерами предполагают получение и визуализацию видеопотока по беспроводному интерфейсу Wi-Fi (как наиболее высокоскоростной метод передачи данных по радиоканалу). Именно работа с достаточно емким потоком данных и необходимостью визуализации в реальном масштабе времени определили тот факт, что первые устройства дистанционного управления выполнялись на базе высокопроизводительных микросхем (например, цифровые сигнальные процессоры или программируемые логические интегральные схемы).

Сейчас же экономическими субъектами, чья организационно-хозяйственная деятельность связана с промышленным производством цифровых устройств и микропроцессорных систем, выпускаются микроконтроллеры семейства ESP32, которые сочетают в себе относительно высокую производительность (достаточную для решения обозначенных задач), а также аппаратный контроллер беспроводного интерфейса Wi-Fi. Актуальность исследования обусловлена тем, что на данный момент на рынке электронных девайсов отсутствуют устройства дистанционного управления тепловизионными камерами на основе микросхем семейства ESP32, использование которых может обеспечить существенное снижение себестоимости данного класса технических решений.

Предлагаемое устройство должно реализовывать следующие функции:

1. Прием по беспроводному интерфейсу Wi-Fi и визуализация с применением TFT-дисплея потока изображений с тепловизионной камеры.

2. Наличие минимально необходимого набора средств управления для инициации включения/выключения, поворота в азимутальном и угломестном направлениях, а также изменения режима контрастности. Для передачи управляющих команд должен быть также использован беспроводной интерфейс Wi-Fi.

3. Использование в качестве питающего напряжений внешний источник питания +12 В.

Функциональная схема предлагаемого устройства, удовлетворяющего обозначенным техническим и функциональным характеристикам, представлена на рис. 1. Основу работы устройства составляет микроконтроллер семейства ESP32 [1], при использовании которого выполняется требование (1).

Основные элементы устройства представлены следующими узлами:

1. Для выполнения требования (2) используются кнопки управления (включение/выключение, повороты в азимутальном и угломестном направлениях, а также смена контрастности). При подключении кнопок необходимо обеспечить подтяжку выводов МК к питающему напряжению через подтягивающие резисторы.

2. TFT-дисплей, необходимый для выполнения требования (1). Дисплей имеет несколько возможных режимов получения данных, определяемых схемой включения. В данном случае подключение дисплея выполнено по параллельной шине данных для обеспечения наилучшего быстродействия при визуализации потока изображений от тепловизионной камеры.

3. Цепь питания, представляющая собой цепочку DC/DC преобразователь — понижение постоянного напряжения +12 В входного источника питания в напряжение +3,3 В (питание основных узлов предлагаемого технического решения).

Как отмечалось ранее, информационный обмен с применением беспроводного интерфейса микропроцессорных взаимодействий Wi-Fi [2] реализуется на аппаратном уровне выбранной микросхемы семейства ESP32 (интегрированный беспроводной модуль обозначен на схеме в виде отдельного блока в составе выбранного микроконтроллера).

Таким образом, было предложено устройство дистанционного управления тепловизионной камерой на основе микроконтроллера ESP32 с возможностью приема потока изображений

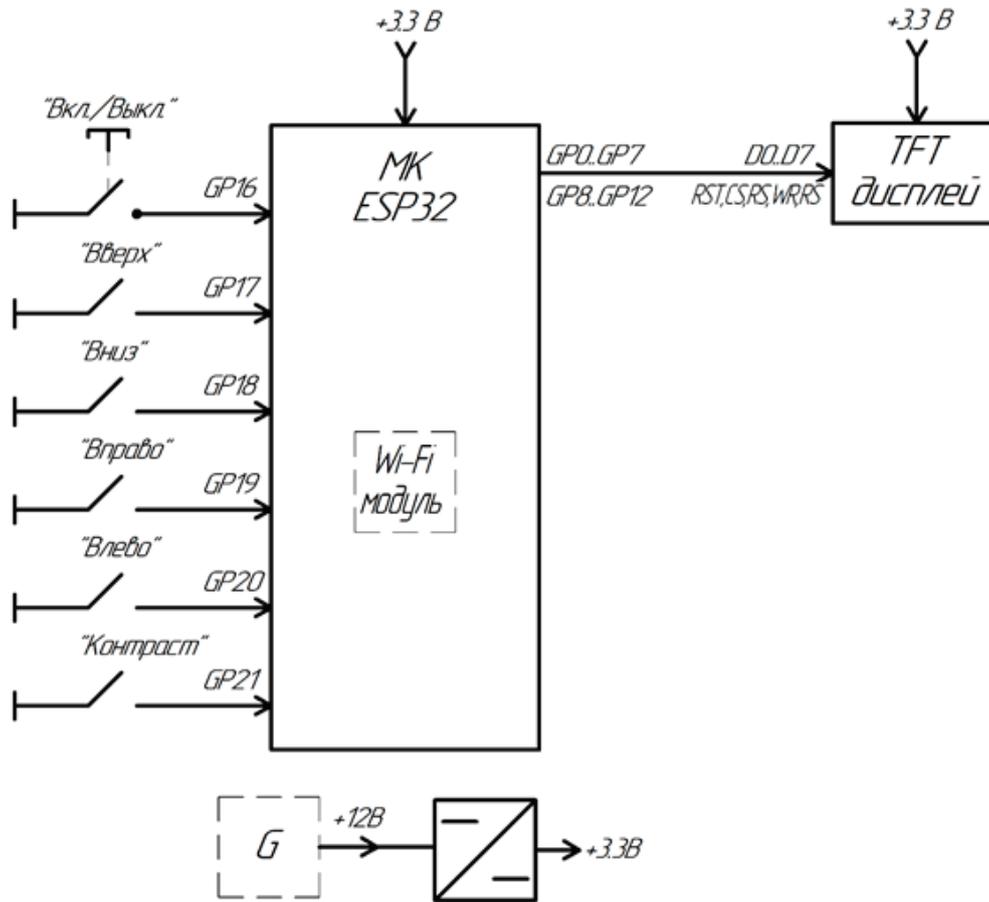


Рис. 1. Функциональная схема устройства управления тепловизионной камерой

и их визуализации на TFT-дисплее в реальном масштабе времени. Техническое решение представлено соответствующей

функциональной схемой, на которой отражены особенности интерфейсов взаимодействия и организация цепи питания.

Литература:

1. Кэмерон Н. Электронные проекты на основе ESP8266 и ESP32. Создание приложений и устройств с поддержкой Wi-Fi.— М.: изд. «ДМК Пресс», 2022.— 454 с.
2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Беспроводные сети. 5-е изд.— М.: Техносфера, 2016.— 323 с: ил.

## Перспективные средства цифровой обработки радиолокационных сигналов в современных радиолокационных станциях

Иванов Роман Алексеевич, студент

Научный руководитель: Астахов Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

Одним из наиболее востребованных научно-технических областей современной промышленности является радиолокация, которая представляет собой совокупность средств и методов для обнаружения координатных отметок радиолокационных целей (воздушные судна, боевые снаряды и т.п.) в лоцируемом пространстве [1]. Основным принципом радиолокации является излучение радиолокационной станцией

в лоцируемое пространство модулированных импульсов, которые отражаются от предметов (цели, мешающие отражения) и принимаются той же станцией для анализа обстановки в лоцируемом пространстве (имеются ли цели, размер и интенсивность метеообразований и т.п.). Пример обнаружения радиолокационной станцией представлен на рисунке 1. В радиолокации излучение модулированных импульсов в пространство называ-

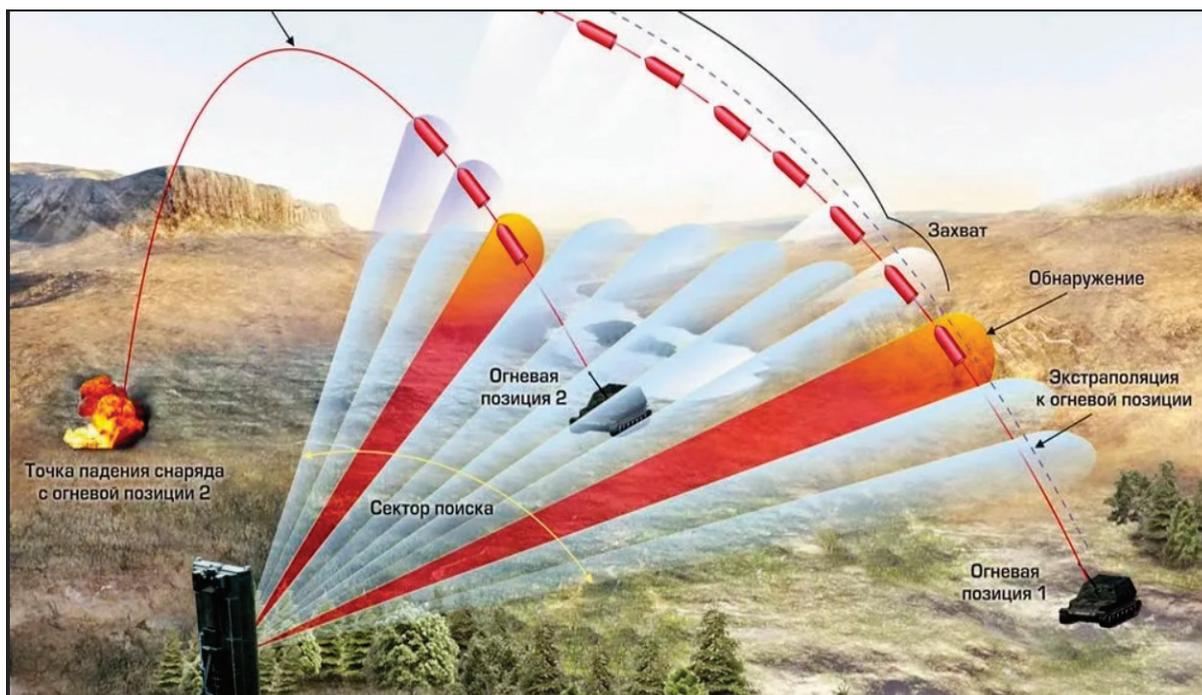


Рис. 1. Принцип обнаружения радиолокационной станцией полета снаряда

ется лучом, который в дискретные моменты времени передвигается по сектору обзора, что позволяет обнаруживать объекты в лоцируемом пространстве.

Востребованность радиолокации в современном обществе связана как с необходимостью обеспечения защиты государства от воздушных угроз, так и для решения других задач, например, в гражданской авиации для организации перемещений воздушных судов (обнаружение, сопровождение, построение трасс цели, экстраполяция траектории движения воздушного судна и т.п.). При этом наиболее часто применяемым методом в радиолокации является импульсная локация, которая является компромиссным решением между обеспечением требуемых функций обнаружения и энергопотреблением установки (и как следствие, меньшими массогабаритными показателями и итоговой стоимостью).

Импульсная радиолокация предполагает излучение в лоцируемое пространство пачек модулированных радиоимпульсов и накопление отраженных импульсов в узле первичной обработки информации. Узел первичной обработки информации необходим для оцифровки отраженных сигналов (которые принимаются системой от излучателей в аналоговом виде), выполнения фильтрации шумов (излучателей, измерительной аппаратуры), усиления отношения сигнал/шум в отраженных импульсах (методом внутрипериодного сжатия), накопления отраженных импульсов для реализации селекции целей на фоне шума и оценки радиолокационной обстановки в зондируемом пространстве.

В современных радиолокационных станциях алгоритмы цифровой обработки сигналов узла первичной обработки информации реализуются с применением программируемых цифровых устройств. Развитие нанoeлектроники и микропроцессорной техники позволило использовать в полезных

устройствах и цифровых системах управления высокопроизводительные микросхемы, которые позволяют существенно снизить массогабаритные показатели конечной продукции за счет выполнения существенной части требуемых функций на одном кристалле. При решении наиболее сложных задач, требующих высокой производительности наибольшее предпочтение отдается микропроцессорным ядрам (например, с архитектурой цифровых сигнальных процессоров), которые зачастую имеют набор аппаратных ускорителей, дополнительных арифметико-логических устройств, сопроцессоров и т.п., а также программируемым логическим интегральным схемам (ПЛИС [2]), на основе которых создаются конфигурируемые цифровые электронные схемы.

В радиолокации совместное использование ПЛИС и ЦСП необходимо для наиболее рациональной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов узла первичной обработки отраженных радиолокационных сигналов. Упрощенная структурная схема антенной системы при этом имеет следующий вид, представленный на рисунке 1. В данной схеме используется блок цифровой обработки сигналов, представленный фильтром и коррелятором (реализуемые на ПЛИС) и процессором, который аккумулирует сжатые во временной области отраженные радиолокационные сигналы, выполняет пороговую обработку и принимает решение о нахождении целей в лоцируемом пространстве. Блок «генератор» в представленной схеме необходим для синхронизации основных модулей антенной системы во времени (моменты времени излучения пачки радиоимпульсов).

Микросхемы ПЛИС и ЦСП постоянно совершенствуются, обретая при этом более перспективные для реализации алгоритмов цифровой обработки информации узла первичной обработки информации функциональные возможности такие, как:

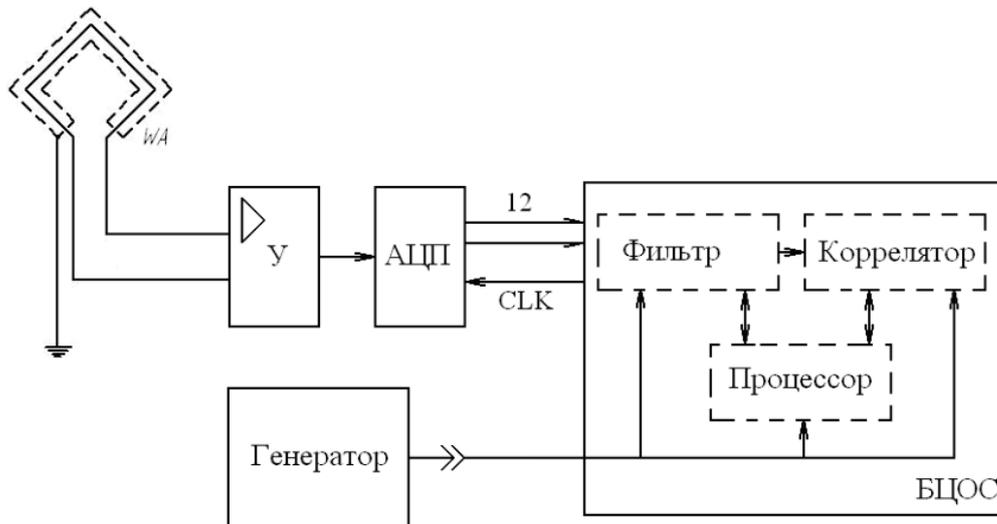


Рис. 1. Упрощенная структурная схема антенной системы

– сопроцессоры Быстрого преобразования Фурье, выполняющие аппаратное преобразование за относительно небольшой промежуток времени, что позволяет существенно сократить необходимое время на обработку радиолокационных данных;

- возможности для хранения больших объемов данных;
- аппаратная поддержка высокоскоростных интерфейсов микропроцессорных взаимодействий.

Перспективы развития методов цифровой обработки радиолокационных сигналов в современных РЛС, одними из ко-

торых является использование высокопроизводительных микросхем и их совместные сборки (ПЛИС и ЦСП на одной ячейке обработки), заключаются в возможности минимизации массогабаритных показателей реализуемых радиолокационных станций за счет возможности.

Таким образом, были обозначены перспективные средства цифровой обработки радиолокационных сигналов в современных РЛС, которые заключаются в использовании современных высокопроизводительных микросхем, таких как ЦСП и ПЛИС, и их совместных технических решений.

Литература:

1. Охрименко А. Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба. Ч. 1, М.: Воениздат МО, 2015.
2. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. — 408 с., ил.

## Статические и динамические погрешности систем измерений, вносимые аналого-цифровыми преобразователями и цифро-аналоговыми преобразователями

Митрофанов Евгений Владимирович, студент магистратуры

Научный руководитель: Куркова Ольга Петровна, доктор технических наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной статье рассматриваются статические и динамические погрешности, вносимые аналого-цифровыми преобразователями (АЦП) и цифро-аналоговыми преобразователями (ЦАП) в системы измерений. Приводится подробное описание источников этих погрешностей, таких как смещение нуля, коэффициент масштабирования, нелинейность и квантование для статических погрешностей, а также частотные характеристики и временные задержки для динамических погрешностей. Также обсуждаются методы уменьшения погрешностей, включая аппаратные и программные подходы, такие как калибровка, фильтрация, цифровая обработка сигналов и усреднение измерений. В заключении подчеркивается важность комплексного подхода для повышения точности и надежности измерительных систем.

