

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



17 2023  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 17 (464) / 2023

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 Максимович, 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 изображена *Каролин Рут Бертоцци* (1966 г.), американский химик, нобелевский лауреат (2022), именной профессор Стэнфордского университета. В возрасте 33 лет получила стипендию Мак-Артура. В 2010 году стала первой женщиной, получившей престижную награду Lemelson-MIT Prize.

Родилась в семье физика-ядерщика Уильяма Бертоцци. Мать, филолог Норма Глория Бертоцци (урождённая Беррингер), до рождения детей также работала в отделении физики Массачусетского технологического института. Каролин выросла в Лексингтоне (штат Массачусетс), она средняя из трёх дочерей.

Когда Каролин поступила в Гарвард, то поначалу подумывала о том, чтобы заниматься музыкой. Родители не одобряли этот выбор, и Каролин выбрала медицину (тогда химия ей совершенно не нравилась).

Однако на втором курсе Бертоцци сменила специальность, внезапно увлекшись органической химией. Позже она вспоминала, что у этой научной области была мрачная репутация — студенты изнывали от объема информации и сложности задач, но ей нравился предмет.

Окончила с отличием Гарвардский университет (бакалавр химии, 1988), где под руководством профессора Джо Грабовски работала над созданием фотоакустического калориметра. В 1993 году в Беркли получила степень доктора философии (PhD), работая над химическим синтезом аналогов олигосахаридов, а в рамках постдокторантуры по иммунологии в Калифорнийском университете изучала воздействие эндотелиальных олигосахаридов на облегчение адгезии клеток в очагах воспаления.

Тогда только-только появились лекарства от гриппа, основанные на действии ингибиторов нейраминидазы, то есть молекул, которые подавляют активность фермента, входящего в состав оболочки вирусов. Синтез таких молекул казался захватывающей и перспективной областью науки. Но на третьем курсе научный руководитель Бертоцци сначала заболел, а потом решил стать практикующим врачом. Его исследовательская группа осталась «без присмотра». Вместо того чтобы искать нового руководителя, Каролин и еще пара ее коллег два года сами проводили исследования, писали статьи и в конце концов защитили диссертации. «Сейчас такое не допустили бы из-за правил и соображений безопасности, но тогда у нас было что-то вроде Дикого Запада! — вспоминает Бертоцци. — Я была рада, что мой проект наконец-то заработал, и не хотела начинать все сначала в новой лаборатории».

В 1996 году Каролин возвратилась в университет Беркли, поступив в штат его химического факультета. С 2015 года Каролин Бертоцци трудится в Стэнфорде.

Нобелевская премия по химии в 2022 году присуждена за клик-химию. Лауреаты Барри Шарплесс и Мортен Мелдал заложили основу функциональной формы клик-химии. А Каролин Бертоцци придумала, как с ее помощью запускать химические процессы в живых клетках, не боясь их повредить. «Клик-химия, — рассказывает биолог, научный журналист Ирина Якутенко, —

это как конструктор. Это работает как замок в самолете. ...Есть ремень безопасности, состоящий из двух частей. Одна — это замочек, а вторая — язычок, который в него вставляется. Клик-химия — это фактически снабжение исходных органических блоков, которые реагируют друг с другом, этими замочками и язычками».

Как только появилась клик-химия, сразу возникла идея с ее помощью добавлять части органических молекул в живые клетки, чтобы за ними наблюдать. «Бертоцци работала с гликанами. Гликаны — это такие углеводные «навески», которые встречаются на клетках и нужны для множества разных процессов, например для коммуникации клеток друг с другом (вирусы, когда заражают клетку, цепляются именно за гликаны), — рассказывает Ирина Якутенко. — У Бертоцци изначально была идея, что надо бы как-нибудь пометить эти цепочки гликанов, чтобы за ними наблюдать. И это никак у нее не получалось. Тогда Бертоцци подумала: «А нельзя ли применить для этого принцип клик-химии? Например, прицепить какую-нибудь молекулу, которая светится в ультрафиолете?»

Проблема заключалась в том, что классическая клик-химическая реакция в качестве катализатора использует медь. А медь токсична для всего живого. Бертоцци смогла сделать так, чтобы реакция шла без меди. Таким образом она смогла по принципу клик-химии (без высоких температур, ядовитых газов и большого давления) присоединять к нужным фрагментам клетки необходимые для опытов молекулы.

Среди других интересов Бертоцци — иммуноонкология. Несколько вакцин на основе гликанов в настоящее время проходят клинические испытания. Исследованиями в этой сфере занимается и медицинский стартап Palleon Pharmaceuticals — компания, которую основала Бертоцци. Она стала соучредителем семи разных компаний. «Я просто всегда настороже, — говорит Каролин. — Я внимательно смотрю на проблемы, которые люди не могут решить, на лекарства, которые плохо работают, на пациентов, для которых нет хороших лекарств». Чем больше стартапов в портфеле, тем выше потенциал их совместной работы, считает Бертоцци.

В настоящее время Каролин Бертоцци работает в области гликобиологии и биоортогональной химии. Она активно ведет блог (у нее больше 36 000 подписчиков), выступает на TED (у лекции больше 1,6 млн просмотров). Однако до получения Нобелевской премии она не являлась ученым-селебрити. Награждение Бертоцци — скорее исключение, чем правило. За все годы существования Нобелевской премии было награждено 885 мужчин, 59 женщин и 25 организаций. Чаще всего женщины получали премию мира и премию по литературе, в фундаментальных направлениях — единицы, например: физика — 1,8 %, медицина — 5,4 %, химия — 3,7 %.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Королёв А. П.**  
Генетический алгоритм для автоматической  
настройки ПИД-регулятора ..... 1

### ХИМИЯ

- Динь Ван Так (Dinh Van Tac),  
Ву Тхи Зуен (Vu Thi Duyen)**  
Определение ионов Pb(II) в воде  
электрохимическим методом с использованием  
модифицированного электрода Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC.... 7

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Булыгин Ю. В.**  
Технологические аспекты проектирования  
веб-приложений с использованием  
фреймворка Blazor..... 11
- Заболотский И. А.**  
Проблематика портирования  
программного пакета моделирования  
двигателя внутреннего сгорания  
на операционную систему Astra Linux..... 13
- Заболотский И. А.**  
Проблематика программирования  
анимации 3D-объектов с графической  
библиотекой OpenGL ..... 15
- Смирнов М. С.**  
Сетевая синхронизация пользователей  
на движке Unity ..... 17
- Федин В. А.**  
Кадровый и технический вопросы в условиях  
цифровизации здравоохранения.....18
- Черных Е. Н., Тимофеева А. Л.**  
Теория поколений и ее роль в дизайне сайта  
работодателя.....21
- Чупахина Е. Н.**  
Исследование теоретических основ применения  
информационных технологий в таможенном  
администрировании .....24

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Кажихин К. О.**  
Повышение энергоэффективности  
и энергосбережения железнодорожного  
транспорта .....28
- Makharova N. K., Novruzova S. H.**  
Influence of reservoir damage, reservoir  
length and thickness on the inflow  
characteristics of horizontal wells .....29
- Михайлова Д. С.**  
Эффективность системы кондиционирования  
воздуха.....31
- Насыров М. А., Кожаметова Д. О.,  
Бекбаева Р. С., Адылканова А. Ж., Жапар Б. С.**  
Автоматизация проектирования  
информационной архитектуры образовательных  
веб-сайтов: научно-методические основы,  
практическая значимость .....45
- Петров А. В., Елагин Д. С., Новиков Г. А.,  
Коломова П. Е., Кольчурин В. А.**  
Исследование физико-химических свойств  
шлама нефтяных скважин .....47
- Токарева В. В.**  
Автоматизированные системы самообслуживания  
для пожилых людей и инвалидов .....53
- Шаманаев И. Р.**  
Диагностика теплового оборудования .....54
- Якунин Д. А.**  
Продление срока жизни батареи  
в измерительных устройствах .....56

### АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Ахмади Н.**  
Актуальность преобразования района Чар-Кала  
в Кабуле (Афганистан).....60
- Балабанов В. Б., Стратикапулова А. В.**  
Улучшение качества асфальтобетонной смеси  
путем введения резиновой крошки.....63
- Васюков Г. Н., Болатев В. Г.**  
Составные многосекционные сваи .....64

**Сулейманова С. Н.**

Оценка общей устойчивости склона с учетом  
нагельного крепления .....66

**Суровенко Е. Б., Суровенко В. Б.**

Тренд объемов строительства  
энергоэффективных зданий и сооружений на  
фоне энергетического кризиса .....72

**Тетерин А. К.**

Усиление железобетонных конструкций  
углеволокном .....75

**Торгашина В. В., Барбарин С. В.,**

Особенности формирования пространства  
современной библиотеки: дизайн интерьера ...77

# МАТЕМАТИКА

## Генетический алгоритм для автоматической настройки ПИД-регулятора

Королёв Александр Павлович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

*В статье рассматривается способ автоматической настройки ПИД-регулятора, поддерживающий изменение объекта управления, и его моделирование с помощью встроенных приложений в MATLAB.*

**Ключевые слова:** генетический алгоритм, настройка ПИД-регулятора.

## Genetic algorithm for automatic PID controller tuning

Korolyov Aleksandr Pavlovich, student

National Research University «Moscow Institute of Electronic Technology» (Zelenograd)

*The article changes the usual PID controller settings that support changing the control object, and its implementation with built-in apps in MATLAB.*

**Keywords:** genetic algorithm, PID controller tuning.

Пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы десятилетиями широко используются в системах автоматического управления для задания выходного сигнала, с целью получения необходимых параметров для системы. Но они по-прежнему остаются плохо настроенными с использованием обычных методов настройки. Традиционный метод, например, такой как метод Цейглера — Никольса [1], который очень долго будет находить подходящие значения параметров ПИД-регулятора, а также невозможность его использования при настройке динамических объектов, параметры которых постоянно меняются. В таких системах мы должны выполнять перенастройку в режиме реального времени, что не может быть применено методами настройки, потому что мы должны сначала отключить систему, чтобы установить ее параметры.

В настоящее время главным направлением развития ПИД-регуляторов является разработка способа автоматической настройки, который позволит снизить затраты человеческого труда, избавляя от необходимости долгого процесса подбора коэффициентов регулятора. Такие методы автоматической настройки, были разработаны в 60-х годах [2], но активно стали использоваться только после появления микроконтроллеров.

В данной статье будет рассмотрен генетический алгоритм автоматической настройки, который получил широкое распространение к настоящему времени. Цель работы этого алгоритма заключается в нахождении лучшего варианта настройки по сравнению с имеющимся, а не оптимального решения задачи. Главными достоинствами этого алгоритма является отсутствие проблем со сходимостью и устойчивостью, а также, что сложность алгоритма мало зависит от сложности задачи. Из недостатков можно выделить большое время поиска экстремума, что не допускает их использование в быстродействующих системах.

Генетические алгоритмы основаны на принципах естественного отбора, сформулированных Дарвином в 1859 году. Основной идеей является прямое подобие принципу естественного отбора, когда выживают наиболее приспособленные особи.



Классическая схема генетического алгоритма состоит из следующих шагов — [3]:

1. выбор исходной популяции хромосом размера  $N$ ;
2. оценка приспособленности хромосом в популяции;
3. проверка условия остановки алгоритма;
4. селекция хромосом;
5. применение генетических операторов;
6. формирование новой популяции;
7. переход к пункту 2.

Для использования этого алгоритма при настройке ПИД-регулятора изначально генерируется случайным образом исходная популяция (выборка), представляющая собой набор строк в двоичном коде, где каждая строка — это набор коэффициентов ПИД-регулятора ( $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ). Такие образом проходя один цикл алгоритма лучшие варианты собираются в группу, где происходят скрещивания или мутации. Скрещивание позволяет получить от двух родителей перспективного потомка. Оператор мутации вносит изменения в хромосомы.

Оператор скрещивания. На первом этапе скрещивания выбираются пары хромосом из родительской популяции, выбранные в результате селекции (выбора лучших вариантов). Затем эти хромосомы объединяются в пары случайным образом. Здесь главным требованием для скрещивания является возможность потомков унаследовать черты обоих родителей, скрещивая их каким-либо способом.

Оператор мутации нужен для изменения случайно выбранного гена в хромосоме с какой-то определённой вероятностью. Вероятность мутации обычно выбирается очень малой. Т. к. именно мутации способны улучшить или ухудшить приспособленность хромосомы.

Пример кодирования трех коэффициентов ПИД-регулятора для применения в генетических алгоритмах приведен на рис. 1 [4]. После выполнения генетического алгоритма переводят двоичные значения в нормальный вид.

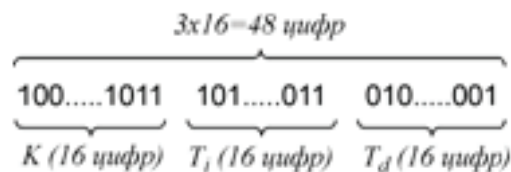


Рис. 1. Пример кодирования коэффициентов

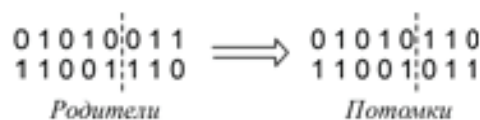


Рис. 2. Пример операции скрещивания

Оценка приспособленности хромосом в популяции для выбора коэффициентов ПИД-регулятора может быть выбрана как минимальное перерегулирование, минимальное время переходного процесса и т.д.

### Моделирование генетического алгоритма в программной среде MATLAB

Для моделирования генетического алгоритма для настройки в MATLAB используется встроенное приложение Optimization Tool. В качестве объекта управления будем использовать передаточную функцию:  $W_{ou} = \frac{1}{(p^2 + 10p + 20)}$ .

Optimization Tool представляет собой приложение для поиска параметров, которые минимизируют или максимизируют решения, удовлетворяя ограничениям. В нашем случае задачей оптимизации будет функция ( $gen\_test$ ), для которой будет выполняться генетический алгоритм. На вход функции будем подавать выборку из значений коэффициентов ПИД-регулятора (1), на выходе будем получать графики входного и выходного сигналов и ошибку  $J$  (в нашем случае является оценкой приспособленности). При использовании Optimization Tool размер популяции и количество поколений выбирается автоматически, а методы скрещивания и мутации используют следующие алгоритмы: скрещивание проводится в каждом поколении, а мутации только тогда, когда ошибка  $J$  получается равной прошлому набору коэффициентов.

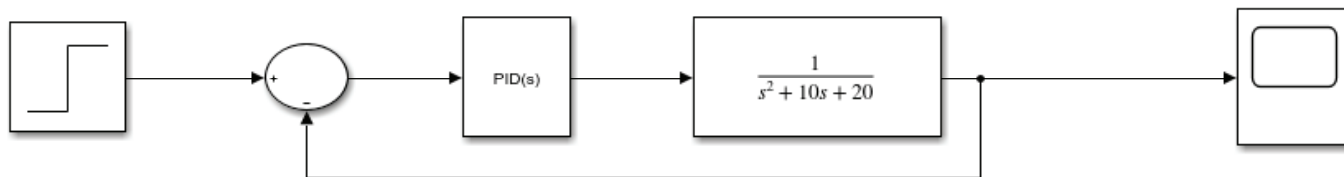


Рис. 3. Структурная схема настраиваемой системы

```
function [J] = gen_test(x)

    s = tf('s');

    plant = 1 / (s^2 + 10*s + 20); % передаточная функция объекта управления

    Kp = x(1); % пропорциональный коэффициент
    Ki = x(2); % интегральный коэффициент
    Kd = x(3); % дифференцирующий коэффициент

    cont = Kp + Ki/s + Kd * s; % передаточная функция пид-регулятора

    step(feedback(plant*cont,1)); % сигнал ступеньки после пид-регулятора и
    % объекта управления

    dt = 0.01;
    t = 0:dt:1;

    e = 1 - step(feedback(plant*cont,1),t); % разница входного и выходного
    % сигналов

    J = sum(t' .* abs(e) * dt)

end
```

В меню приложения выбираются алгоритм, который будет оптимизировать заданную функцию и параметры, по которым будет выполнена оптимизация. Настройки для моделирования генетического алгоритма для ПИД-регулятора представлена на рис. 4.

В окне Solver выбирается тип алгоритма, по которому будет выполнена оптимизация, а в окне FitnessFunction — функция, которую нужно оптимизировать.

В окне Bounds указываются ограничения для переменных — верхняя и нижняя границы, в которых алгоритм будет выбирать набор коэффициентов.

Для задачи настройки ПИД-регулятора количество переменных равно трём, где переменные — это коэффициенты регулятора ( $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ). И вводится ограничение для этих коэффициентов в параметре Bounds, Lower — [0, 0, 0] и Upper — [500, 500, 500].

Далее запускается алгоритм оптимизации:

Алгоритм, пройдя 77 итерации, получил коэффициенты ПИД-регулятора:

$$K_p = 260,4471$$

$$K_i = 499,906$$

$$K_d = 24,797$$

Для нашего входного воздействия можно сравнить полученный выходной сигнал с сигналом, полученным с помощью автоматической настройкой в MATLABc помощью PIDTuner, который также позволяет получить входные сигнала с требуемыми параметрами.

Полученные результаты показывают, что при настройке ПИД-регулятора с помощью генетического алгоритма, выходной сигнал имеет меньшее по сравнению с автоматической настройкой значение перерегулирования и время переходного процесса.

Генетический алгоритм, примененный в ПИД-регуляторе, улучшает переходную характеристику по сравнению с автоматическим методом настройки, об этом свидетельствуют качественные характеристики выходного сигнала. Но подбор таких коэффициентов производится намного дольше.

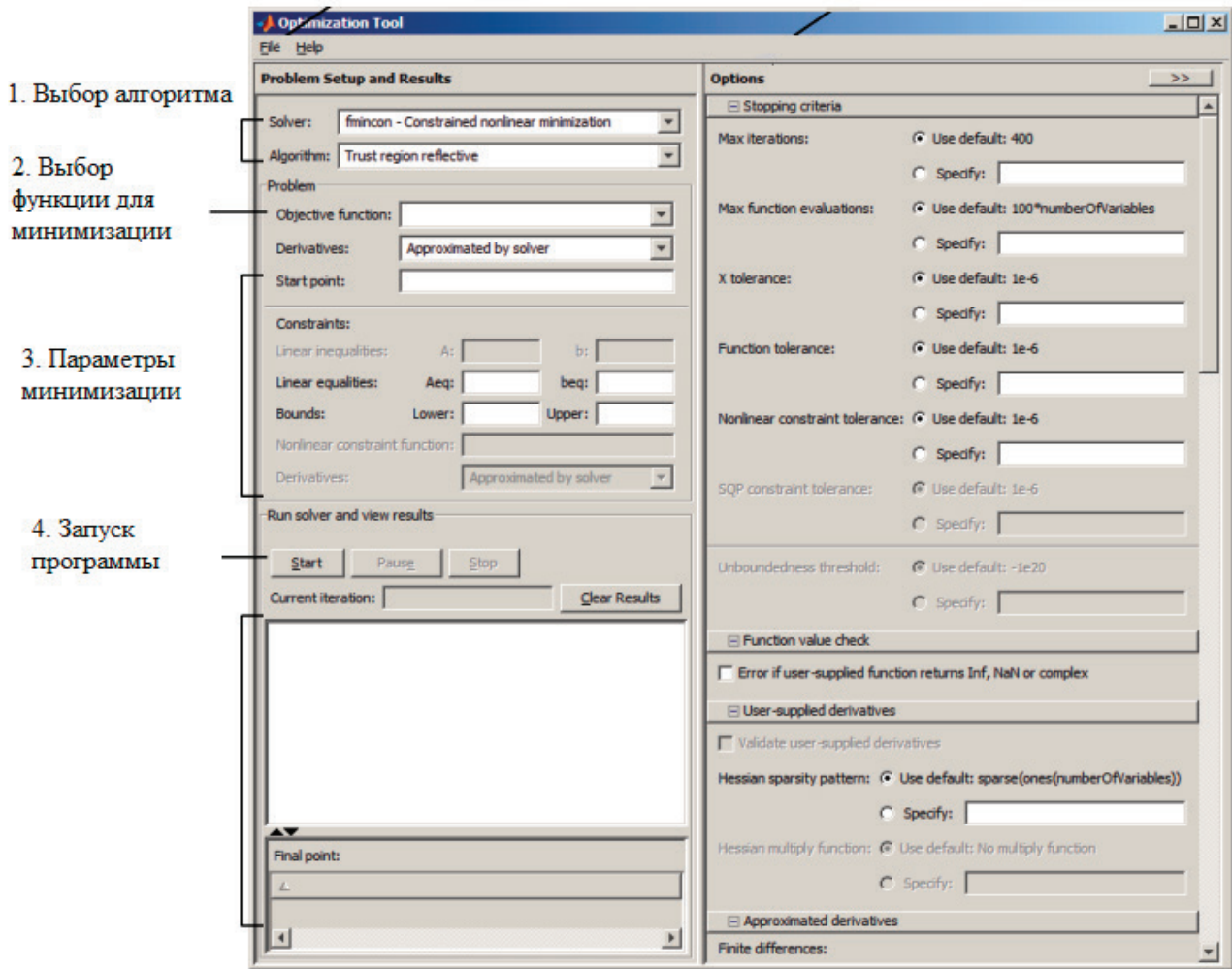


Рис. 4. Меню встроенного приложения OptimizationTool

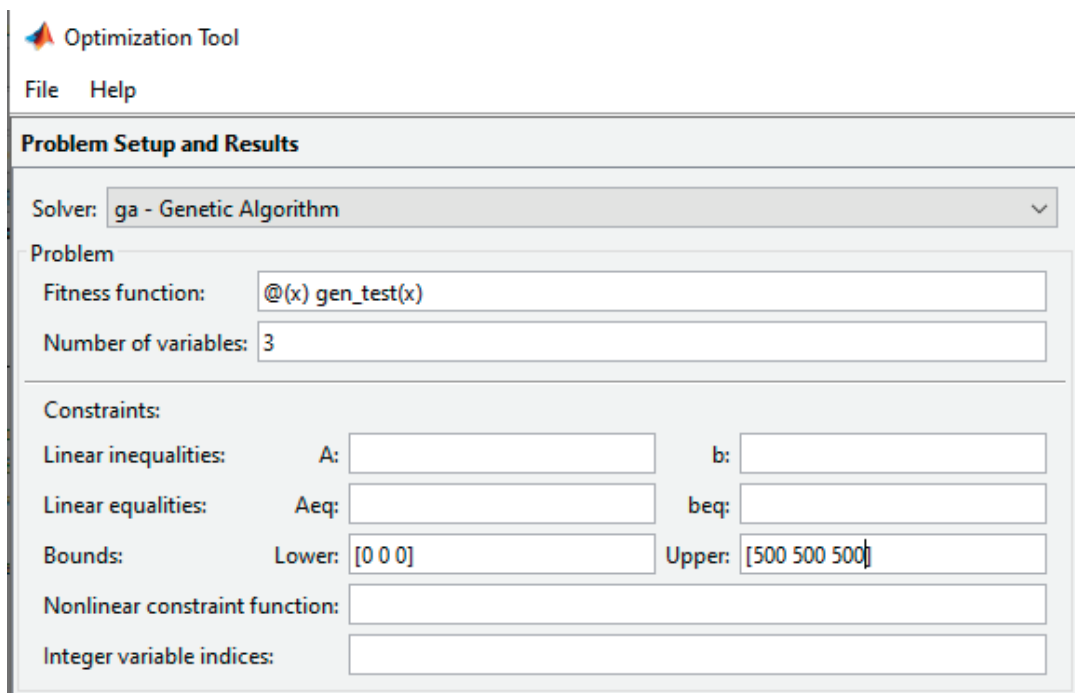


Рис. 5. Настройка приложения OptimizationTool



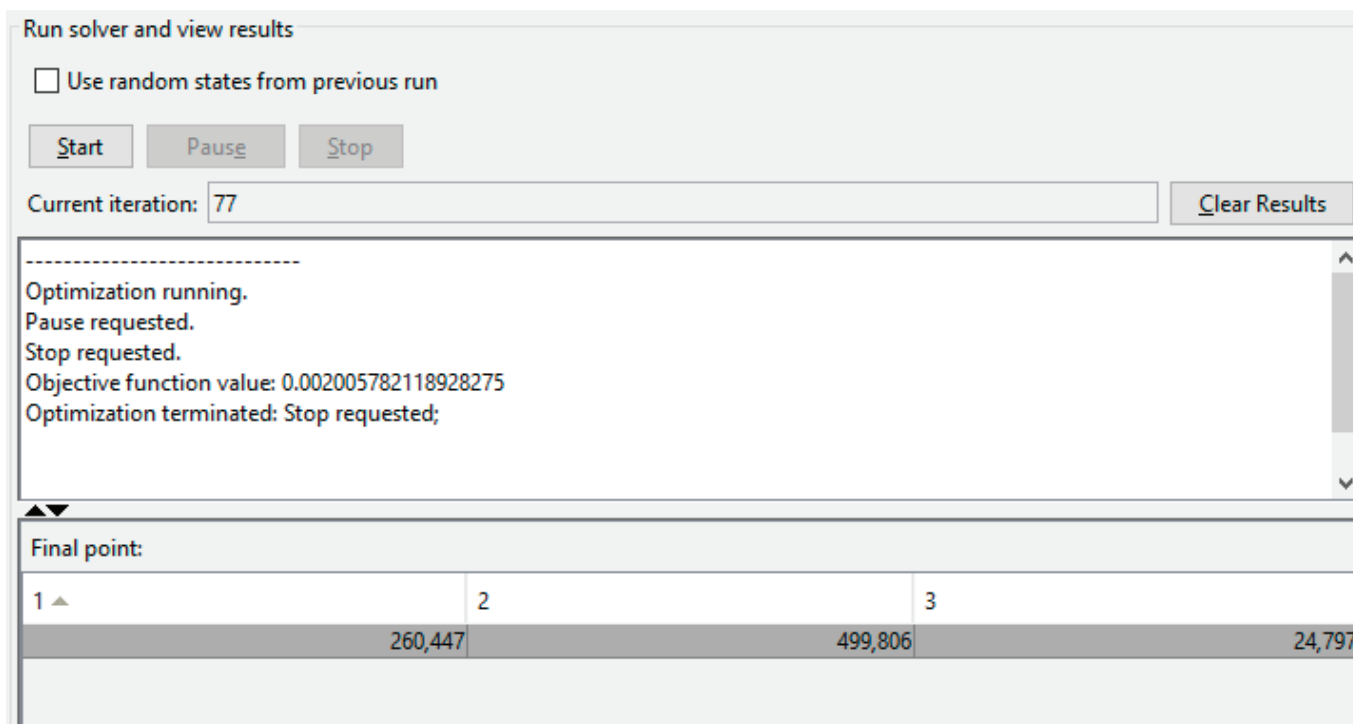


Рис. 6. Окно с полученными коэффициентами

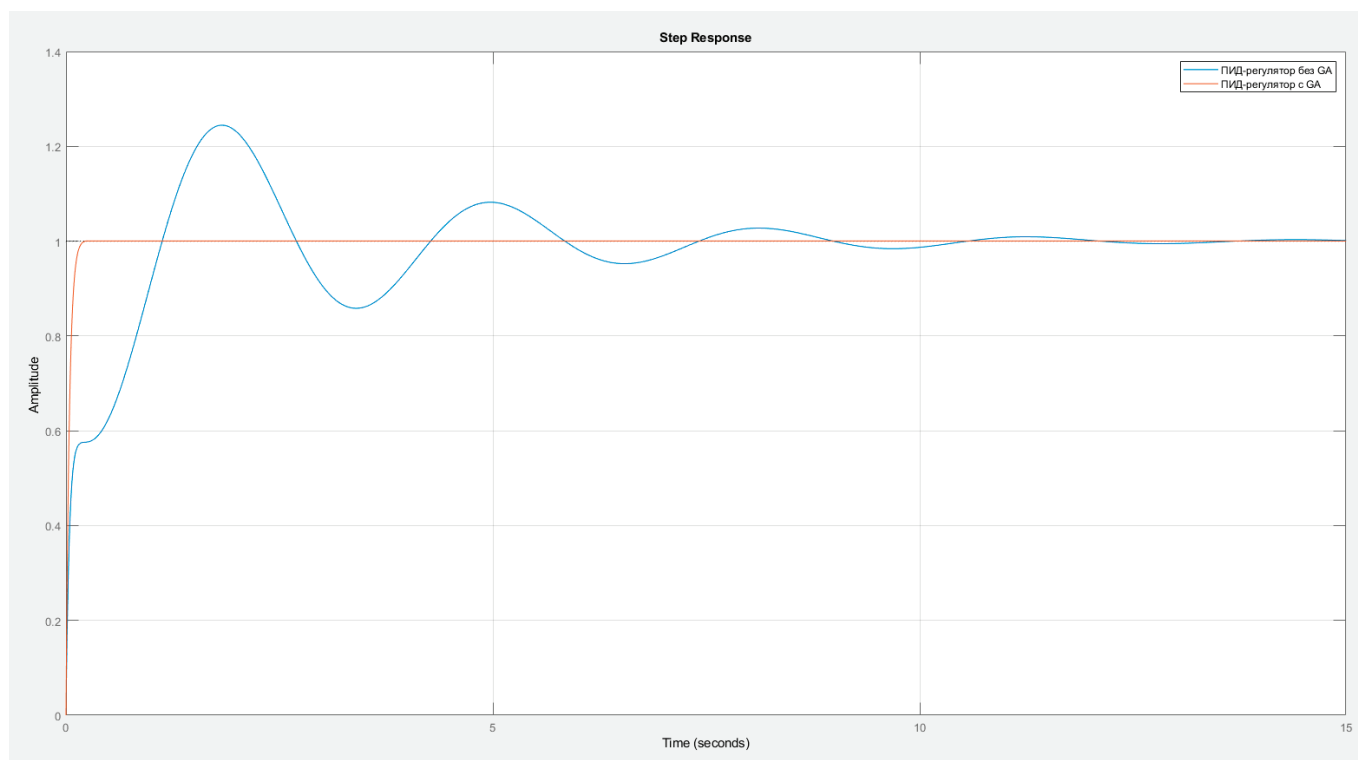


Рис. 7. Полученные переходные процессы для разных случаев настройки

Таким образом, по результатам, полученным после выполнения генетического алгоритма, можно сделать вывод о работоспособности промоделированного генетического алгоритма для нахождения оптимума для задачи с настройкой ПИД-регулятора. И позволяет использовать этот алгоритм как прототип для дальнейшей модернизации, например, для решения проблем с качеством настройки, влиянием нелинейности объекта и т.д., однако, нужно будет учитывать проблему сходимости, при использовании генетического алгоритма.