**Ключевые слова:** аналого-цифровой преобразователь, АЦП, цифро-аналоговый преобразователь, ЦАП, статические погрешности, динамические погрешности, смещение нуля, коэффициент масштабирования, нелинейность, квантование, частотные характеристики, временные задержки, калибровка, цифровая обработка сигналов, DSP.

Системы измерений играют ключевую роль в различных областях науки и техники. Одними из важнейших компонентов таких систем являются аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). В процессе преобразования сигналов эти устройства вносят определённые погрешности, которые можно разделить на статические и динамические [3, с. 82]. В данной статье мы рассмотрим природу этих погрешностей, их источники и методы оценки.

### Статические погрешности

Статические погрешности возникают при преобразовании постоянных (неизменяющихся во времени) сигналов. Они характеризуются расхождением между истинным значением входного сигнала и его измеренным значением после преобразования.

Источники статических погрешностей:

1. Систематическая погрешность:
  - Смещение нуля (offset error): постоянное смещение выходного сигнала относительно истинного значения.
  - Коэффициент масштабирования (gain error): ошибка, связанная с неверным масштабированием входного сигнала.
  - Нелинейность (non-linearity error): отклонение характеристики преобразования от идеальной линейной функции.

2. Случайная погрешность:

- Квантование (quantization error): погрешность, вызванная процессом округления входного сигнала к ближайшему уровню квантования.

Математическое описание:

- Смещение нуля:

Пусть  $V_{in}$  — входной сигнал, а  $V_{out}$  — выходной сигнал.

Смещение нуля определяется как:

$$V_{offset} = V_{out} - V_{in} \quad (1)$$

- Коэффициент масштабирования:

Коэффициент масштабирования  $G$  определяется как:

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (2)$$

Ошибка коэффициента масштабирования  $\epsilon_G$  выражается как:

$$\epsilon_G = G - 1 \quad (3)$$

- Нелинейность:

Нелинейность характеризуется максимальным отклонением реальной характеристики преобразования  $f(V_{in})$  от идеальной линейной зависимости:

$$INL = \max |f(V_{in}) - (\alpha V_{in} + b)| \quad (4)$$

Где:

$a$  и  $b$  — коэффициенты линейной аппроксимации.

- Квантование:

Ошибка квантования  $\epsilon_Q$  определяется как:

$$\epsilon_Q = V_{in} - Q(V_{in}) \quad (5)$$

Где:

$Q(V_{in})$  — квантованное значение входного сигнала.

### Динамические погрешности

Динамические погрешности проявляются при измерении изменяющихся во времени сигналов. Эти погрешности свя-

заны с инерционными свойствами систем и их реакцией на изменение входного сигнала [2, с. 356].

Источники динамических погрешностей:

1. Частотные характеристики:
  - Полоса пропускания: ограничение на частоту входных сигналов, которые система может корректно обработать.
  - Качество фильтрации: наличие фильтров, которые могут вносить искажения.
2. Временные задержки:
  - Задержка распространения (propagation delay): время, необходимое для прохождения сигнала через систему.
  - Время установления (settling time): время, необходимое для достижения выходным сигналом установившегося значения после изменения входного сигнала.

Математическое описание:

- Частотные характеристики:

Для описания частотных характеристик часто используют амплитудно-частотную характеристику (АЧХ)  $H(f)$ :

$$H(f) = \frac{V_{out}(f)}{V_{in}(f)} \quad (6)$$

Где:

$f$  — частота входного сигнала.

- Временные задержки:

Временная задержка  $\tau$  может быть охарактеризована как:

$$V_{out}(t) = V_{in}(t - \tau) \quad (7)$$

Время установления  $t$  определяется как время, необходимое для того, чтобы выходной сигнал  $V_{out}(t)$  достиг значения, находящегося в пределах заданной точности (например, 1% от окончательного значения) после изменения входного сигнала.

### Методы уменьшения погрешностей

Аппаратные методы:

1. Калибровка: регулярная калибровка АЦП и ЦАП позволяет уменьшить систематические погрешности, такие как смещение нуля и коэффициент масштабирования [1, с. 229].
2. Фильтрация: использование фильтров для уменьшения влияния высокочастотных шумов и помех.
3. Улучшение разрешения: увеличение количества битов в АЦП и ЦАП для уменьшения ошибки квантования.

Программные методы:

1. Цифровая обработка сигналов (DSP): применение алгоритмов цифровой обработки сигналов для коррекции ошибок, таких как смещение нуля и нелинейность.
2. Среднее арифметическое: усреднение нескольких измерений для уменьшения случайных погрешностей.

### Заключение

Погрешности, вносимые аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями, существенно влияют на точность систем измерений. Разделение погрешностей на статические и динамические позволяет детально анализировать их

природу и разрабатывать методы для их минимизации. Комплексный подход, включающий как аппаратные, так и про-

граммные методы, способен значительно улучшить точность и надежность измерительных систем.

#### Литература:

1. Коротков А. С. Методы калибровки и коррекции аналого-цифровых преобразователей (обзор) //Микроэлектроника.— 2014.— Т. 43.— № . 3.— С. 228–240.
2. Ларкин Е. В., Игнатова О. А., Сёмин И. И. Влияние динамической ошибки аналого-цифрового преобразования на точность функционирования линейного привода //Известия Тульского государственного университета. Технические науки.— 2019.— № . 5.— С. 355–359.
3. Светлов А. В., Ушенина И. В. Аппаратно-программный комплекс для измерения параметров электрических цепей //Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки.— 2008.— № . 1.— С. 81–89.

## Применение TFT-дисплеев для построения панелей операторов технологических установок

Мялик Даниил Владимирович, студент

Научный руководитель: Образцов Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент

Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

Использование сенсорных экранов для управления устройствами облегчает и упрощает процесс взаимодействия с ними. В промышленном оборудовании повсеместно используется сенсорный человек-машинный интерфейс, который становится стандартом — де факто современного оборудования. LCD-дисплеи широко распространены из-за своего низкого энергопотребления, простоты использования и компактных размеров.

Работа ЖК-экранов основана на способности жидких кристаллов поворачивать плоскость поляризации света пропорционально приложенному напряжению. Это позволяет управлять пропусканием света через экран с помощью поляризационного светофильтра и изменения напряжения, прикладываемого к жидким кристаллам.

В качестве сенсора используются либо резистивные, либо емкостные экраны. Резистивные сенсоры реагируют на нажатие на экран, емкостные — на привнесенную емкость пальцами оператора. Поскольку операторы промышленного оборудования могут работать в защитных перчатках, емкостные сенсоры могут не реагировать на прикосновения, поэтому в промышленных экранах используются, как правило, резистивные экраны.

Для обеспечения нормальной работы ЖК-ячеек требуется периодическая смена полярности напряжения на их электродах. В разработках панелей с использованием TFT-дисплеев используются микросхемы для формирования необходимых амплитуд положительного и отрицательного напряжений.

Яркость и стабильность изображения на дисплее определяются амплитудой и постоянной составляющей изменяемого напряжения (VCOM). Полярность напряжения регулируется сигналом полярности, из которого формируется VCOM. Этот сигнал и соответствующую инверсию данных можно производить с помощью микросхемы STVM100DS, функциональная схема которой показана на рис. 1

STVM100 представляет собой настраиваемый калибратор напряжения VCOM, разработанный для устранения мерцания и эффекта двоения на TFT-дисплеях. Он обеспечивает цифровой интерфейс I<sup>2</sup>C для управления выходным током. Через внешний резистивный делитель с контролируемым током можно задать напряжение для VCOM. Наивысшее и наименьшее значение VCOM определяются тремя резисторами: R1, R2 и RSET. Схема подключения изображена на рисунке 2.

Потребляемый ток вывода OUT рассчитывается по формуле:

$$I_{OUT} = \frac{AVDD}{20(R_{SET})},$$

где AVDD — напряжение питания логической части драйверов столбцов.

Этот ток протекает через резистор R<sub>SET</sub> и должен составлять не менее 120 мкА.

Согласно схеме подключения микросхемы STVM100DS, для установки необходимого уровня напряжения требуется выбрать соответствующее значение резистора Rset и выполнить расчет резистивного делителя. Расчет резисторов выполняется согласно формуле:

$$V_{COM} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot AVDD \cdot \left(1 - \frac{R_1}{20(R_{SET})}\right);$$

При условии, что номинал резистора R1 составляет 1 кОм, значения номиналов резисторов Rset и R2 равны соответственно 4,87 кОм и 787 Ом. Сформированное напряжение подается на внешний VCOM-буфер, где происходит периодическая смена полярности напряжения.

TFT-дисплеи обычно имеют управляющий транзистор для каждой ЖК-ячейки, который располагается на пересечении строки и столбца (см. рисунок 3). Столбцы представляют собой истоки (Source) матрицы транзисторов TFT, а строки являются их затворами (Gate). Для управления истоками транзисторов используются сигналы, формируемые драйвером столбцов,

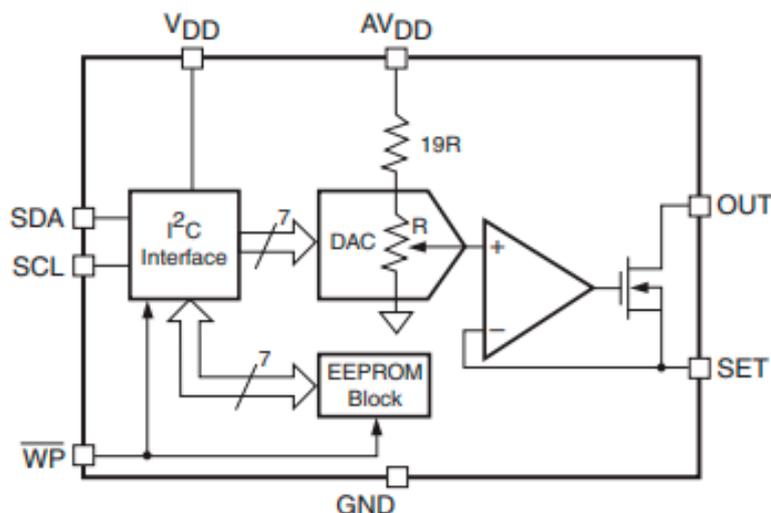


Рис. 1. Функциональная схема STVM100DS

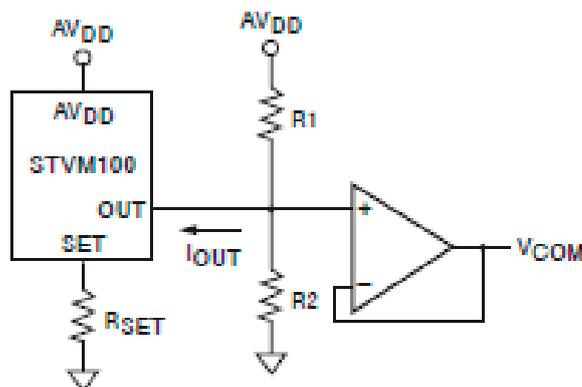


Рис. 2. Схема подключения STVM100DS

а сигналы для управления затворами транзисторов формируются драйвером строк.

Для подключения дисплея необходимы еще два управляющих напряжения, чей уровень определяется изготовителем дисплея. Для облегчения процесса разработки панелей производители предлагают разнообразные варианты драйверов питания, включающих несколько функциональных блоков для формирования различных уровней напряжения.

Один из таких драйверов — микросхема TPS65105PWPR, которая содержит повышающий преобразователь, отрицательный и положительный зарядовые насосы, а также буфер VCOM (см. рисунок 4).

Для снижения пульсаций напряжения, вызванных колебаниями тока, в драйвере применяется встроенный усилитель крутизны с источником тока. Буфер VCOM включает функцию плавного запуска, чтобы предотвратить падение напряжения на VO1 при запуске. Плавный запуск осуществляется путем поддержания VCOMIN на низком уровне до полного смещения буфера VCOM и достижения режима синфазной работы. Затем положительный вход сбрасывается, и выход буфера VCOM постепенно увеличивается. Для филь-

трации высокочастотного шума от VO1 обычно используется конденсатор емкостью 1 нФ между VCOMIN и GND. Размер конденсатора и верхнее значение резистора обратной связи определяют время запуска: чем больше конденсатор, тем медленнее время запуска.

Максимальный ток нагрузки отрицательного заряда зависит от падения напряжения на внешних диодах Шоттки, внутреннего сопротивления МОП-транзисторов, накачки заряда и импеданса внутреннего конденсатора. Когда падение напряжения на этих компонентах больше, чем разность напряжений между VO1 и VO2, накачка заряда отключается для обеспечения максимально возможного выходного тока. Накачка отрицательного заряда требует двух внешних диодов Шоттки, причем пиковый ток диода Шоттки должен быть в два раза больше тока нагрузки на выходе.

Насос положительного заряда поддерживает работу в режиме удвоения или утроения напряжения. Максимальный ток нагрузки зависит от падения напряжения на внутренних диодах Шоттки, внутреннего сопротивления МОП-транзисторов накачки заряда и импеданса конденсатора. Если падение напряжения на этих компонентах превышает разницу напря-

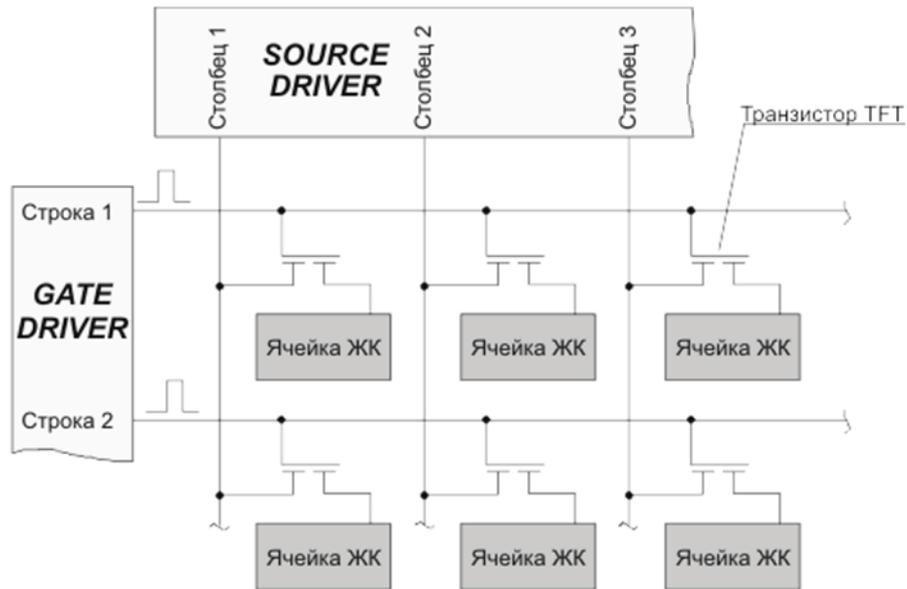


Рис. 3. Структура TFT-дисплея

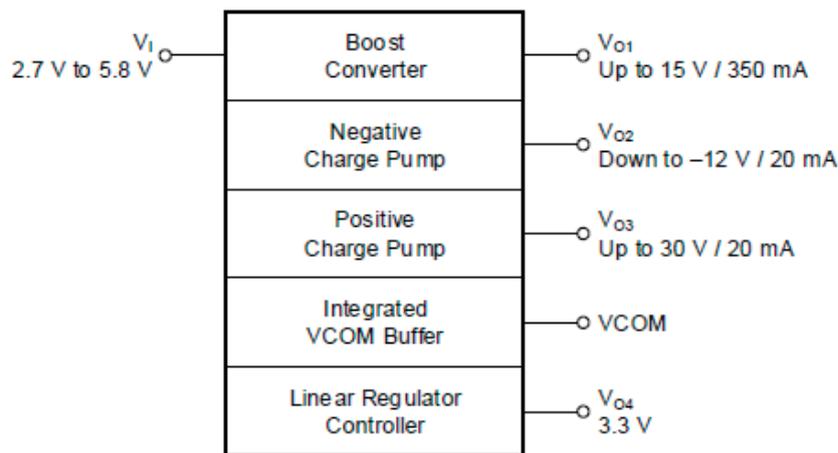


Рис. 4. Структурная схема драйвера

жений от  $2 \cdot V_{O1}$  до  $V_{O3}$ , зарядный насос отключается для обеспечения максимально возможного выходного тока.

Настройка выходных напряжений в положительном и отрицательном зарядовых насосах осуществляется с помощью внешних резистивных делителей. Серия TPS6510x включает контроллер линейного регулятора для создания шины 3,3 В при подаче питания системы от источника +5 В. Для обеспечения минимального базового тока возбуждения 13,5 мА требуется минимальное внутреннее падение напряжения 500 мВ от  $V_i$  к  $V$  (BASE). Использование стандартного NPN-транзистора BCX54

обеспечивает выходной ток 1 А и ток нагрузки 340 мА для входного напряжения 5 В.

Таким образом, несмотря на необходимость использования различных напряжений в TFT-дисплеях, их реализация возможна с помощью пары дополнительных схем, которые не только имеют доступную стоимость, но и обеспечивают достаточную надежность для использования дисплеев в различных устройствах, таких как мобильные устройства, аппаратура и торговое оборудование, не подвергающиеся сильным механическим воздействиям.

Литература:

1. Образцов с. А., Иванова А. С. Особенности применения дисплеев в микропроцессорных устройствах // Сборник: X Национальной научно-технической конференции с международным участием «Энергетика, информатика, инновации — 2020» Смоленск: «Универсум», 2020. С. 138–143.
2. Дисплей TFT [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.winstar.com.tw/ru/products.html>

## Элементы соединения ДПК-панелей в цилиндрических оболочках

Попова Дарья Вячеславовна, студент магистратуры  
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

### Введение

В связи с постоянно растущим технологическим прогрессом сейчас существует множество различных типов креплений, которые применяют в соединениях конструкций из древесно-полимерного композита (ДПК). Преимущества и недостатки определяются рядом требований, стоящих при строительстве и проектировании:

- Соединение должно обеспечивать должную несущую способность;
- Элементы соединения должны быть доступными, в финансовом плане и производственном;
- Удобство при монтаже, на строительной площадке.

Основными (главными) типами соединений цилиндрических оболочек из ДПК являются:

- Соединения на коннекторах;

- Соединения типа шип-паз со стягиванием шурупами;
- Соединения на саморезах и шурупах.

### Соединение на коннекторах

Одним из самых практичных соединений является соединение на коннекторы. Коннекторы — это соединительный элемент из нержавеющей стали, его размеры и толщина проката определяются расчётом. На рисунке 1 показан коннектор для соединения сборных цилиндрических оболочек, такое соединение осуществляется на два болта, вкрученных под прямым углом к панели (параллельно направлению наружных крайних слоев рисунок 2). Установка подобного коннектора осуществляется в предварительно подготовленные пазы, обычно их вырезают в заводских условиях, для исключения негативного влияния человеческого фактора.

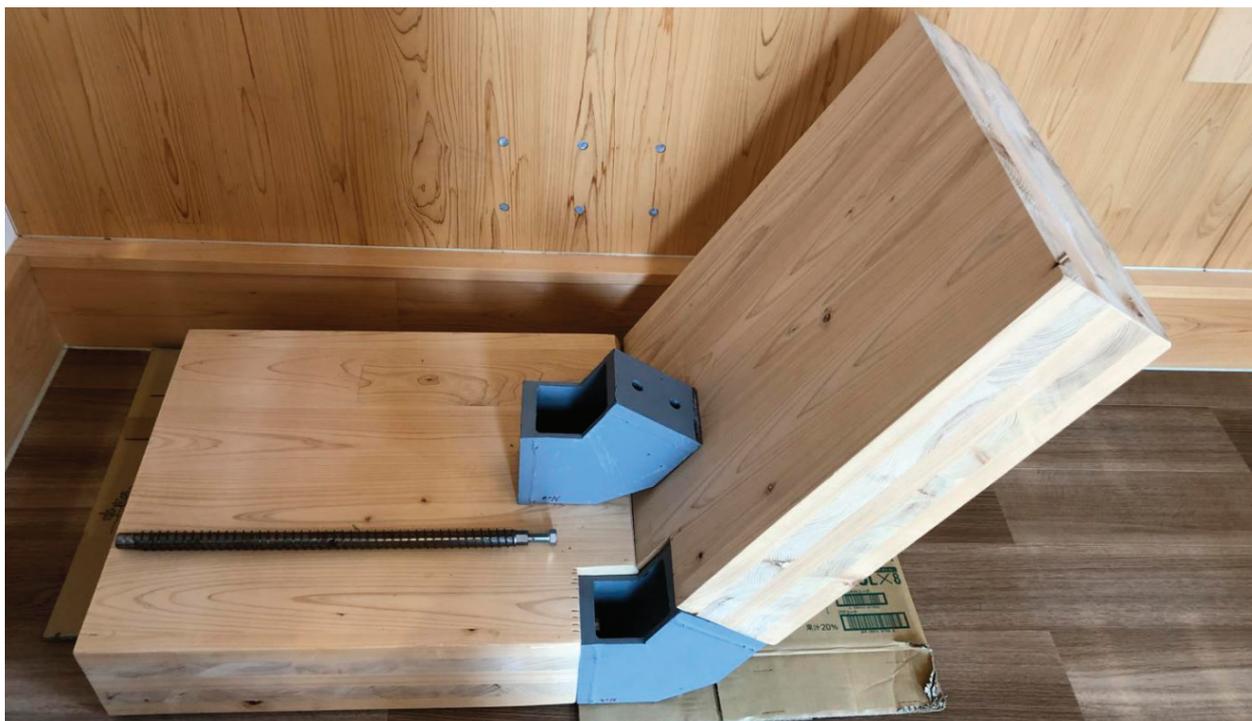


Рис. 1. Коннектор LSB

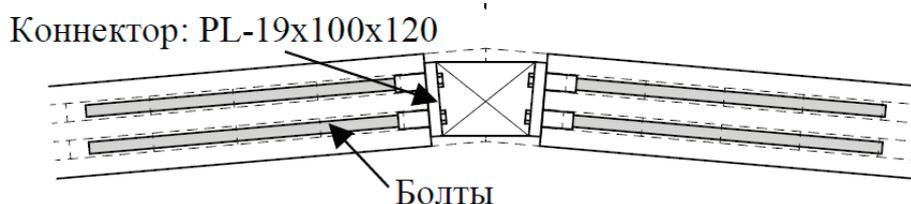


Рис. 2. Узловое соединение на коннекторы

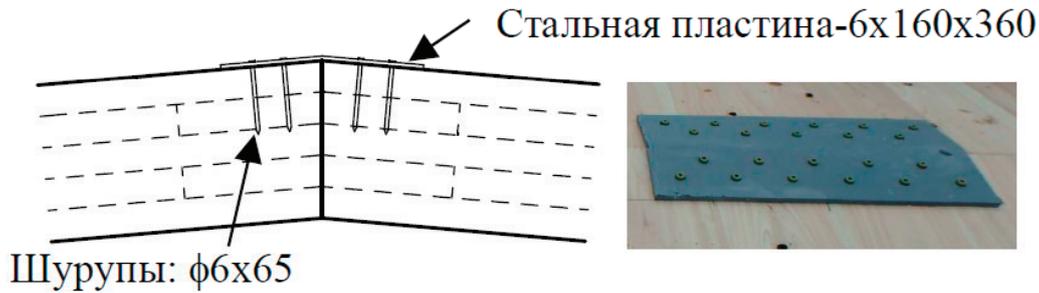


Рис. 3. Стальные пластины

Впервые такой тип соединения исследовали и применили японские конструкторы, при строительстве офиса лесной ассоциации в Наньо.

Согласно расчетам, соединение на коннекторы производилось с шагом 1 метр. Номинальный диаметр стержня составил 12 мм, размеры коннектора — 19x100x120. (Рис. 2) Помимо коннектора для предотвращения деформации сдвига использовались стальные пластины с размерами 6 x 160 x 360, рисунок 3. [2]

Соединение на коннекторы считается эффективным, поскольку болт, вкручиваясь в древесину, стягивает коннектор с ДПК панелью, создавая плотное примыкание деревянных элементов конструкции. Такое соединение предотвращает внеплоскостные перемещения. Расчет коннекторного соединения ведется по двум основным критериям:

1. Предел прочности на растяжение болта определяется по таблице 1 в ГОСТ Р 52627–2006. [3]
2. Согласно СП 64.13330.2017 расчетную несущую способность соединений, работающих на смятие древесины определяют по формуле:

$$T = R_{см\alpha} F_{см}, \tag{1}$$

где  $F_{см}$  — расчетная площадь смятия;

$R_{см\alpha}$  — расчетное сопротивление древесины смятию под углом  $\alpha$  к направлению волокон.

### Соединение типа шип-паз со стягиванием шурупами

Соединение шип-паз имеет широко применяется в деревянных конструкциях, поскольку оно предотвращает деформации сдвига в плоскости.

Впервые для соединения оболочечных конструкций из ДПК применили при строительстве выставочного зала на выставке Landesgartenschau, которая состоялась в Швебиш-Гмюнде в 2014 году.

Стягивание шурупами выполнялось в каждом примыкании шипа и паза, в перекрестном X-образном направлении, как показано на рисунке 4 (б), что обеспечивает жесткость соединения при внеплоскостных деформациях. [4]

Однако его применение требует тяжелый технологический процесс при производстве, многоугольные пластины нарезаются на станке ЧПУ, затем вручную фрезеруются пазы.

Расчет соединения производят по двум критериям: скалывание древесины, учитывающий плоскостные деформации и выдергивание самореза из древесины.

Согласно СП 64.13330.2017 [1] расчет прочности на скалывание древесины выполняется по формуле:

$$\frac{QS'_{бр}}{I_{бр} b_{рас}} \leq R_{ск}, \tag{2}$$

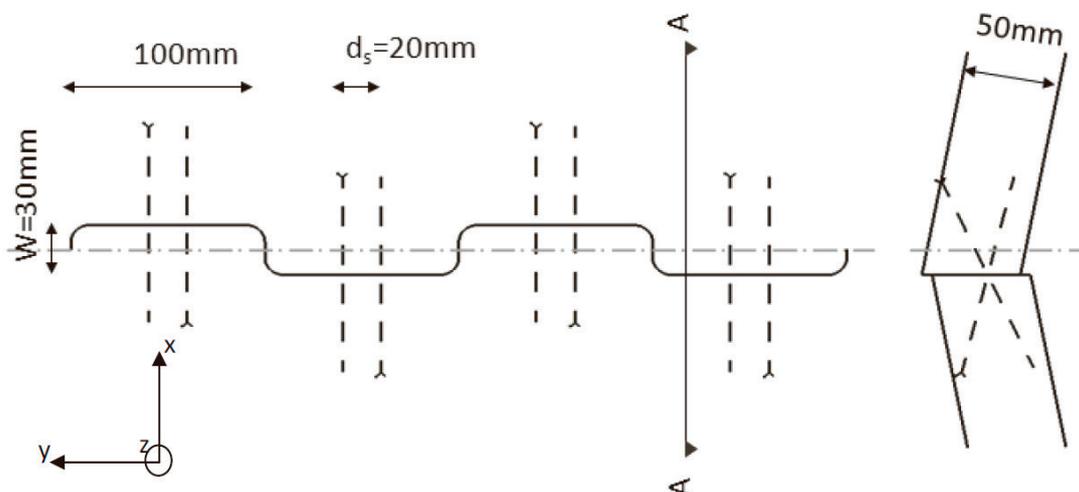


Рис. 4. а) Соединение шип паз со стягиванием шурупами; б) вид соединения сбоку

где  $Q$  — расчетная поперечная сила;

$S'_{бр}$  — статический момент брутто сдвигаемой части поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси;

$R_{ск}$  — момент инерции брутто поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси;

$b_{рас}$  — расчетная ширина сечения элемента;

$I_{бр}$  — расчетное сопротивление скалыванию при изгибе.

Для проверки соединения необходимо определять расчетную несущую способность на выдергивание одного шурупа согласно СП 64.13330.2017 по формуле:

$$T_{в.ш.} = R_{в.ш.} \pi d l_1 m_{дл} \Pi m_i, \quad (3)$$

где  $R_{в.ш.}$  — расчетное сопротивление выдергиванию шурупа на единицу поверхности соприкасания нарезной части шурупа с древесиной, которое следует принимать для воздушно-сухой древесины равным 1 МПа; расчетное сопротивление выдергиванию следует умножать в соответствующих случаях на коэффициенты, приведенные в 6.9 и таблице 4 СП 64.13330.2017;

$d$  — наружный диаметр нарезной части шурупа, м;

$l_1$  — длина нарезной части шурупа, сопротивляющаяся выдергиванию, м;

$m_{дл} \Pi m_i$  — в соответствии с п. 6.1 СП 64.13330.2017.

### Соединение на шурупах

Соединение с применением шурупов считается основным видом соединения ДПК панелей. Их популярность обусловлена легкодоступностью и простотой, помимо этого они способны выдерживать как усилия сдвига, так и растяжения, а также простотой использования на строительной площадке, такое ре-

шение возможно осуществить без предварительного сверления. Сортамент шурупов очень широк их изготавливают диаметром от 4 мм до 12 мм и длиной до 500 мм.

Для соединения цилиндрических оболочек рассматривалось узловое соединение как показано на рисунке 5. Шурупы вкручиваются перекрестно, проходя через центральный слой ДПК, с шагом 160мм, размер шурупа составил 0,8x140/80.

При выборе шурупа необходимо следовать ряду правил и выполнять расчеты по несущей способности:

1. Шурупы хорошо переносят изгиб без признаков разрушения, при изгибе в следующих пределах:

для D6мм — до 33°;

для D8мм — до 30°;

для D6мм — до 29°;

для D12мм — до 28°.

2. Расчетная несущая способность, при установке шурупа под углом  $90^\circ \geq \alpha \geq 45^\circ$  к направлению волокон:

$$F_z^\alpha = \frac{F_z}{\sin^2 \alpha + 3/4 \cos^2 \alpha}, \quad (4)$$

где  $F_z$  — несущая способность по резьбовой части шурупа:

$$F_z = \frac{K_B d_1 l_{ef}}{\gamma_M}, \quad (5)$$

где  $K_B \approx 5$  коэффициент сопротивления выдергиванию шурупа, Н/мм<sup>2</sup>;

$d_1$  — внешний диаметр по резьбовой части шурупа;

$l_{ef}$  — расчетная длина нарезной части шурупа, сопротивляющаяся выдергиванию, мм;

$\gamma_M = 1,3$  коэффициент надежности.