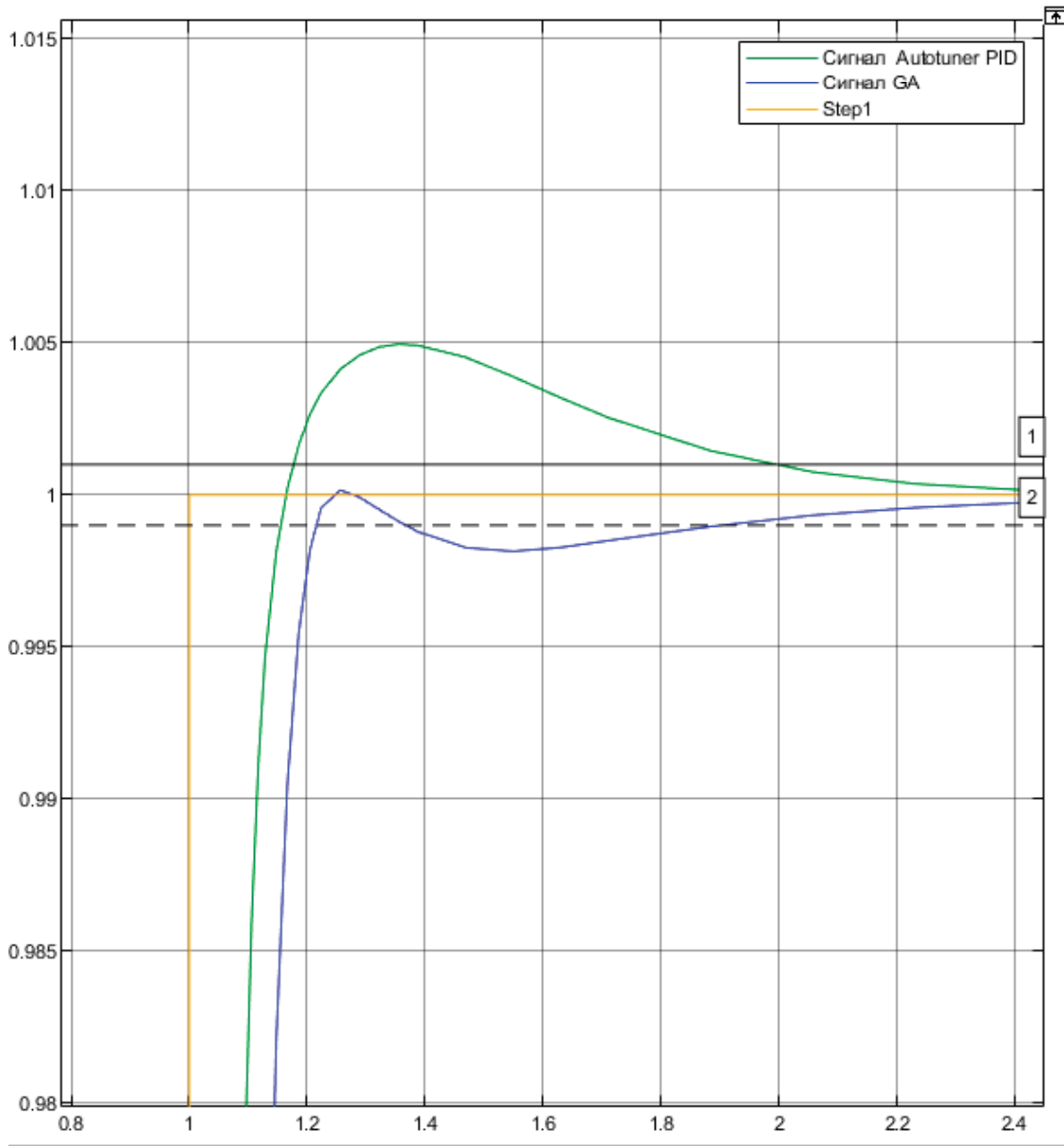


Рис. 8. Графики выходных сигналов при разных методах настройки.

Таблица 1. Полученные результаты для разных методов настройки

Метод настройки ПИД-регулятора	$K_p$	$K_i$	$K_d$	Перерегулирование $\sigma, \%$	Время переходного процесса $\tau_c, \text{сек}$
PID AutoTuner MATLAB	400.96	934.2	41.7	0,5	2
Генетический алгоритм	260.5	499.9	24.8	0,2	1.9

Литература:

1. Бункин П. Я. Типовые регуляторы систем управления. Дальневосточный федеральный университет, 2013
2. Справочник по теории автоматического управления. Под ред. А. А. Красовского.— М.: Наука, 712 с (2009)
3. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы.— Москва, Физматлит, 2006, 320 с.
4. Li J., Xie J.-Y.; Wu Z.-M. Design of Disturbance Rejection PID Controllers for Time Delay System Based on Genetic Algorithms.— Neural Networks and Brain, 2005. ICNN&B '05. International Conference on. vol. 2, 13–15 Oct. 2005, p.876–880.

# ХИМИЯ

## Определение ионов Pb(II) в воде электрохимическим методом с использованием модифицированного электрода Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC

Динь Ван Так (Dinh Van Tac), кандидат химических наук, преподаватель;  
 Ву Тхи Зуен (Vu Thi Duyen), кандидат химических наук, преподаватель  
 Университет Дананга (Вьетнам)

### Введение

Тяжелые металлы — хорошо известные загрязнители окружающей среды из-за их токсичности, стойкости в окружающей среде и биоаккумуляционной природы. Среди тяжелых металлов свинец является элементом, потенциально токсичным для практически всех органов человеческого тела. Свинец может быть токсичным для сердечно-сосудистой, репродуктивной, пищеварительной, нервной и почечной систем, подавлять активность некоторых ферментов, участвующих в биосинтезе гемоглобина, и сокращать продолжительность жизни эритроцитов. Поэтому исследование по определению Pb(II) необходимо для охраны здоровья населения.

На сегодняшний день существует множество методов определения ионов металлов, в которых вольтамперометрия представляет собой метод с высокой чувствительностью и точностью, позволяющий определять следовые количества и ультраследовые количества металлов с помощью недорогого и простого в использовании оборудования. В методе вольтамперометрии в качестве рабочего электрода часто используется ртутный электрод. Тем не менее из-за высоко токсичного потенциала ртути и ее солей было проведено множество исследований по поиску новых, менее токсичных электродов для замещения ртутного электрода.

Материалы из ферромагнитного оксида/восстановленного оксида графена были синтезированы и модифицировали электроды для идентификации органических веществ, таких как аскорбиновая кислота, дофамин, мочевиная кислота [1, 2], и родамин В [3]. Применение материалов Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO в основном основано на большой площади поверхности, пористости, малом размере частиц, магнитных и электрохимических свойствах материала.

Цель настоящей работы — определение ионов Pb(II) в воде электрохимическим методом с использованием стеклянного угольного электрода, модифицированного Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO.

### Экспериментальная часть

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO были синтезированы и диспергированы на стеклянном угольном электроде (GC) по методике [3].

Электрохимическую природу ионов Pb(II) исследовали путем сканирования циклического потенциала от -0,95 В до -0,20 В со скоростью развертки потенциала 0,1 В/с в растворе 500 ppb Pb(II) + 0,1 М ацетатного буфера, pH 6, на электродах: GC и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC. Для определения роли H<sup>+</sup> в электродной реакции Pb(II) pH раствора при измерении изменяли от 4 до 7. При этом для определения лимитирующей стадии и количества электронов, скорость развертки потенциала изменяли от 0,05 В/с до 0,3 В/с.

Концентрацию ионов Pb(II) определяли дифференциальной импульсной вольтамперометрии (DPV) на электроде Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC при условии: амплитуда модуляции: 0,03 В; потенциальное обогащение -0,8 В; время обогащения 90 с; шаг: 0,015 В. Уравнение стандартной кривой строили методом линейной регрессии. Повторяемость измерения DPV оценивалась при концентрациях Pb(II) 1 ppb, 50 ppb и 100 ppb. Каждый сигнал измеряется 9 раз. Относительное стандартное отклонение (RSD) определяется по формуле:

$$RSD = \frac{SD}{\bar{I}} \cdot 100\% = \sqrt{\frac{\sum (I_i - \bar{I})^2}{n-1}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где SD: стандартное отклонение измерения; I<sub>i</sub>,  $\bar{I}$ : пиковый ток i-го измерения и среднее значение n измерений.

Предел обнаружения (LOD) рассчитывали по формуле:

$$LOD = 3 SD/a \quad (2)$$

где a — наклон линейного уравнения.

### Обсуждение результатов

#### 1. Электрохимическая природа Pb(II) на электроде Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC

Кривые циклические вольтамперограммы (ЦВА) в растворе Pb(II) на электродах: GC и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC показаны на рис. 1.

Из рисунка 1 видно, что на обеих кривых ЦВА появляются пики при значении потенциала E = -0,45 ÷ -0,42 В и E = -0,66



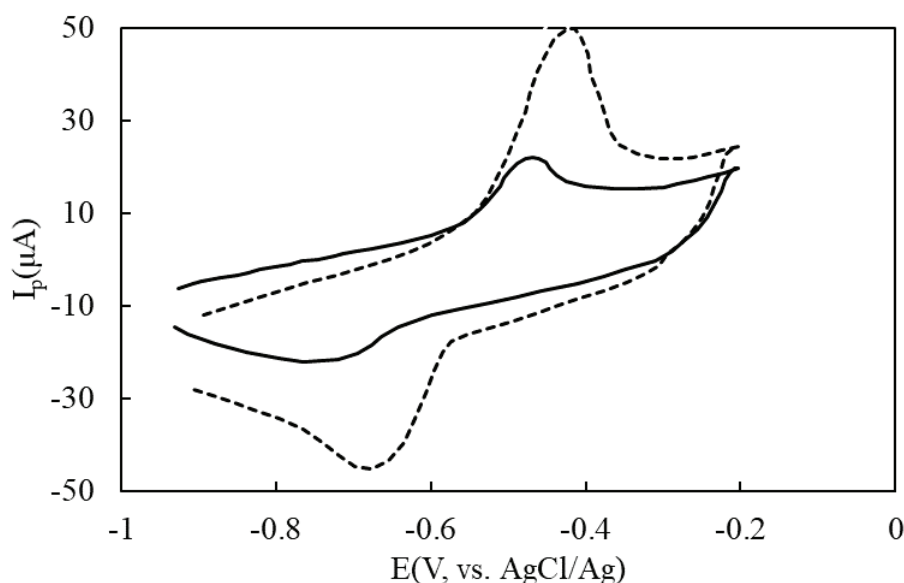


Рис. 1. ЦВА GC (—) и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC (---) в 500 ppb Pb(II) + 0,1 ацетатного буфера, pH 6, при скорости развертки потенциала  $v = 0,1$  В/с.

÷ -0,63 В на обратной обратного направления сканирования. Это показывает, что окисление свинца является обратимым процессом. После модификации электрода GC материалом Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO интенсивность токового сигнала значительно увеличилась. Пиковый анодный ток на электроде GC составляет  $I_{pa} = 13,7 \mu A$ , а на электроде Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC  $I_{pa} = 39,4 \mu A$  (почти в 3 раза).

Электрохимическую активность материалов Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO в отношении окисления свинца можно объяснить высокой проводимостью rGO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, большой площадью поверхности электрода, а также наличием адсорбционных центров на модифицированной поверхности электрода. Кроме того, электрокаталитическая способность материалов Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> также объясняется тем, что ионы Fe(II) обладают способностью отдавать

электроны в процессе восстановления Pb(II) с образованием Fe(III), затем Fe(II) будет регенерироваться в процессе приема электронов для внешней цепи. Соответственно свинец окисляется по механизму EC' [4].

Для выяснения механизма процесса исследовали влияние pH и скорости сканирования на значение и положение пикового тока ( $I_{pa}$ ,  $E_{pa}$ ). Результаты эксперимента показаны на рис. 2 и 3.

Экспериментальные результаты показывают, что при увеличении pH от 4 до 7 пиковый ток ( $I_{pa}$ ) быстро возрастает, а затем постепенно снижается. При pH = 6 пиковый ток достигает максимума. В среде pH = 4 ÷ 7 потенциал пикового тока ( $E_{pa}$ ) линейно зависит от pH среды. Это доказывает участие ионов H<sup>+</sup> в окислении свинца на электроде Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC.

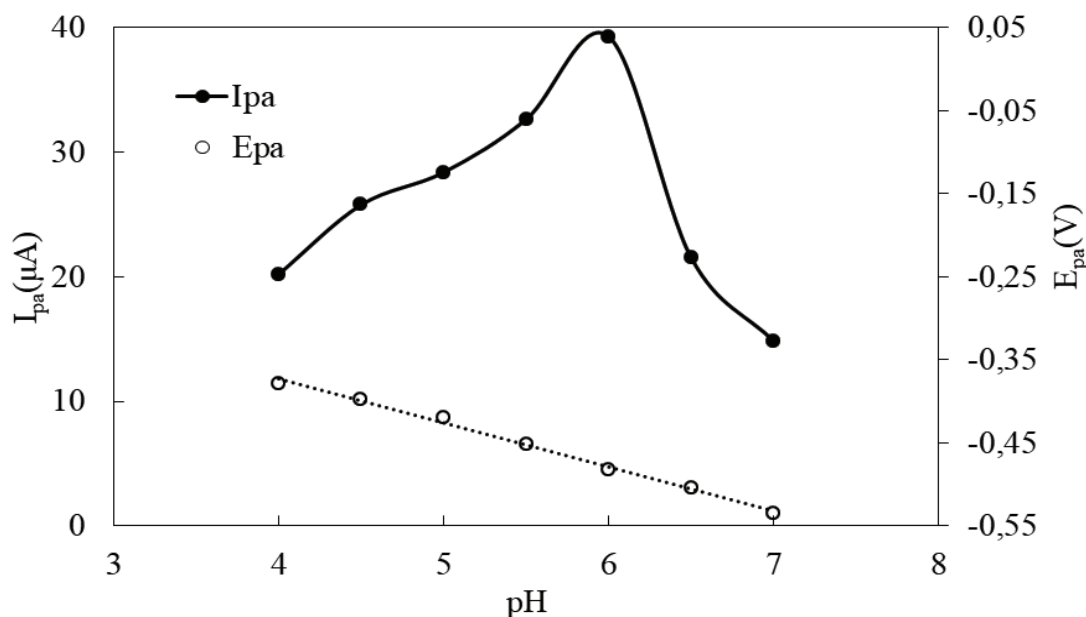


Рис. 2. Влияние pH на значения  $I_{pa}$  и  $E_{pa}$  раствора Pb(II) на электроде Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC

По результатам линейной регрессии получали уравнение:

$$E_{pa} (V) = -0,0534 pH - 0,1559, R^2 = 0,9948$$

Предположим, что окисление протекает по схеме:  $Red \rightleftharpoons Ox + ne + mH^+$

Уравнение Нернста при 25°C:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \log [H^+]^m \Rightarrow E = E^0 - \frac{0,059m}{n} pH \quad (3)$$

Отсюда следует, что отношение между количеством электронов и протонов равно  $n/m = 1,1$ .

Влияние скорости развертки потенциала на сигнал анодного тока также дает информацию о механизме процесса. Из рис. 3 следует, что увеличение скорости развертки потенциала приводит к увеличению пикового анодного тока. Это свидетельствует о том, что реакция переноса электрона происходит только на поверхности. Чтобы определить, стадия диффузии или адсорбции контролируют электрохимическое окисление, построили график зависимости  $\ln I_{pa}$  от  $\ln v$ .

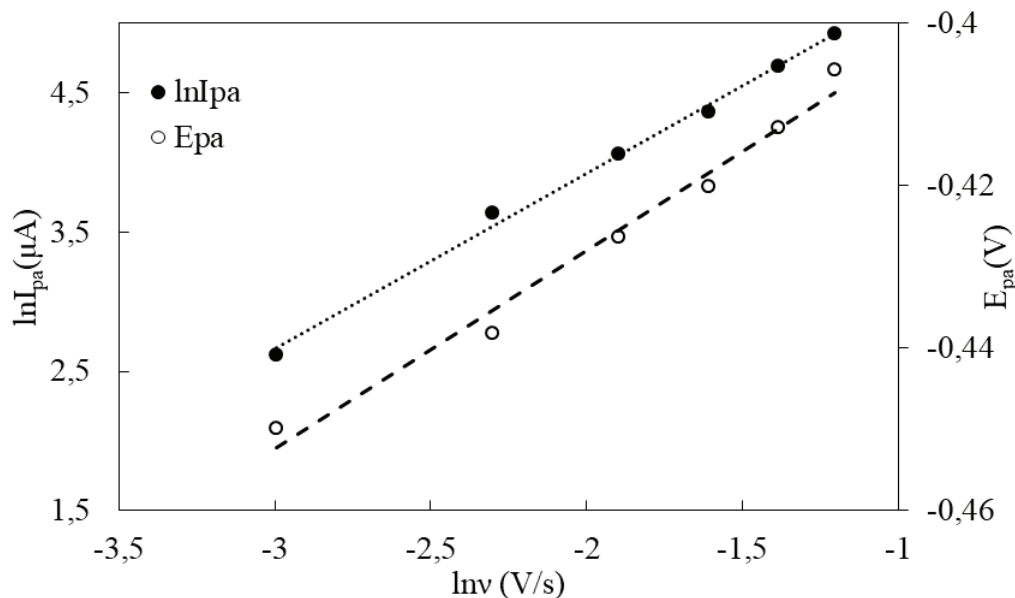


Рис. 3. Зависимости  $\ln I_{pa}$  и  $E_{pa}$  от  $\ln v$

По результатам линейной регрессии получают уравнение:

$$\ln I_{pa} = 1,2579 \ln v + 6,4382, R^2 = 0,9959$$

Наклон уравнения составляет  $1,2579 > 0,5$ . Это свидетельствует о том, что процесс адсорбции является лимитирующей стадией [4].

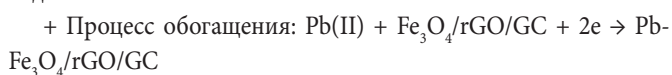
Соотношение между потенциалом пикового тока и скоростью развертки также дает информацию о механизме окисления. Количество электронов, которыми обмениваются при окислении, связано с  $E_p$  и  $\ln v$  по уравнению:

$$E_p = E^0 - \frac{RT}{(1-\alpha)nF} \ln \frac{RTK_s}{(1-\alpha)nF} + \frac{RT}{(1-\alpha)nF} \ln v \quad (4)$$

Из уравнения линейной регрессии:  $E_p = 0,0244 \ln v - 0,3792$ ;  $R^2 = 0,9807$

$$\rightarrow n = 2,1 \approx 2 \text{ и } m = 1,9 \approx 2.$$

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод, что процесс, происходящий на электроде, происходит по схеме:



+ Процесс разрядки:



## 2. Линейный диапазон, предел обнаружения и повторяемость измерения для определения ионов Pb(II)

Кривые дифференциальной импульсной вольтамперограммы  $Fe_3O_4/rGO/GC$  в растворе  $Pb(II)$  с разными концентрациями показаны на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что на всех кривых имеется четкий пик в положении  $E \approx -0,51$  В. Пиковый ток линейно увеличивается с концентрацией  $Pb(II)$  (рис. 5).

В результате построения уравнения стандартной кривой  $Pb(II)$  методом линейной регрессии получено уравнение:

$$I_{pa} (\mu A) = 0,2031 C(ppb) + 0,7831; R = 0,9957$$

Предел обнаружения (LOD) рассчитывали по формуле (2) со значением  $0,90$  ppb. Среднее относительное стандартное отклонение (RSD) для растворов с концентрацией  $1$  ppb,  $50$  ppb и  $100$  ppb составляет  $3,7\%$ . Этот результат указывает на то, что модифицированный электрод  $Fe_3O_4/rGO/GC$ , можно многократно использовать для обнаружения  $Pb(II)$ .

## Заключение

Модификация GC-электрода материалом  $Fe_3O_4/rGO$  сильно увеличивает сигнал анодного тока при измерении CV в рас-

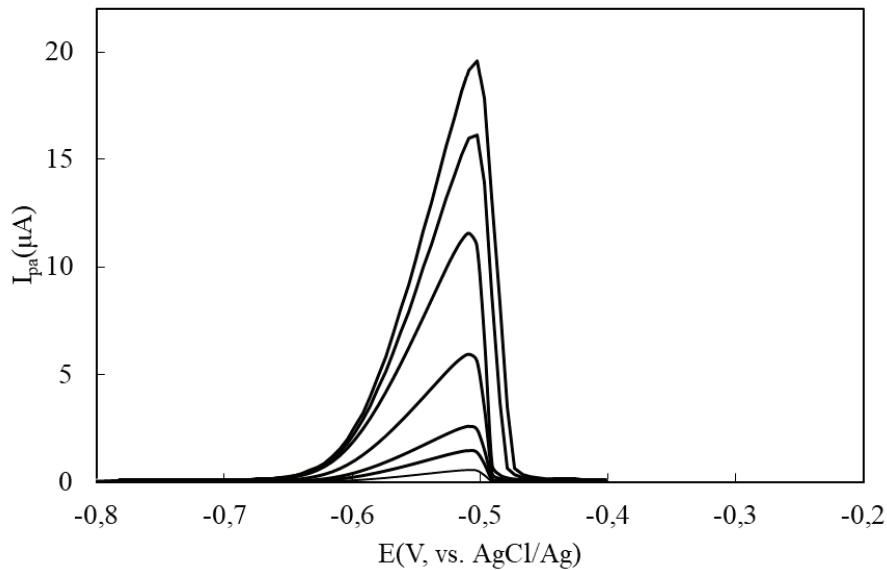


Рис. 4. Сигналы DPV электрода Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC в растворе Pb(II) с концентрацией от 1 ppb до 100 ppb + 0,1 М ацетатный буфер pH = 6

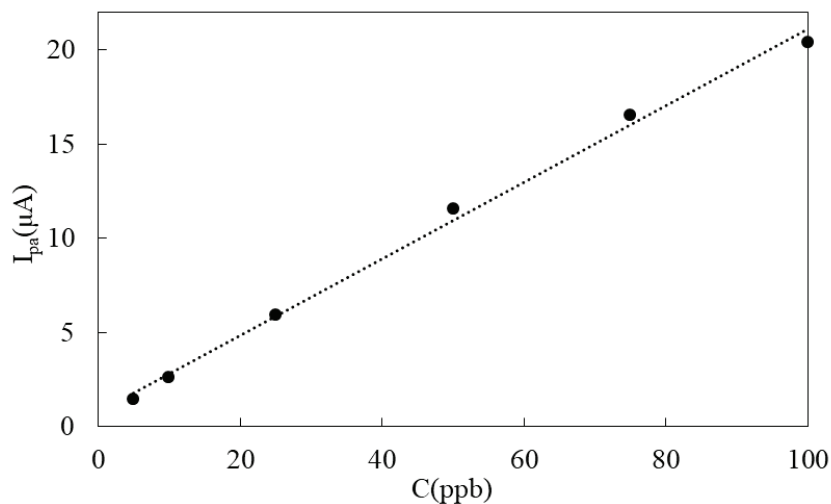


Рис. 5. График линейной зависимости пикового тока от концентрации Pb(II)

творе Pb(II). Изучена электрохимическая природа Pb(II) на электроде Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC, и показано, что в процессе окисления на электроде Pb обменивает 2 электрона, одновременно вы-

свобождая 2 H<sup>+</sup>. Модифицированный электрод Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO/GC можно использовать повторно для обнаружения Pb(II), предел обнаружения Pb(II) определен как 0,90 ppb.

Литература:

1. Hazhir T. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles/reduced graphene oxide nanosheets as a novel electrochemical and bioelectrochemical sensing platform / Hazhir T. Adollah S., Somayeh Kh. // *Biosensors and Bioelectronics*.— 2013.— № 49.— С.1–8.
2. Nguyen T. A. T. Electrochemical Determination of Paracetamol Using Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Reduced Graphene-Oxide-Based Electrode / Nguyen Thi Anh Thu, Hoang Van Duc, Nguyen Hai Phong [и др.] // *Journal of Nanomaterials*.— 2018.— VOL. 2018.— 15 С.
3. Vu Thi Duyen. An investigation into electrochemical behavior of Rhodamine B on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/rGO-modified GCE electrode / Vu Thi Duyen, Ngo Thi My Binh, Doan Van Duong [и др.] // *The University of Danang — University of Science and Education*.— 2021.— VOL. 19.— № 1.— С. 52–57.
4. Jafar S. A new kinetic-mechanistic approach to elucidate electrooxidation of doxorubicin hydrochloride in unprocessed human fluids using magnetic graphene based nanocomposite modified glass / Jafar S., Mohammad H., Nasrin Sh. [и др.] // *Materials Science & Engineering C*.— 2016.— № 61.— С. 638–650.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Технологические аспекты проектирования веб-приложений с использованием фреймворка Blazor

Булыгин Юрий Викторович, студент

Научный руководитель: Коваленко Роман Андреевич, старший преподаватель

Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал) Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения

*В статье рассмотрены основные технологические особенности фреймворка Blazor при разработке веб-приложений. Дан краткий обзор и анализ используемых технологических решений, предоставляемых возможностей и принципов работы данного инструмента. Исследованы возможные варианты его применения и дана оценка перспектив развития.*

**Ключевые слова:** Blazor, Razor, NET, Blazor Server, WebAssembly.

Blazor — фреймворк для создания веб-приложений на платформе .NET. Он позволяет разработчикам создавать одностраничные (Single Page Applications) и многостраничные (Multi Page Applications) приложения с использованием средств этой среды. Данный инструмент предоставляет способ использования языка C# и возможностей платформы .NET для создания веб-приложений, что может быть особенно полезно для разработчиков, которые уже знакомы с этими технологиями.

Для создания пользовательского интерфейса в Blazor используется синтаксис языка разметки Razor, являющийся на данный момент частью платформы ASP NET Core, который поддерживает язык C# и использует символ @ для перехода с языка разметки HTML на директивы языка Razor, а также вычисления выражений C# кода и отображения их как выходных данных HTML. Таким образом Razor позволяет разработчику использовать одновременно HTML-разметку и вставки кода на языке C#, которые определяют логику работы динамических элементов. Стоит отметить, что Blazor во многом является наследником более раннего продукта Microsoft Razor Pages и использует большинство идей этой технологии. Но в отличие от предыдущих .NET инструментов веб-разработки Blazor приобрел некоторые дополнения и избавился от существенных недостатков, получив возможность обработки и рендеринга приложения на стороне клиента, и необходимости писать логику клиента приложения на языке JavaScript, став полностью обслуживаемым на C#.