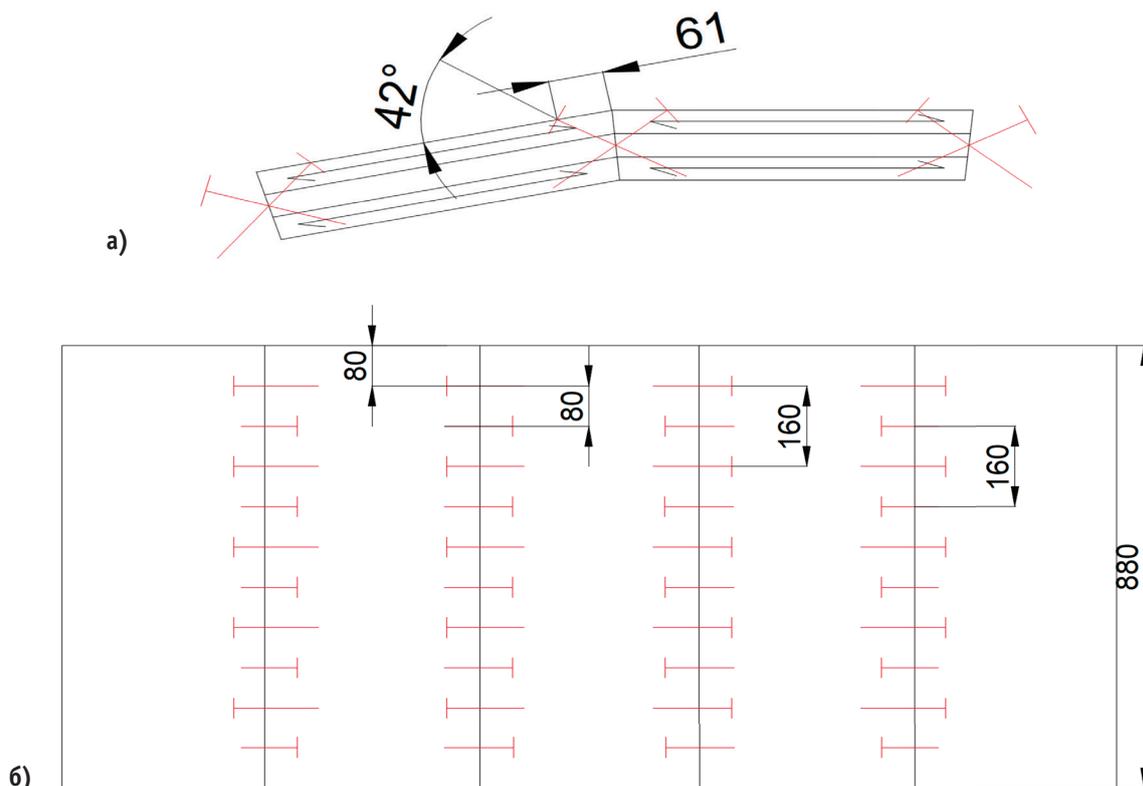


Рис. 5. Соединение цилиндрической оболочки из ДПК а) вид сбоку; б) вид сверху

Таблица 1. Минимальные расстояния между осями шурупов

	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_{1,CG}$	$a_{2,CG}$
При действии нагрузки поперек продольной оси шурупа устанавливаемые без предварительно рассверленных отверстий:					
• при прямой расстановке	$15d, \text{при } c \geq 10d$ $25d, \text{при } c = 4d$	$4d$	$4d$		
• при шахматной расстановке	$15d, \text{при } c \geq 10d$ $25d, \text{при } c = 4d$	$3d$	$4d$		
• при расстановки косыми рядами	$15d, \text{при } c \geq 10d$ $25d, \text{при } c = 4d$	$3d$	$4d$		
При действии нагрузки поперек продольной оси шурупа устанавливаемые в предварительно рассверленные отверстия при прямой и шахматной расстановке					
• при $B \geq 10d$	$7d$	$3.5d$	$3d$		
• при $B < 10d$	$7d$	$3.5d$	$3d$		
При действии нагрузки вдоль оси шурупа	$15d$	$5d$	$5d$		
Для соединений, показанных на рисунках 3 и 5	$7d$	$5d$		$10d$	$4d$

3. Согласно СП 64.13330.2017 и и СтАДД 3.0–11, расстояния между шурупами следует принимать не менее значений полученных по формулам таблицы 1.

Примечания:

1. Для промежуточных значений толщины «с», наименьшее расстояние следует определять по интерполяции.

2. Для элементов, которые не прошиваются шурупами насквозь, независимо от их толщины расстояние между осями шурупов следует принимать не менее  $15^\circ$ , за исключением оговоренных случаев.

3. Расстояние между шурупами вдоль волокон древесины в элементах из осины, ольхи, тополя и пихты следует увеличивать на 50% по сравнению с указанными.

4. Если в направлении волокон древесины расстояние между винтами и до торца деревянного элемента составляет не

менее  $25d$ , то расстояние до ненагруженной кромки поперек волокон может быть сокращено до  $3d$ .

### Заключение

При проектировании деревянных конструкций перед инженером-проектировщиком стоит ряд проблем, основной из которых является выбор и расчет узловых соединений. В данной статье рассмотрены варианты расчета трех вариантов узлового соединения: на коннекторах, соединение типа шип-паз со стягиванием шурупами, соединение на саморезах и шурупах. Первые два варианта требуют высокую заводскую готовность, а также сложные соединительные элементы, изготовленные под заказ. Соединение на саморезах оказалось более доступным и простым вариантом.

Литература:

- СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции 141 стр, <https://spdom.pro/uploads/news/sp64133302017drevkonstr-c61d6e2560.pdf?ysclid=lwqunhixql544945284> (Дата обращения 20.04.2024)
- «Link Element Arrangement for CLT Shells» 2022г 13 стр, <https://www.ingentaconnect.com/contentone/iass/piass/2022/00002022/00000008/art00028> (Дата обращения 20.04.2024)
- ГОСТ Р 52627–2006, 28 стр., <https://www.reglament.by/wp-content/uploads/docs/gost-r/gost-r-52627-2006.pdf?ysclid=lwquxpz9lm356883283> (Дата обращения 01.05.2024)
- «Segmental Timber Plate Shell for the Landesgartenschau Exhibition Hall in Schwäbisch Gmünd» 2015r, 19стр., [https://www.researchgate.net/publication/282511465\\_Segmental\\_Timber\\_Plate\\_Shell\\_for\\_the\\_Landesgartenschau\\_Exhibition\\_Hall\\_in\\_Schwabisch\\_Gmund-the\\_Application\\_of\\_Finger\\_Joints\\_in\\_Plate\\_Structures](https://www.researchgate.net/publication/282511465_Segmental_Timber_Plate_Shell_for_the_Landesgartenschau_Exhibition_Hall_in_Schwabisch_Gmund-the_Application_of_Finger_Joints_in_Plate_Structures)

## Влияние твердых пород на прочность материала бурового долота

Сабитова Эльвира Финатовна, студент магистратуры;  
Ковалев Александр Александрович, студент магистратуры;  
Пережогин Дмитрий Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, научный руководитель  
Уфимский университет науки и технологий

*При изготовлении буровых долот используют максимально износостойкое сырье, что обусловлено воздействием на инструмент в процессе бурения скважин осевых и ударных нагрузок, крутящего момента и давления со стороны химически активной промывочной жидкости. При бурении твердых пород важно грамотно подобрать тип и конструкцию инструмента. Статья рассказывает об особенностях выбора элементов для бурового оборудования в зависимости от разновидности разбуриваемой породы.*

**Ключевые слова:** горная порода, бурение, буровое долото, степень износостойкости, выход из строя, нагрузки.

Горнодобывающая промышленность обеспечивает нашу страну полезными ископаемыми и другими сырьевыми ресурсами. Бурение — ключевая рабочая процедура не только в промышленных сегментах, но и в геологоразведке. Основным инструментом для разрушения всех видов пород — буровые инструменты, в частности, все разновидности долота. Срок эксплуатации бурового долота напрямую связан с породами, на которых он используется. «Все породоразрушающие приспособления классифицируются по назначению, характеру воздействия на породу и конструктивным особенностям. Инструменты могут быть предназначены для выполнения специальных целей, либо для осуществления колонкового или сплошного бурения» [1]. Воздействие на породу может носить истирающе-режущий, режуще-скалывающий, дробяще-скалывающий или просто дробящий характер.

Конструктивные элементы бурового долота — корпус и непосредственно сама разрушающая породу деталь с алмазным, шарошечным или лопастным строением. Сфера применения лопастного долота ограничена мягкими горными породами с высокой пластичностью. Точные алмазные долота способны работать на высокой скорости, при этом бурение практически не искажает геометрию скважины. Область использования шарошечных долот достаточно широкая — этим инструментом бурят все виды пород, а возможность применения от 1 до 6 шарошек позволяет регулировать глубину и ширину бурения.

Конструктивные особенности корпуса шарошечных буровых долот обуславливают появление 2-х групп изделий: секционных и корпусных. Если говорить о способе воздействия шарошечных долот на породу, то инструменты включаются в класс дробящих и дробяще-скалывающих приспособлений. Отличительная черта буровых долот этого вида — минимальное скольжение зубьев во время шарошечного перекачивания по забою. Кроме того, скважина не подвергается фрезерующему воздействию периферийных зубьев. Типология оборудования обуславливает «введение следующей буквенной маркировки для дробящих инструментов:

- «Т»: долота этого типа используются при бурении твердых горных пород;
- «ТЗ»: хорошо бурят твердые абразивные породы;
- «ТК»: породы твердые, имеющие пропластки крепких;
- «ТКЗ»: область применения охватывает все твердые крепкие абразивные породы;

- «К»: крепкие породы;
- «ОК»: для бурения очень крепких пород.

Особенностью шарошечных буровых долот, работающих по дробяще-скалывающему принципу, является повышенное скольжение зубьев во время перекачивания по забою и стенкам скважины. Данные виды инструментов маркируют следующим образом:

- «М»: мягкие породы;
- «МЗ»: породы мягкие абразивные;
- «МС»: мягкие породы, имеющие пропластки средней твердости;
- «МСЗ»: мягкие абразивные со средне твердыми пропластками;
- «С»: средне твердые породы;
- «СЗ»: абразивные породы, твердость — средняя;
- «СТ»: породы средне твердые, пропластки — твердые» [2].

Характеристики горной породы обуславливают выбор долота с нужным типом фрезерованных зубьев шарошек. Для увеличения износостойкости деталей производят наплав, при этом состав подбирается довольно тщательно. Чаще всего речь идет о твердом сплаве, в котором присутствуют зерна вольфрамовых карбидов. В частности, такое наплавление есть на долотах типа «С», «М», «Т» и «МС» — всех вариациях инструмента, разрушающего малоабразивные породы. Нанесение наплавочного материала затрагивает все поверхности зубьев — бока, торцы и притупления. Помимо защиты долота, данная мера способна повысить скорость бурения за счет более длительного сохранения поверхности зубьев.

Специфика работы долота в забое обуславливает высокую нагрузку на инструмент: «диаметр шарошечного долота составляет от 46 до 508 мм, осевая нагрузка при этом достигает 40 кН и частота вращения колеблется в диапазоне 0,7–20 с<sup>-1</sup>. Учитывая значительную энергоемкость разрушения породы, к долоту требуется подведение мощности, превышающей 50 кВт. После прохождения через разные поверхности на рабочие элементы долота доходит высокое контактное напряжение, которое в опорах скольжения составляет от 30 до 40 Мпа, в опорах качения — от 4000 до 5000 Мпа» [3].

Экстремальные условия эксплуатации дополнены воздействием высоких температур, которые в стали долота способны спровоцировать вследствие термонапряжения зарождение первичных трещин и усталостных выкрашиваний. Использовать

смазку малоэффективно. Это объясняется тяжелыми энергетическими и гидродинамическими условиями забоя. Все перечисленные факторы в совокупности определяют невысокую устойчивость буровых долот и их повышенную степень износа. Стандартный срок службы инструмента составляет 20–300 часов, если бурение происходит на низких оборотах, 5–10 часов — при высокооборотной работе оборудования.

Эффективная работа бурового долота — это соответствие конструкции, типа и режима обработки инструмента породе, которую планируется разбуривать. Каждая горная порода обладает своим набором механических и физических характеристик, этот аспект необходимо принимать во внимание при выборе оборудования и рабочей технологии.

При работе на мягких и среднетвердых малоабразивных породах хорошо себя зарекомендовали шарошки, рабочая поверхность зубьев которых покрыта напылом из литого твердого сплава зернистой структуры. Для твердых пород эффективнее использовать шарошки, имеющие штыревое вооружение. К сожалению, универсального бурового долота до сих пор никто не разработал, поэтому под каждый вид буровых установок требуется своя разновидность инструмента, определенного типоразмера и конструкции.

К буровым долотам, особенно используемым на твердых горных породах, предъявляют ряд достаточно высоких требований:

- высокая степень надежности;
- хорошая производительность;
- способность реализации всей доступной мощности, которая подведена к забюю;
- возможность подстраивания под физико-механические параметры породы.

Выход из строя шарошечного бурового долота — это практически всегда износ опор или вооружения. Твердый сплав может начать выкрашиваться или опоры заклинить. Первый вариант обусловлен недостаточно качественной пайкой твердого сплава, второй может быть вызван засорением деталей, заводскими дефектами подшипников или излишней осевой нагрузкой. Всегда при выходе из строя вооружения долота специалисты констатируют неграмотный подбор инструмента, когда долото не соответствует породе бурения.

При анализе стойкости буровых долот используют 2 показателя:

- 1) устойчивость по вооружению;
- 2) устойчивость по опорам.

#### Литература:

1. Катанов, Б. А. Основные причины износа шарошечных долот и пути его снижения. Горные машины и автоматика, № 2–2003, С. 13–14.
2. Буровое оборудование: Справочник. Том 2: Буровой инструмент В. Ф. Абубакиров, Ю. Г. Буримов, А. Н. Гноевых и др. М.: Недра, 2018. — С. 144–145.
3. Катанов, Б. А. Новые направления совершенствования режущих буровых долот // Известия вузов. Горный журнал. № 4–2007, С. 43–44.

Штыревые долота оцениваются по критериям стойкости исключительно по качеству запрессовки штырей. Если данная операция выполнена плохо, наблюдается выпадение элементов на забюю, что приводит к разрушению инструмента без возможности восстановления его работоспособности. Когда штыри слишком туго запрессовываются, это тоже негативно сказывается на рабочем процессе — комбинирование остаточных напряжений и динамических нагрузок становится причиной поломки и общего снижения производительности бурового оборудования.

При использовании комбинированных шарошечных долот штыри и зубья разрушаются с разной скоростью, поэтому динамические перегрузки — основная причина выхода из строя данного вида инструмента. Но в силу того, что в комбинированных моделях собраны все плюсы зубчатых и штыревых долот, то общая их устойчивость выше, нежели у некомбинированных аналогов.

Внезапная поломка бурового инструментария связана с одной из следующих причин:

- ненадлежащая проверка долота до начала работы и спуск в забюю дефектного долота;
- чрезмерные нагрузки;
- передержка бурового долота в забюю.

Шарошки может заклинить прямо в забюю, при этом регистрируется прихват деталей на осях. Выход из строя долота можно определить по ряду признаков:

- 1) скважина перестала углубляться;
- 2) буровая колонна сильно вибрирует.

На практике чаще всего ломаются подшипники шарошек 3-шарошечных и колонковых буровых долот. Остановка в восприятии нагрузки со стороны забююного двигателя приводит к заклиниванию буровой колонны (в случае роторного бурения). Стоит заметить, что до момента поднятия наверх буровой колонны выход из строя долота обнаружить проблематично. Поэтому к грамотному выбору и контролю инструментов до начала работы стоит подходить особенно внимательно.

Подбор бурового оборудования обуславливает эффективность производимых манипуляций. Чем грамотнее организован процесс, тем выше производительность труда специалистов, опускающихся в забюю. Специфика данного рода деятельности требует использования качественного инструментария, подбор которого основывается на анализе основных характеристик разрабатываемой породы.

## Возобновляемые источники энергии в системах распределенной генерации

Успанова Данеля Маратована, студент магистратуры  
Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева (Казахстан)

*В условиях нарастающего интереса к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) на глобальном уровне в статье рассматривается перспектива внедрения распределенной генерации в Республике Казахстан. Также проведен анализ существующего опыта в мире.*

*Как и другие энергетические объекты, объекты распределенной генерации требуют рассмотрения вопроса о размещении для получения разрешений и согласований, необходимых для строительства и эксплуатации. Выбор оптимальных площадок для размещения объектов генерации — сложная задача, включающая множество экологических, экономических и социальных ограничений и факторов, связанных с существующими центральными электростанциями, подстанциями, линиями электропередачи и распределения, сетями энергосистемы и т.д. В статье описаны возникающие проблемы и комплексное решение технических вопросов интеграции распределенной генерации в распределительные сети в Казахстане.*

*Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, распределенная генерация, развитие.*

## Renewable energy sources in distributed generation systems

Uspanova Danela Maratovna, student master's degree  
Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev (Kazakhstan)

*In the context of growing interest in renewable energy sources (RES) at the global level, the article considers the prospect of implementation of distributed generation in the Republic of Kazakhstan. It also analyzes the existing experience in the world.*

*Like other energy facilities, distributed generation facilities require consideration of location for obtaining permits and approvals necessary for construction and operation. Selection of optimal sites for the location of generation facilities is a complex task, including many environmental, economic, and social constraints and factors related to existing central power plants, substations, transmission and distribution lines, power system networks, etc. The article describes emerging problems and complex solution of technical issues of integration of distributed generation into distribution networks in Kazakhstan.*

*Keywords: renewable energy sources, distributed generation, development.*

### Введение

На фоне глобальных усилий по борьбе с изменением климата, правительства и частный сектор активно инвестируют в развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Согласно отчетам Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), в последние годы доля ВИЭ в мировом производстве электроэнергии растет ускоренными темпами, в основном за счет снижения стоимости технологий и улучшения инфраструктуры для интеграции ВИЭ в существующие энергосети. Согласно их отчету в 2022 году произошел один из самых значительных ростов мощностей возобновляемой энергетики — в мире появилось почти 295 ГВт ВИЭ, что увеличило объем возобновляемой энергетики на 9,6% и обеспечило беспрецедентный вклад в 83% глобального прироста мощности, в основном за счет роста солнечной и ветровой энергетики и дальнейшего вывода из эксплуатации электростанций на ископаемом топливе в нескольких крупных странах [1].

ВИЭ становятся все более популярными благодаря своим экологическим и экономическим преимуществам. Этот рост интереса к ВИЭ стимулирует развитие новых технологий и методов их интеграции в энергосистему. Одним из таких методов является распределенная генерация, которая позволяет генерировать электроэнергию ближе к месту её потребления,

улучшая эффективность и надежность энергоснабжения. Благодаря этому РГ становится ключевым компонентом устойчивых и гибких энергосистем, обеспечивая более широкое применение ВИЭ.

### 1. Принципы распределенной генерации

Распределенная генерация (РГ), также районная/децентрализованная энергия, — это производство и хранение электроэнергии, осуществляемое различными небольшими устройствами, подключенными к сети или распределительной системе, называемыми распределенными энергетическими ресурсами (РЭР) [2].

Распределенная генерация может использоваться изолированно, обеспечивая локальный спрос потребителя, или интегрированно, поставляя энергию в остальную часть электрической системы (Рисунок 1).

Распределенная генерация может обеспечить преимущества как для потребителей, так и для коммунальных служб, особенно в местах, где центральная генерация невозможна или где есть недостатки в системе передачи.

Основными преимуществами, ожидаемыми от подключения РГ к электрической системе, являются:

— Снижение затрат на передачу электроэнергии за счет размещения генерации ближе к нагрузке.

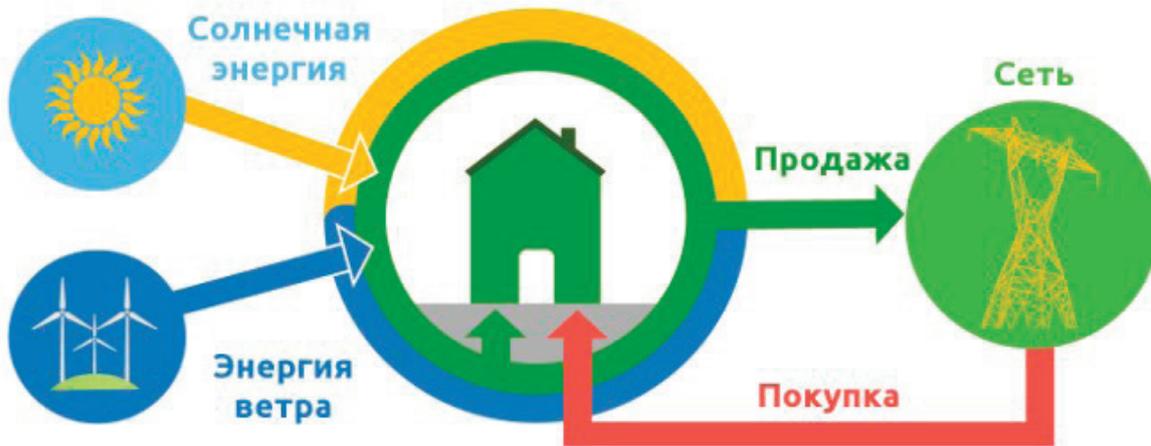


Рис. 1. Распределенная генерация

— Сокращение времени строительства и инвестиционных затрат на небольшие станции.

— Соответствие политике дерегулирования и конкуренции в отрасли.

Сложившиеся системы электроснабжения, как правило, опираются на централизованную генерацию на крупных электростанциях, которые часто находятся на некотором расстоянии от места потребления. Большая часть этой генерации обеспечивается станциями, работающими на ископаемом топливе, а электроэнергия транспортируется по линиям электропередач в «пассивные» распределительные сети, которые доставляют электроэнергию конечному потребителю. Оптимальное распределение РГ можно рассматривать как оптимальную компенсацию активной мощности, подобно распределению конденсаторов для компенсации реактивной мощности.

В данной ситуации внедрение районной/децентрализованной энергией является большой возможностью для Казахстана.

## 2. Анализ потенциала возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Казахстане

В Казахстане имеется значительный потенциал для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в различных регионах страны. Солнечный потенциал (>800 МВт) особенно высок в южных и юго-восточных регионах, таких как Южно-Казахстанская и Алматинская области, где среднее количество солнечных часов в году составляет более 2500 часов [3]. Особенно перспективными являются районы вокруг городов Шымкент, Тараз и Алматы. Этот регион также характеризуется низкими облачными покровами, что способствует более эффективному использованию солнечной энергии.

Ветровой (>300 МВт) потенциал преобладает в северных и западных регионах Казахстана, особенно в областях Актюбинская, Атырауская и Мангистауская. Здесь средние скорости ветра достигают 5–6 м/с на высоте в 50 метров, что делает эти регионы подходящими для развертывания ветряных электростанций. Также следует отметить, что ветровой потенциал может быть значительным в районах Каспийского моря

и в степных районах, где скорость ветра может превышать 7 м/с [3].

Исследование тенденций развития ВИЭ в Казахстане свидетельствует о растущем интересе к этому направлению в последние годы. Страна активно инвестирует в развитие солнечной и ветровой энергетики, осознавая их ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности и устойчивого развития. Например, правительство Казахстана утвердило стратегический план по развитию ВИЭ, который предусматривает значительное увеличение доли ВИЭ в энергобалансе страны к 2050 году [4].

Этот стратегический подход позволяет стране диверсифицировать свою энергетическую систему, снижая зависимость от традиционных источников энергии, таких как уголь и газ. Кроме того, развитие ВИЭ способствует сокращению выбросов парниковых газов и других загрязнений в атмосферу, что в свою очередь способствует улучшению экологической ситуации в стране.

## 3. Практические примеры и перспективы развития ВИЭ в системах распределенной генерации

На территории Казахстана реализованы ряд успешных проектов интеграции ВИЭ в распределенные системы генерации. Некоторые из них включают:

### 1. Зеленые крыши с солнечными панелями:

— В городах Алматы и Нур-Султан (Астана) успешно реализованы проекты установки солнечных панелей на крышах зданий. Эти системы не только обеспечивают энергией сами здания, но и подают избыток электроэнергии в местные сети.

### 2. Солнечные и ветровые парки в отдаленных регионах:

— В различных отдаленных районах, таких как Кызылординская и Мангистауская области, строятся солнечные и ветровые электростанции. Эти проекты способствуют снижению зависимости от централизованных энергосистем и обеспечивают устойчивое энергоснабжение в местных сообществах.

### 3. Проект «Солнечная столица» [5]:

— В рамках данного проекта в Алматы и Нур-Султане развивается солнечная энергетика как часть стратегии по сни-

жению выбросов углерода и содействию устойчивому развитию городов.

Эти успешные проекты демонстрируют потенциал ВИЭ для укрепления энергетической независимости и устойчивого развития Казахстана. Они также подчеркивают растущее внимание к внедрению ВИЭ в РГ на местном уровне.

Для обеспечения устойчивого и энергетически эффективного развития Казахстана следует уделить внимание следующим прогнозам и рекомендациям по развитию и расширению использования ВИЭ:

#### 1. Диверсификация источников энергии:

— Прогнозы свидетельствуют о росте потребления энергии в стране, поэтому диверсификация источников энергии, включая солнечную, ветровую, гидроэнергетику и другие ВИЭ, поможет сократить зависимость от традиционных источников и обеспечить устойчивость энергетической системы.

#### 2. Стимулирование инвестиций в ВИЭ:

— Рекомендуются продолжить развитие стимулирующих мер, таких как налоговые льготы и государственные субсидии для инвесторов в области ВИЭ. Это поможет привлечь частные инвестиции и ускорить развертывание ВИЭ в стране.

#### 3. Улучшение инфраструктуры и сетевых возможностей:

— Для эффективной интеграции ВИЭ необходимо модернизировать существующую энергетическую инфраструктуру и развивать сетевые возможности для передачи и распределения энергии из ВИЭ. Инвестиции в сетевую инфраструктуру помогут преодолеть технические препятствия и обеспечить надежное подключение ВИЭ к сети.

#### 4. Обучение и подготовка кадров:

— Важно инвестировать в обучение и подготовку квалифицированных кадров в области ВИЭ.

#### 5. Поддержка научных исследований и разработок:

— Продолжение научных исследований и разработок в области ВИЭ поможет совершенствовать технологии, снижать стоимость производства и повышать эффективность ВИЭ.

Принятие этих прогнозов и реализация рекомендаций помогут Казахстану добиться устойчивого и энергетически эффективного развития, укрепить его позиции на мировом рынке энергетики и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

### 4. Интеграция ВИЭ в распределенные системы генерации Казахстана

Интеграция ВИЭ в системы распределенной генерации (РГ) в Казахстане включает в себя несколько этапов и соображений, характерных для уникального энергетического ландшафта и политической среды страны:

1. Оценка возобновляемых ресурсов: Казахстан обладает значительным потенциалом возобновляемых источников

энергии, особенно солнечной и ветровой. Детальная оценка и картирование этих ресурсов имеют решающее значение для определения оптимальных мест для установки ВИЭ.

2. Развитие вспомогательной инфраструктуры: Важное значение имеет создание и модернизация инфраструктуры для поддержки ВИЭ модернизация энергосистемы для работы с РГ и интеграция современных систем учета. Это включает в себя инвестиции в технологии «умных сетей» для эффективного управления переменными энергопоступлениями.

3. Внедрение накопителей энергии: Учитывая непостоянство солнечной и ветровой энергии, внедрение решений по хранению энергии, таких как аккумуляторные системы, жизненно важно для баланса спроса и предложения, обеспечивая стабильное и надежное энергоснабжение.

4. Политика и нормативно-правовая база: Казахстан добился успехов в создании благоприятной нормативно-правовой базы для ВИЭ, включая льготные тарифы и аукционы для проектов по возобновляемым источникам энергии. Дальнейшее совершенствование этой политики, а также оптимизация процессов выдачи разрешений и стандартов подключения к сетям будут способствовать интеграции ВИЭ в системы РГ.

Сосредоточив внимание на этих направлениях, Казахстан сможет эффективно интегрировать возобновляемые источники энергии в системы распределенной генерации, повышая энергетическую безопасность, сокращая выбросы парниковых газов и способствуя устойчивому развитию.

### Заключение

В заключении статьи можно подвести основные выводы и перспективы развития данной области. Казахстан обладает значительным потенциалом возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, особенно в отдаленных регионах. Этот потенциал можно успешно использовать для устойчивого и энергетически эффективного развития страны. В стране уже реализованы успешные проекты интеграции ВИЭ в распределенные системы генерации, что демонстрирует возможности и перспективы данной области. Эти проекты не только способствуют диверсификации энергетического сектора, но и улучшают качество жизни местных сообществ.

Для дальнейшего развития ВИЭ в системах РГ необходимо разработать и реализовать стратегические меры, такие как стимулирование инвестиций, совершенствование законодательства, модернизация инфраструктуры и подготовка кадров.

В целом, интеграция возобновляемых источников энергии в системы распределенной генерации в Казахстане является важным элементом его энергетической стратегии, способствующим устойчивому развитию страны и созданию благоприятных условий для экономического и экологического роста.

### Литература:

1. IRENA (2023), Renewable capacity statistics 2023, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
2. Hansen, C. J. An economic evaluation of small-scale distributed electricity generation technologies / C. J. Hansen, J. Bower. — Текст: непосредственный // Oxford Institute for Energy Studies & Dept. of Geography. — 2004. — № . — С. 59.

3. Лалджебаев, М. Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии: потенциал, использование, перспективы и барьеры / М. Лалджебаев, Р. Исаев, А. Саухимов. — Текст: непосредственный // — Бишкек: УЦА, 2022. — С. Доклад 71.
4. Стратегии и программы — официальный сайт Президента Республики Казахстан. — Текст: электронный // Официальный сайт Президента Республики Казахстан: [сайт]. — URL: [https://www.akorda.kz/ru/official\\_documents/strategies\\_and\\_programs](https://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs) (дата обращения: 01.05.2024).
5. Астана — столица Казахстана: специальные проекты. — Текст: электронный // Портал «История Казахстана» — всё о Казахстане: [сайт]. — URL: <https://e-history.kz/ru/projects/show/23500> (дата обращения: 01.05.2024).

## Проектирование функциональной схемы метеостанции с беспроводным интерфейсом для интеграции в систему домашней автоматизации

Фролов Богдан Владимирович, студент

Научный руководитель: Амелина Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент

Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

*В статье целью исследования является предложение метеостанции с беспроводным интерфейсом. Актуальность исследования обусловлена тем, что существующие полезные устройства и технические решения, предназначенные для измерения и индикации параметров микроклимата, не имеют интерфейсов микропроцессорных взаимодействий, в результате чего обладают низкой степенью интеграции в системы домашней автоматизации и, как следствие, не отвечают современным требованиям к устройствам промышленной электроники. Решением данной проблемы является проектирование метеостанции с беспроводным интерфейсом.*

**Ключевые слова:** метеостанция, беспроводной интерфейс Bluetooth, системы домашней автоматизации, полезное устройство, микроконтроллер.

На данном уровне научно-технического прогресса мировым сообществом повсеместно используются различные полезные устройства и технические решения для автоматизации тех или иных видов деятельности. Так, например, на экономических субъектах промышленной направленности автоматизируются средства и методы решения производственных задач в рамках единого технологического цикла. Подобным образом производится повсеместная автоматизация работы различных бытовых приборов.

На данный момент многие современные устройства проектируются согласно принципам домашней автоматизации, в рамках чего бытовые приборы обязательно должны обладать тем или иным интерфейсом микропроцессорных взаимодействий, чтобы обеспечивалась их упрощенная интеграция в полноценную систему. Актуальность следования данным принципам при проектировании бытовых устройств обусловлена тем, что разнотипные приборы могут дополнять функционал друг друга при интеграции в единую систему автоматизации. Например, устройства мониторинга и контроля параметров микроклимата в помещениях могут дополнять систему отопления в доме, обеспечивая комплексный подход к управлению нагревателями (и/или потоками теплоносителей в контурах теплого пола).

Метеостанция является одним из полезных устройств промышленной электроники, функциональность которых заключается в мониторинге параметров микроклимата (к основным параметрам можно отнести температуру, влажность и атмосферное давление). Целью настоящего исследования является предложение метеостанции с беспроводным интерфейсом для

возможности упрощенной интеграции в системы домашней автоматизации. Актуальность исследования обусловлена тем, что существующие полезные устройства и технические решения не могут в полной мере обеспечить упрощенную интеграцию в системы домашней автоматизации (или имеют высокую стоимость при наличии данных функций). Одним из очевидных решений обозначенной проблемы является проектирование простой метеостанции с беспроводным интерфейсом (например, Bluetooth, как наиболее распространённый в системах домашней автоматизации).

Предлагаемое устройство должно реализовывать следующие функции:

1. Измерение температуры в диапазоне от  $-30$  до  $+45$  °С.
2. Измерение относительной влажности в диапазоне от 0 до 100%.
3. Измерение атмосферного давления в диапазоне от 300 до 1100 hPa.
4. Обеспечение визуализации результатов измерений с помощью индикатора буквенно-цифровой информации.
5. Обеспечение беспроводной передачи данных (Bluetooth).

Функциональная схема предлагаемого устройства, удовлетворяющего обозначенных техническим и функциональным характеристикам, представлена на рис. 1. Основу работы устройства составляет микроконтроллер семейства AVR [1].