Из HTML-разметки и C# кода формируются компоненты — автономные части сочетающие описание пользовательского интерфейса и логики обработки динамического поведения данного интерфейса. Приложения на основе фреймворка Blazor создаются посредством сочетания данных компонентов, которые называются Razor компоненты (Razor Components). Компоненты являются классами и реализуются в виде файлов с рас-

ширением razor, что позволяет использовать их многократно как элементы при построении в других Blazor, Razor Pages или MVC приложениях. Данные компоненты можно добавлять в HTML разметку страницы как тег, таким образом добавляя готовые элементы и собирая из них веб-страницы. Это позволяет не переписывать и не дублировать при необходимости уже имеющийся код. Поведение компонентов управляется атрибутами, которые дописываются в тег с названием компонента с необходимыми значениями. Добавление компоненту атрибутов осуществляется путем добавления в класс компонента нового свойства с ключевой аннотацией [Parameter]. Параметры могут передаваться не только между компонентами, но и из страниц и мастер страниц верхнего уровня для вложенных компонентов. Такой подход управления компонентами даёт возможность более гибкого и удобного повторного их использования. Компоненты могут быть связаны с URL-адресом посредством директивы @page и указания пути к его razor файлу, тем самым наделяя их свойствами самостоятельной веб-страницы. Компоненты поддерживают обработку событий, которая производится посредством атрибута @on{event} и связывает определяемое событие с исполнением метода компонента. Также как и в предыдущих .NET Blazor содержит концепцию мастер-страниц (layouts), которые служат шаблоном для создания унифицированного вида сайта. Посредством ключевого слова @bind может осуществляться связывание HTML-элементов с каким-либо методами, свойствами и значениями других элементов, а также событиями посредством атрибута @bind-event. Также для получения данных от сторонних сервисов расположенных за пределами приложения существует функция внедрения зависимостей (dependency injection), подключаемая директивой @inject.

Кроме того, Blazor имеет множество уже готовых инструментов и библиотек, которые могут помочь ускорить разра-

ботку и сделать ее более продуктивной. Например, Blazor предоставляет множество готовых компонентов пользовательского интерфейса, таких как кнопки, формы и таблицы, что может значительно упростить создание интерфейса приложения. Также присутствует поддержка всех более ранних функций из стека технологий.NET для веб-разработки, такие как маршрутизация, валидация, взаимодействие с библиотеками JavaScript и другие.

Данный фреймворк имеет две технологии реализации — WebAssembly, для одностраничных интерактивных сайтов, которая позволяет запускать код написанный на C# и.NET в браузере, и Blazor Server, где обработка операций, связанных с приложением, происходит за счет ресурсов сервера. Каждая из технологий имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам серверного приложения можно отнести: небольшой размер загружаемых данных и соответственно более быструю загрузку приложения, использование приложения возможностей сервера, повышение безопасности, так как база кода не предоставляется клиентам. К недостаткам Blazor Server приложения можно отнести более высокую задержку, так как каждое активное взаимодействие с пользователем ведёт к обращению на сервер, полную зависимость приложения от соединения с сервером, а также значительные требования к ресурсам сервера для ресурсоёмких и приложений с большим количе-

ством пользователей. Клиентские приложения на технологии WebAssembly решают проблемы, связанные с зависимостью от соединения с сервером и нехваткой его вычислительных ресурсов, но имеют и существенный недостаток — загрузка приложений занимает значительно больше времени. Такое разделение технологий реализации также создаёт больше возможностей для оптимизации работы приложения. Так если для приложения более важным являются обновления в реальном времени или доступ к возможностям сервера (базы данных, шифрование) то оптимальным будет выбор с обработкой на стороне сервера. В случае же когда приложение должно иметь возможность работы в офлайн-режиме или предполагает высокую вычислительную нагрузку (графические VR/AR приложения, 3D-приложения, кодировщики аудио и видео, игры) то более оптимальным будет выбор технологии WebAssembly.

В целом, Blazor — это современный инструмент для создания веб-приложений, который имеет свои особенности и свою целевую аудиторию. Направление веб-разработки на платформе.NET имеет достаточно перспектив и активно развивается. На данный момент уже выпущена более новая технология.NET MAUI. В заключении можно отметить, что если вы уже знакомы с.NET и хотите использовать его для создания веб-приложений, то данная платформа предоставляет достаточно технологий и инструментов для их реализации.

#### Литература:

1. ASP.NET Core Blazor. — Текст: электронный // Microsoft Learn: [сайт]. — URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/blazor/?view=aspnetcore-7.0> (дата обращения: 06.03.2023).
2. Справочник по синтаксису Razor для ASP.NET Core. — Текст: электронный // Microsoft Learn: [сайт]. — URL: <https://learn.microsoft.com/ruru/aspnet/core/mvc/views/razor?view=aspnetcore-7.0> (дата обращения: 06.03.2023).
3. Руководство по фреймворку Blazor. — Текст: электронный // METANIT.COM — Сайт о программировании: [сайт]. — URL: <https://metanit.com/sharp/blazor/> (дата обращения: 08.03.2023).
4. Blazor for Beginners: [серия видео-уроков] / Jeff Fritz // URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLdo4fOcmZ0oUJCA3D-CzKT79Oe3kdKEceX> (дата обращения: 08.03.2023). — Изображение (движущееся; двухмерное): видео.
5. Сравнение архитектуры ASP.NET Web Forms и Blazor. — Текст: электронный // Microsoft Learn: [сайт]. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/blazor-for-web-forms-developers/architecture-comparison> (дата обращения: 06.03.2023).
6. Defining routes. — Текст: электронный // Blazor University: [сайт]. — URL: <https://blazor-university.com/routing/defining-routes/> (дата обращения: 06.03.2023).
7. JavaScript Interloop. — Текст: электронный // Blazor University: [сайт]. — URL: <https://blazor-university.com/routing/defining-routes/> (дата обращения: 06.03.2023).
8. Blazor Server vs. Blazor WebAssembly: Four Ways In Which They Differ. — Текст: электронный // Round The Code — .NET blog and ASP.NET Core tutorials: [сайт]. — URL: <https://www.roundthecode.com/dotnet/blazor/blazor-server-vs-blazor-webassembly-four-ways-in-which-they-differ> (дата обращения: 06.03.2023).
9. Основы Razor. — Текст: электронный // Платформа.NET и C# от А до Я: [сайт]. — URL: <https://csharp.webdelphi.ru/osnovy-razor/> (дата обращения: 08.03.2023).
10. Мостовой, Р. Доклад Blazor 9.11.2021. — Текст: электронный // URL: <https://prog.msk.ru/downloads/blazor.pdf> (дата обращения: 06.03.2023).



## Проблематика портирования программного пакета моделирования двигателя внутреннего сгорания на операционную систему Astra Linux

Заболотский Иван Александрович, студент  
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

В статье описана проблематика портирования системы моделирования двигателя внутреннего сгорания на операционную систему Astra Linux.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, портирование системы моделирования, программирование, C++, Astra Linux.

При переносе программ с операционной системы Windows на операционные системы семейства Linux, связанные с тем, что API (Application Programming Interface — программный интерфейс приложения), файловые системы и драйверы обеих операционных систем отличаются друг от друга, в следствии этого необходимо использовать другие библиотеки, другую IDE (Integrated Development Environment — интегрированная среда разработки), включающую в себя компиляторы, библиотеки и редакторы кода. Некоторые из этих проблем встречались и при разработке версии программного пакета моделирования двигателя внутреннего сгорания (ДВС) [2] [8] для операционной системы Astra Linux, но они были решены.

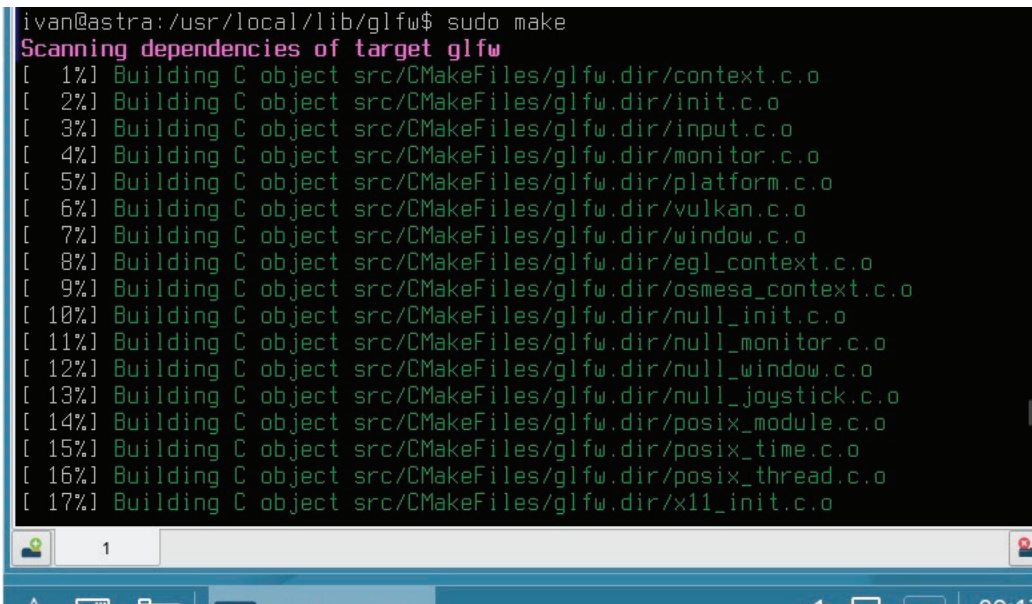
Разработка программ для операционной системы Astra Linux становится все более актуальной, в связи с переходом многих компьютеров в муниципальных учреждениях на данную операционную систему. Все больше пользователей переходят на Linux системы благодаря её открытости, оптимизации, безопасности. Также данная ОС часто используется при обучении на специализациях, связанных с информационными технологиями. Однако, у операционных систем данного семейства имеются некоторые недостатки — отсутствие многих популярных программ,

но все больше разработчиков создают версии своих программ, предназначенных для Linux, делая использование Linux более комфортным для пользователей.

Программный пакет моделирования ДВС предназначен для ознакомления пользователя с основными процессами [6], происходящих в ДВС, как крутящий момент [3] [4], мощность и обороты их пикового момента зависят от параметров ДВС, таких как диаметр цилиндров, температура горения топлива, степень сжатия и т.д. Возможность самостоятельно изменять входные параметры и понимать их влияние на рабочие характеристики ДВС поможет обучающимся лучше ознакомиться с теорией автомобилестроения.

В портированной версии был использован язык программирования C++, также, как и в оригинальной версии, благодаря его кроссплатформенности и наличию в Linux множества C/C++-компиляторов.

Разработка версии для Astra Linux заняла меньше времени, так как для вывода 3D графики в версии для Windows была выбрана библиотека OpenGL, являющейся кроссплатформенной, чем если бы программа была изначально разработана на DirectX, графической библиотекой, предназначенной только для Windows.



```
ivan@astra:/usr/local/lib/glfw$ sudo make
Scanning dependencies of target glfw
[ 1%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/context.c.o
[ 2%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/init.c.o
[ 3%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/input.c.o
[ 4%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/monitor.c.o
[ 5%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/platform.c.o
[ 6%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/vulkan.c.o
[ 7%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/window.c.o
[ 8%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/egl_context.c.o
[ 9%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/osmesa_context.c.o
[10%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/null_init.c.o
[11%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/null_monitor.c.o
[12%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/null_window.c.o
[13%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/null_joystick.c.o
[14%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/posix_module.c.o
[15%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/posix_time.c.o
[16%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/posix_thread.c.o
[17%] Building C object src/CMakeFiles/glfw.dir/x11_init.c.o
```

Рис. 1 Скриншот процесса сборки glfw для Astra Linux

```
ivan@astra:~/Desktop/EngineT/EngineT_lin/EngineT$ g++ main.cpp glad.c -ldl -lglfw
ivan@astra:~/Desktop/EngineT/EngineT_lin/EngineT$ ./a.out
ivan@astra:~/Desktop/EngineT/EngineT_lin/EngineT$ █
```

Рис. 2. Скриншот команд сборки и запуска программы



Рис. 3. Скриншот работы программы при использовании операционной системы Astra Linux

Также помимо OpenGL используются вспомогательные библиотеки, такие как GLFW (библиотека ввода-вывода) (рис. 1), GLAD (расчет графики для вывода) и GLM (математическая библиотека, применяемая для расчета матриц, необходимых для рендера изображения).

В отличие от Windows, где сборка проекта происходила в Visual Code, в Astra Linux сборка происходит с помощью GCC, а для редактирования кода используется Qt Creator, поставляемый в комплекте с Astra Linux.

Для сборки GCC необходимо в терминале C/C++ файлы, которые необходимо скомпилировать в программу и флаги («g++

main.cpp glad.c -ldl -lglfw. Скомпилированная программа запускается с помощью команды «./a.out» (рис. 2).

В конечном итоге программа, которая изначально была разработана для операционной системы Windows была портирована на Astra Linux, благодаря чему пользователи этой системы могут использовать данную программу (рис. 3) без эмулятора, что позволяет использовать программу с максимальной производительностью.

Работа выполнена при поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках проекта «Разработка системы моделирования двигателя внутреннего сгорания в рабочем режиме».

#### Литература:

1. Палагута К. А., Тройков С. М. Полунатурное моделирование электронной системы управления двигателем внутреннего сгорания (ЭСУ ДВС). Надежность и качество: труды международного симпозиума, 2010.
2. Заболотский, И. А. Разработка системы моделирования двигателя внутреннего сгорания в рабочем режиме / Молодой ученый. — 2022. — № 46 (441).
3. Луканин. В. Н. Том 1. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов, 2005.
4. Луканин. В. Н. Том 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС, 2005.
5. Боресков. А. В. Программирование компьютерной графики, 2019.
6. Гришин Ю. А., Хазов Н. В. Моделирование газодинамических течений во впускных системах двигателей внутреннего сгорания, 2008.
7. Заболотский, И. А. Проблематика разработки системы моделирования двигателя внутреннего сгорания на языке программирования C++ / Молодой ученый. — 2022. — № 47 (442).

## Проблематика программирования анимации 3D-объектов с графической библиотекой OpenGL

Заболотский Иван Александрович, студент  
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

В статье описана проблематика разработки системы анимации для демонстрации процессов в двигателе внутреннего сгорания.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, 3D анимирование, системы моделирования, программирование, C++, OpenGL.

При разработке программного пакета моделирования двигателя внутреннего сгорания (ДВС) [2] [8] стояла задача добавить наглядную демонстрацию процессов, происходящих в ДВС. Для этого были использованы возможности OpenGL.

Для того, чтобы запрограммировать движение поршней, необходимо знать, каким образом будут перемещаться объекты, из которых состоит кривошипно-шатунный механизм (КШМ).

Исходя из схемы КШМ (Рис. 1), для создания анимации необходимы цилиндр (поршень) и два параллелепипеда (первый — шатун, второй — шейка на коленчатом вале), которые генерируются методами программного пакета. Позицию поршня во время работы КШМ можно получить с помощью методов тригонометрии (Рис. 2).

Для того, чтобы вращать сгенерированную 3D-модель в OpenGL, необязательно использовать его встроенные методы, достаточно добавить смещение к позициям точек в трехмерном

пространстве, зависимое от угла поворота трехмерного объекта, который требуется задать.

Для правильной работы анимации необходимо добавить фиксированную частоту кадров (`glfwSwapInterval(1)`), чтобы визуализация процесса работы КШМ происходила с одинаковой скоростью на вычислительных машинах с разной мощностью.

Разрабатываемый симулятор работы ДВС создан не только для подсчета рабочих характеристик ДВС [3] [4], но и визуализации процессов [6] (Рис. 3), происходящих в двигателе внутреннего сгорания.

В программном пакете моделирования ДВС была заложена возможность изменять цвет блока ДВС, таким образом при демонстрации работы ДВС на высоких оборотах вращения коленчатого вала цвет блока ДВС меняется с серого на красный, обозначая повышение его температуры (Рис. 4).

Работа выполнена при поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках проекта «Разработка системы моделирования двигателя внутреннего сгорания в рабочем режиме».

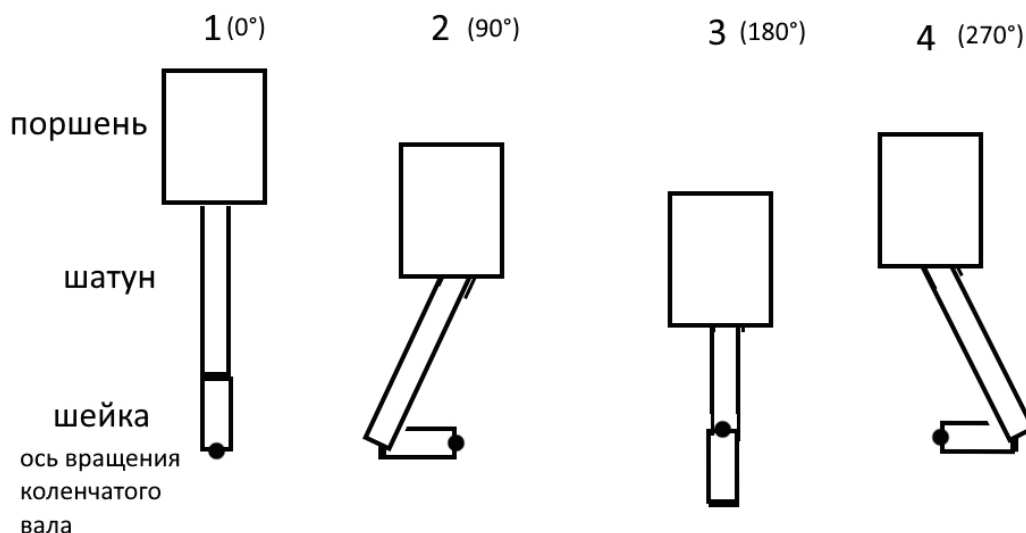


Рис. 1. Схема упрощенной 3D-модели КШМ, используемой в программном пакете моделирования ДВС (с указанными номерами положения поршня, шатуна и шейки, справа от номеров указан угол поворота коленчатого вала)

```
c.y+=stroke/250.0* sin((global_Angle1-90)*PI/180.0);
```

Рис. 2. Метод, отвечающий за позицию (с) поршня в зависимости от поворота угла коленчатого вала (`global_Angle1`)

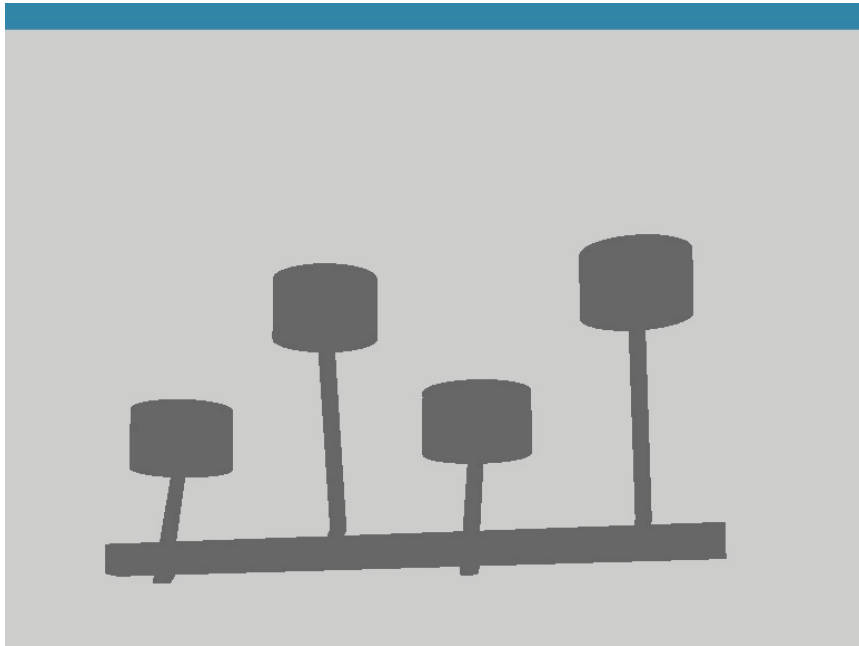


Рис. 3. Демонстрация работы КШМ

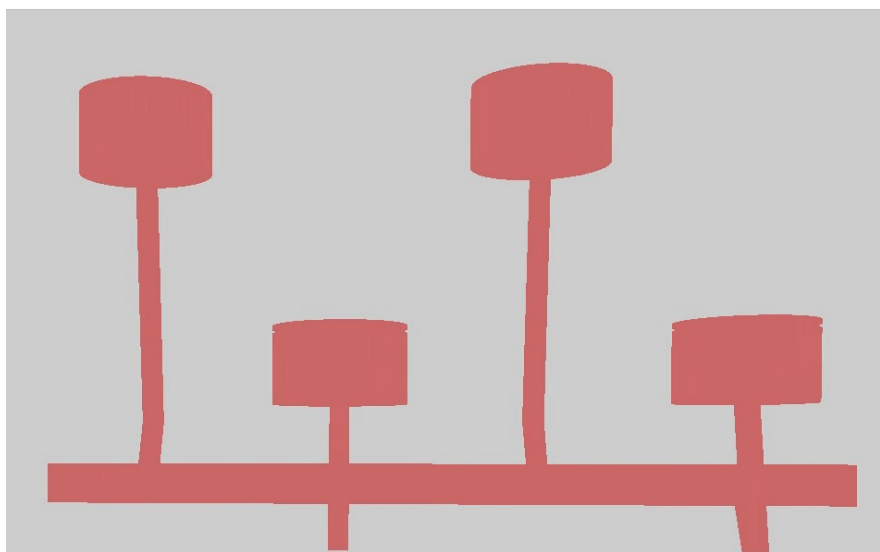


Рис. 4. Цвет механизма ГРМ изменился из-за повышения температуры ДВС

Литература:

1. Палагута К. А., Тройков С. М. Полунатурное моделирование электронной системы управления двигателем внутреннего сгорания (ЭСУ ДВС). Надежность и качество: труды международного симпозиума, 2010.
2. Заболотский, И. А. Разработка системы моделирования двигателя внутреннего сгорания в рабочем режиме / Молодой ученый.— 2022.— № 46 (441).
3. Луканин. В. Н. Том 1. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов, 2005.
4. Луканин. В. Н. Том 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС, 2005.
5. Боресков. А. В. Программирование компьютерной графики, 2019.
6. Гришин Ю. А., Хазов Н. В. Моделирование газодинамических течений во впускных системах двигателей внутреннего сгорания, 2008.
7. Johnson Bruce. Professional Visual Studio 2017. John Wiley & Sons, Inc., 2018.
8. Заболотский, И. А. Проблематика разработки системы моделирования двигателя внутреннего сгорания на языке программирования C++ / Молодой ученый.— 2022.— № 47 (442).

## Сетевая синхронизация пользователей на движке Unity

Смирнов Макар Сергеевич, студент

Научный руководитель: Сорокин Алексей Андреевич, старший преподаватель

Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал) Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения

*Сетевое взаимодействие в рамках компьютерных игр является одним из самых показательных с точки зрения актуальности. В сетевом игровом приложении качество кода будет влиять показательно на работоспособность конечного продукта, так как важно достичь отправки и получения данных максимально быстро с минимумом потерь, чтобы процесс работы с приложением соответствовал современным стандартам сетевого взаимодействия.*

**Ключевые слова:** сетевое программирование, разработка компьютерных игр, Unity.

Разработка компьютерных игр является одним из самых известных направлений в области IT. На создание видео-игры требуются специалисты разных направлений в области программирования. Сетевое программирование же, является одним из самых востребованным, в связи с постоянно набирающими популярность соревновательными сетевыми компьютерными играми, которые требуют высокий уровень точности передачи данных и низкий уровень задержки.

Чтобы рассмотреть методы сетевого взаимодействия в рамках компьютерной игры, был выбран один из самых популярных движков для разработки компьютерных игр — Unity, готовые решения для сетевого взаимодействия между клиентами использованы не будут. Сама же игра будет из себя представлять кооперативный шутер с видом сверху. Целью является полноценная синхронизация всех динамических объектов и персонажей у всех клиентов.

Сообщение между клиентами в сетевых играх обычно происходит по двум протоколам: TCP и UDP. Протокол TCP — точная сетевая модель передачи данных, которая используется, когда требуется надежная доставка сообщений, обеспечивая

гарантированную доставку с установлением соединений, т.е. без потерь, используя повторные передачи и проверки на ошибки [1]. Для обеспечения этой надежности, в жертву идет скорость передачи данных. Этот протокол в основном используется для отправки сообщений, файлов, где какие-либо потери будут критичными.

Протокол UDP же не требует предварительного соединения между клиентами, и не имеет как таковых проверок на ошибки. Он отправляет данные в виде дейтаграмм по определенному адресу, и никак не проверяет и не контролирует доставку до конечного клиента. Такой метод очень важен для скоростной передачи данных, таких как онлайн стримы, голосовые чаты и компьютерные игры, ведь потеря какой-то части пакетов не будет столь критична для конечного результата.

Именно UDP протокол и был выбран для разработки игры, ведь скорость передачи крайне важна в рамках динамичного сетевого шутера. Для реализации использованы стандартные инструменты платформы .Net — Сокеты.

Роль сервера выполняет другой клиент, который открывает сущность сервера внутри игровой сцены. Начинает пе-

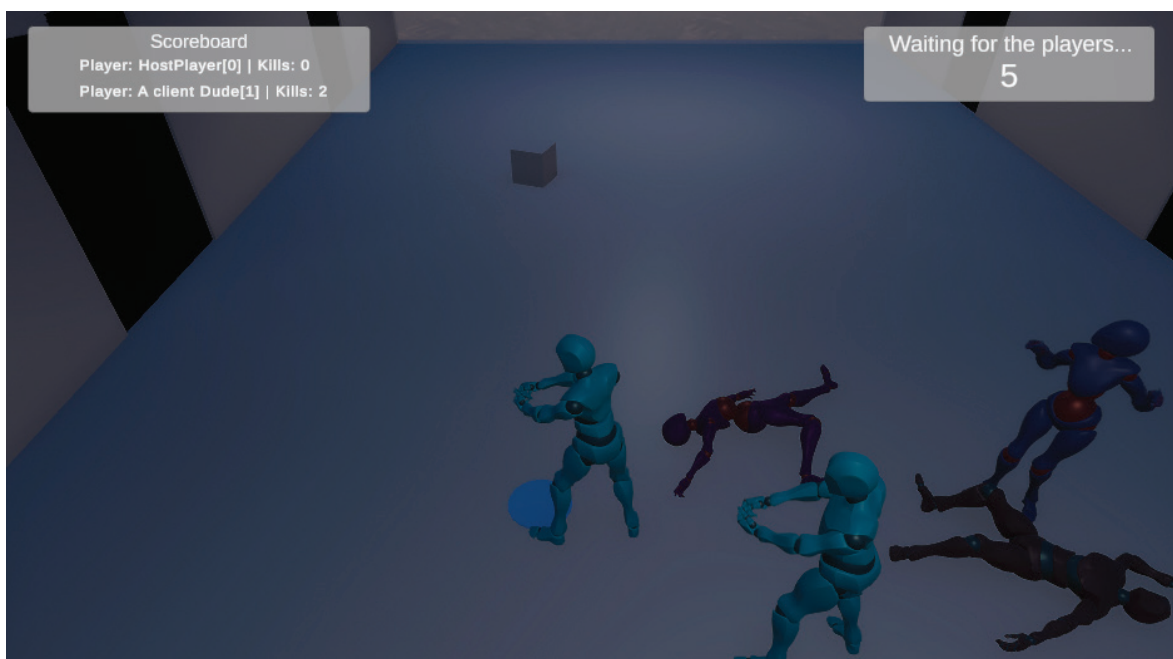


Рис. 1. Сервер





Рис. 2. Клиент

редачу клиент, отправляя данные об игроке серверу. Потом, если подключение клиента подтверждено, сервер отправляет данные клиенту. Передача этих данных на сервере выполняется в разных потоках. На серверной стороне каждую итерацию `fixedUpdate` данные всех динамических объектов поочередно сериализуются и добавляются в лист. `fixedUpdate` — это частота обновления физической системы движка, что примерно равно 0.02 секунды [2], это позволит синхронизировать объекты каждый раз, когда они изменяют свое состояние, это снизит нагрузку на систему. Также сериализация данных именно в `fixedUpdate` требовалась в связи с особенностями работы движка Unity. Движок без каких-либо дополнительных решений не позволяет взаимодействовать с игровыми объектами, которые наследуются от `MonoBehaviour` в другом потоке.

В новом потоке уже сериализованные данные об объектах последовательно отправляются клиенту. Это позволит ускорить отправку данных, исключив из отправки время на сериализацию (рис. 1). На стороне клиента (рис. 2), сериализованные данные отправляются в лист байтовых массивов, которые расшифровываются в отдельном потоке, чтобы так же не тратить время на десериализацию во время получения данных, а расшифрованные данные применяются к игровой сцене в `fixedUpdate`.