Основные элементы устройства представлены:

1. Датчиком влажности и температуры, необходимым для выполнения требований (1) и (2). В качестве датчика предполагается использование модуля DHT-22, информационный обмен

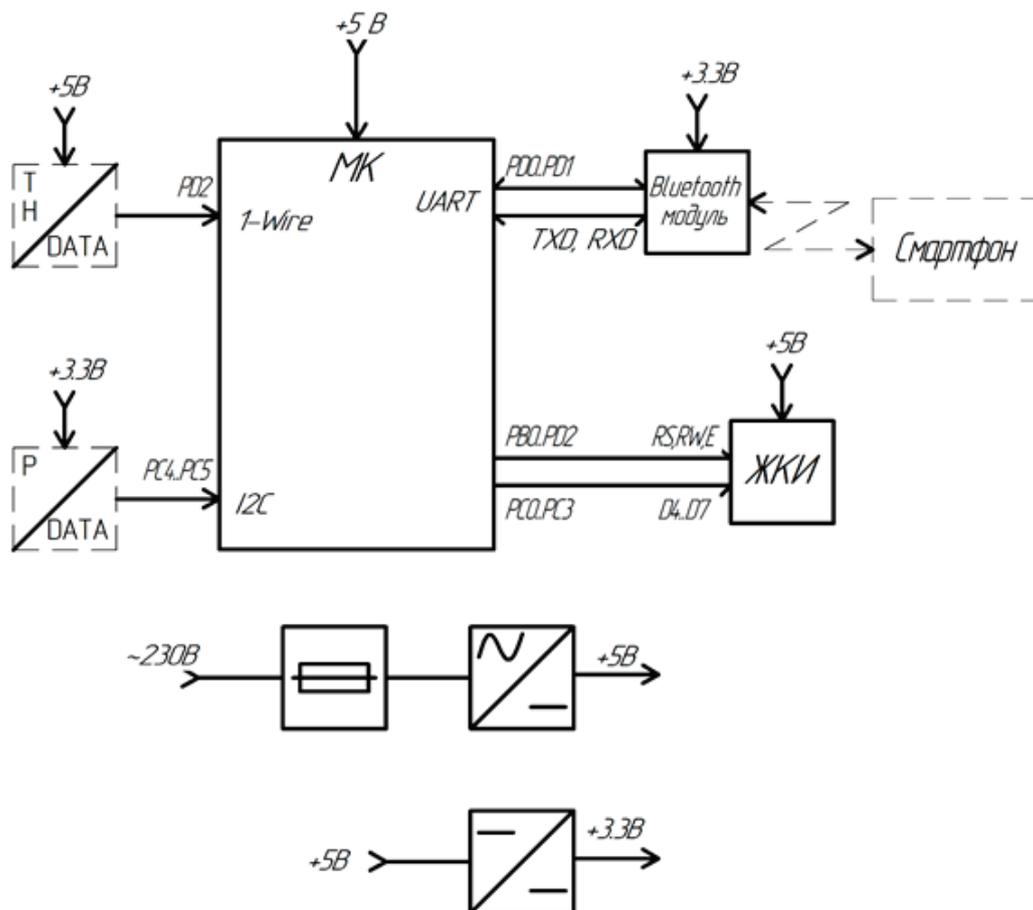


Рис. 1. Функциональная схема метеостанции с беспроводным интерфейсом

с которым осуществляется по последовательному интерфейсу микропроцессорных взаимодействий 1-Wire.

2. Датчиком для измерения атмосферного давления, удовлетворяющего требованию (3), связь с которым организуется с использованием последовательного интерфейса I2C.

3. Текстовым ЖКИ для визуального предоставления результатов измерений в виде буквенно-цифровой информации (требование 4), управление реализуется с использованием 4-битной шины данных.

4. Bluetooth-модуль [2], необходимый для выполнения требования (5). При этом возможно подключение как смартфона (один из наиболее распространённых в настоящее время электронных устройств), так и системы домашней автоматизации. Модуль представляет собой преобразователь интерфейсов: из

последовательного интерфейса UART в беспроводной интерфейс Bluetooth и обратно.

5. Цепь питания, представляющая собой цепочку AC/DC преобразователя для получения напряжения постоянного тока +5 В (питание микроконтроллера, ЖКИ и датчика влажности и температуры) при использовании в качестве источника питания сетевого напряжения 230 В, а также DC/DC преобразователя — понижение постоянного напряжения +5 В в напряжение +3,3 В (питание Bluetooth-модуля и датчика атмосферного давления).

Таким образом, была предложена метеостанция с беспроводным интерфейсом, представленная соответствующей функциональной схемой, на которой отражены особенности интерфейсов взаимодействий и организация цепи питания.

Литература:

1. Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс.— М.: изд. Додэка-XXI, 2010.— 296 с.
2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Беспроводные сети. 5-е изд.— М.: Техносфера, 2016.— 323 с: ил.

## Повышение сейсмостойкости зданий и сооружений при проектировании

Цечоев Адам Тимурович, студент магистратуры  
Научный руководитель: Шеховцов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье автор исследует варианты увеличения сейсмостойкости зданий и сооружений.*

**Ключевые слова:** землетрясения, сейсмостойкость, системы сейсмоизоляции.

Более двадцати процентов площади территории Российской Федерации относятся к районам с сейсмической опасностью — это районы в пределах которых могут произойти землетрясения. Землетрясения могут возникнуть из-за взрыва, деятельности вулкана и т.д. Для инженеров наибольшую проблему представляют землетрясения тектонического происхождения. При проектировании в этих районах к проектированию и строительству предъявляют особые требования, которые усложняют работу как проектировщикам, так и строителям. Сложность возрастает не только из-за увеличения объемов работ, но и благодаря ужесточенным требованиям к проектированию зданий и сооружений, которые приведены в [1]. Одна из основных задач инженера при проектировании зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах — обеспечение необходимого уровня сейсмостойкости. Соблюдение требований [1] приводит к огромным затратам, что серьезно влияет на экономическую сторону. Уменьшить расходы на строительство зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах могут специально разработанные решения, уменьшающие воздействие сейсмических нагрузок на здание либо увеличивающие сейсмостойкость здания без увеличения экономической составляющей.

Решения по увеличению сейсмостойкости довольно разнообразны, и они становятся все экономичнее и надежнее. Самыми простыми и действенными решениями, которые оказывают немалое влияние на сейсмостойкость здания являются рекомендациям [1]. Они позволяют на самых ранних стадиях увеличить сейсмостойкость здания без серьезных затрат:

- обеспечить равномерное распределение масс, нагрузок на перекрытие и жесткостей конструкций путем разработки симметричных конструктивных и объемно-планировочных решений;
- обеспечить снижение сейсмических нагрузок путем применения наиболее подходящих материалов, конструктивных схем и конструкций, а также специальных систем по снижению сейсмического воздействия на конструкции здания, такие как сейсмоизолирующие, динамического демпфирования и других;
- принимать конструктивные решения, которые снизят риск прогрессирующего обрушения всего здания или сооружения, либо его части и даст ему живучесть при действии сейсмических нагрузок;
- стыки конструкций должны располагаться в зонах, в которых не возникают максимальные усилия;
- обеспечить однородность, монолитность и непрерывность конструкций и их стыков.

Соблюдение приведенных требований и рекомендаций [1] позволяют облегчить работу над объектом на всех последующих его этапах.

Немаловажным является и подбор материала несущих конструкций. Важно, чтобы прочность материала при повторных нагрузках, выносливость, динамическая и ударная прочность и т.д. были достаточными. Развитие методов повышения сейсмостойкости здания позволяют подобрать такой материал несущих конструкций, который позволит сохранить габариты сечений конструкций здания оптимальными, но при этом повысить их сейсмостойкость. Одним из таких материалов, который применяют для восстановления несущих конструкций, является сейсмостойкий мелкозернистый бетон. Автор работы [2] проводит экспериментальные исследования физико-механических свойств мелкозернистых бетонов и его выносливости. Данный бетон с применением добавки ПАВ позволяет повысить эксплуатационные свойства, что дает возможность использовать его в качестве материала для ремонта. Также в работе [2] рассмотрены плюсы расширяющегося и безусадочного цемента. Развитие науки материалов позволяет находить наиболее эффективные материалы для несущих конструкций зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах, что позволит увеличить сейсмостойкость здания без больших затрат.

Климат Земли меняется с невиданной ранее скоростью. Повышение средней температуры на Земле влияет не только на ее поверхность, но и на количество происходящих землетрясений и извержений вулканов. Начиная с 2017 года количество землетрясений растет экспоненциально. Контролировать природные процессы, учитывая возможности и развитие технологий человечества, можно считать невозможным, но снизить их воздействие на здания и сооружение вполне. Обеспечить снижение воздействия сейсмических нагрузок позволяют сейсмоизолирующие решения.

Современное строительство с каждым годом предоставляет новые решения по сейсмоизоляции и модернизирует старые. Данные решения позволяют снизить воздействие сейсмических нагрузок на здание и помочь в обеспечении сейсмостойкости, и что немаловажно снизить экономические и ресурсные затраты при строительстве. Свое начало сейсмоизолирующие решения берут в начале двадцатого века, а их активное использование началось только в 70–80 годах.

На данный момент, согласно [3], существуют 4 способа активной сейсмозащиты зданий и сооружений:

- сейсмоизоляция;
- системы, которые повышают диссипацию энергии;
- адаптивные системы;
- системы, предназначенные для гашения колебаний.

Сейсмоизоляция подразумевает принцип «отсоединения» конструкций фундамента от надфундаментных. Данное ре-

шение позволяет снизить уровень собственных частот конструкций, располагаемых над фундаментом. Особенностью сейсмоизоляционных решений является их вариативность, возможность монтажа и экономичность. Данное решение является одним из самых распространенных. Наиболее распространенными принято считать следующие решения:

- кинематические;
- гибкий нулевой этаж;
- скользящие и подвесные опоры зданий.

Несмотря на вариативность решений, принцип их работы одинаков: фундамент представлен из двух частей. Первая часть фундамента устраивается непосредственно на грунт основания и над ним выполняется вторая часть, которая выполняет функцию фундамента здания. Между двумя фундаментами выполняется установка систем сейсмоизоляции, которая поглощает часть внешних колебаний.

Системы, повышающие диссипацию энергии или системы с повышенным демпфированием, представляют из себя конструкции с дополнительно введенным специальным элементом, либо не одним, для увеличения рассеивания энергии. Данный метод позволяет снизить инерционные нагрузки на здание. Наиболее известным устройством является инерционный демпфер. Это устройство предназначено для понижения амплитуды колебаний здания в тех случаях, когда собственное затухание системы происходит слишком медленно и есть риск увеличения амплитуды колебаний до опасных резонансных явлений. Такие устройства применены в небоскребе Тайбей 101, Московский Монумент Победы и т.д.

Одним из наименее востребованных решений по сейсмозащите зданий и сооружений является адаптивная система. Она представлена в виде специальных конструкций в самом здании, которые способны менять динамические характеристики конструкций и их частоты. Адаптивные системы не позволяют собственным частотам здания или сооружения достигнуть

уровня частот землетрясения, препятствуя резонансу и разрушению.

Такие здания могут быть представлены в виде выключающихся и включающихся связей.

Принцип работы связей следующий: если выключающиеся связи при землетрясении разрушаются, делая конструкцию менее жесткой, что приводит к уменьшению собственных частот здания, то включающие связи не включаются в работу здания или сооружения до тех пор, пока не начнется землетрясение и их не «призовут». Их включение происходит в определенный момент, когда перемещения конструкции доходят до заданных значений.

Системы, предназначенные для гашения колебаний, не нашли применение в строительстве. В этих системах главную роль выполняют конструкции, в которых предусмотрено устройство гасителей. Суть системы заключается в том, что конструкция с гасителем имеет собственную частоту равную частоте внешнего воздействия. В результате чего происходит колебание только одной системы.

Проблемой этой системы является ее сложность. Масса этой системы должна быть соизмерима с массой здания, что приводит к огромным затратам, и ее настройки исходя из здания и внешних воздействий.

Системы сейсмозащиты и повышения сейсмостойкости зданий и сооружений хоть и является перспективным направлением в строительстве в сейсмически опасных районах, но их применение не решает все проблемы проектирования и возведения конструкций. Одни из главных проблем — их стоимость и внедрение. Данные системы не позволяют выдержать желаемые планировочные решения и к тому же являются трудно возводимыми, что в свою очередь повышает стоимость работ.

Данное направление при всех своих минусах является единственным эффективным решением для особо ответственных и уникальных объектов.

#### Литература:

1. СП 14.13330.2018 — Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7–81\*.
2. Мажиев, Х. Н. Материалы и конструкции для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений (системный подход): специальность 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Мажиев Хасан Нажоевич; ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет». — Махачкала, 2011. — 46 с. — Текст: непосредственный.
3. Тарасов В. А., Барановский М. Ю., Редькин А. В., Соколов Е. А., Степанов А. С. Системы сейсмоизоляции // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016 г. № 4 (43). С. 117–140.

## Анализ принципа работы сейсмоизолирующих решений и определение перечня требований к их разработке

Цечоев Адам Тимурович, студент магистратуры

Научный руководитель: Шеховцов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье рассматриваются принципы работы систем сейсмоизоляции и перечень требований к таким системам.*

**Ключевые слова:** сейсмостойкость, сейсмоизоляция, системы сейсмоизоляции.

Объем проектирования и строительства зданий и сооружений в сейсмически опасных районах с каждым годом только возрастает, в результате чего требуется усовершенствование имеющихся и создание новых способов, методов и средств обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений в этих регионах. Несмотря на то, что данное направление инженерии с каждым годом шагает вперед, она все еще остается глобальной проблемой и ее решение усложняется рядом факторов, таких как объем и стоимость работ, жесткие конструктивные требования к конструкциям зданий и сооружений, и требования к выполнению поверочных расчетов. Вышеперечисленные нюансы при проектировании зданий и сооружений хоть и являются жесткими и оправданными, они все же вызывают ряд вопросов, что ставит под сомнение рациональность и актуальность некоторых требований.

Соблюдение требований [1] делают работы по проектированию и строительству достаточно трудоемкими и ресурсозатратными. Особенности проектирования и строительства зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах привели инженеров к разработке более экономичных и не менее действенных решений. Одним из таких решений является сейсмоизоляция зданий и сооружений.

Сейсмоизоляция зданий и сооружений представляет собой ряд мероприятий, снижающих воздействие сейсмического влияния на конструкции здания и сооружения. Если традиционные решения были основаны на повышении несущей способности конструкций благодаря увеличению их размеров и прочностных характеристик, то решения по сейсмоизоляции направлены на ослабление связи конструкций здания с основанием, что приводило бы к снижению воздействия сейсмических явлений, требуемой сейсмостойкости и трудоемкости работ.

Разрабатываемые решения по сейсмоизоляции должны быть экономически выгодными. Одна из задач конструкций сейсмоизоляции — оптимизация стоимости строительства здания с соблюдением его сейсмостойкости.

Достичь необходимого эффекта от сейсмоизоляции можно при применении данных решений в уровне сопряжения с основанием. Следовательно, все будущие разработанные решения будут связаны с конструкциями фундаментов зданий и сооружений.

Самым первым используемым решением был «гибкий этаж». В 30-х годах прошлого века данное решение позволяло возводить здания в районах с сейсмическим воздействием на здания и сооружения небольшой интенсивности и пользовалось популярностью во всем мире, так как не требовало специальных мероприятий по возведению.

Идея «гибкого этажа» заключалась в том, что реакция здания с более гибкой конструктивной схемой на сейсмическое воздействие ниже, чем у здания с жесткой конструктивной схемой.

Согласно [2] одним из направлений «гибкого этажа» является резинометаллическая опора, которая устраивается между фундаментом и конструкциями здания. Опора имеет слоистую структуру и состоит из попеременно чередующихся стальных листов и неопрена. Вопрос с чрезмерной осадкой решается путем выполнения ее жесткой в вертикальной плоскости. А для ее подвижности в боковом направлении — уменьшают жесткость в горизонтальной плоскости. Данные опоры должны обладать достаточной прочностью на сжатие, растяжение и кручение. Это обеспечивается путем введения в тело опоры слоев неопрена.

Резинометаллические опоры необходимо располагать строго под колоннами надземной части либо в местах пересечения несущих стен. Сами опоры могут быть выполнены на отдельных фундаментах, при отсутствии подземного этажа.

Развитием данных опор являлось решение по заложению в них поглотителя колебаний в виде цилиндрического свинцового сердечника.

В инженерном обществе закрепилось мнение, что данное решение является самым экономичным в списке сейсмоизолирующих.

Одним из первых решений, принятых для массового применения на территории постсоветского пространства, согласно [3], — кинематические фундаменты.

Конструкция кинематического фундамента выполнена в виде подвижного элемента. Пята фундамента выполнена сферической, которая опирается на плоскую плиту или твердое основание. Подвижность в горизонтальной плоскости обеспечивается за счет шарнирного соединения с надфундаментной частью в виде связующего анкера и плоской стальной пластины.