Таким образом получилось реализовать полноценную синхронизацию игровых сущностей, включая анимации, рэгдолл, и прочие динамические объекты с низкой задержкой и высокой частотой обновления на движке Unity, без использования готовых решений.

#### Литература:

1. Протокол TCP.— Текст: электронный // OpenNet: [сайт].— URL: [https://www.opennet.ru/docs/RUS/linux\\_base/node350.html](https://www.opennet.ru/docs/RUS/linux_base/node350.html) (дата обращения: 01.03.2023).
2. `MonoBehaviour.FixedUpdate`.— Текст: электронный // Руководство Unity: [сайт].— URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.FixedUpdate.html> (дата обращения: 01.03.2023).

## Кадровый и технический вопросы в условиях цифровизации здравоохранения

Федин Владимир Алексеевич, эксперт в области информационных технологий в медицине, ИТ-директор  
Группа компаний «Инвитро» (г. Москва)

*Данная статья посвящена рассмотрению проблем интеграции современных цифровых систем в деятельность медицинских организаций. Автор приводит основные проблемы, препятствующие формированию быстрых темпов развития и внедрения инноваций в систему здравоохранения. Более того, в статье анализируются данные опроса медицинских работников о текущем уровне цифровизации в учреждениях и видимых перспектив. Данными опроса автор подчеркивает наличие положительных сторон вне-*

дрения цифровых технологий и внешних ограничений данного процесса. Также в статье рассматриваются перспективы цифровизации системы здравоохранения. Автор указывает направления, которые подвержены наибольшему влиянию современных информационных технологий.

**Ключевые слова:** цифровизация в здравоохранении, инновационная деятельность, цифровые технологии в медицине, цифровая инфраструктура здравоохранения, внедрение цифровых технологий в медицине, перспективы цифровизации.

## Personnel and technical issues in the context of digitization of healthcare

*This article is devoted to the problems of integration of modern digital systems into the activities of medical organizations. The author cites the main problems hindering the formation of rapid rates of development and innovation in the healthcare system. Moreover, the article analyzes data from a survey of medical professionals on the current level of digitalization in institutions and visible prospects. With the survey data, the author emphasizes the presence of positive aspects of the introduction of digital technologies and external limitations of this process. The article also discusses the prospects of digitalization of the healthcare system. The author indicates the areas that are most affected by modern information technologies.*

**Keywords:** digitization in healthcare, innovative activity, digital technologies in medicine, digital healthcare infrastructure, introduction of digital technologies in medicine, prospects of digitization.

Внедрение цифровых систем в сфере предоставления медицинских услуг на сегодняшний день является одним из самых приоритетных направлений на мировом рынке и в государственной политике развитых и развивающихся стран. Современные тенденции и темпы развития технологий позволяют процессу цифровизации оптимизировать и улучшать деятельность и работу многих систем. Положительными аспектами интеграции современных цифровых технологий в сферу здравоохранения являются расширение возможностей населения по получению медицинских услуг и по доступу к медицинским материалам, поддержка работы медицинского персонала и врачей, а также решение самых важных и фундаментальных задач в сфере государственной политики здравоохранения в разных странах.

Однако, как отмечают эксперты, в процессе внедрения цифровых систем в механизмы оказания медицинских услуг, развития законодательных реформ, а также улучшения качества инновационных технологий появилась необходимость развития соответствующих компетенций медицинских работников: врачей, администраторов и другого персонала медицинских учреждений [1]. Развитие соответствующих компетенций сделает возможным эффективную интеграцию цифровых систем в процессы работы медицинских учреждений, а широкое применение и развитие инноваций поможет проведению качественных анализов и оцениванию необходимости улучшения каких-либо элементов цифровых систем. На сегодняшний день пересмотру и изменению подвергают также методы оценки процесса цифровизации систем здравоохранения [4]. Различные методы оценки применяются специалистами для нахождения наиболее эффективных способов использования инноваций и комплексного развития сферы оказания медицинских услуг.

### Роль цифровизации в системе охраны здоровья

Современные цифровые технологии позволяют вывести сферу здравоохранения на новый уровень предоставления услуг и оказываемой помощи. Особенностью цифровизации является

запуск процесса перехода индустрии к моделям медицинских услуг, основанных на составлении прогнозов состояния здоровья и профилактических мероприятиях. Данные методы являются основой направления превентивной медицины [2].

Возможности современных технологий превышают привычное увеличение характеристик по предполагаемому объему создания продукции или скорости производства и оказания услуг. Помимо оптимизации многих процессов здравоохранения и улучшения их качества цифровизация имеет ряд функциональных направлений:

- Пациент (клиент) становится ведущим звеном в поддержании уровня собственного здоровья и улучшении его показателей.
- Развитие правовых норм граждан, механизмов защиты прав и предоставления данных, согласия на обработку и использование данных.
- Аналитика больших данных, направленная на улучшение механизмов и процессов мирового здравоохранения.

### Ограничения внедрения цифровых технологий в сферу здравоохранения

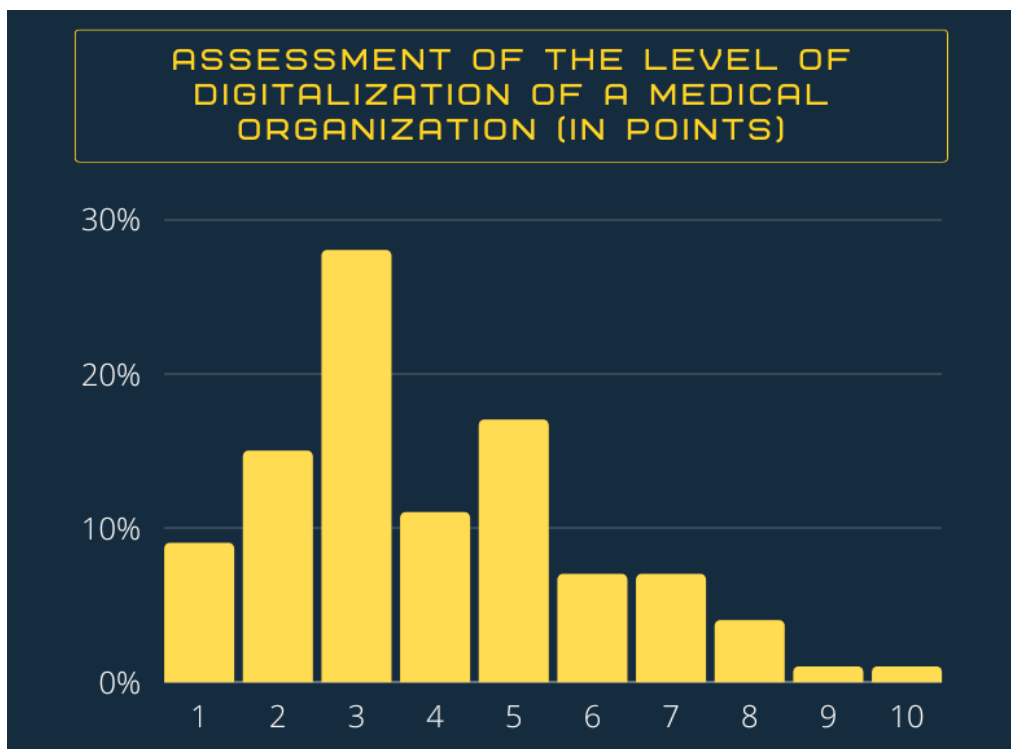
Одним из ограничений темпов цифровизации и внедрения инновационных технологий является низкий уровень компетенций медицинских работников в области информационных технологий. Данный уровень компетенций и навыков способствует формированию деструктивного влияния внедряемых технологий на рабочий процесс, так как сотрудники не могут использовать технологии по назначению, а отсутствие соответствующих знаний по работе с оборудованием начинает замедлять некоторые рабочие процессы ввиду невозможности эффективного использования оборудования [3]. Таким образом в некоторых случаях результативность работы может снижаться посредством внедрения инноваций, но это говорит только о неверной организации и подготовки процесса внедрения цифровых технологий.

### Результаты опроса

По результатам независимого опроса, который был проведен в 2021 году и включал 508 врачей амбулаторного и специализированного медицинского сектора из разных регионов, около 90% из которых являлись работниками государственных медицинских учреждений, исследователи выяснили, что сотрудники сферы здравоохранения в большинстве случаев считают, что уровень цифровизации своего учреждения является низким. Всего 20% опрошенных дали оценку степени внедрения современных технологий в рабочие процессы организации в виде 6 баллов из 10 и выше.

Также одной из тем опроса была оценка потенциального влияния интеграции единой цифровой системы в сферу здравоохранения. Среди потенциальных положительных эффектов работники медицинских учреждений выделили следующие:

- снижение временных издержек на решение рабочих вопросов врачами и другими сотрудниками медицинских организаций (20% опрошенных);
- упрощение процесса деловой связи и взаимодействия различных организаций сферы охраны здоровья между собой (17% опрошенных);
- улучшение процесса сбора и анализа медицинских данных (15% опрошенных);
- увеличение уровня преемственности лечения у населения (15% опрошенных);
- повышение качества оказываемых медицинских услуг и увеличение доступности медицинской помощи для пациентов (12% опрошенных);
- улучшение процесса определения оптимального пути ведения пациента специалистами (12% опрошенных);
- упрощение процесса оформления рабочих отчетов (9% опрошенных).



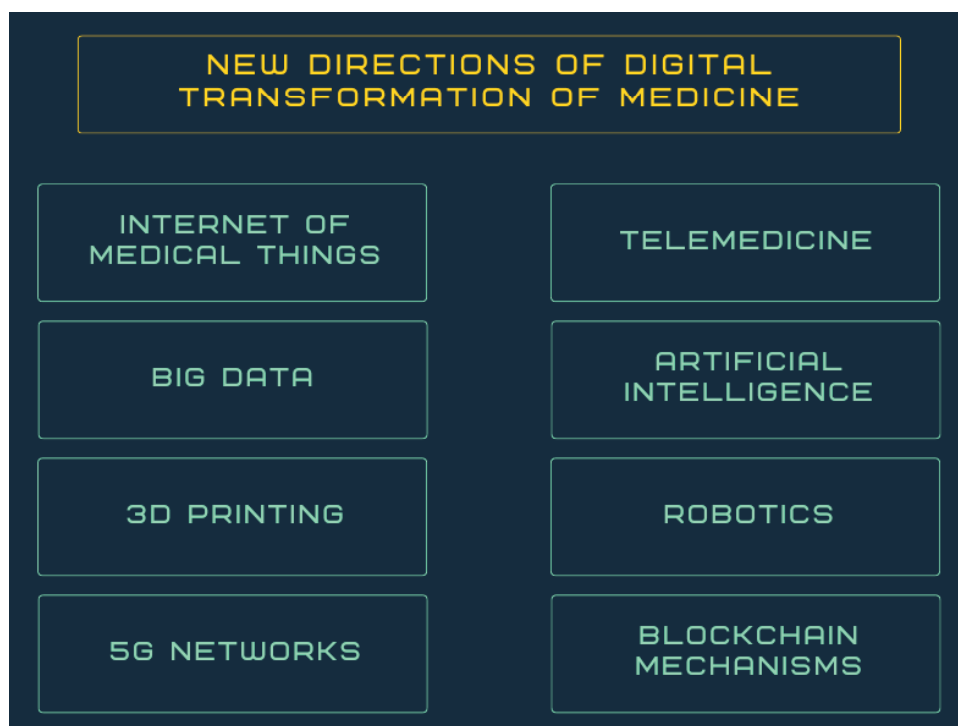
Около 90% специалистов считают, что внедрение цифровых технологий в систему здравоохранения необходимо для улучшения работы организаций и повышения качества оказываемых населению услуг. Однако, примерно 50% отметили, что текущий уровень внедрения инноваций никак не повлиял на улучшение показателей эффективности работы. С другой стороны, около 30% указывают на сокращение временных затрат и трудозатрат на работу с документами и другими рутинными обязанностями ввиду внедрения цифровых технологий.

Также, согласно результатам опроса, только 86% специалистов имеют в своем распоряжении на рабочем месте компьютер с постоянным доступом в интернет, 66% опрошенных использует в своей работе электронные медицинские карты пациентов. Специалисты также отмечают низкий уровень со-

гласованности систем медицинских учреждений и фармацевтических компаний, что является препятствием для развития и широкого применения такого универсального современного инструмента, как «электронные рецепты».

### Перспективы цифровизации

Процесс внедрения инноваций невозможен без качественно подготовленной технологической основы, которой является оснащение компьютерами и другой специализированной техникой, а также подключение организаций к высокоскоростному интернету. Развитие инновационной среды такого рода совместно с реализацией мер по повышению квалификации сотрудников в вопросах использования информационных технологий позволит организовать скорейший переход традици-



онной системы здравоохранения к новейшим тенденциям по оказанию медицинских услуг [5].

На сегодняшний день наряду с внедрением информационных технологий, помогающих упростить и ускорить рутинные задачи

специалистов, работать с большими массивами данных и документооборотом, в сфере здравоохранения происходит активное развитие и реализация узконаправленных технологий, улучшающих качество оказываемой медицинской помощи.

Литература:

1. «The digitization of healthcare: new challenges and opportunities» by L. Menvielle, A. F. Audrain-Pontevia, W. Menvielle, 2017
2. «The digitization of healthcare: boundary risks, emotion, and consumer willingness to disclose personal health information» by C. L. Anderson, R. Agarwal, 2011
3. «Mobile technology and the digitization of healthcare» by S. P. Bhavnani, J. Narula, P. P. Sengupta, 2016
4. «The future of healthcare: the impact of digitalization on healthcare services performance» by L. V. Lapão, 2019
5. «The digitization of health care retailing» by M. S. Rosenbaum, G. C. Ramírez, K. Edwards, J. Kim, J. M. Campbell, M. C. Bickle, 2017

## Теория поколений и ее роль в дизайне сайта работодателя

Черных Елена Николаевна, кандидат экономических наук, доцент;  
 Тимофеева Анна Львовна, студент магистратуры  
 Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьёва (Ярославская обл.)

*В данной статье авторы рассматривают область управления персоналом, методологию теории поколений и автоматизацию бизнес-процесса подбора персонала, а также оформление сайта работодателя на основании теории поколений.*

**Ключевые слова:** теория поколений, подбор персонала, поколение, CRM, управление персоналом, кандидат.

**В** малом и среднем бизнесе важно рассматривать управление персоналом комплексно, включая все этапы работы с сотрудниками — от подбора и обучения до увольнения [2]. Обеспечение эффективного управления персоналом помогает создавать устойчивый рост бизнеса и способствует увеличению прибыли компании.

Предприниматель должен обращать особое внимание на процесс найма и подбора квалифицированных кадров, ориентированных на конкретные задачи компании. Подбор персонала включает в себя определение требований, необходимых для должности, поиск соискателей, подбор, собеседование и выбор наиболее подходящих кандидатов.

Современные инструменты управления персоналом, такие как CRM системы, могут значительно упростить процесс подбора и найма персонала. С их помощью можно вести потенциального кандидата по воронке подбора сотрудников и сохранять информацию о каждом этапе, включая данные о результатах собеседований и выполнении тестовых заданий [1].

Автоматизировать управление персоналом предприниматель может с помощью платформы «вДиалоге». Она разработана для владельцев малого и среднего бизнеса, индивидуальных предпринимателей, самозанятых и всех, кто хочет рассказать о себе в Интернете. Для пользователей доступны конструктор сайтов, CRM система для выстраивания взаимоотношений с клиентами, ведение рабочих задач в календаре, организация мероприятий и онлайн-регистрация на них, возможность создать онлайн-магазин [3]. В процессе создания находится подсистема «Вакансии». Цель создания подсистемы «Вакансии» — упрощение поиска и подбора персонала для работодателя через собственный сайт.

Подсистема «Вакансии» — это программный модуль, который позволяет работодателю эффективно управлять вакансиями на своем сайте. Он является частью системы управления персоналом и позволяет работодателям создавать и публиковать вакансии, а также принимать от кандидатов отклики на опубликованные вакансии.

Один из основных принципов работы модуля «Вакансии» заключается в удобстве для работодателя. Он позволяет заполнить форму описания вакансии с различными характеристиками, например, название вакансии, требования к соискателям, должностные обязанности, уровень заработной платы. Когда вакансия опубликована на сайте, кандидаты могут рассмотреть ее и отправить свою заявку на участие. Модуль позволяет управлять всем процессом отбора кандидатов, исходя

из заявок, полученных после публикации вакансии на сайте, и предоставляет работодателю информацию о каждом соискателе, такую как резюме, контакты, опыт работы [5]. Также подсистема «Вакансии» может включать в себя статистику по заявкам на вакансии, такие данные помогают рассчитать, сколько соискателей подходит для закрытия конкретных позиций, и позволяют работодателю принимать более обоснованные решения при поиске и отборе кандидатов.

Подсистема «Вакансии» является важным инструментом в управлении персоналом, который упрощает и ускоряет процесс поиска и подбора персонала для работодателей через собственный сайт.

Для создания интереса к вакансиям бизнес может использовать теорию поколений для того, чтобы увеличить шансы на правильный выбор персонала и сформировать гармоничный коллектив.

Теория поколений — это подход к исследованию, который помогает описать, как разные поколения появляются, что их объединяет и как они претерпевают изменения со временем [4]. Каждое поколение формируется под влиянием различных обстоятельств и условий, что приводит к уникальным качествам и характеристикам, которые отличают их от других поколений.

Поколенческая теория применяется в различных областях, таких как управление, образование и маркетинг. В отличие от теоретического инструмента, этот подход является практическим и может быть гибко применен в различных ситуациях повседневной жизни и рабочей деятельности. Благодаря теории поколений, люди могут более эффективно понимать и взаимодействовать с другими, принимать важные решения или планировать стратегии в различных областях, например, в управлении персоналом при подборе сотрудников.

Таблица 1. Сравнение американской и русской методологии теории поколений

США			Россия		
Название	Годы	Ключевые события	Название	Годы	Ключевые события
Беби-бумеры	1945–1962	Вьетнамская война. Рост экономики США.	Беби-бумеры	1944–1963	Великая Отечественная война. Покорение космоса.
Поколение X	1963–1981	Кризис власти. Мировой кризис.	X	1964–1984	Война в Афганистане. Перестройка.
Поколение Y	1982–2003	Окончание холодной войны. Теракты 11 сентября.	Миллениумы (Y)	1985–2002	Распад Советского Союза. Развитие цифровых технологий. Мобильные телефоны и Интернет.
Поколение Z	2004–2016	Мировой экономический кризис. Изменение климата. Война в Ираке.	Хоумлендеры (Z)	2003–2023	Развитие интернета. Смартфоны. Мировой экономический кризис. Массовые митинги и протесты против власти. Пандемия COVID-19.



Таблица 2. Ценности поколений и способы коммуникации

Поколение	Ценности	Каналы и стратегии привлечения
X	Профессионализм. Самостоятельность. Свобода выбора. Ответственность. Личное общение, равноправие. Экономность.	Email-рассылки. Реклама в соцсетях и онлайн-играх. Купоны на скидки и акции Подробное описание товаров и услуг. Четкий алгоритм действий для совершения покупки.
Миллениумы (Y)	ЗОЖ. Забота об экологии. Улучшение жизни в обществе. Ощущение своей полезности. Публичный успех. Партнерство. Позитив.	Реклама в социальных сетях. Рекомендации от влиятельных блогеров. Положительные отзывы на популярных сайтах отзывов. Фокусирование на полезности для мира и охране окружающей среды, с отчислением части прибыли на благотворительность. Ненавязчивый стиль рекламы.
Хоумлендеры (Z)	Деньги и достаток. Свобода. Комфорт и безопасность. Наука и искусство. ЗОЖ. Дом и семья. Друзья.	Реклама в популярных социальных сетях. Фокус на визуальных материалах: фото, видео, минимум текста. Рекомендации через блогеров-инфлюенсеров. Отслеживание модных трендов и включение их в рекламный контент. Подчеркнутый уклон в свободу самовыражения. Использование интерактивных элементов и быстрый доступ к целевым действиям.

Основоположниками теории поколений являются американские социологи Уильям Штраус и Нил Хоув. Они представили ее в своей книге Четвёртое превращение (The Fourth Turning). Эта модель получила широкое признание и ее стали использовать в социальных исследованиях по всему миру. Их теория представляет собой циклический подход к разделению поколений на основе общих социальных, экономических и культурных опытов, возникающих в определённый период времени. В России существует проект «Regenerations» — это российская школа теории поколений [7]. Координатором является кандидат филологических наук Евгения Шамис. В таблице

1 представлены ключевые события, которые повлияли на формирование поколений в США и России.

При использовании теории поколений в найме и подборе персонала, работодатели могут определить, какие качества и навыки наиболее важны для определенного поколения, что поможет им грамотно составить описание вакансии и привлечь подходящих кандидатов. Это может особенно сильно помочь, когда требуются сотрудники с высокой компетенцией или специализированными навыками. Например, миллениумы и хоумлендеры более заинтересованы в получении новых знаний, развитии своих навыков и реализации своих идей, чем, беби-

Таблица 3. Характеристика элементов автоматизации

Элемент дизайна	Предпочтения поколений X и Y	Реализация
Интерфейс	Удобство и быстрый доступ к необходимой информации.	Простой и интуитивно понятный дизайн, который позволит кандидатам быстро находить нужную им информацию.
Контент	Поколение Y предпочитает видео, поколение X — тексты.	Информация представлена в разных форматах, чтобы она была достаточно доступна и интересна для обоих поколений.
Фильтры и поиск	Взаимодействие с веб-сайтом, которое позволяет быстро находить ответы на свои вопросы.	Удобная функция поиска, фильтры, чтобы кандидаты могли находить вакансии по своим запросам.
Адаптивный дизайн	Использование различных устройств для доступа к информации.	Адаптация к различным устройствам, с которых кандидаты будут взаимодействовать с веб-сайтом.
Персонализированный контент	Индивидуальность и персонализация	Контент, который будет адаптирован к потребностям и интересам каждого кандидата.

бумеры. Работодатели могут учитывать это при создании описания вакансии и при привлечении на работу молодых, талантливых и мотивированных работников. Поколения X и Y в настоящее время составляют значительную долю рабочей силы в обществе, активно работают и участвуют в экономической жизни. На основании ключевых событий в истории России были определены ценности для каждого из поколений и способы коммуникации с ними. Ценности поколений и способы коммуникации представлены в таблице 2.

Также теория поколений может пригодиться при выборе формата работы. Например, многие представители миллениумов хотят гибкого графика и возможности работать удаленно, что они считают более важным, чем высокая зарплата. Работодатели могут учитывать это при продумывании формата работы и условий труда для своих сотрудников.

Автоматизация может помочь в эффективном подборе персонала, например, через использование алгоритмов и программных систем, которые помогают определить идеальный

профиль соискателя на основе критериев, таких как его опыт работы, гражданство или дополнительные навыки.

Таким образом, теория поколений и автоматизация могут дополнительно помочь в привлечении и удержании молодых, талантливых и мотивированных работников [6].

Каждое поколение имеет свои особенности и уникальные предпочтения. Когда речь идет о дизайне подсистемы «Вакансии», эти особенности следует учитывать, чтобы привлечь больше кандидатов разных возрастных групп и обеспечить успешный подбор персонала. В таблице 3 приведена характеристика элементов автоматизации для кандидатов поколений X и Y.

Каждый дизайн должен быть проанализирован и адаптирован под интересы соискателей. Таким образом, учитывая предпочтения и интересы каждого поколения можно создать более привлекательный дизайн подсистемы «Вакансии», что позволит компании привлечь больше кандидатов из разных возрастных групп и обеспечить более успешный подбор персонала.

#### Литература:

1. Кожевникова, Г. П. Информационные системы и технологии в маркетинге: учебное пособие для вузов / Г. П. Кожевникова, Б. Е. Одинцов. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 444 с. — Текст: непосредственный.
2. Мумладзе, Р. Г., Основы управления персоналом: учебное пособие / Р. Г. Мумладзе, И. В. Васильева, Т. Н. Алешина. — Москва: Русайнс, 2023. — 150 с. — ISBN978-5-466-01862-2. — URL: <https://book.ru/book/946899> (дата обращения: 10.04.2023). — Текст: электронный.
3. Никулина Н. Инновационные технологии в маркетинге: учебник / Никулина Н., Н., Квашнин С., С., Фетисов В., Д., Верещагина Ю., Н., Березина С. В. — Москва: Русайнс, 2021. — 426 с. — Текст: непосредственный.
4. Самоукина, Н. В., Теория поколений в российском менеджменте: монография / Н. В. Самоукина. — Москва: Русайнс, 2020. — 185 с. — ISBN978-5-4365-4290-4. — URL: <https://book.ru/book/935296> (дата обращения: 20.04.2023). — Текст: электронный.
5. Федорова Н. Управление персоналом: учебник / Федорова Н., В., Минченкова О., Ю. — Москва: КноРус, 2022. — 216 с. — Текст: непосредственный.
6. Шамис, Е. Шамис, Никонов: Теория поколений. Необыкновенный Икс Подробнее: <https://www.labirint.ru/books/792855/> / Е. Шамис, Е. Никонов. — Отдельное издание. — Москва: Синергия, 2022. — 192 с. — Текст: непосредственный.
7. Шамис, Е. В семье не без Миллениума. Что делать поколению (1985–2002 г.р.) / Е. Шамис, Е. Никонов. — Отдельное издание. — Москва: Синергия, 2020. — 184 с. — Текст: непосредственный.

## Исследование теоретических основ применения информационных технологий в таможенном администрировании

Чупахина Екатерина Николаевна, студент

Научный руководитель: Левинская Елена Васильевна, кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой  
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

*В статье автор определяет сущность таможенного администрирования в рамках использования информационных технологий.*

**Ключевые слова:** таможенное администрирование, информационные технологии, внешнеэкономическая деятельность

## Research theoretical fundamentals application information technologies in customs administration

*The author deals the essence of customs administration within the framework of the use of information technologies.*

**Keywords:** *customs administration, information technology, foreign economic activity*

В условиях глобализации и интеграции в мировую экономику, таможенное администрирование является ключевым компонентом обеспечения безопасности и эффективности внешнеэкономических связей.

Развитие таможенной инфраструктуры и внедрение современных форм и методов таможенного контроля на основе современных научных подходов также являются важными для обеспечения качества таможенного администрирования.

Создание и использование современных информационно-программных средств и технологий позволяет полностью автоматизировать таможенные операции, облегчить процессы и повысить эффективность контроля за перемещением товаров.

Использование информационных технологий имеет множество преимуществ, среди которых являются повышение контроля над участниками внешнеэкономической деятельности, ускорение процесса таможенного контроля и уменьшение нарушений со стороны сотрудников таможенных органов [1].

Оптимизация таможенного администрирования помогает повысить эффективность работы таможенных органов, а также способствует развитию внешней торговли, что в свою очередь благоприятно влияет на экономический рост страны.

Таможенное администрирование — это совокупность методов и инструментов, которые используются таможенными органами для обеспечения контроля за перемещением товаров через таможенную границу, а также соблюдения таможенного законодательства и сбора таможенных платежей в федеральный бюджет. Это важный элемент государственного регулирования внешнеэкономической деятельности, который обеспечивает защиту экономических интересов государства и общества в целом.

Основной целью таможенного администрирования является обеспечение безопасности государства, защита экономических интересов страны и ее национальной безопасности, а также сбор таможенных платежей в бюджет [2].

Другие задачи таможенного администрирования включают:

1. Ускорение таможенного процесса;
2. Обеспечение соблюдения правил торговли, включая защиту интеллектуальной собственности и борьбу с контрафактом;
3. Защита здоровья и безопасности людей, защита окружающей среды;
4. Предотвращение незаконной торговли и контрабанды товаров;
5. Содействие устойчивому экономическому развитию и международной торговле;
6. Развитие международного сотрудничества в области таможенного контроля и борьбы с таможенными преступлениями.

Правовой базой информационно-технической таможенной политики являются Таможенный кодекс Евразийского экономического союза [3], федеральные законы и правовые акты Президента и Правительства Российской Федерации, а также внутренние нормативные документы таможенной службы по

вопросам информационно-технической политики и обеспечения информационной безопасности.

Следует отметить, что информационные технологии играют важную роль в таможенном деле, что подчеркивается наличием отдельного раздела, посвященного информационным технологиям, в Таможенном кодексе Евразийского экономического союза (далее — ТК ЕАЭС). Ни в одном другом кодексе подобного раздела нет. Глава 17 ТК ЕАЭС разрешает декларирование электронным способом.

Глава 48 ТК ЕАЭС посвящена применению информационных технологий в деятельности таможенных органов в странах-участниках Евразийского экономического союза. Согласно статье 365, автоматизированные информационные системы (АИС) таможенных органов должны соответствовать международным стандартам и требованиям законодательства стран-участников, а также обеспечивать защиту информации. В статье 366 говорится о том, что информационные ресурсы делятся на общедоступные и ограниченного доступа, а их публикация регулируется законодательством.

Кроме того, глава 18 ТК ЕАЭС содержит положения, связанные с электронным декларированием. В целом, ТК ЕАЭС уделяет важное значение применению информационных технологий в таможенном деле и обеспечивает правовую базу для использования электронного декларирования и управления рисками.

Стратегия развития таможенной службы до 2030 года определяет ключевые задачи и приоритеты для совершенствования работы таможенной службы в долгосрочной перспективе. Она определяет миссию Федеральной таможенной службы, которая заключается в содействии развитию международной торговли и росту товарооборота, обеспечении национальной безопасности, правомерном взимании таможенных платежей, высоком качестве таможенного администрирования и создании конкурентных преимуществ для законопослушных участников внешнеэкономической деятельности.

К основным направлениям реализации Стратегии развития таможенной службы до 2030 года [4] можно отнести:

1. «Интеллектуальный пункт пропуска»;
2. Электронное межведомственное взаимодействие на пространстве ЕАЭС;
3. Оценка уровня риска каждой товарной партии в режиме реального времени;
4. Семантическая сверка электронных разрешительных документов;

В дополнение, к Приказам ФТС РФ, которые контролируют использование информационных технологий, также относятся:

1. Приказ ФТС России от 10.03.2020 № 255 «Об утверждении положения по организации технической поддержки информационно-коммуникационных технологий в таможенных органах».
2. Приказ Федеральной таможенной службы от 18.12.2019 № 1907 «Об утверждении Технологии совершения таможенных операций, связанных с применением информационной си-

стемы таможенных органов для контроля над перемещением товаров, при экспорте и (или) импорте которых применяется лицензирование».

3. Приказ Федеральной таможенной службы от 08.10.2019 № 1549 «Об утверждении Порядка использования программно-технических и иных средств защиты информации таможенными органами Российской Федерации».

Термин «таможенное администрирование» имеет различные аспекты и может быть толкован по-разному различными научными дисциплинами. Несмотря на это, его изучение является необходимым для достижения стабильных экономических отношений между участниками, сохраняя при этом их независимость и уникальность в социально-политической, культурной и других сферах.

Использование термина «таможенное администрирование» в некоторых нормативных актах, включая Федеральный закон № 289 «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5], свидетельствует о его важности в сфере таможенного регулирования.

Например, в Решениях Евразийской экономической комиссии термин может использоваться как предметная область или как сфера, в то время как в Таможенном кодексе ЕАЭС такого определения нет. Тем не менее, в законодательных актах есть упоминания о понятии «таможенное администрирование», которые определяют его важность и актуальность для таможенных органов и некоммерческих организаций, занимающихся таможенным делом.

Исходя из вышеперечисленного, таможенное администрирование можно трактовать как:

1. Административно-государственное управление в таможенной сфере;
2. Фактор перехода к цифровой таможне;
3. Реализация задач и функций таможенных органов;
4. Определенное функционирование системы управления в таможенной сфере;
5. Таможенный менеджмент.

ФТС России создает систему электронных таможен, разрабатывает единый механизм прослеживаемости товаров и настраивает каналы электронного взаимодействия между ведомствами.

Внедрение автоматизированных систем в таможенных органах имеет множество преимуществ. Одним из главных является рациональность принимаемых решений, так как исключается влияние человеческого фактора на конечный результат. Кроме того, использование передовых технологий в уплате таможенных платежей и электронном декларировании значительно повышает скорость выполнения таможенных операций и уменьшает сроки выпуска товаров.

Современное электронное декларирование представляет под собой обособленный документооборот с таможенными органами, включая таможенные декларации и предварительное информирование о товарах, которые могут быть ввезены различными видами транспорта. Вся необходимая информация об операциях с товарами хранится в компьютере и может быть направлена в любой пост на территории Российской Федерации при наличии доступа к Интернету.

Электронное декларирование сегодня является основой для внедрения удаленной оплаты таможенных платежей, что упрощает процесс таможенного администрирования. Существуют два варианта оплаты таможенных платежей: через портативный терминал в организации или на портале Федеральной таможенной службы посредством Личного кабинета участника внешнеэкономической деятельности.

При переходе на таможенные карты участникам ВЭД не нужно переводить деньги на счет таможенного органа заранее, так как зачисление средств происходит автоматически после оплаты на терминале. Чек, выданный терминалом, является приоритетным условием для выпуска товаров. Совмещение удаленной уплаты платежей и электронного декларирования позволяет участникам ВЭД избежать физического присутствия при таможенных операциях.

Федеральная Таможенная служба России играет важную роль в разработке концепции межведомственного электронного взаимодействия. Получение необходимой разрешительной документации напрямую от проверяющих органов, а не от участников внешнеэкономической деятельности, предотвращает риск предоставления недостоверной информации и ускоряет таможенные операции, снижая административную нагрузку на бизнес.

Еще одним примером удобного сотрудничества является внедрение единого лицевого счета участников ВЭД и сосредоточение учета таможенных платежей в единой базе данных.

Личный кабинет участника внешнеэкономической деятельности — это удобный способ взаимодействия между организациями и таможенными органами. Его главные преимущества заключаются в возможности самостоятельно заполнять декларации в электронном виде, подавать документы онлайн без использования специальных программ, а также получать сведения об оставшихся денежных средствах на лицевом счете.

Подводя итоги, следует отметить, что использование информационных технологий в таможенной сфере играет важную роль в повышении эффективности работы. Для успешного выполнения таких функций, как таможенные операции, таможенный контроль, взимание платежей и соблюдение мер таможенно-тарифного регулирования, таможенным органам необходимо использование администрирования, чтобы обеспечить максимальную эффективность работы.

#### Литература:

1. Баландина Г. В., Пономарев Ю. Ю., Синельников-Мурылев С. Г. Таможенное администрирование в России: какими должны быть современные процедуры. М.: Дело, 2019.
2. Боброва В. В., Рожкова Ю. В., Баженова Т. Л., Ильсаев З. А., Байкасенова В. Г. Совершенствование таможенного администрирования. М.: Креативная экономика, 2020.

3. Таможенный Кодекс Евразийского экономического союза (ред. от 29.05.2019) (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза)
4. Распоряжение Правительства РФ от 23.05.2020 N1388-р «Стратегия развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года»
5. Федеральный закон «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 № 289-ФЗ)



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Повышение энергоэффективности и энергосбережения железнодорожного транспорта

Кажихин Константин Олегович, студент магистратуры  
Тольяттинский государственный университет (Самарская обл.)

**Ж**елезнодорожный транспорт — один из крупнейших транспортных потребителей энергоресурсов в стране (около 6% электроэнергии и почти 11% дизельного топлива).

Годовое потребление российских железных дорог составляет около 23 млн т условного топлива (рис. 1).

Основной объем этой электроэнергии приходится на электрическую тягу поездов, что составляет более 35 млрд кВтч. В 2016 году ОАО «РЖД» утвердило энергетическую стратегию до 2020 г. И на перспективу до 2030 г. [13].

Согласно «Стратегии», повышение энергетической эффективности планируется за счет внедрения энергоэффективных технологий управления процессом перевозок; экономичных средств на основе светодиодного оборудования и «интеллектуальных систем управления освещением»; систем управления энергоресурсами на основе результатов энергетических аудитов,

паспортизации, и приборного учета расхода энергоресурсов; энергосберегающих технологий на объектах инфраструктуры [2]

Среди основных направлений к тяговым показателям реализации энергосбережения относят:

- повышение энергоэффективности перевозочного процесса;
- совершенствование методов управления движением поездов;
- повышение значений показателей использования локомотивов и показателей системы тягового электроснабжения.

Нетяговые показатели энергосбережения следующие:

- улучшение технического состояния подвижного состава и путевого хозяйства;
- повышение уровня возврата энергии рекуперации на электрической тяге;

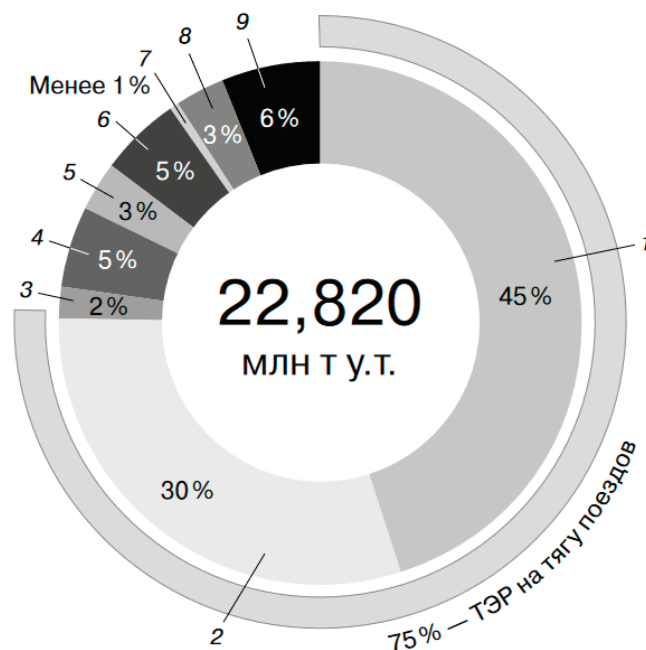


Рис. 1. Топливный баланс в ОАО «РЖД» в 2020 г

- 1 — электроэнергия на тягу поездов; 2 — дизельное топливо на тягу поездов; 3 — дизельное топливо в стационарной энергетике; 4 — уголь; 5 — мазут топочный; 6 — газ природный; 7 — бензин автомобильный; 8 — тепловая энергия со стороны; 9 — электроэнергия в стационарной энергетике; ТЭР — топливно-энергетические ресурсы

- повышение энергоэффективности на нетяговые нужды;
- модернизация и оптимизация режимов работы систем отопления;
- оптимизация режимов работы систем освещения;
- повышение энергетической эффективности технологических процессов [1].

Кроме того, в настоящее время ставится задача определения основных технических средств и технологий во всех сферах деятельности железных дорог технически достижимых и экономически оправданных предельных показателей, влияющих на энергопотребление (реальный потенциал энергосбережения). К таким показателям относятся:

- электрификация железнодорожных линий и замещение по электрификации железнодорожных линий и замещение потребляемого на тягу поездов дизельного топлива на электрическую энергию, ограничению использования тяжелых видов топлива, развитие возобновляемой энергетики (в том числе солнечных электростанций, тепловых насосов);

- перевод объектов теплоснабжения, работающих на дизельном топливе, мазуте и угле, с вводом взамен котельных, работающих на природном газе, электрической энергии и пеллетах, а также на прочих возобновляемых источниках энергии;
- увеличение доли использования газомоторного топлива на автономном железнодорожном подвижном составе и автотранспортной технике;

- улучшение технического состояния и показателей использования путевого хозяйства, влияющих на энергетическую эффективность перевозочного процесса [4].

Исходя из потенциальных возможностей энергосбережения в целом на железнодорожном транспорте, безусловно, основной ресурс экономии ТЭР находится в перевозочном процессе и, прежде всего, в рациональном энергоэкономном использовании подвижного состава. Сделать это возможно при комплексном внедрении высокотехнологических способов и методов повышения энергоэффективности во всех сферах деятельности железных дорог.

#### Литература:

1. Андреев В. А. Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» и актуальные вопросы ее реализации/ Андреев В. А.— Текст: непосредственный / Евразия Вести XI — 2021.
2. Кобзев С. А. О приоритетах в инновационной деятельности ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт. 2019. No 2. С. 29–36.
3. Колесник, И. О. Экономия электроэнергии электропоездов / И. О. Колесник.— Текст: непосредственный // Молодой ученый.— 2016.— № 21 (125).— С. 159–161.— URL: <https://moluch.ru/archive/125/34715/>.
4. Энергосбережение на железнодорожном транспорте. Под общей редакцией В. А. Гапановича. М.: Изд. Дом МИСиС, 2012.— 620с.

## Influence of reservoir damage, reservoir length and thickness on the inflow characteristics of horizontal wells

Makharova Narmina Khagani kyzy, student master's degree;  
Novruzova Sudaba Haji, phd, associate professor  
Azerbaijan State University of Oil and Industry (Baku, Azerbaijan)

*Optimizing the productivity of horizontal wells requires a thorough understanding of reservoir properties, careful selection of completion techniques, effective stimulation treatments, and the implementation of appropriate production strategies. The following is a summary of the key findings from some relevant studies.*

**Keywords:** *optimizing, productivity of horizontal wells, reservoir damage, reservoir length, reservoir thickness.*

**I**ntroduction. The literature on the influence of reservoir damage, reservoir length, and thickness on the inflow characteristics of horizontal wells provides valuable insights into the factors that affect the production performance of such wells.

**Reservoir damage.** Reservoir damage refers to the reduction in permeability caused by various factors, such as drilling fluids, fines migration, and scale deposition. Studies have shown that reservoir damage can significantly affect the inflow performance of horizontal wells. For instance, [2] found that the presence of a high-permeability zone (HPZ) adjacent to the wellbore can reduce the impact of damage on the inflow performance of horizontal wells.

**Reservoir length.** Reservoir length is a crucial factor that affects the inflow performance of horizontal wells. Longer reservoirs generally lead to higher productivity, as they provide more contact area between the wellbore and the reservoir. However, there is a limit to the length of the reservoir that can be effectively drained by a horizontal well. Several studies have shown that the productivity index (PI) of horizontal wells decreases as the reservoir length increases beyond a certain threshold [1].

**Reservoir thickness.** Reservoir thickness is another critical factor that affects the inflow performance of horizontal wells. Thicker reservoirs generally lead to higher productivity, as they provide more

volume of oil and gas to be produced. However, the effectiveness of a horizontal well in draining a thick reservoir depends on several factors, such as the wellbore trajectory, completion design, and reservoir properties. Studies have shown that the PI of horizontal wells generally increases with increasing reservoir thickness, up to a certain limit, beyond which the PI reaches a plateau or even starts to decline [1].

Overall, the literature suggests that the inflow performance of horizontal wells is affected by a range of factors, including reservoir damage, length, and thickness [3, 4].

**Methods.** The key to maximizing the productivity of horizontal wells is to optimize these factors through careful well planning and design, based on a thorough understanding of the reservoir properties and characteristics.

Selecting the right completion technique for a horizontal well depends on several factors, including reservoir properties, formation type, and the desired production goals. Here are some of the commonly used completion techniques for horizontal wells:

1. Open-hole completion: This technique involves drilling and completing the well without any casing or liners. Open-hole completions are often used in high-permeability reservoirs where sand production is not a concern.

2. Cased-hole completion: In this technique, the wellbore is cased and cemented, and perforations are made in the casing to allow oil and gas to flow into the wellbore. Cased-hole completions are commonly used in low-permeability reservoirs and where sand control is necessary.

3. Slotted liner completion: This technique involves the use of a slotted liner, which is inserted into the wellbore and cemented in place. The slotted liner allows oil and gas to flow through the slots while preventing sand production.

4. Gravel-packed completion: This technique involves the use of a gravel pack to prevent sand production while allowing oil and gas to flow into the wellbore. Gravel packs are commonly used in unconsolidated formations.

5. Hydraulic fracturing: This technique involves injecting a fluid at high pressure into the formation to create fractures and increase the permeability of the reservoir. Hydraulic fracturing is commonly used in low-permeability reservoirs to enhance well productivity.

The choice of completion technique depends on the formation properties, reservoir characteristics, and production goals. It is important to consider the impact of each completion technique on the productivity and the long-term performance of the horizontal well.

The region of a reservoir with the highest oil and gas saturation is commonly referred to as the «sweet spot». The sweet spot is the area where the concentration of hydrocarbons is highest and where a horizontal well can be most productive.

To locate the sweet spot, geologists and reservoir engineers use various techniques such as seismic surveys, well logs, and core samples. By analyzing the geological properties of the reservoir, they can identify the most promising areas for horizontal well placement.

Once the sweet spot is identified, the horizontal well is drilled and completed in that location to maximize the production of oil and gas from the reservoir. By targeting the sweet spot, the horizontal well can access the most productive part of the reservoir, leading to higher production rates and better overall performance.

The spacing between wells can have a significant impact on their productivity in a horizontal well field. The optimum spacing between horizontal wells depends on several factors, including the reservoir properties, formation type, and the production strategy.

If the wells are spaced too closely, they can interfere with each other's production and result in lower overall productivity. This can happen if the wells drain the same part of the reservoir, leading to a pressure drop in that area. This phenomenon is known as well interference or well communication. In this case, the production from each well can be reduced, and the overall recovery of oil and gas can be lower than expected.

On the other hand, if the wells are spaced too far apart, the reservoir between the wells may not be effectively drained, resulting in lower overall recovery. The optimum spacing depends on the reservoir characteristics such as porosity, permeability, and oil saturation, as well as the production strategy employed.

Reservoir engineers use analytical and numerical models to determine the optimum well spacing for a given reservoir. They can use production data from nearby wells to calibrate their models and predict the production rates from the new wells. In general, the optimum spacing between horizontal wells is determined based on maximizing the overall recovery of oil and gas from the reservoir while minimizing the risk of well interference.

Stimulation treatments are designed to increase the permeability of the formation and improve the productivity of the well. Stimulation treatments can include hydraulic fracturing, acidizing, and other methods that are intended to enhance the flow of oil and gas from the reservoir into the wellbore.

Hydraulic fracturing is a stimulation treatment that involves injecting water, sand, and chemicals at high pressure into the reservoir to create fractures in the rock. These fractures allow oil and gas to flow more easily into the wellbore, increasing the overall productivity of the well.

Acidizing is another stimulation treatment that involves the use of acid to dissolve the rock and create channels for oil and gas to flow through. Acidizing can be used to treat carbonate formations, which are often highly permeable but can become clogged with mineral deposits over time.

Other stimulation treatments include gas injection, which involves injecting gas into the reservoir to enhance the flow of oil and gas, and thermal stimulation, which involves heating the reservoir to reduce the viscosity of the oil and increase its mobility.

Overall, stimulation treatments are an important tool for increasing the permeability of the formation and improving the productivity of horizontal wells. Reservoir engineers carefully design stimulation treatments to ensure that they are effective and do not cause any negative impacts on the well or the surrounding environment.

Effective production strategies are essential for maximizing the recovery of oil and gas from horizontal wells. Here are some of the strategies used by reservoir engineers to increase recovery:

1. Reservoir management: Effective reservoir management involves monitoring the performance of the well and adjusting the production strategy as necessary. Reservoir engineers use production data, well tests, and modeling tools to optimize the production rate, injection rate, and well spacing to maximize recovery.

2. Enhanced oil recovery (EOR) methods: EOR methods are techniques used to recover oil and gas that is not produced by traditional production methods. EOR methods include gas injection, water flooding, and thermal methods such as steam flooding. These techniques are used to increase the sweep efficiency of the reservoir and push more oil and gas towards the wellbore.

3. Proper well completion: Proper well completion is critical to ensuring maximum production. Reservoir engineers design and implement well completion strategies that are optimized for the specific reservoir characteristics. This includes selecting the appropriate type of completion (e.g., open hole, cased hole), designing the completion to minimize skin damage, and optimizing the perforation strategy.

4. Stimulation treatments: As mentioned earlier, stimulation treatments such as hydraulic fracturing and acidizing can significantly increase the productivity of a well. Reservoir engineers use these treatments strategically to enhance the permeability of the formation and improve the flow of oil and gas into the wellbore.

5. Artificial lift: Artificial lift methods, such as electric submersible pumps (ESPs) or rod pumps, are used to increase the flow rate of oil and gas from the wellbore. These methods are particularly useful in wells that have low reservoir pressure or high viscosity oil.

Overall, maximizing the recovery of oil and gas from horizontal wells requires a comprehensive and strategic approach that considers reservoir properties, production techniques, and well design. Reservoir engineers carefully analyze the reservoir and implement

effective production strategies to achieve the highest possible recovery rates.

**Conclusions.** Optimizing the productivity of horizontal wells requires careful consideration of several factors, including reservoir properties, completion techniques, and production strategies. Here are some key strategies that can be employed to maximize the productivity of horizontal wells:

1. Select the right completion technique: The choice of completion technique can have a significant impact on the productivity of horizontal wells. For example, the use of hydraulic fracturing can significantly improve the productivity of wells in low-permeability reservoirs, while open-hole completions can be more effective in high-permeability reservoirs.

2. Locate the wellbore in the sweet spot: The sweet spot is the region of the reservoir with the highest oil and gas saturation. Locating the wellbore in this region can significantly improve the productivity of horizontal wells.

3. Optimize well spacing: The spacing between wells can have a significant impact on their productivity. Optimum well spacing can be determined based on reservoir properties and production strategies.

4. Implement effective stimulation treatments: Stimulation treatments such as acidizing and hydraulic fracturing can significantly improve the productivity of horizontal wells by increasing the permeability of the formation.

5. Implement effective production strategies: Production strategies such as choke management and artificial lift can be used to optimize the flow rate and maximize the recovery of oil and gas.

#### References:

1. Al-Kaabi, A. H., & Nasr-El-Din, H. A. (2017). Optimization of horizontal well performance in unconventional reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 157, 942–957. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2017.09.006>.
2. Miskimins, J. L., Vargas, F. M., & Rodriguez, A. (2003). The effects of formation damage on the productivity of horizontal wells. *SPE Production & Facilities*, 18(3), 173–180. <https://doi.org/10.2118/80154-PA>.
3. Ozkan, E., & Raghavan, R. (1991). Analysis of horizontal wells in naturally fractured reservoirs. *SPE Reservoir Engineering*, 6(2), 219–226. <https://doi.org/10.2118/19277-PA>.
4. Zhang, W., Wang, J., & Wu, Q. (2017). A numerical study of the effects of reservoir properties and completion parameters on the performance of horizontal wells in tight sandstone reservoirs. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 41, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2017.02.020>.

## Эффективность системы кондиционирования воздуха

Михайлова Диана Сергеевна, студент магистратуры  
Иркутский национальный исследовательский технический университет

*В статье автор рассказывает о различных способах обработки воздуха в системе кондиционирования и их эффективности.*

**Ключевые слова:** кондиционирование, энергоэффективность, i-d диаграмма.

Предметом исследования был взят проект системы кондиционирования воздуха (далее — СКВ) дома культуры на 200 человек, расположенный в городе Курск. Мы рассмотрели несколько вариантов обработки воздуха для выбора наиболее оптимального. В таблице 1 представлен воздушный баланс.

Таблица 1

Период года	Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Кратность, ч <sup>-1</sup>		Воздухообмен					
			Приток	Вытяжка	Приток, кг/ч	Система	tП, °С	Удаление, кг/ч	Система	tУ, °С
Холодный	Зрительный зал	1365	4,86	4,86	7965	П1	14	7965	В1	22
Теплый			4,86	4,86	7965	П1	17	7965	В1	25

## 1. Выбор схемы кондиционирования

### 1.1. Прямоточная схема

В приточной системе обрабатывается только наружный воздух. Существуют следующие схемы обработки воздуха: с адиабатическим охлаждением и увлажнением, с политропическим охлаждением и увлажнением или осушением в камере орошения по традиционной схеме с двумя подогревами или управляемым процессом в камере орошения.

Чтобы подобрать воздухонагреватель нужно выбрать способ увлажнения воздуха. Для увлажнения воздуха применяют контактные аппараты: камеры орошения, сотовые увлажнители и увлажнение паром.

#### 1.1.1. Теплый период. Обработка приточного воздуха при осушении и охлаждении в поверхностном аппарате

Графическая последовательность процессов изображена в Приложении А.

Отложив по линии  $d_{п\ const}^T$  перепад температур равный 1°C (нагрев в вентиляторе), получается точка  $t_{п1}^T = 16^\circ\text{C}$ .

Из точки  $t_n^T$  проводим луч через точку  $t_{п1}^T$  до пересечения с линией насыщения  $\phi=100\%$ . Луч  $t_n^T - t_{п1}^T$  характеризует управляемый процесс обработки воздуха в поверхностном аппарате. Так как луч  $t_n^T - t_{п1}^T$  не пересекает линию насыщения, то процесс невозможен.

Следовательно, нужно менять исходные данные или ставить калорифер второго подогрева.

#### 1.1.2. Теплый период. Обработка приточного воздуха при осушении и охлаждении в поверхностном аппарате. С калорифером второго подогрева

Построение процессов показано в Приложении В.

Из точки  $t_{п1}^T$  опускается луч  $d_{п\ const}^T$  до пересечения с линией  $\phi=91\%$  и ставится точка О. Далее проводится луч из точки  $t_n^T$  до точки О. Луч  $t_n^T - \text{О}$  характеризует процесс обработки воздуха в поверхностном аппарате. Луч  $\text{О} - t_{п1}^T$  характеризует процесс нагрева приточного воздуха в воздухонагревателе. Точка К на пересечении продолжения луча  $\text{О} - t_n^T$  с линией насыщения  $\phi=100\%$  определяет температуру воды для поверхностного аппарата  $t_w^T$ . В результате построения получаем на i-d диаграмме параметры характерных точек.

Используя полученные данные, проводится расчет:

— Расход холода, для охлаждения воды в поверхностном аппарате, Вт

$$Q_{\text{хол}}^T = G_n \cdot (i_n^T - i_0^T)/3,6, \quad (1)$$

$$Q_{\text{хол}}^T = 7965 \cdot (59,8 - 32,2)/3,6 = 61184 \text{ Вт.}$$

— Расход воды, сконденсировавшейся в поверхностном аппарате, кг/ч

$$G_B^T = G_n \cdot (d_n^T - d_0^T)/1000, \quad (2)$$

$$G_B^T = 7965 \cdot (12,8 - 8)/1000 = 38,2 \text{ кг/ч.}$$

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха после воздухоохладителя в калорифере второго подогрева до температуры притока перед вентилятором, Вт

$$Q_{\text{пк2}}^T = G_n \cdot c \cdot (t_{п1}^T - t_0^T)/3,6, \quad (3)$$

$$Q_{\text{пк2}}^T = 7965 \cdot 1,006 \cdot (16 - 12)/3,6 = 8852 \text{ Вт.}$$

Температура воды для воздухоохладителя должна быть не выше  $t_w^T = 8,1^\circ\text{C}$ .



1.1.3. Холодный период Обработка приточного воздуха при увлажнении в камере орошения. Калорифер второго подогрева

Из точки  $t_{п1}^T$  проводим луч  $d_{п1\ const}^x$  до пересечения с кривой относительной влажности  $\varphi=66\%$  и ставим точку  $t_{пк2}^x$ , характеризующую параметры воздуха после камеры орошения. Важно, чтобы  $t_{пк2}^x$  была равна или выше  $+5^\circ\text{C}$ , потому что воздух может заморзнуть. Из точки  $t_{пк2}^x$  проводим луч с постоянной энтальпией  $i_{const}$  до пересечения с лучом  $d_{const}$  проведенным из точки  $d_H^x$ . На пересечении лучей ставим точку  $t_{пк1}^x$ , характеризующую параметры воздуха на выходе из калорифера первого подогрева (на входе в камеру орошения). Луч  $t_H^x-t_{пк1}^x$  характеризует процесс нагрева приточного воздуха в воздухонагревателе первого подогрева (сухой нагрев) (Приложение Г).

Луч  $t_{пк1}^x-t_{пк2}^x$  характеризует процесс увлажнения и охлаждения приточного воздуха в камере орошения. Луч  $t_{пк2}^x-t_{п1}^x$  характеризует процесс нагрева приточного воздуха в воздухонагревателе второго подогрева (сухой нагрев).

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе первого подогрева, Вт

$$Q_{пк1}^x = G_{п} \cdot c \cdot (t_{пк1}^x - t_H^x)/3,6, \tag{4}$$

$$Q_{пк1}^x = 7965 \cdot 1,006 \cdot (13 - (-24))/3,6 = 81928 \text{ Вт}$$

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе второго подогрева

$$Q_{пк2}^x = G_{п} \cdot c \cdot (t_{п1}^x - t_H^x)/3,6, \tag{5}$$

$$Q_{пк2}^x = 7965 \cdot 1,006 \cdot (13 - 5)/3,6 = 17714 \text{ Вт.}$$

— Общий расход теплоты на подготовку приточного воздуха, Вт

$$Q_{общ}^x = Q_{пк1}^x + Q_{пк2}^x, \tag{6}$$

$$Q_{общ}^x = 81928 + 17714 = 99642 \text{ Вт}$$

— Расход воды на увлажнение воздуха в камере орошения, г/ч

$$G_{ко}^x = G_{п} \cdot (d_H^x - d_{п1}^x), \tag{7}$$

$$G_{ко}^x = 7965 \cdot (3,6 - 0,35) = 25886 \text{ г/ч}$$

1.1.4. Холодный период Обработка приточного воздуха при увлажнении паром

При увлажнении воздуха паром процесс увлажнения будет проходить с постоянной температурой. Для построения процесса нужно по изотерме провести луч из точки  $t_{п1}^x$  в сторону оси ординат до пересечения с линией постоянного влагосодержания  $d_H^x$ . Полученная точка  $t_{пк1}^x$  характеризует состояние воздуха на входе в камеру увлажнения. Процесс нагрева воздуха в поверхностном воздухонагревателе проходит без изменения влагосодержания "сухой нагрев"  $d_{п\ const}^x$ .