Данное решение по соединению конструкций фундаментов с надфундаментными позволяет ограничить перемещения, так как анкер увеличивает сопротивление повороту кинематического фундамента.

Горизонтальную жесткость кинематического фундамента определяет гравитационная сила, которая удерживает фундамент в состоянии равновесия. Сама сила зависит от веса надфундаментной части, высоты фундамента и радиуса кривизны пяты. В свою очередь габариты самого фундамента зависят от действующих нагрузок, характеристик материалов и сейсмического воздействия.

Проведенные исследования кинематического фундамента на территории бывшего Советского Союза говорят о правильности решения и направления мысли инженеров. Данный фундамент позволяет значительно снизить интенсивность сейсмического воздействия на здание и уменьшить расходы ресурсов на определенные типы зданий, что требует уточнения.

Авторы работы [4] Куловы предлагают следующее решение сейсмоизоляции здания. Фундаментная плита разделяется на две части: нижняя и верхняя. Между плитами выполняются конструктивный зазор и ячейки. В ячейках располагаются металлические шары. Находясь в этих ячейках, шары имеют возможность свободно прокатываться в любом направлении горизонтальной плоскости, что позволяет устранить сейсмические воздействия на здание. Основанию буквально не за что «зацепиться».

Выше рассмотрена лишь малая часть имеющихся на данный момент решений по сейсмоизоляции зданий и сооружений, но

они ясно и детально показывают на какие вопросы должны отвечать разрабатываемые решения. основополагающими вопросами при разработке решения являются эффективность метода, возможность расчета, экономичность и возможность восстановления после повреждения. Необходимо соблюдать баланс между указанными характеристиками.

В настоящее время, из-за развития динамики землетрясений, имеющиеся нормативные требования и конструктивные решения требуют детальной проработки. На данный момент разработано свыше тысячи сейсмоизолирующих решений, которые удовлетворяют многим требованиям, что позволяет подобрать оптимальные решения по конструктивным решениям и трудоемкости при строительстве. Несмотря на количество решений, лишь небольшое количество может похвастаться учетом хотя бы 75% из вышеперечисленных требований.

Для совершенствования имеющихся решений необходимо проведение исследований и испытаний.

#### Литература:

1. СП 14.13330.2018 — Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*.
2. Чигринская Л. С. Сейсмостойкость зданий и сооружений. Учебное пособие для студентов специальностей 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и 270105 «Городское строительство и хозяйство». Изд-во АГТА. 2009. 34 стр.
3. Черепинский Ю. Д. Сейсмоизоляция зданий. Строительство на кинематических фундаментах. Изд-во «Blue Apple», Москва, 2009 г. 7–13 стр.
4. Кулов Р. П., Кулов А. Р. Сейсмостойкое здание: патент на изобретение 2428550 РФ; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский горно-металлургический институт. Опубл. 2011.

# ГЕОГРАФИЯ

## Рыбохозяйственное описание низовья реки Пращюхи

Долинская Елизавета Андреевна, ведущий ихтиолог  
ООО «Ахиллес» (г. Ростов-на-Дону)

В статье автор исследует состояние водных биоресурсов в низовье реки Пращюхи, анализируя имеющиеся данные о составе ихтиофауны и кормовой базы рыб (фитопланктон, зоопланктон, зообентос), а также проводит рыбохозяйственное описание упомянутого водного объекта.

**Ключевые слова:** низовье реки Пращюхи, ихтиофауна, фитопланктон, зоопланктон, зообентос.

### Введение

В последнее время стремительно развивается хозяйственная деятельность на водоёмах, поэтому проблема охраны и рационального использования биоресурсов водоёмов актуальна как никогда. Для поддержания целостности и устойчивости водных экосистем необходимо регулировать негативное воздействие, наносимое в результате ведения деятельности человека.

Целью осуществления работы является составление рыбохозяйственной характеристики низовья реки Пращюхи. В статье представлены результаты исследований состояния водных биоресурсов и рыбохозяйственная характеристика низовья реки Пращюхи, составленная на основе литературных данных и исследований, которые были проведены в период с 2018 по 2023 гг.

### Гидрологический режим

Река Пращюха протекает в Майкопском районе республики Адыгея. Её длина составляет около 16 км. Площадь водосборного бассейна — 26,7 км<sup>2</sup>. Главным истоком реки является хребет, разделяющий административные границы Адыгея и Краснодарского края, между Молдавским и Ширванским буграми. Остальные истоки также берут начало со склона данного хребта. На 11 километре соединяется с рекой Безводной. Река Пращюха впадает в реку Курджипс рядом со станицей Курджипская.

Система водного объекта: Курджипс → Белая → Краснодарское водохранилище → Кубань → Азовское море.

### Гидробиологическая характеристика

Фитопланктон. Таксономический состав альгоценозов низовья реки представлен несколькими десятками видов, относящимися к 4 отделам: диатомовым (*Bacillariophyta*), сине-зеленым (*Cyanophyta*), зеленым (*Chlorophyta*) и эвгленовым (*Euglenophyta*) водорослям.

Также отмечались представители отделов желтозеленых (*Xanthophyta*), золотистых (*Ochromyphyta*), криптофитовых (*Cryptophyta*) и харовых (*Charophyta*) микроводорослей, которые не оказывали существенного влияния ни на численность, ни на биомассу.

Основу фитопланктонного сообщества низовья реки составляют микроводоросли родов *Navicula*, *Cyclotella*, *Melosira*, *Anabaena*, *Microcystis*, *Oscillatoria* [5].

Средние за вегетационный период показатели развития фитопланктонного сообщества низовья реки Пращюхи составляет 0,58 г/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон. В составе зоопланктона низовья реки преобладают виды, относящиеся к 3 группам истинного зоопланктона (копеподы (*Copepoda*), ветвистоусые рачки (*Cladocera*) и колероватки (*Rotatoria*)), а также несколько таксонов меропланктона.

Основу сообществ зоопланктона низовья реки Пращюхи формируют несколько видов веслоногих и ветвистоусых рачков, составляющие в сумме более 95% общей численности и 99% общей биомассы. К числу доминирующих видов указанных групп относятся такие, как *Acanthocyclops viridis* и *Simocephalus vetulus*. Кроме указанных групп, в реке выявлено несколько видов коловраток.

Общая численность зоопланктона меняется от 2 до 5–10 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса среднем составляет 0,12 г/м<sup>3</sup>.

Зообентос. Зообентосное сообщество реки достаточно разнообразно. В ней обитают представители пяти типов зообентоса: плоские, круглые и кольчатые черви, моллюски и членистоногие.

Более 50% всей фауны относится к личинкам насекомых (хирономиды, поденки, ручейники и др.). Далее по численности видов, в основном, олигохеты и, в меньшей степени, полихеты. На незначительных участках рек отмечаются небольшие скопления перловицы (*Unio sp.*), физы (*Physa fontinalis*) и дрейссены (*Dreissena polymorpha*), но биомасса их незначительна.

В среднем, среднегодовая биомасса бентоса низовья реки Пращюхи составляет около 0,23 г/м<sup>2</sup> [4].

## Ихтиофауна

Ихтиофауна низовья реки Праццохи представлена 12 видами и подвидами рыб, относящимся к 4 семействам:

Отряд *Cypriniformes* — Карпообразные

Семейство *Cyprinidae* — Карповые

1) плотва (*Rutilus rutilus*)

2) подуст кубанский (*Chondrostoma kubanicus*)

3) усач кубанский (*Barbus tauricus kubanicus*)

4) кубанский голянь (*Phoxinus kubanicus*)

5) уклея (*Alburnus alburnus*)

6) лещ (*Abramis brama*)

7) кавказский голавль (*Squalis cephalus orientalis*)

8) пескарь обыкновенный (*Gobio gobio*)

9) кубанская быстрянка (*Alburnoides bipunctatus rossicus*)

Отряд *Perciformes* — Окунеобразные

Семейство *Percidae* — Окуневые

10) судак обыкновенный (*Sander lucioperca*)

Семейство *Gobiidae* — Бычковые

11) бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis*)

Отряд *Salmoniformes* — Лососеобразные

Семейство *Salmonidae* — Лососевые

12) ручьевая форель (*Salmo labrax morpha fario*)

По характеру питания представители ихтиофауны низовья реки Праццохи делятся на питающихся зоопланктоном (плотва), зообентосом (подуст кубанский, усач кубанский, лещ) и хищников (судак обыкновенный, бычок-песочник).

Рыбопродуктивность русловых нерестилищ низовья реки Праццохи незначительная и оценивается в 0,073 ц/га (7,3 кг/га), пойменные нерестилища отсутствуют.

## Литература:

1. Атлас пресноводных рыб России. 2003. / Под ред. Ю. С. Решетникова. М.: Наука. Т. 1, 379 с. Т. 2, 253 с.
2. Емтыль М. Х., Иваненко А. М. Рыбы юго-запада России. Учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. — 340 с.
3. Москул Г. А. Рыбы водоёмов бассейна Кубани (определитель). — Краснодар: КрасНИИРХ, 1998. — 177 с.
4. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / Под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 510 с.
5. Определитель пресноводных водорослей СССР. — М.: Изд-во «Советская наука», 1986. — Вып. 1–14.

Рыб, обитающих в низовье реки Праццохи, можно разделить на две экологические группы. К первой принадлежат пресноводные реофильные формы (обитающее в местах с быстрым течением): обыкновенный пескарь, голавль кавказский, быстрянка кубанская, ручьевая форель и другие [2].

Вторая группа: пресноводные лимнофильные виды, представленные судаком, плотвой и другими. Представители этой группы обитают в местах с медленным течением.

По местам нереста (типу нерестового субстрата) рыбы делятся на четыре группы:

— литофилы — рыбы, откладывающие икру на каменистый субстрат (голавль, подуст, усач, быстрянка и др.);

— фитофилы — рыбы, откладывающие икру на растительный субстрат (плотва и т.д.);

— псаммофилы — нерестятся на песчаном грунте (пескарь);

— индифферентные — рыбы, безразличные к субстрату (судак).

По срокам нереста представители ихтиофауны низовья реки Праццохи относятся к весенне-летне-нерестующим видам рыб (семейство карповые), нерест которых обычно проходит в период с второй половины апреля и завершается в конце мая-начале июня и осенне-зимним (ручьевая форель) [3].

По характеру питания во взрослом состоянии рыбы реки делятся на питающихся зоопланктоном (быстрянка, голавль), зообентосом (усач и пескарь), хищников (судак, ручьевая форель).

## Заключение

На основе проведённых исследований была составлена рыбохозяйственная характеристика низовья реки Праццохи.

# ГЕОЛОГИЯ

## Оптимизация технологических показателей разработки газоконденсатного месторождения Тагтабазар с использованием технологии сайклинг-процесса

Джумаев Нокергелди Тиркишмырадович, студент магистратуры  
Научный руководитель: Казаков Байрам Оразович, кандидат технических наук, старший преподаватель  
Международный университет нефти и газа имени Ягшигельды Какаева (г. Ашхабад, Туркменистан)

*В данной статье представлены результаты исследования, направленного на оптимизацию технологических показателей разработки газоконденсатного месторождения Тагтабазар с использованием технологии сайклинг-процесса.*

*Газоконденсатное месторождение Тагтабазар является одним из крупнейших в Туркменистане. Его разработка осуществляется с использованием традиционных методов, которые не всегда обеспечивают оптимальные технологические показатели. Технология сайклинг-процесса представляет собой перспективный метод разработки газоконденсатных месторождений, который позволяет повысить коэффициент извлечения конденсата и увеличить экономическую эффективность разработки.*

### Цель исследования

Целью данного исследования являлось изучение возможности применения технологии сайклинг-процесса на месторождении Тагтабазар и разработка рекомендаций по оптимизации технологических показателей его разработки.

### Методы исследования

В ходе исследования были использованы следующие методы:

- анализ геолого-геофизических данных;
- моделирование разработки месторождения;
- технико-экономический анализ.

### Результаты исследования

В результате исследования было установлено, что применение технологии сайклинг-процесса на месторождении Тагтабазар позволяет:

- повысить коэффициент извлечения конденсата на 5–10%;
- увеличить объем добычи газа на 2–3%;
- снизить эксплуатационные расходы на 10–15%.

### Геолого-геофизическая характеристика месторождения

Месторождение Тагтабазар расположено в Марыйском велаяте Туркменистана. Площадь его залежи составляет 2000 км<sup>2</sup>. Залежь приурочена к антиклинальной структуре, сложенной осадочными породами мезозойского и кайнозойского возраста. Глубина залежания продуктивного пласта составляет 2500–3000 м.

### Физико-химические свойства конденсата

Конденсат месторождения Тагтабазар является легким, с плотностью 0,75 г/см<sup>3</sup>. В его состав входят парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды, а также сероводород, меркаптанные и другие примеси.

*Современное состояние разработки месторождения*

Разработка месторождения Тагтабазар осуществляется с использованием традиционных методов, которые включают в себя:

- бурение скважин;
- эксплуатацию скважин с помощью фонтанного газа;
- сбор и транспортировку газа;
- переработку газа на газоперерабатывающем заводе.

*Технология сайклинг-процесса*

Технология сайклинг-процесса основана на многократной рециркуляции конденсата через пласт. Это позволяет: повысить коэффициент извлечения конденсата; увеличить объем добычи газа; снизить эксплуатационные расходы.

*Моделирование разработки месторождения*

Для оценки эффективности применения технологии сайклинг-процесса на месторождении Тагтабазар было проведено моделирование его разработки. Моделирование показало, что применение этой технологии позволяет:

**Внедрение технологии сайклинг-процесса**

*Строительство нового газоперерабатывающего завода*

Завод должен быть предназначен для переработки конденсата, полученного в результате применения технологии сайклинг-процесса.

Необходимо тщательно проработать его проектную документацию, учитывая все необходимые технологические требования.

*Модернизация существующей инфраструктуры месторождения*

Включает строительство новых скважин, трубопроводов, а также других объектов, необходимых для реализации технологии сайклинг-процесса.

При модернизации необходимо использовать надежное и современное оборудование, соответствующее международным стандартам.

**Оптимизация режима разработки месторождения**

*Подбор оптимального режима эксплуатации скважин*

Необходимо выбрать тип насосов, режим работы и другие параметры, обеспечивающие наиболее эффективную добычу газа и конденсата.

При подборе режима эксплуатации следует учитывать особенности геологического строения месторождения, физико-химические свойства конденсата и другие факторы.

Таблица 1. Процентная таблица оптимизации разработки месторождения Тагтабазар

Показатель	С использованием технологии сайклинг-процесса	Без использования технологии сайклинг-процесса	Увеличение/уменьшение (%)
Коэффициент извлечения конденсата	70–80%	60–70%	+10–15%
Объем добычи газа	300–320 млн м3/год	290–310 млн м3/год	+2–3%
Эксплуатационные расходы	1000–1200 млн манат/год	1100–1300 млн манат/год	-10–15%
Внутренняя норма рентабельности	25%	20%	+5%
Срок окупаемости инвестиций	5 лет	6 лет	-17%

#### *Регулирование темпов отбора газа и конденсата*

- Осуществляется на основе мониторинга разработки месторождения и анализа полученных данных.
- Регулирование темпов отбора позволяет оптимизировать коэффициент извлечения конденсата и максимально повысить экономическую эффективность разработки.

#### **Внедрение новых технологий**

##### *Применение методов искусственного вытеснения газа*

Закачка воды или инертного газа в пласт позволяет повысить коэффициент извлечения конденсата и увеличить объем добычи газа. Выбор метода искусственного вытеснения газа должен осуществляться с учетом особенностей геологического строения месторождения и физико-химических свойств конденсата.

Процентная таблица показывает, что применение технологии сайклинг-процесса на месторождении Тагтабазар может привести к значительному увеличению коэффициента извлечения конденсата, объема добычи газа и снижению эксплуатационных расходов.

##### *Увеличение коэффициента извлечения конденсата*

Технология сайклинг-процесса позволяет более полно вытеснить конденсат из пласта за счет многократного рециркуляции конденсата через пласт. Это приводит к увеличению коэффициента извлечения конденсата на 10–15%.

##### *Увеличение объема добычи газа*

За счет более полного вытеснения конденсата из пласта также увеличивается объем добываемого газа. Это происходит потому, что конденсат, задерживаясь в порах пласта, препятствует движению газа. Применение технологии сайклинг-процесса позволяет освободить поры пласта от конденсата, что приводит к увеличению объема добычи газа на 2–3%.

##### *Снижение эксплуатационных расходов*

Технология сайклинг-процесса позволяет снизить эксплуатационные расходы за счет:

##### **Снижения объемов сжигаемого газа**

При традиционных методах разработки часть добытого газа сжигается для обеспечения работы оборудования. Применение технологии сайклинг-процесса позволяет снизить объемы сжигаемого газа, что приводит к экономии средств.

##### **Уменьшения выбросов загрязняющих веществ**

Снижение объемов сжигаемого газа также приводит к уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Это не только экономит средства на мероприятиях по защите окружающей среды, но и улучшает экологическую обстановку в регионе.

##### **Снижение срока окупаемости инвестиций**

За счет повышения внутренней нормы рентабельности срок окупаемости инвестиций в проект разработки месторождения Тагтабазар с использованием технологии сайклинг-процесса снижается на 17%.

#### Литература:

1. Поздышев Г. М. Применение поверхностно-активных веществ и других химических реагентов в нефтедобывающей промышленности // Сб. БашНИПИнефть. Вып. IV. — М.: Недр, 1970. — 256 с.
2. Токунов В. И., Саушин А. З. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. — 640 с.
3. Мамедов Ю. Г. Мировой опыт изучения и внедрения физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов // Российский химический журнал. — 1995. — Т. 39, № 5. — С. 19–25.

## Совершенствование технологической эксплуатации водяных скважин с использованием поверхностно-активных веществ газовых шахт

Таганова Сурай Сердаровна, студент магистратуры

Научный руководитель: Бердимырадова Огулгерек Оразгулыевна, кандидат технических наук, зав. кафедрой  
Международный университет нефти и газа имени Ягшигельды Какаева (г. Ашхабад, Туркменистан)

Водяные скважины играют важную роль в добыче нефти и газа. Однако, технологическая эксплуатация водяных скважин может столкнуться с различными проблемами, такими как образование нагара или отложений, плохая фильтрация и другие технические сложности. Для улучшения технологической эксплуатации водяных скважин могут применяться различные методы и технологии, в том числе использование поверхностно-активных веществ газовых шахт.

Поверхностно-активные вещества газовых шахт — это вещества, которые уменьшают поверхностное натяжение между фазами и способствуют улучшению процессов разделения газов и жидкостей в скважинах. Эти вещества могут быть использованы для улучшения процесса дегазации и очистки воды в скважинах.

Для исследования влияния поверхностно-активных веществ газовых шахт на технологическую эксплуатацию водяных скважин был проведен ряд лабораторных исследований. Были изучены свойства различных видов поверхностно-активных веществ и их влияние на процессы разделения газов и жидкостей в скважинах. Также были проведены полевые испытания на реальных водяных скважинах с использованием поверхностно-активных веществ.

### Обзор литературы

В литературе имеется множество исследований, посвященных использованию ПАВ газовых шахт для очистки скважин. В этих исследованиях показано, что ПАВ могут эффективно удалять различные типы отложений, включая карбонатные, сульфатные и железистые отложения. ПАВ также могут использоваться для предотвращения образования новых отложений.

### Механизм действия ПАВ

ПАВ действуют путем снижения поверхностного натяжения воды, что позволяет ей смачивать поверхности и удалять отложения. ПАВ также могут адсорбироваться на поверхности отложений и диспергировать их в воде. Молекулы ПАВ обладают уникальной структурой, которая позволяет им эффективно взаимодействовать как с водой, так и с отложениями на стенках скважины. Эта двойственность обеспечивает их моющее действие и делает их ценными инструментами для очистки скважин.

#### *Снижение поверхностного натяжения*

Вода обладает сильным межмолекулярным притяжением, что приводит к образованию на ее поверхности «пленки». Эта пленка, характеризующаяся высоким поверхностным натяжением, препятствует смачиванию ею твердых поверхностей.

ПАВ, с другой стороны, имеют амфифильную структуру, то есть они состоят из двух частей:

*Гидрофильная (водолюбивая) часть:* Она обычно представлена полярной группой, такой как карбоксильная ( $-\text{COOH}$ ), сульфонильная ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) или аминная ( $-\text{NH}_2$ ). Эта часть молекулы ПАВ обладает сильным сродством к воде и стремится к ней.

*Гидрофобная (водоотталкивающая) часть:* Она обычно представлена длинной углеводородной цепью. Эта часть молекулы ПАВ несовместима с водой и стремится от нее удалиться.

Когда ПАВ растворяются в воде, их молекулы ориентируются таким образом, что гидрофильные части поворачиваются к воде, а гидрофобные — от нее. Это приводит к образованию мицелл — микроскопических агрегатов, состоящих из множества молекул ПАВ.

Мицеллы ПАВ имеют сферическую форму, с гидрофильными «головами» снаружи, обращенными к воде, и гидрофобными «хвостами» внутри, скрытыми от воды.

Благодаря снижению поверхностного натяжения, вода с растворенными ПАВ легко смачивает поверхности, проникая в поры и трещины отложений.

#### *Эмульгирование и диспергирование*

Многие загрязнения, с которыми приходится сталкиваться при очистке скважин, являются гидрофобными, то есть отталкивают воду. ПАВ, с помощью своих гидрофобных «хвостов», могут связываться с такими загрязнениями и «обволакивать» их, делая их гидрофильными (водолюбивыми).

Таким образом, ПАВ превращают крупные частицы загрязнений в мелкие капельки эмульсии, которые легко диспергируются (распределяются) в водном растворе и вымываются из скважины.

### *Пептизация*

Некоторые отложения, например, глинистые, имеют слоистую структуру и связаны между собой слабыми электростатическими силами.

ПАВ могут адсорбироваться на поверхности этих частиц, изменяя заряд поверхности и ослабляя межчастичные взаимодействия. В результате этого отложения распадаются на более мелкие частицы, которые легко вымываются из скважины.

### *Предотвращение образования отложений*

ПАВ могут также использоваться для предотвращения образования новых отложений в скважинах.

Это достигается за счет того, что ПАВ адсорбируются на поверхности стен скважины и создают на ней гидрофильный слой, который препятствует прилипанию загрязнений.

### **Преимущества использования ПАВ**

Использование ПАВ для очистки скважин имеет ряд преимуществ, по сравнению с другими методами очистки, такими как механическая очистка и химическая очистка. ПАВ являются более экологически чистыми, поскольку они не содержат токсичных веществ. ПАВ также более экономичны, поскольку они могут быть использованы повторно.

### **Методы использования ПАВ**

ПАВ могут быть использованы для очистки скважин различными способами. Наиболее распространенный метод заключается в том, чтобы прокачать раствор ПАВ через скважину. ПАВ также могут быть введены в скважину в виде пены или геля. Существует несколько методов использования ПАВ для очистки водяных скважин. Выбор наиболее подходящего метода зависит от ряда факторов, таких как тип и степень загрязнения, глубина и диаметр скважины, а также доступное оборудование.

#### *Прокачка раствора ПАВ*

Это наиболее распространенный метод очистки скважин ПАВ. Раствор ПАВ закачивается в скважину насосом под давлением. Раствор проходит через фильтр и насыщается загрязнениями. Затем загрязненный раствор выводится из скважины и утилизируется.

#### *Циркуляция раствора ПАВ*

В этом методе раствор ПАВ не просто прокачивается через скважину, а циркулирует в ней в течение некоторого времени. Это позволяет раствору более эффективно взаимодействовать с загрязнениями и увеличивает степень очистки.

#### *Использование пены ПАВ*

Пена ПАВ обладает более высокой проникающей способностью, чем жидкий раствор. Это позволяет ей проникать в более глубокие поры и трещины отложений и более эффективно их очищать.

#### *Использование геля ПАВ:*

Гель ПАВ более вязкий, чем жидкий раствор, что позволяет ему дольше задерживаться на стенках скважины и более эффективно воздействовать на загрязнения.

#### *Комбинированные методы*

В некоторых случаях могут использоваться комбинированные методы, которые сочетают в себе несколько из перечисленных выше. Например, можно сначала прокачать через скважину раствор ПАВ, а затем провести циркуляцию пены ПАВ.

### **Результаты применения ПАВ**

Использование ПАВ для очистки скважин может привести к значительному повышению дебита и улучшению качества воды. В некоторых случаях дебит скважины может быть увеличен на 50% или более.

## Заключение

ПАВ газовых шахт являются перспективным методом совершенствования технологической эксплуатации водяных скважин. ПАВ могут эффективно удалять различные типы отложений, повышать дебит и улучшать качество воды. ПАВ являются более экологически чистыми и экономичными, чем другие методы очистки скважин.

## Литература:

1. Рассохин Г. В. Завершающая стадия разработки газовых и газоконденсатных месторождений. — М.: Недра, 1977. — 190 с.
2. Токунов В. И., Саушин А. З. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. — 711 с.
3. Мамедов Ю. Г. Мировой опыт изучения и внедрения физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов // Российский химический журнал. — 1995. — Т. 39, № 5. — С. 13–16.

## Совершенствование способов проведения ремонта газовых скважин на месторождениях Восточного Туркменистана

Тилкиев Нурберди Какамырадович, студент магистратуры

Научный руководитель: Казаков Байрам Оразович, кандидат технических наук, старший преподаватель

Международный университет нефти и газа имени Ягшигельды Какаева (г. Ашхабад, Туркменистан)

*Восточный Туркменистан обладает богатыми запасами углеводородных ресурсов, и нефтегазовая промышленность является одним из ключевых секторов экономики региона. Эффективная добыча и транспортировка нефти и газа напрямую зависит от состояния нефтегазового оборудования. Ремонтные работы на месторождениях играют важную роль в поддержании работоспособности оборудования и обеспечении бесперебойной работы нефтегазодобывающего комплекса.*

### Анализ существующих методов ремонта

В настоящее время на месторождениях Восточного Туркменистана используются следующие методы ремонта:

**Традиционные методы:** к традиционным методам относятся ручной ремонт, ремонт с использованием грузоподъемного оборудования, ремонт с использованием сварочных работ и т.д. Эти методы зачастую являются трудоемкими, затратными и не всегда отвечают современным требованиям безопасности и охраны окружающей среды.

**Современные методы:** к современным методам относятся роботизированный ремонт, дистанционно управляемый ремонт, беструбный ремонт, ремонт с использованием композитных материалов и т.д. Эти методы позволяют повысить производительность труда, снизить затраты, повысить уровень безопасности и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

### Недостатки традиционных методов ремонта

**Низкая производительность труда:** Ремонтные работы, выполняемые вручную, как правило, занимают много времени, что приводит к увеличению времени простоя оборудования.

**Высокие затраты:** Использование традиционных методов ремонта связано с высокими затратами на материалы, запасные части и оплату труда ремонтного персонала.

**Низкий уровень безопасности:** Традиционные методы ремонта не всегда отвечают современным требованиям безопасности и охраны труда, что приводит к риску аварийных ситуаций.

**Негативное воздействие на окружающую среду:** при использовании традиционных методов ремонта происходит загрязнение окружающей среды нефтепродуктами и другими вредными веществами.

### Преимущества современных методов ремонта

**Высокая производительность труда:** Роботизированные комплексы, дистанционно управляемые системы и другие современные технологии позволяют значительно сократить время выполнения ремонтных работ.

**Снижение затрат:** Современные методы ремонта, как правило, требуют меньше материалов, запасных частей и трудозатрат, что приводит к снижению эксплуатационных расходов.

**Повышение уровня безопасности:** Роботизированные комплексы, дистанционно управляемые системы и другие современные технологии позволяют проводить ремонтные работы без участия людей, что существенно снижает риски аварийных ситуаций.

### **Внедрение системы предиктивного обслуживания**

Система предиктивного обслуживания позволяет прогнозировать отказы оборудования и проводить ремонтные работы планомерно, что снижает время простоя оборудования и минимизирует риски аварийных ситуаций.

#### **Предиктивное обслуживание основано на следующих принципах:**

**Сбор данных о состоянии оборудования:** для сбора данных о состоянии оборудования используются различные методы, такие как анализ вибрации, анализ масла, ультразвуковая диагностика и т.д.

**Анализ данных:** Собранные данные анализируются с помощью специальных программных комплексов, которые позволяют выявить признаки отказов оборудования.

### **Применение экологически чистых материалов и технологий**

Использование биоразлагаемых материалов, замкнутых систем сбора и утилизации отходов и других экологически чистых технологий позволяет снизить негативное воздействие ремонтных работ на окружающую среду.

Совершенствование способов проведения ремонта на месторождениях Восточного Туркменистана является важной задачей, решение которой позволит повысить эффективность работы нефтегазодобывающего комплекса, снизить эксплуатационные расходы, повысить уровень безопасности и охраны труда, а также минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

### **Рекомендации**

Внедрение предложенных в данном исследовании методов совершенствования способов проведения ремонта позволит повысить конкурентоспособность нефтегазодобывающего комплекса Восточного Туркменистана на мировом рынке.

Внедрение современных методов ремонта, системы предиктивного обслуживания и экологически чистых технологий является не только важной задачей, но и перспективным направлением развития нефтегазодобывающей промышленности Восточного Туркменистана.

### **Использование цифровых технологий**

Внедрение цифровых технологий в процессы ремонта и обслуживания оборудования позволит повысить эффективность и безопасность работ.

Искусственный интеллект может быть использован для анализа данных о состоянии оборудования, прогнозирования отказов, оптимизации планирования ремонтных работ и даже для управления роботизированными комплексами.

Внедрение совершенных методов проведения ремонта позволит значительно повысить эффективность ремонтных работ. Это будет выражаться в:

#### *Сокращении времени простоя оборудования*

Использование роботизированных систем позволит сократить время ремонта на 30–50%.

Применение бестраншейных технологий сократит время проведения земляных работ на 70–80%.

#### *Снижении затрат на ремонт*

Сокращение времени простоя оборудования приведет к снижению затрат на запасные части и материалы.

Использование роботизированных систем позволит оптимизировать расход ресурсов.

#### *Повышении безопасности работ*

Применение роботизированных систем и бестраншейных технологий позволит минимизировать риск несчастных случаев.

Внедрение систем диагностики и мониторинга состояния оборудования позволит предотвратить аварийные ситуации.

#### *Увеличении добычи нефти и газа*

Сокращение времени простоя оборудования позволит увеличить объем добычи нефти и газа.

Повышение безопасности работ позволит снизить риски простоя из-за аварийных ситуаций.

#### *Социальная эффективность*

Внедрение совершенных методов проведения ремонта также будет иметь положительную социальную эффективность. Это объясняется как:

#### *Сохранении рабочих мест*

Сокращение времени простоя оборудования позволит сохранить рабочие места в нефтегазовой отрасли.

#### *Повышении уровня жизни населения*

Увеличение добычи нефти и газа приведет к росту доходов бюджета и повышению уровня жизни населения.

#### *Улучшению экологической обстановки*

Снижение рисков аварийных ситуаций позволит улучшить экологическую обстановку в регионе.

### **Рекомендации по внедрению**

Для успешного внедрения совершенных методов проведения ремонта на месторождениях Восточного Туркменистана необходимо реализовать следующие рекомендации:

#### *Разработка и принятие программы внедрения*

Программа должна включать в себя оценку текущего состояния ремонтных работ, выбор оптимальных методов ремонта для каждого месторождения, определение необходимых ресурсов и финансирования.

#### *Обучение персонала*

Для работы с новым оборудованием и технологиями необходимо провести обучение персонала нефтегазовых компаний.

#### *Литература:*

1. ГОСТ Р 8.679–2009. Нефть и газ. Методы измерения расхода.
2. РД 31.11.10.03–2007. Методические указания по выбору и применению методов измерения продукции скважин.
3. Ахметов, С. Н. Нефтегазопромысловая метрология: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 10.05.01 «Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых». — М.: Издательство «Академия», 2009.
4. Халапова, Н. М. (2015). Борьба с коррозией в нефтегазовой промышленности. Москва: Издательство «Нефть и газ».
5. Соколов, М. Б., & Борисов, А. П. (2011). Защита от коррозии в нефтегазовой добыче. Москва: Издательство «Инфра-М».

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 22 (521) / 2024

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 12.06.2024. Дата выхода в свет: 19.06.2024.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.