Построение процессов обработки воздуха показан в Приложении Д.

— Расход пара на увлажнение воздуха (производительность парогенератора), г/ч

$$G_{пар}^x = G_{п} \cdot (d_{п1}^x - d_{пк1}^x), \tag{8}$$

$$G_{пар}^x = 7965 \cdot (3,6 - 0,35) = 25886 \text{ г/ч}$$

— Расхода тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе, Вт

$$Q_{пк1}^x = G_{п} \cdot c \cdot (t_{пк1}^x - t_H^x)/3,6, \tag{9}$$

$$Q_{пк1}^x = 7965 \cdot 1,006 \cdot (13 - (-24))/3,6 = 81928 \text{ Вт}$$

— Расход тепла на выработку пара, Вт

$$Q_{пар}^x = G_{п} \cdot (i_{п1}^x - i_{пк1}^x)/3,6, \tag{10}$$

$$Q_{пар}^x = 7965 \cdot (22,1 - 14)/3,6 = 17898 \text{ Вт}$$

— Общий расход теплоты на подготовку приточного воздуха, Вт

$$Q_{общ}^x = Q_{пар}^x + Q_{пк1}^x, \tag{11}$$

$$Q_{общ}^x = 17898 + 81928 = 99826 \text{ Вт}$$

1.2. Обработка воздуха в центральном кондиционере с частичной рециркуляцией

Для увеличения энергетической и экономической эффективности СКВ часть воздуха, удаляемого из помещения, подмешивают к приточному, тем самым сохраняют энергию на нагрев зимой или энергию на охлаждение летом, обязательно учитывая нормируемый воздухообмен.

Любой процесс обработки воздуха на *i-d* диаграмме изображается линией, соединяющей точки, соответствующие состоянию воздуха в начале и в конце процесса. Параметры смеси воздуха могут быть определены аналитическим способом или графически при помощи *i-d* диаграммы.

Если требуется смешать  $G_1$  воздуха с параметрами  $t_1, d_1, i_1$  и  $G_2$  воздуха с параметрами  $t_2, d_2, i_2$ , то аналитически параметры смеси воздуха  $G_{см}$  определяют из уравнения тепловлажностного баланса.

Энтальпия смеси, кДж/кг

$$i_{см} = \frac{G_1 \cdot i_1 + G_2 \cdot i_2}{G_{см}}, \quad (12)$$

Температура смеси, °C

$$t_{см} = \frac{G_1 \cdot t_1 + G_2 \cdot t_2}{G_{см}}, \quad (13)$$

Влагосодержание смеси, г/кг

$$d_{см} = \frac{G_1 \cdot d_1 + G_2 \cdot d_2}{G_{см}}. \quad (14)$$

Остальные параметры точки смеси можно найти построениями по *i-d* диаграмме. Точка смеси всегда будет ближе к параметрам того воздуха масса которого выше.

### 1.2.1. Обработка воздуха для теплого периода в центральном кондиционере с частичной рециркуляцией. Охлаждение и осушение поверхностным охладителем

Обработка воздуха в поверхностном аппарате.

Определим параметры точки смеси  $t_{см}$ , °C, по формулам 12, 13, 14. Смешивание делается 50 на 50.

$$t_{см} = \frac{7965 \cdot 27 + 7965 \cdot 25}{7965 + 7965} = 26, \text{ °C};$$

$$d_{см} = \frac{7965 \cdot 12,8 + 7965 \cdot 10,5}{7965 + 7965} = 11,6, \text{ г/кг};$$

$$i_{см} = \frac{7965 \cdot 59,8 + 7965 \cdot 52}{7965 + 7965} = 55,9, \text{ кДж/кг}.$$

Проводится луч смешивания – соединяются точки  $t_y^T$  и  $t_n^T$ . Наносится точка  $t_{см}$ , которая будет характеризовать параметры воздуха перед воздухоохладителем.

Из точки  $t_{см}$  проводим луч через точку  $t_{п1}^T$  до пересечения с линией насыщения  $\phi=100\%$ . Получает процесс охлаждения и осушения приточного воздуха поверхностным охладителем (управляемый процесс). Так как луч  $t_{см} - t_{п1}^T$  не пересекает линию насыщения, то процесс невозможен (Приложение Е).

### 1.2.2. Обработка воздуха для теплого периода в центральном кондиционере с частичной рециркуляцией. Охлаждение и осушение поверхностным охладителем. С калорифером второго подогрева

Исходные данные из п.1.2.1.

Из точки  $t_{п1}^T$  опускается луч  $d_{п const}^T$  до пересечения с линией  $\phi=91\%$  и ставится точка О. Далее проводится луч из точки  $t_{см}$  до точки О. Луч  $t_{см} -$  Охарактеризует процесс обработки воздуха в поверхностном охладителе. Луч О –  $t_{п1}^T$  характеризует процесс нагрева приточного воздуха в воздухонагревателе. Точка К на пересечении продолжения луча О –  $t_n^T$  с линией насыщения  $\phi=100\%$  определяет температуру воды для поверхностного аппарата  $t_w^T$ . В результате построения получаем на *i-d* диаграмме параметры характерных точек (Приложение Ж).

Используя полученные данные, проводится расчет:

Расход холода, для охлаждения воды в поверхностном аппарате, Вт

$$Q_{хол}^T = G_{см} \cdot (i_{см}^T - i_0^T) / 3,6, \quad (15)$$

$$Q_{хол}^T = 15930 \cdot (55,9 - 32,2) / 3,6 = 104785 \text{ Вт}.$$

– Расход воды сконденсирующейся в поверхностном аппарате, кг/ч

$$G_B^T = G_{см} \cdot (d_{см}^T - d_0^T) / 1000 \quad (16)$$

$$G_B^T = 15930 \cdot (11,6 - 8) / 1000 = 57,3 \text{ кг/ч}.$$

– Расход тепла на нагревание приточного воздуха после воздухоохладителя в калорифере второго подогрева до температуры притока перед вентилятором, Вт

$$Q_{пк2}^T = G_{см} \cdot c \cdot (t_{п1}^T - t_0^T) / 3,6, \quad (17)$$

$$Q_{\text{пк2}}^T = 15930 \cdot 1,006 \cdot (16 - 12)/3,6 = 17714 \text{ Вт.}$$

Температура воды для воздухоохладителя должна иметь температуру не выше  $t_W^T = 8,1^\circ\text{C}$ .

*1.2.3. Обработка воздуха для холодного периода в центральном кондиционере с частичной рециркуляцией. При увлажнении в камере орошения. С калорифером второго подогрева*

Построение процесса выполняют в следующем порядке: на i-d диаграмму наносят точки  $t_B^x$  и  $t_H^x$ , характеризующие состояние внутреннего и наружного воздуха, через точку  $t_B^x$  проводят линию луча процесса в помещении  $\epsilon^x$  до пересечения с изотермой приточного воздуха и получают точку  $t_H^x$ . Отложив по линии  $d_{\text{п const}}^x$  перепад температур равный  $1^\circ\text{C}$  (нагрев в вентиляторе), получают точку  $t_{\text{п1}}^x$ . На луче процесса ставят точку  $t_Y^x$ .

Далее соединяют точки  $t_Y^x$  и  $t_H^x$  (процесс смешивания). На линии смеси определяют положение точки характеризующей параметры смеси.

Определим температуру точки смеси  $t_{\text{см}}$ ,  $^\circ\text{C}$ , по формуле 13. Смешивание делается 50 на 50.

$$t_{\text{см}} = \frac{7965 \cdot (-24) + 7965 \cdot 22}{7965 + 7965} = -1, \text{ }^\circ\text{C};$$

Из построения видно, что если мы примем параметры точки  $K1 = t_{\text{см}}$ , то приточный воздух нужно будет увлажнить и подогреть. Рассмотрим положение точки  $K2$ . Если принять параметры точки  $K2$ , то воздух нужно только нагреть. Это приемлемо. Теперь нужно найти массы смешиваемых частей воздуха. Измерим длины участков  $t_H^x - K2$  и  $K2 - t_Y^x$ . Получается соотношение длин 1 к 1,5. Значит наружного воздуха нужна одна часть, рециркуляционного воздуха полторы части. По исходным данным  $G_{\text{п}} = 7965 \text{ кг/ч}$   $G_{\text{п}} = 16800 \text{ кг/ч}$ , значит количество воздуха, удаляемого из помещения, нужно  $G_Y = 7965 \cdot 1,5 = 11948 \text{ кг/ч}$ . Вывод: данный процесс не осуществим.

Чтобы решить поставленную задачу нужно наружный воздух вначале нагреть в воздухонагревателе первого подогрева, а уже потом смешивать.

Нагреем наружный воздух до  $-9^\circ\text{C}$  в воздухонагревателе первого подогрева и получим точку  $t_{\text{пк1}}^x$ . Соединим полученную точку с точкой  $t_Y^x$  (процесс смешивания).

Точка смеси будет равна  $t_{\text{см}} = \frac{7965 \cdot (-9) + 7965 \cdot 22}{7965 + 7965} = 6,5, \text{ }^\circ\text{C}$

Из точки  $t_{\text{п1}}^T$  проводим луч  $d_{\text{п1 const}}^x$  до пересечения с кривой относительной влажности  $\phi=66\%$  и ставим точку  $t_{\text{пк2}}^x$ , характеризующую параметры воздуха после камеры орошения. Из точки  $t_{\text{пк2}}^x$  проводим луч с постоянной энтальпией  $i_{\text{const}}$  до пересечения с линией процесса смешивания и ставим точку  $t_{\text{см}}^x$ , характеризующую параметры воздуха после смешения на входе в камеру орошения. Луч  $t_{\text{см}}^x - t_{\text{пк2}}^x$  характеризует процесс обработки воздуха в камере орошения (увлажнение и охлаждение). Далее луч  $d_{\text{const}}$  проведенный из точки  $t_{\text{пк2}}^x$  до точки  $t_{\text{п1}}^x$  будет характеризовать процесс нагрева воздуха в воздухонагревателе второго подогрева. Выполним расчеты по полученным параметрам и определим затраты тепла и расход воды для осуществления данных процессов:

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе первого подогрева, Вт

$$Q_{\text{пк2}}^T = G_{\text{см}} \cdot c \cdot (t_{\text{п1}}^T - t_0^T)/3,6, \tag{18}$$

$$Q_{\text{пк1}}^x = 7965 \cdot 1,006 \cdot (-9 - (-24))/3,6 = 33214 \text{ Вт}$$

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе второго подогрева

$$Q_{\text{пк2}}^x = G_{\text{см}} \cdot c \cdot (t_{\text{п1}}^x - t_{\text{пк2}}^x)/3,6, \tag{19}$$

$$Q_{\text{пк2}}^x = 15930 \cdot 1,006 \cdot (13 - 5)/3,6 = 35428 \text{ Вт.}$$

— Общий расход теплоты на подготовку приточного воздуха, Вт

$$Q_{\text{общ}}^x = Q_{\text{пк1}}^x + Q_{\text{пк2}}^x, \tag{20}$$

$$Q_{\text{общ}}^x = 33214 + 35428 = 68642 \text{ Вт}$$

— Расход воды на увлажнение воздуха в камере орошения, г/ч

$$G_{\text{ко}}^x = G_{\text{см}} \cdot (d_{\text{п}}^x - d_{\text{см}}^x), \tag{21}$$

$$G_{\text{ко}}^x = 15930 \cdot (3,6 - 3) = 9558 \text{ г/ч}$$

(Приложение И)

1.2.4. *Обработка воздуха для холодного периода в центральном кондиционере с частичной рециркуляцией. При увлажнении паром. С калорифером второго подогрева*

Исходные данные из п.1.2.3.

Проведем луч  $d_{const}$  до пересечения с кривой относительной влажности 89% и определим температуру смеси для данных условий  $t_{см}=1^{\circ}C$ .

Нагреем приточный воздух в воздухонагревателе первого подогрева до  $t_{пк1}^x = -20^{\circ}C$ .

Соединим точки  $t_{пк1}^x$  и  $t_y^x$  получим процесс смешивания.

Определим параметры точки смеси: температуру,  $^{\circ}C$ ; влагосодержание, г/кг; теплосодержание, кДж/кг, смешивание делается 50 на 50.

$$t_{см} = \frac{7965 \cdot (-10) + 7965 \cdot 22}{7965 + 7965} = 6, ^{\circ}C;$$

$$d_{см} = \frac{7965 \cdot 0,35 + 7965 \cdot 3,6}{7965 + 7965} = 3, \text{ г/кг};$$

$$i_{см} = \frac{7965 \cdot (-9,2) + 7965 \cdot 36,8}{7965 + 7965} = 13,8, \text{ кДж/кг}.$$

Увлажним приточный воздух паром (изотермический процесс). Проведем луч из точки  $t_{см}$  по изотерме до пересечения с лучом  $d_{const}$  проведенным из точки  $t_{п1}^x$  получим точку  $t_{пк2}^x$ , характеризующую параметры воздуха перед калорифером второго подогрева после увлажнения. Луч из точки  $t_{пк2}^x$ , до точки  $t_{п1}^x$  характеризует процесс нагрева воздуха в калорифере второго подогрева (сухой нагрев).

Процесс закончен. (Приложение К).

Выполним расчеты по полученным параметрам и определим затраты тепла и пара для осуществления данных процессов:

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе первого подогрева, Вт

$$Q_{пк1}^x = G_{п} \cdot c \cdot (t_{пк1}^x - t_{п}^x) / 3,6, \quad (22)$$

$$Q_{пк1}^x = 7965 \cdot 1,006 \cdot (-10 - (-24)) / 3,6 = 31000 \text{ Вт}$$

— Расход тепла на нагревание приточного воздуха в воздухонагревателе второго подогрева

$$Q_{пк2}^x = G_{см} \cdot c \cdot (t_{п1}^x - t_{пк2}^x) / 3,6, \quad (23)$$

$$Q_{пк2}^x = 15930 \cdot 1,006 \cdot (13 - 6) / 3,6 = 31000 \text{ Вт}.$$

— Общий расход теплоты на подготовку приточного воздуха, Вт

$$Q_{общ}^x = Q_{пк1}^x + Q_{пк2}^x, \quad (24)$$

$$Q_{общ}^x = 31000 + 31000 = 62000 \text{ Вт}$$

— Расход электроэнергии на выработку пара, Вт

$$Q_{пар}^x = G_{см} \cdot (i_{пк2}^x - i_{см}^x) / 3,6, \quad (25)$$

$$Q_{пк2}^x = 15930 \cdot (15 - 13,8) / 3,6 = 5310 \text{ Вт}$$

— Расход пара на увлажнение, г/ч

$$G_{ко}^x = G_{см} \cdot (d_{п}^x - d_{см}^x), \quad (26)$$

$$G_{ко}^x = 15930 \cdot (3,6 - 3) = 9558 \text{ г/ч}$$

### 1.3. Выбор оптимального варианта

Для того чтобы оценить варианты обработки воздуха и сделать правильный выбор нужно составить таблицу основных показателей по затратам энергоносителей.

Сравним полученные результаты в таблице 2.

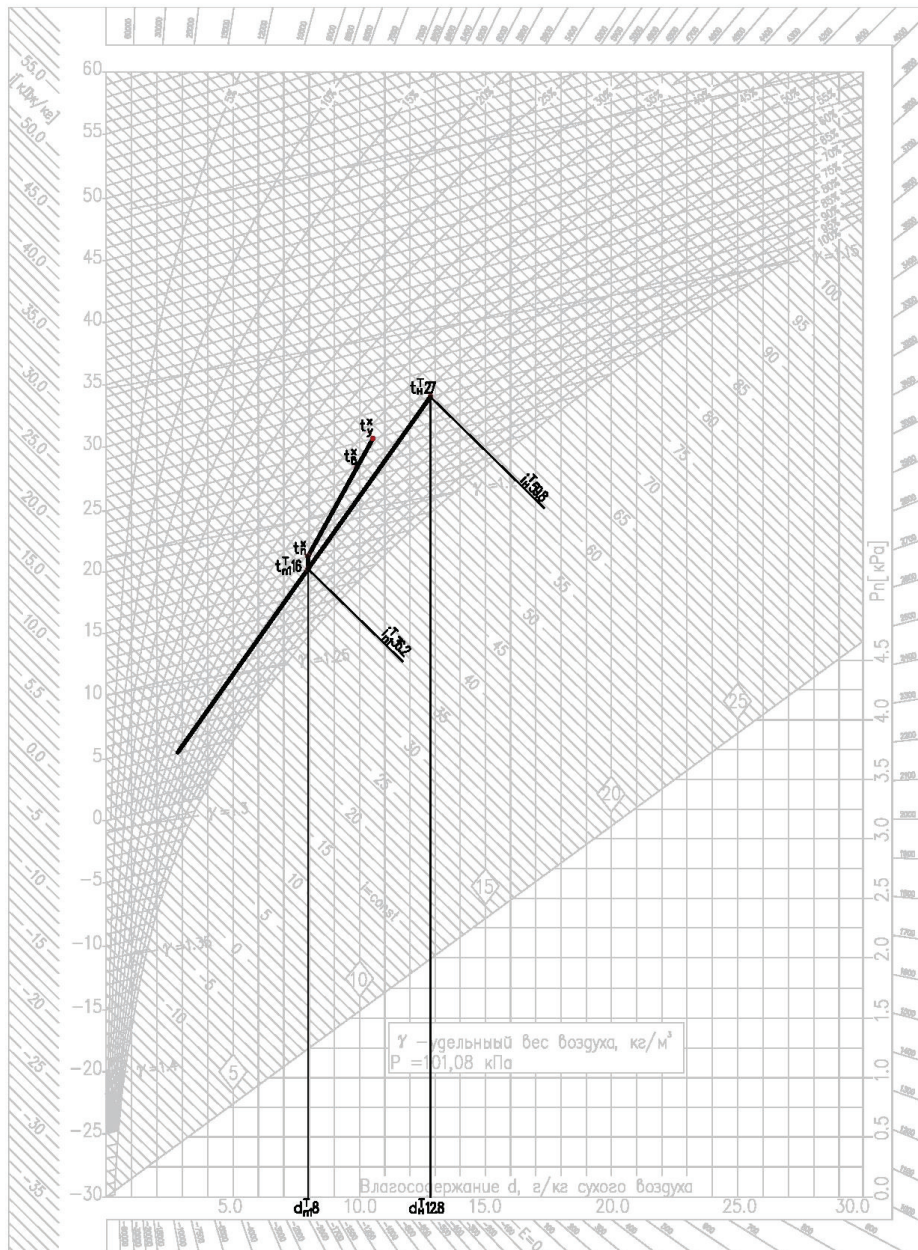
В целях снижения стоимости проекта был выбран первый вариант приточной системы как самый экономичный.



Таблица 2

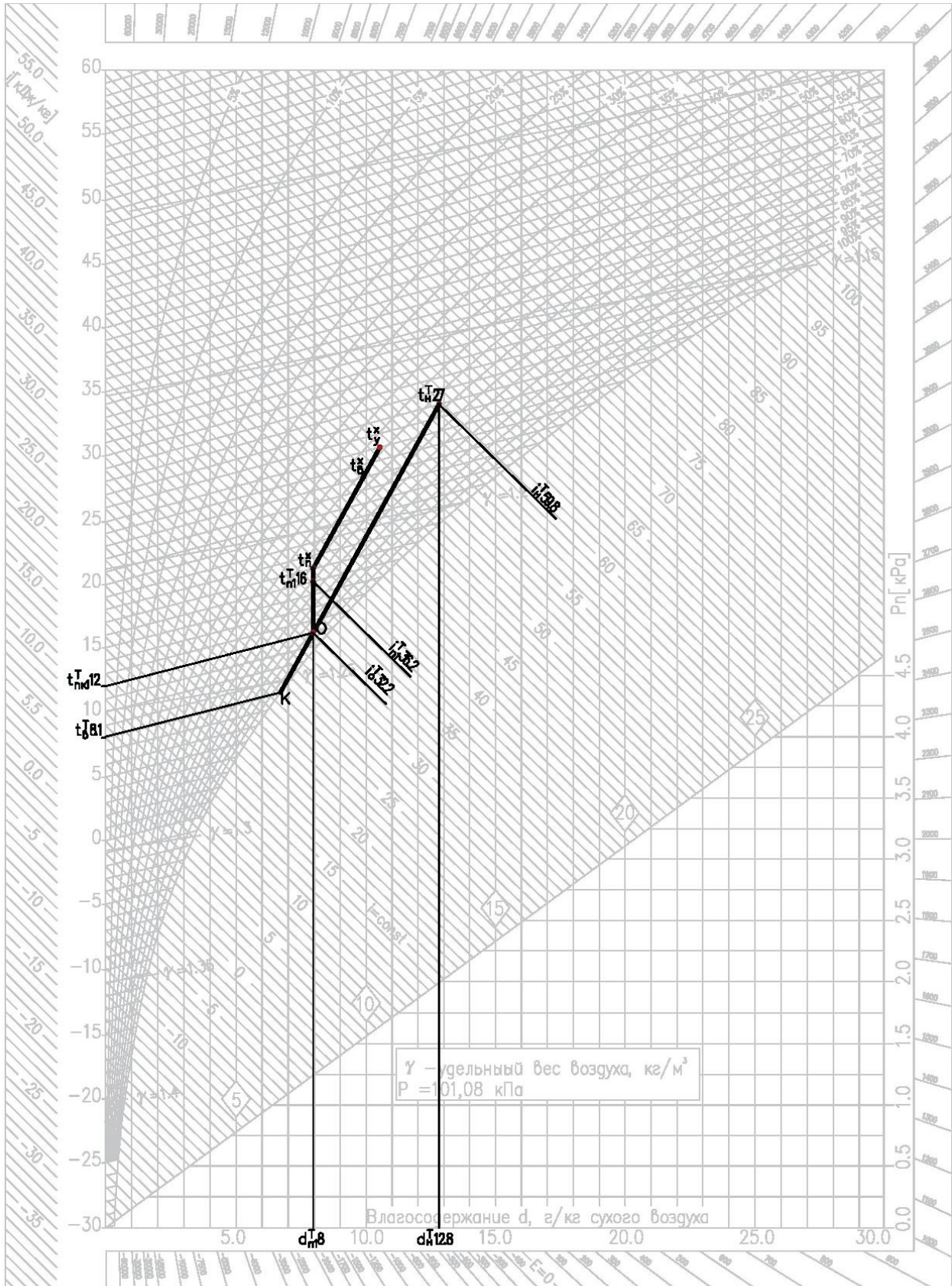
Пункт	Расход тепла ЦК, Вт по периодам		Расход холода ЦК, Вт по периодам		Расход энергии на выработку пара, Вт		Температура воды для обработки воздуха, °С теплый период
	теплый	холодн.	теплый	холодн.	Расход пара, г/ч	Расход эл.энергии, Вт	
1.1.1	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2	8852	-	61184	-	-	-	8,1
1.1.3	-	99642	-	-	-	-	-
1.1.4	-	81928	-	-	25886	17898	-
1.2.1	-	-	-	-	-	-	-
1.2.2	17714	-	104785	-	-	-	9,1
1.2.3	-	68642	-	-	-	-	-
1.2.4	-	62000	-	-	9558	5310	-

ПРИЛОЖЕНИЕ А



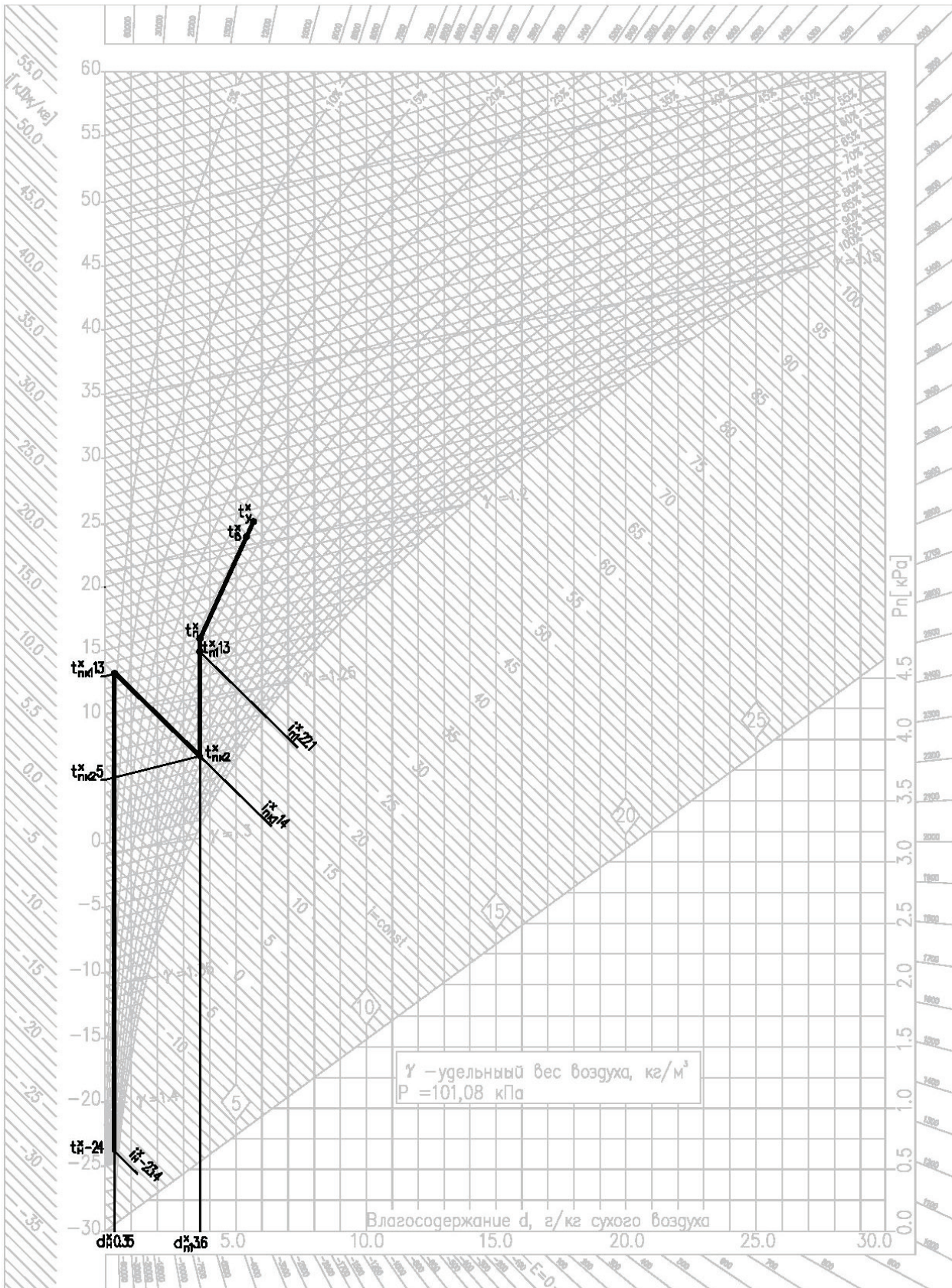


ПРИЛОЖЕНИЕ В



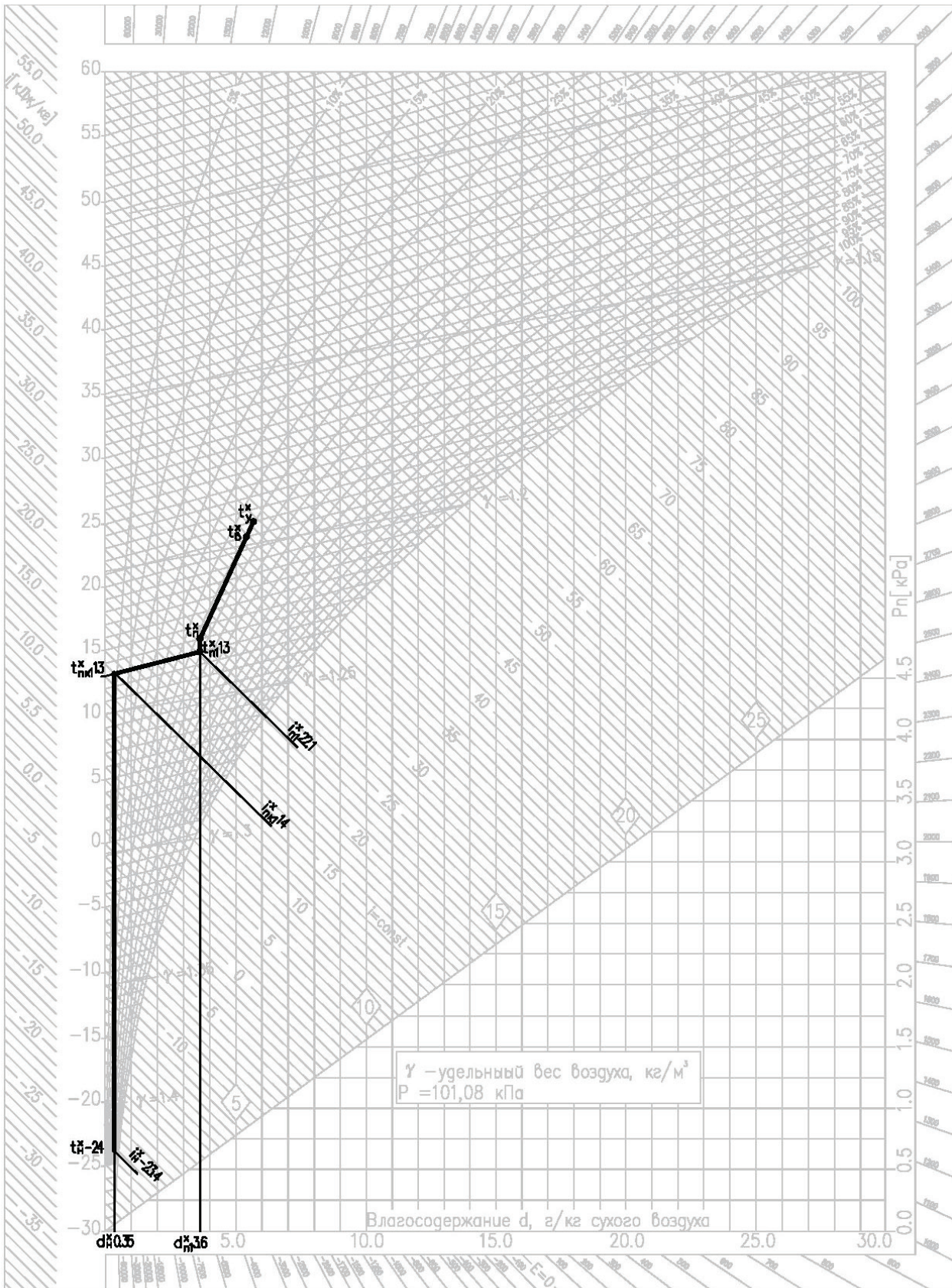


ПРИЛОЖЕНИЕ Г



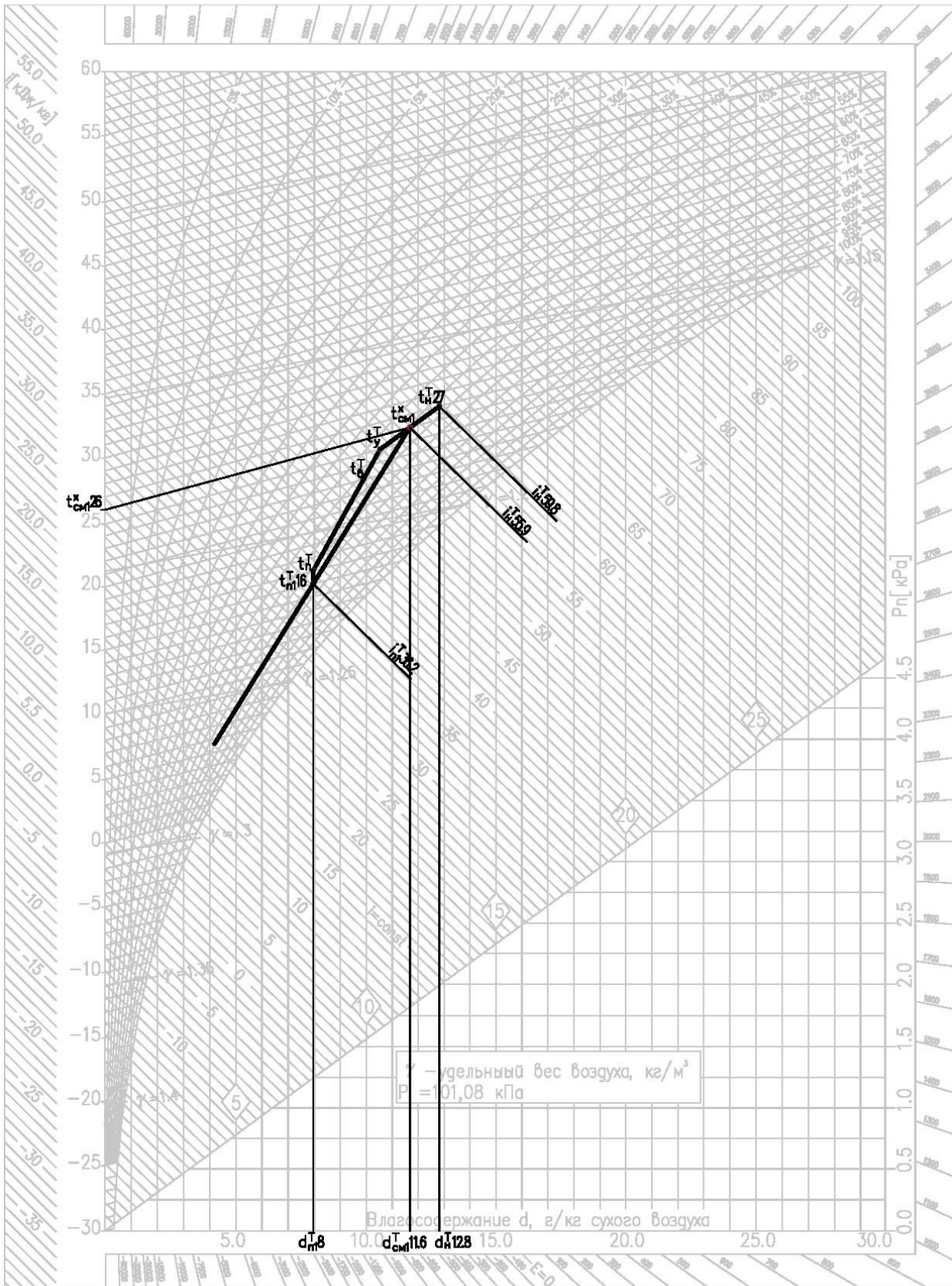


ПРИЛОЖЕНИЕ Д



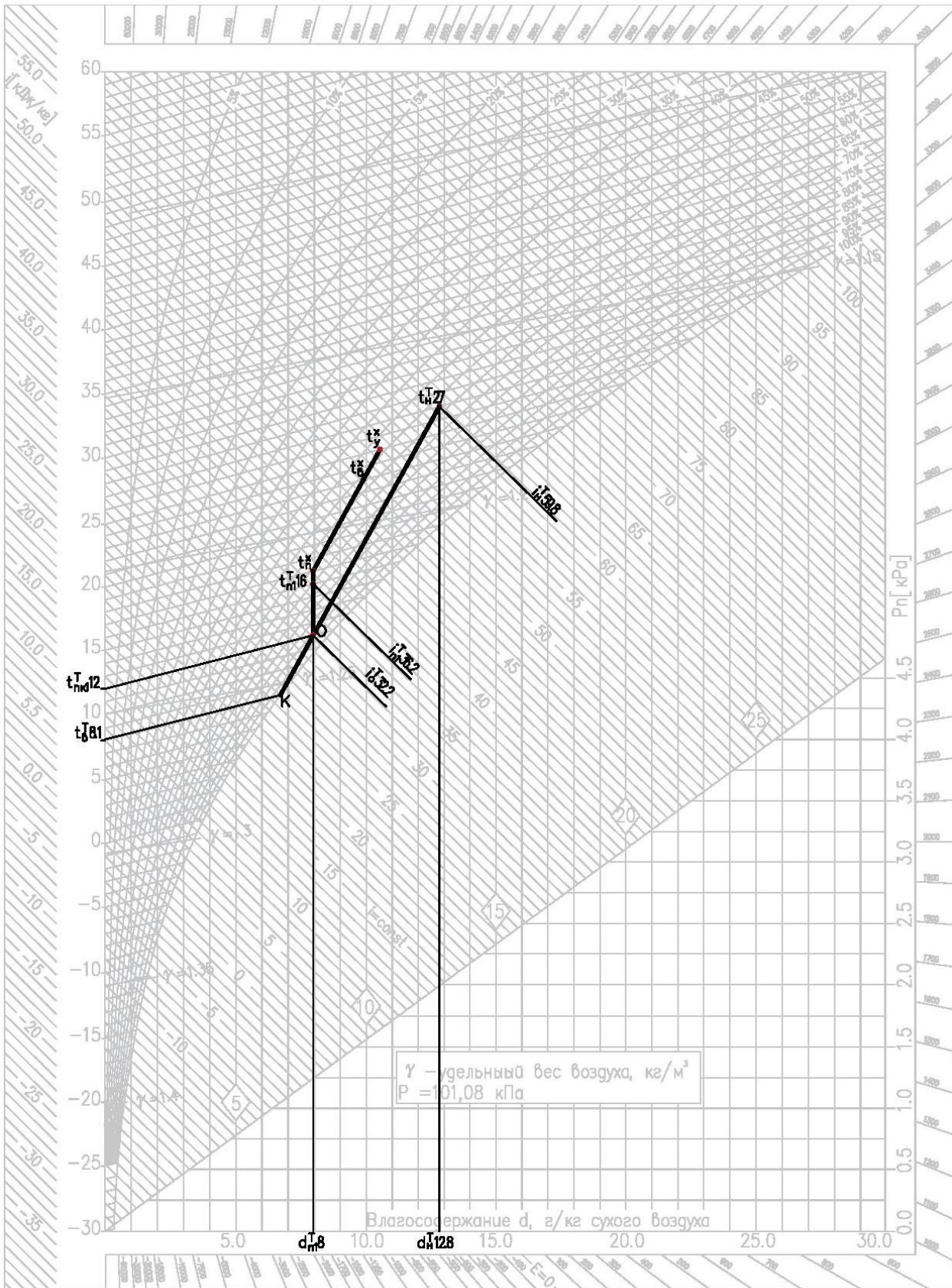


ПРИЛОЖЕНИЕ Е



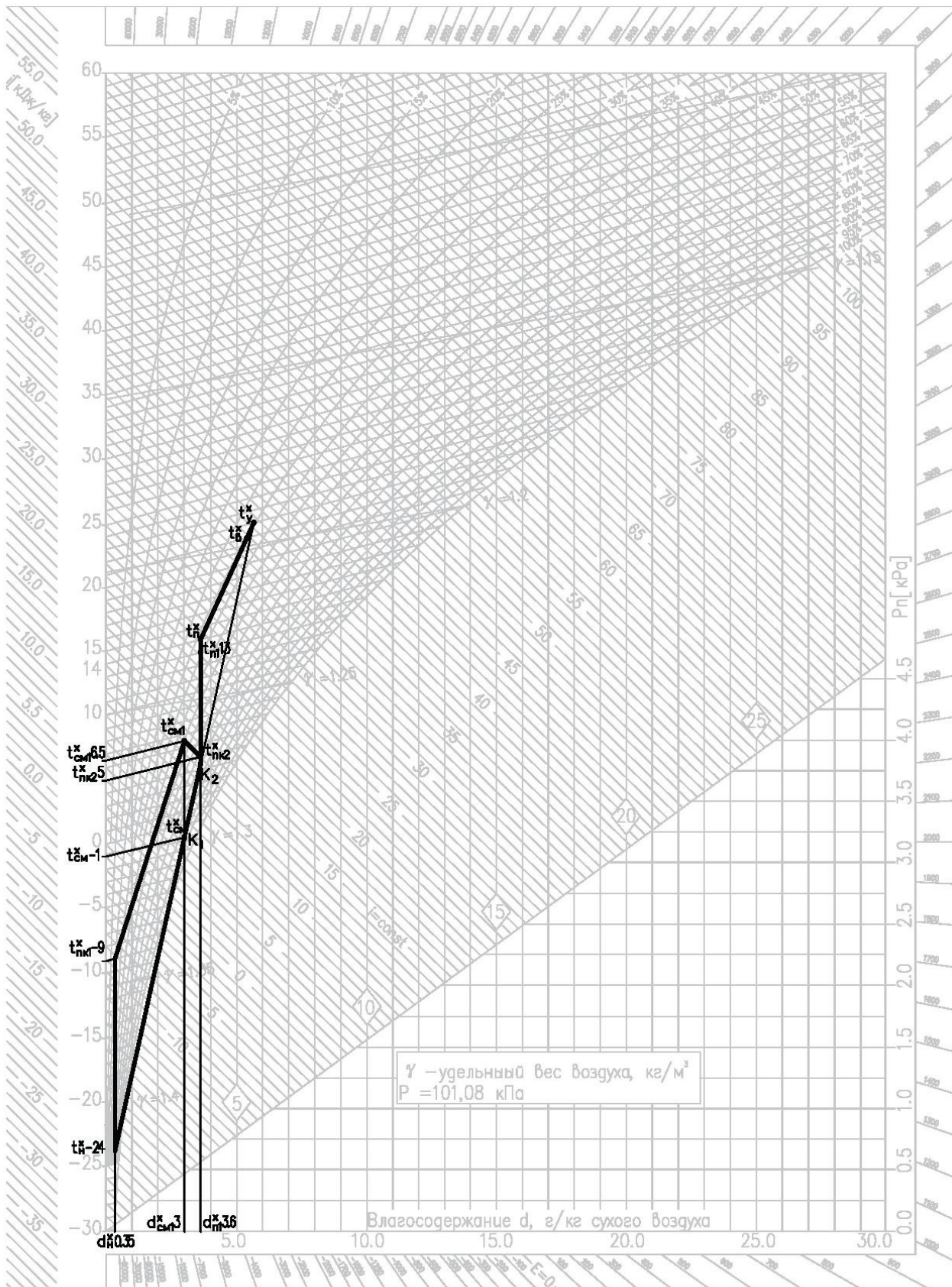


ПРИЛОЖЕНИЕ Ж



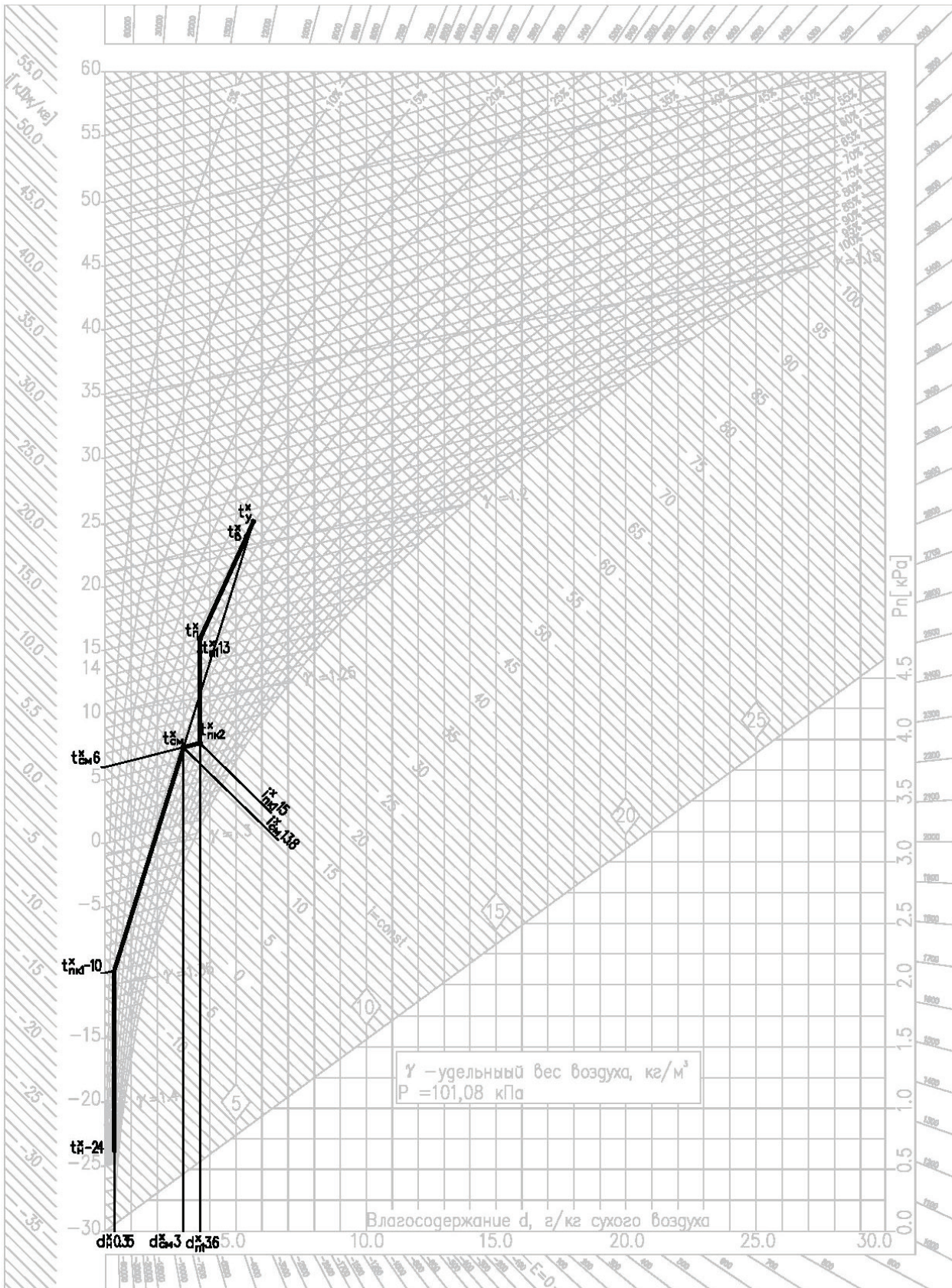


ПРИЛОЖЕНИЕ И





ПРИЛОЖЕНИЕ К



## Литература:

1. Титов В.П., Сазонов Э.В., Краснов Ю.С., Новожилов В.И. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий — М: Стройиздат, 1985.
2. СНиП 2.01.01.82 «Строительная климатология и геофизика».
3. СНиП 2.04.05.84 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

## Автоматизация проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов: научно-методические основы, практическая значимость

Насыров Мерхат Амангелдиевич, студент магистратуры;  
Кожаметова Динара Ошановна, PhD, и.о. ассоциированного профессора;  
Бекбаева Роза Серикжановна, кандидат технических наук, старший преподаватель;  
Адылканова Айнуур Жарылкасыновна, магистр, старший преподаватель;  
Жапар Ботагоз Санатбеккызы, магистр, преподаватель  
Университет имени Шакарима города Семей (Казахстан)

*В статье были описаны научно-методические основы, программное обеспечение и практическая значимость автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов.*

**Ключевые слова:** проектирование, автоматизация, экспертная оценка, результаты, информационная система.

Основная задача исследования заключается в разработке методики и программного обеспечения, которые бы упростили и ускорили процесс проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов.

Для достижения поставленных целей были использованы следующие научные методы и подходы:

- Анализ научных и практических источников по теме исследования.
- Экспертные оценки для выявления основных проблем и задач в проектировании информационной архитектуры образовательных веб-сайтов.
- Методы проектирования и разработки программного обеспечения.
- Экспериментальные исследования для оценки эффективности разработанных методики и программного обеспечения.

Ожидаемая практическая значимость исследования заключается в том, что автоматизация проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов позволит значительно упростить и ускорить процесс создания качественных и удобных в использовании веб-ресурсов для образовательных целей.

В ходе исследования предполагается, что будет создана новая методика автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов, а также программное обеспечение, которое позволит применять эту методику на практике. Это может значительно ускорить процесс разработки веб-ресурсов для образовательных целей и улучшить их качество.

Полученные результаты исследования могут быть полезными для разработчиков образовательных веб-сайтов, а также для научных и педагогических работников, которые занима-

ются проектированием и созданием веб-ресурсов для образовательных целей.

Для проведения экспериментального исследования для оценки эффективности разработанных методики и программного обеспечения на примере реальных образовательных веб-сайтов, предлагаем следующие шаги:

1. Выбор образовательных веб-сайтов для исследования: для проведения исследования следует выбрать несколько образовательных веб-сайтов разных типов и назначений, которые можно сравнить и проанализировать в рамках данного исследования.
2. Создание критериев оценки: следует определить критерии оценки, которые будут использоваться для сравнения и анализа выбранных веб-сайтов. Критерии оценки могут включать в себя такие параметры, как удобство использования, структура информации, скорость загрузки страниц и другие.
3. Применение разработанной методики и программного обеспечения: на выбранных веб-сайтах следует применить разработанную методику и программное обеспечение для автоматизации проектирования информационной архитектуры.
4. Сравнение результатов: после применения методики и программного обеспечения следует сравнить результаты работы с уже существующими веб-сайтами, а также с результатами работы других специалистов в этой области.
5. Анализ полученных данных: после сравнения результатов работы следует проанализировать полученные данные и сделать выводы о том, насколько эффективно и эффективным было использование методики и программного обеспечения в процессе проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов.
6. Формулирование рекомендаций: на основе полученных данных и анализа следует сформулировать рекомендации по



дальнейшему улучшению методики и программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов.

Такой подход позволит провести комплексное исследование, которое позволит получить объективные результаты о применимости разработанной методики и программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов на примере реальных веб-сайтов.

Результаты исследований, которые были проведены для оценки эффективности разработанной методики и программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов, показали следующее:

1. Увеличение производительности: использование разработанного программного обеспечения позволяет ускорить процесс проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов в сравнении с традиционным методом ручного проектирования.

2. Улучшение качества информационной архитектуры: разработанная методика и программное обеспечение позволяют создавать информационную архитектуру веб-сайта, которая лучше структурирована, удобна в использовании и соответствует требованиям пользователей.

3. Сокращение затрат: использование разработанной методики и программного обеспечения позволяет снизить затраты на проектирование информационной архитектуры образовательных веб-сайтов, что может быть особенно важно для небольших компаний или организаций.

Научное обоснование этих результатов основано на теории информационной архитектуры и опыте проектирования веб-сайтов. Методика и программное обеспечение были разработаны на основе анализа существующих методов и подходов к проектированию информационной архитектуры, а также на основе опыта работы с реальными веб-сайтами.

Проведение экспериментального исследования на реальных образовательных веб-сайтах позволило проверить эффективность разработанной методики и программного обеспечения на практике. Результаты исследования подтвердили эффективность и применимость разработанных методов и программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов.

Таким образом, результаты исследований показывают, что использование разработанной методики и программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов может значительно повысить производительность и качество процесса проектирования, а также снизить затраты на проектирование информационной архитектуры.

Модель программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов может состоять из следующих компонентов:

1. Интерфейс пользователя: компонент, отвечающий за взаимодействие пользователя с программным обеспечением. В интерфейсе пользователя может быть реализована возможность создания нового проекта, просмотра и редактирования

существующих проектов, выбора типа страниц и элементов для добавления на страницы, а также другие функции, необходимые для проектирования информационной архитектуры веб-сайта.

2. Система управления содержимым: компонент, который предоставляет функциональность для создания и управления содержимым веб-сайта, таким как текст, изображения и другие элементы. Система управления содержимым может быть интегрирована с интерфейсом пользователя для удобного доступа к содержимому и управления им.

3. Модуль анализа требований пользователей: компонент, который анализирует требования пользователей и определяет, какие страницы и элементы должны быть добавлены на веб-сайт. Модуль анализа требований может использовать различные методы анализа, такие как опросы пользователей, анализ логов использования сайта и другие.

4. Модуль проектирования информационной архитектуры: компонент, который автоматически создает информационную архитектуру веб-сайта на основе требований пользователей и содержимого сайта. Модуль проектирования может использовать различные алгоритмы и методы, такие как алгоритмы кластеризации и картирования сайта, для создания оптимальной информационной архитектуры.

5. Модуль тестирования и оптимизации: компонент, который позволяет тестировать и оптимизировать информационную архитектуру веб-сайта. Модуль тестирования может использовать различные методы, такие как тестирование пользователями и анализ метрик использования сайта, для определения эффективности информационной архитектуры и оптимизации ее для лучшей производительности.

6. Модуль экспорта: компонент, который позволяет экспортировать информационную архитектуру веб-сайта в различные форматы, такие как диаграммы, таблицы и файлы для импорта в другие приложения.

Таким образом, модель программного обеспечения для автоматизации проектирования информационной архитектуры образовательных веб-сайтов должна содержать несколько модулей, каждый из которых выполняет определенные функции.

Важно, чтобы программа была интуитивно понятной и удобной в использовании, поэтому интерфейс пользователя должен быть легким и интуитивно понятным.

Модуль анализа требований пользователей должен быть способен собирать информацию о пользователях и их потребностях, чтобы создать информационную архитектуру, которая соответствует их потребностям.

Модуль проектирования информационной архитектуры должен иметь возможность создавать и изменять структуру сайта, основываясь на данных, полученных из модуля анализа требований пользователей и модуля управления содержимым. Модуль должен также обеспечивать создание логической и последовательной структуры сайта, которая облегчит навигацию для пользователей.

Модуль тестирования и оптимизации должен позволять анализировать метрики использования сайта, чтобы определить, насколько эффективна созданная информационная архитектура, и оптимизировать ее для более эффективной работы.

Наконец, модуль экспорта должен предоставлять возможность экспорта созданной информационной архитектуры в различных форматах, таких как диаграммы, таблицы и файлы, что позволит использовать эту информацию в других приложениях.

Такая модель программного обеспечения может быть использована для создания эффективных образовательных веб-сайтов, которые будут соответствовать потребностям пользователей и обеспечивать лучшую навигацию и взаимодействие пользователей с сайтом.

#### Литература:

1. Григорьев А. В., Попов С. А., Романовский К. Ю. Онтологический подход в проектировании информационных систем // Сборник научных трудов VII Международной конференции «Интеллектуализация обработки информации и ее приложений» (ИОИ-2019).— Саратов, 2019.— С. 45–50.
2. Гусева О. А., Морозов А. А. Проектирование информационной системы управления научно-исследовательской деятельностью вуза // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика.— 2018.— № 2.— С. 78–89.
3. Черкасова О. С. Проектирование информационной системы управления научными результатами // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики.— 2015.— № 2(96).— С. 75–80.

## Исследование физико-химических свойств шлама нефтяных скважин

Петров Алексей Викторович, студент;

Елагин Даниил Сергеевич, студент;

Новиков Григорий Александрович, студент;

Коломова Полина Евгеньевна, студент;

Кольчурин Вячеслав Александрович, студент

Научный руководитель: Апкарян Афанасий Саакович, доктор технических наук, профессор

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

*В статье рассматривается исследование физико-химических свойств шламов нефтедобывающих скважин. Созданы образцы с целью определения усадки, огнеупорности, механической прочности и водопоглощения.*

**Ключевые слова:** нефть, шламы, усадка, влагопоглощение, механическая прочность, химический анализ.

## Investigation of physico-chemical properties of sludge from oil producing wells

Petrov Aleksey Viktorovich, student;

Yelagin Daniil Sergeevich, student;

Novikov Grigory Aleksandrovich, student;

Kolomova Polina Yevgenyevna, student;

Kolchurin Vyacheslav Aleksandrovich, student

Scientific adviser: Apkaryan Afanasy Saakovich, doctor of technical sciences, professor

Tomsk state university of control systems and radioelectronics

*The article deals with the study of the physico-chemical properties of oil-producing well sludge. Samples were created to determine shrinkage, fire resistance, mechanical strength and water absorption.*

**Keywords:** oil, sludge, shrinkage, moisture absorption, mechanical strength, chemical analysis.

### Введение

Шламы, полученные в результате бурения скважин при добыче нефти и газа — сложные физико-химические смеси, состоящие из нефтепродуктов, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды [1]. Они добываются вместе с нефтью, при её переработке, а также транспортировке. Сотни миллионов тонн токсичных отходов от производственных процессов захоронены в амбарах вблизи скважин. Целью статьи является анализ материала для определения возможности его дальнейшего использования в различных отраслях промышленности.

**Материалы и методы исследования.** Эксперименты и исследования проводили по сырью полученной от скважины Лугнетского месторождения, г. Кедровый, Томской области. Для исследования физико-химических свойств нефтешламов были изготов-





Рис. 1. Образец из нефтешлама размером 10×10×10 мм



Рис. 2. Прибор для измерения химического состава — Спектрофотометр модель СФ-2000

лены образцы размером 10×10×10 мм, с целью определения усадки, огнеупорность, механической прочности и влагопоглощения (рисунок 1).

*Химический состав* всегда зависит от глубины скважины и места, где находится нефтедобывающее предприятие. Химический состав определяется с помощью фотометра, (рисунок 2). ГОСТ 21216–2014. Принцип действия фотометра заключен в измерении отношений двух потоков излучения, один из которых — световой поток, подаваемый на исследуемый образец, другой — световой поток, прошедший через образец. Каждый поток последовательно проецируется на фотоприемное устройство, которое преобразует его в электрический сигнал, пропорциональный потоку излучения. Усиленные и обработанные сигналы с фотоприемного устройства регистрируются. [2]

Определение усадки нефтешлама. ГОСТ 21216–2014. Отобраны три образца для определения усадки. В течении недели образцы сушились при комнатной температуре (22 градуса Цельсия) и нормальном атмосферном давлении (760 мм рт. ст.). Измерения массы образцов проводились ежедневно.

*Определение устойчивости к высоким температурам.* ГОСТ 21216–2014. Для определения устойчивости образцов к высоким температурам проведено шесть обжигов при различных температурах. Обжиг проводился в электропечи камерная ИТМ 72.1200, (рисунок 3).

*Определение механической прочности образцов на сжатие.* После каждой стадии обжига образцы проходили испытание на механическую прочность на испытательном прессе Devotrans, (рисунок 4). ГОСТ 21216–2014. Данные о механической прочности выводились в Excel таблицу.

*Определение влагопоглощения образцов.* Влагопоглощение — это способность материала впитывать и удерживать в порах воду. Определяют влагопоглощение по массе и объему. Влагопоглощение определяли по ГОСТ 21216–2014.

Образцы после обжига опускались в колбу с водой. По истечению каждых четырёх часов записывались их данные о влагопоглощении.

## Результаты и обсуждение

### *Химический анализ.*

Химический состав нефтешлама включает в себя достаточно высокое содержание вредных веществ, таких как: нефтепродукты (7,56%) и хлорид натрия (58,97%).



Рис. 3. Электропечи камерная ИТМ 72.1200



Рис. 4. Испытательный пресс на сжатие Devotrans

Таблица 1. Химический состав нефтешлама скважины

№	Вещество	Количество%
1	Нефтепродукты	7,56%
2	Гидрокарбонат магния	0,04%
3	Хлорид кальция	0,81%
4	Хлорид натрия	58,97%
5	Сульфат натрия	1,02%
6	Глина	12,86%
7	Влажность (вода)	18,74%

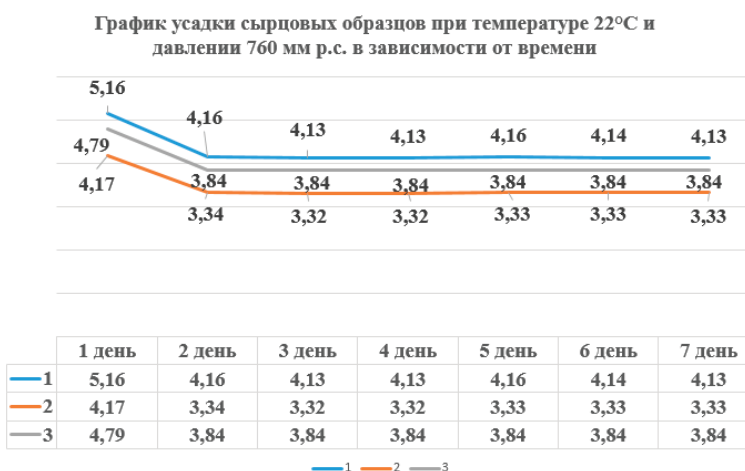
Усадка.

На рисунке 5 представлен график усадки образцов в зависимости от времени.



Рис. 5. График усадки сырьевых образцов при комнатной температуре (22 градуса Цельсия) и нормальном атмосферном давлении (760 мм рт. ст.)

Таблица 2. Изменения веса образцов в зависимости от времени



Эксперимент показал, что образцы потеряли более 19% своей массы в течении первых суток, после чего их значения практически не изменялись.

Устойчивость к высоким температурам.

Сырьевые образцы подверглись термической обработке при различных температурах. Температурный диапазон обжига составлял от 950 до 1200°C и проходил в 6 стадий.

Механическая прочность.

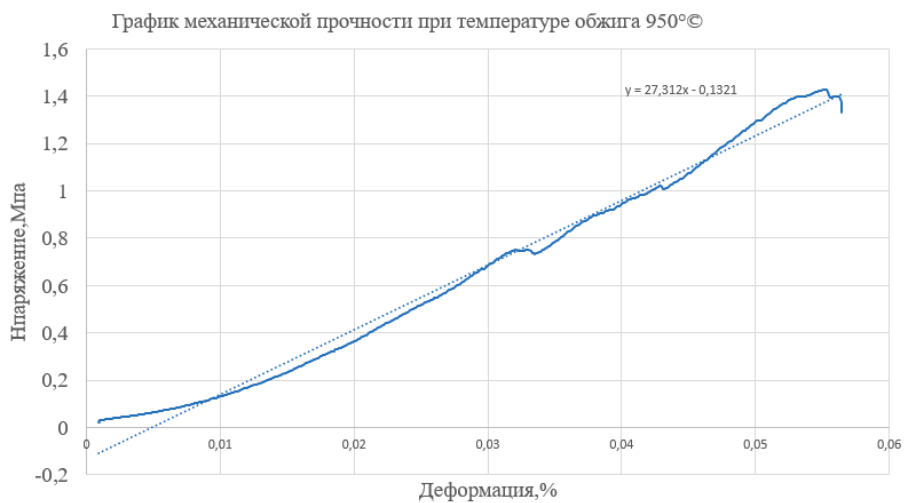


Рис. 6. Механическая прочности при температуре обжига 950°C



Рис. 7. Механическая прочности при температуре обжига 1000°C



Рис. 8. Механическая прочности при температуре обжига 1050°C

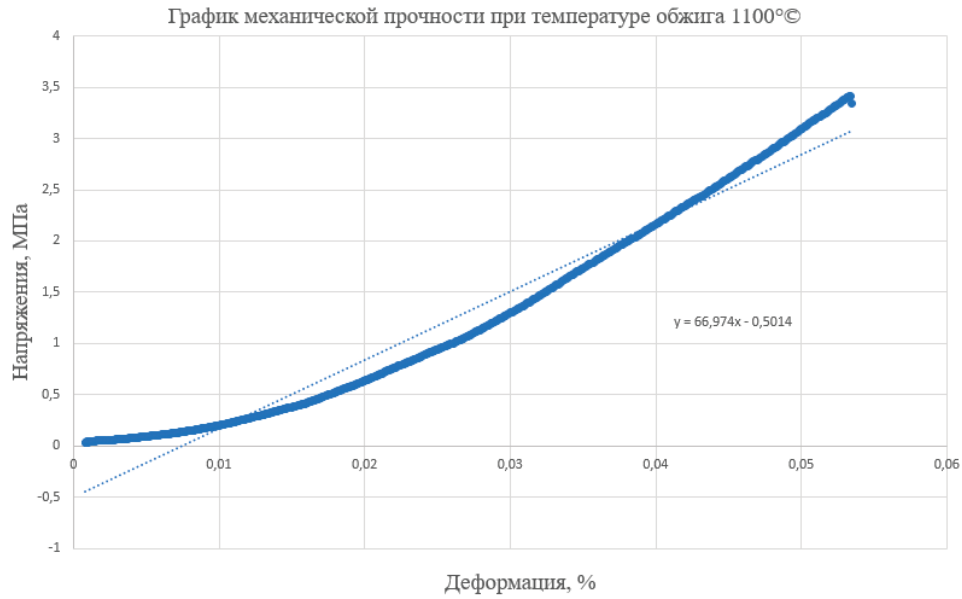


Рис. 9. Механическая прочности при температуре обжига 1100°C



Рис. 10. Механическая прочности при температуре обжига 1150°C

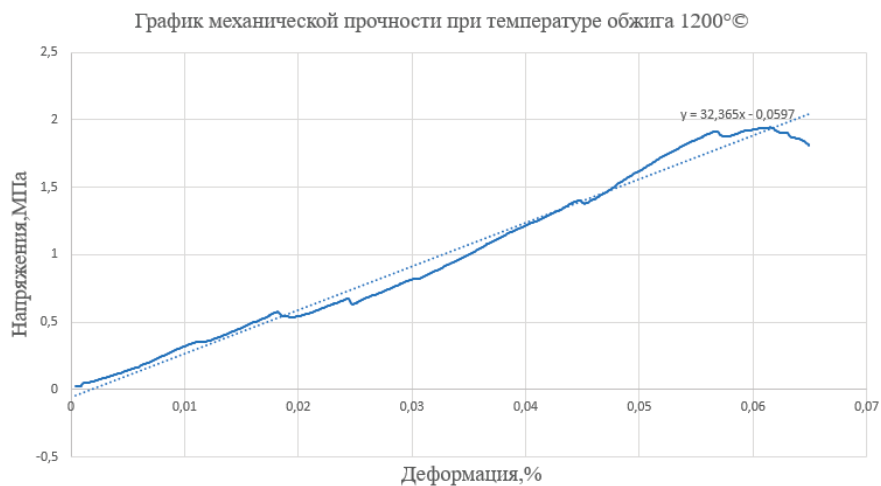


Рис. 11. Механическая прочности при температуре обжига 1200°C

С повышением температуры образцов механическая прочность увеличивалась. Образец, обожженный при температуре 1200°С прочнее чем образец, обожженный при температуре 950°С на 20%.

*Водопоглощение.*

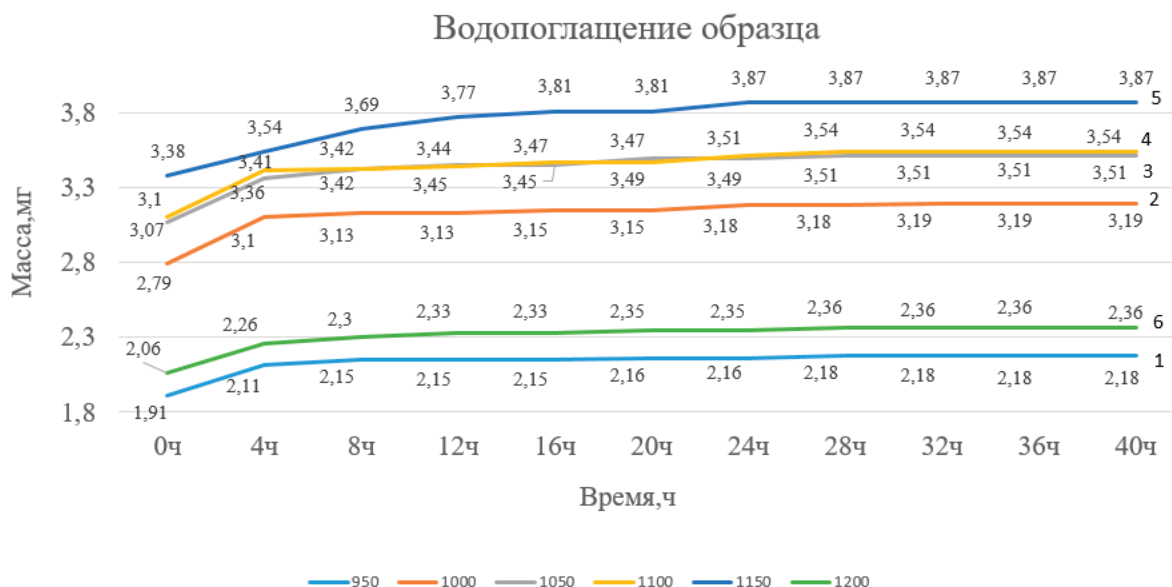


Рис. 12. **Водопоглощение образцов при температуре 950–1200°С:**

- 1 — Водопоглощение при температуре 950°С; 2 — Водопоглощение при температуре 1000°С;  
 3 — Водопоглощение при температуре 1050°С; 4 — Водопоглощение при температуре 1100°С;  
 5 — Водопоглощение при температуре 1150°С; 6 — Водопоглощение при температуре 1200°С

Эксперимент показал, что образец, при температуре обжига 950°С, увеличил свою массу на 10%, при температуре 1000–1200°С на 11%.

### Вывод

1. В химическом составе нефтешлама содержится достаточно высокое содержание вредных веществ, таких как: нефтепродукты (7,56%) и хлорид натрия (58,97%). Так же в его состав входит большое количество влажности (18,74%).
2. Усадка образцов при комнатной температуре (22 градуса Цельсия) и нормальном атмосферном давлении (760 мм рт. ст.) проходила интенсивно в первые сутки. Образец потерял более 19% своей массы, после чего, практически не изменялся.
3. Механическая прочность предварительно обожженных, при различных температурах (от 950°С до 1200°С), образцов увеличивалась с повышением температуры. Прочность образцов при температуре обжига 1200°С выше на 20% чем при 950°С.
4. Процесс водопоглощения на образцах, обожжённых при различных температурах, проходил интенсивно в первые 4 часа. При температуре обжига в 950°С, образец увеличил свою массу на 10%, при 1000–1200°С на 11%.

В настоящее время работа продолжается. Проводятся исследования данного вида сырья для дальнейшего использования в различных отраслях промышленности.

### Литература:

1. Нефтешламы [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нефтешламы>
2. Устройство фотометра с шаровым осветителем [Электронный ресурс]. URL: RU2581429C1 — Устройство фотометра с шаровым осветителем — Яндекс.Патенты (yandex.ru)



## Автоматизированные системы самообслуживания для пожилых людей и инвалидов

Токарева Виктория Вячеславовна, студент

Научный руководитель: Соколов Олег Аркадьевич, кандидат технических наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

*Целью представленного в статье исследования было изучение современного состояния автоматизированных систем обслуживания пассажиров.*

**Ключевые слова:** автоматизированные системы управления, гражданская авиация, маломобильные пассажиры.

## Automated self-service systems for the elderly and disabled

Tokareva Viktoriya Vyacheslavovna, student

Scientific adviser: Sokolov Oleg Arkadievich, candidate of technical sciences, associate professor  
St. Petersburg State University of Civil Aviation

*The purpose of the study presented in the article was to study the current state of automated passenger service systems.*

**Keywords:** automated control systems, civil aviation, passengers with limited mobility.

Инвалиды составляют значительную и растущую часть населения мира и являются самым крупным меньшинством в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мире насчитывается более 1 миллиарда инвалидов. Это примерно один из десяти людей на планете. И их число увеличивается с ростом народонаселения, а также в связи с достижениями современной медицины и общим старением населения.

Авиации, как и другим видам транспорта, необходимо учитывать наличие этой растущей категории пассажиров и удовлетворять их потребности. Наравне с другими гражданами инвалиды обладают теми же международными правами, включая принципы доступности и эффективного вовлечения в общество, в том числе правом на свободу передвижения и свободу выбора. Люди с ограниченными возможностями здоровья должны иметь равный доступ к воздушному транспорту.

Эксплуатантам аэропортов и эксплуатантам воздушных судов следует постоянно пересматривать свой порядок предоставления обслуживания инвалидам, с тем чтобы такое обслуживание неуклонно совершенствовалось и учитывало новые практические наработки и технологии.

В современном мире все чаще используются автоматизированные системы самообслуживания для пожилых людей и инвалидов. Однако такие системы, как правило, доступны для постоянных пассажиров. Они могут регистрироваться онлайн на рейс, получить электронный посадочный талон и использовать его в системах автоматического сканирования.

Автоматизированная информационная система оформления воздушных перевозок должна функционировать таким образом, чтобы информация об ограничениях жизнедеятельности и о потребности в помощи пассажира из числа инвалидов и других лиц с ограничениями жизнедеятельности была в ней зарегистрирована, указана в билете и передана перевозчику.

Для облегчения использования автоматизированных систем самообслуживания в аэропортах для инвалидов должны быть предусмотрены специализированные терминалы.

Экраны и системы ввода информации таких систем должны располагаться на разных уровнях или могут быть подвижными с возможностью регулировки высоты, для того, чтобы ими удобно могли воспользоваться люди, передвигающиеся в инвалидных креслах или с маленьким ростом.

Современные средства интерактивного взаимодействия способны воспринимать голосовые команды и предоставлять необходимую информацию в голосовом виде. Некоторые визуально-акустические системы совмещают в себе как функцию звукового, так и текстового оповещения. Такими средствами возможно оснащение систем регистрации, систем автоматической сдачи багажа, справочных систем аэропорта. При этом внедряя такие системы необходимо позаботиться о поддержке различных языков общения.

При разработке интерактивных систем для людей с ограниченными возможностями здоровья следует также предусмотреть выбор режима взаимодействия. Так при включении режима для слабовидящих терминал активирует высококонтрастные цветовые схемы отображения текстов и картинок и электронную лупу. В таком режиме слабовидящий человек проще воспринимает информацию и ориентируется в работе устройства. В режиме для абсолютно незрячих возможно добавление специального устройства — тактильно-сенсорной панели, с помощью которой слепые люди могут управлять терминалом. В режиме работы со слабослышащими людьми в терминал должна быть встроена индукционная система, благодаря которой слабослышащие люди могут воспринимать аудио сообщения из терминала, переведя слуховой аппарат в специальный режим.

Вместе с интерактивными терминалами для слабослышащих людей возможно предусмотреть выдачу специальных электронных оповещателей, которые с помощью визуальных и индукционных режимов дублировали бы клиентам звуковые оповещения, звучащие в залах аэровокзалов.

В последнее время получили развитие в автомобильном строении системы автоматического управления транспорт-

ными средствами. Внедрение подобных автопилотируемых кресел для лиц с ограничениями по здоровью возможно и в аэровокзальных комплексах. Вместо специальных кресел можно использовать и специальные платформы, на которых инвалиды могли бы размещаться в своем кресле-каталке. Пользуясь технологиями беспилотной езды и электроприводом достаточно легко разработать такое средство передвижения с плоским дном и удобными механизмами фиксации. Оснащение таких автопилотируемых платформ или кресел видеокамерами, датчиками и голосовыми помощниками с возможностями навигации по зданию и мощным искусственным интеллектом, наряду с оборудованием залов специальной разметкой, выглядит даже более решаемой задачей, чем оборудование автомобиля для движения по оживленным улицам городов.

#### Литература:

1. Руководство по обеспечению доступности [http://aerohelp.ru/sysfiles/374\\_372.pdf](http://aerohelp.ru/sysfiles/374_372.pdf)
2. Технология обслуживания маломобильных пассажиров <https://ulvost.aero/upload/iblock/c1e/c1e5639011affe22cc98c71ecd8b196d.pdf>

Таким образом внедрение автоматизированных систем для помощи людям с ограниченными возможностями здоровья является важной задачей, для решения которой уже сегодня существует множество технологий. Такие системы позволят людям легко ориентироваться в зданиях, строить нужные маршруты и самостоятельно передвигаться по ним, регистрироваться на рейсы и сдавать багаж, получать всю необходимую информацию и запрашивать требующуюся помощь персонала авиационных комплексов. И, при соответствующем подходе к этой проблеме, уже в ближайшем будущем можно будет говорить о создании полностью безбарьерной среды и предоставлении всем людям с теми или иными ограничениями здоровья равных возможностей на территории аэропортов в любом уголке нашей страны.

## Диагностика теплового оборудования

Шаманаев Иван Романович, студент

Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Волжском (Волгоградская обл.)

Тепловое оборудование, такое как котлы и тепловые насосы, используется повсеместно для обогрева зданий и горячего водоснабжения. Однако, оно может терпеть отказы и неисправности, которые, если не обнаружены и устранены вовремя, могут привести к снижению эффективности работы оборудования и повышению затрат на энергию. Причинами могут быть как механические повреждения, так и изменения в работе системы, связанные с процессами окисления и коррозии. Для обеспечения безопасной и надежной работы теплового оборудования необходима его диагностика. Диагностика теплового оборудования — это процесс исследования и оценки состояния оборудования, который позволяет выявлять возможные неисправности и определять необходимые ремонтные работы. Существует множество методов диагностики теплового оборудования, которые могут использоваться для определения причин неисправностей. Рассмотрим некоторые из них более подробно.

### Визуальный осмотр

Один из самых простых и доступных методов диагностики теплового оборудования — визуальный осмотр. В ходе осмотра проверяется внешнее состояние оборудования, наличие коррозии, трещин, износа элементов, состояние изоляции, и т.д. Если визуальный осмотр выявляет какие-либо проблемы, оборудование может потребоваться дополнительная диагностика. В процессе визуального осмотра, диагност должен обратить внимание на следующие элементы оборудования:

- состояние поверхности оборудования и наличие коррозии;
- целостность трубопроводов и соединительных элементов;
- состояние изоляции и экранов;
- наличие неровностей или деформаций на поверхности оборудования;
- наличие трещин или деформаций в зонах перегиба или термических напряжений;
- состояние дверей и крышек.

Очевидно, что многие из этих проблем могут привести к более серьезным последствиям, таким как утечки и аварии, поэтому визуальный осмотр является важным шагом в диагностике теплового оборудования.

Однако, следует отметить, что визуальный осмотр может не выявить скрытые дефекты, которые могут привести к серьезным проблемам в будущем. Поэтому, визуальный осмотр должен проводиться в сочетании с другими методами диагностики, такими как термография, ультразвуковая диагностика, магнитная дефектоскопия и др.

### Анализ продуктов сгорания

Метод анализа продуктов сгорания является важным инструментом для диагностики технического состояния теплового оборудования. Он позволяет оценить качество сгорания топлива, определить наличие и характер нарушений в работе

оборудования, а также выявить наличие опасных веществ в выхлопах.

Для проведения анализа продуктов сгорания используются специальные анализаторы газов, которые позволяют измерять содержание различных газов в выхлопных газах. Обычно измеряют содержание кислорода, углекислого газа, оксидов азота и углеводородов. Полученные данные сравниваются с нормативными значениями, установленными для данного типа оборудования.

Анализ продуктов сгорания может помочь выявить многие проблемы, связанные с работой теплового оборудования. Например, высокое содержание углекислого газа может свидетельствовать о низкой эффективности сгорания топлива или наличии проблем с дымоходом. Высокое содержание оксидов азота может указывать на наличие проблем с регулировкой подачи воздуха или низкой эффективности системы очистки выхлопных газов.

Однако следует отметить, что анализ продуктов сгорания не является универсальным методом диагностики теплового оборудования. Он должен использоваться в сочетании с другими методами.

### Измерение эффективности

Измерение эффективности — это метод диагностики теплового оборудования, который позволяет определить степень использования топлива для производства тепла.

В рамках этого метода проводятся измерения и расчеты, чтобы определить, какую часть топлива превращается в тепло, а какая уходит в окружающую среду в виде неиспользованной энергии. Этот метод часто используется для оценки эффективности работы котельных установок, тепловых насосов и других систем, которые используются для производства тепла.

Одним из способов измерения эффективности является сравнение количества топлива, которое было потрачено на производство тепла, с количеством тепла, полученного в результате работы оборудования. Это позволяет определить КПД (коэффициент полезного действия) теплового оборудования.

Для проведения измерений эффективности могут использоваться различные инструменты и оборудование, такие как тепловизоры, термометры, датчики температуры и т.д. Результаты измерений могут быть использованы для определения проблем с оборудованием, которые влияют на эффективность его работы, и для разработки планов по улучшению работы тепловых систем.

В исследовании «Изучение методов измерения эффективности систем отопления» (М. А. Малышев, 2021) было проведено сравнение нескольких методов измерения эффективности систем отопления. В исследовании были использованы термометры и тепловизоры для измерения температур на различных участках системы отопления. Были проведены измерения КПД для различных типов систем отопления, таких как котельные установки, радиаторы и трубопроводы. Результаты исследования показали, что методы измерения эффективности, основанные на термометрии и тепловизорах, могут дать точные результаты, что позволяет эффективно использовать топливо и уменьшить расходы на отопление.

Таким образом, измерение эффективности является важным методом диагностики теплового оборудования, который позволяет оценить его работу и определить производительность.

### Термографическое исследование

Термографическое исследование — это метод диагностики теплового оборудования, основанный на измерении температурных полей на поверхности оборудования с помощью инфракрасной камеры.

Основной принцип термографического исследования заключается в том, что все объекты, включая техническое оборудование, излучают инфракрасное излучение, которое можно измерить с помощью специальной инфракрасной камеры. Полученные данные о температуре поверхности оборудования анализируются с помощью специального программного обеспечения, которое позволяет определить точки повышенной температуры и области, где имеются проблемы с теплообменом.

Термографическое исследование позволяет выявить множество проблем в работе теплового оборудования, таких как:

- Неравномерность распределения температуры на поверхности оборудования;
- Области с повышенной температурой, что может свидетельствовать о наличии дефектов в работе оборудования;
- Низкая эффективность теплообмена, что может привести к потере энергии и увеличению расходов на энергию.

Термографическое исследование может быть проведено как в условиях работы теплового оборудования, так и при выключенном оборудовании, чтобы оценить его состояние до начала работы.

Одним из преимуществ термографического исследования является возможность быстрого выявления проблем в работе теплового оборудования без необходимости его остановки. Также этот метод может помочь определить оптимальную настройку оборудования для достижения максимальной эффективности теплообмена.

Недостатком термографического исследования может быть его высокая стоимость и требование квалифицированного персонала для проведения анализа полученных данных.

Помимо методов диагностики, описанных выше, существуют и другие, более детальные методы, которые позволяют получить более точную информацию о состоянии теплового оборудования.

Один из таких методов — это акустическая диагностика. С его помощью можно выявить дефекты, такие как трещины, коррозия, износ подшипников и другие. Этот метод основан на анализе звуковых колебаний, которые возникают при работе оборудования. При этом используются специальные акустические датчики, которые могут быть установлены на различных узлах оборудования. Полученная информация позволяет специалистам определить местоположение и характер дефекта и принять решение о дальнейших действиях.

Еще один метод — это эндоскопия. Она позволяет проводить визуальный осмотр внутренних поверхностей оборудования. Для этого используются специальные оптические приборы — эндоскопы, которые вводятся внутрь оборудования через отверстия или пробки. Полученные изображения позво-

ляют выявлять различные дефекты, такие как трещины, коррозия, облупление и т.д.

Также существует метод инфракрасной диагностики. Он основан на анализе излучения, которое испускает оборудование в инфракрасном диапазоне. Этот метод позволяет выявлять различные неисправности, такие как перегревы, нарушения теплообмена и другие. Инфракрасная диагностика может быть проведена с помощью тепловизора, который регистрирует температуру поверхности оборудования и преобразует ее в изображение, которое может быть проанализировано.

В целом, применение более детальных методов диагностики позволяет выявлять более сложные и скрытые дефекты, что в свою очередь повышает эффективность обслуживания и продлевает срок службы теплового оборудования.

Для диагностики состояния тепловых насосов следует в первую очередь воспользоваться методом измерения эффективности. Во-первых, теплообменники теплового насоса находятся под землёй, что делает невозможным проведение визуального осмотра. Во-вторых, полученные результаты измерений дадут понять, существуют ли какие-либо проблемы с оборудованием, влияющие на эффективность его работы.

В случае возникновения какого-либо дефекта, влияющего на работу теплонасоса, в качестве наиболее эффективной диагностики лучше всего будет использовать метод инфра-

красной диагностики, позволяющий определить местонахождение утечки тепла, посредством тепловизионного оборудования. После определения дефектной зоны, следует приступить к устранению дефекта.

### Заключение

Диагностика теплового оборудования является важным процессом для обеспечения надежной и эффективной работы оборудования. Использование различных методов диагностики теплового оборудования позволяет увеличить эффективность его работы, обеспечить безопасность и снизить затраты на ремонт и замену оборудования. Однако каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и выбор подходящего метода зависит от целей диагностики, типа оборудования и условий эксплуатации. Например, для быстрого обнаружения нарушений в работе оборудования может быть достаточно визуального осмотра и анализа продуктов сгорания, а для более детальной диагностики необходимо применять более сложные методы, такие как термографическое исследование или диагностика при помощи акустических сигналов. Поэтому важно правильно выбирать методы диагностики в зависимости от конкретной ситуации и комплексно подходить к диагностике теплового оборудования.

### Литература:

1. Иванов, И. П. Основы диагностики и ремонта теплового оборудования / И. П. Иванов, В. А. Козлов, А. Н. Попов. — Москва: Энергоатомиздат, 1988. — 320 с.
2. Иванов В. П. Диагностика и ремонт теплотехнического оборудования / В. П. Иванов, А. С. Константинов, В. В. Петров. — М.: Машиностроение, 1991. — 256 с.
3. Смирнов А. В. Практическое руководство по диагностике и ремонту котельных установок / А. В. Смирнов, А. А. Иванов, В. В. Петров. — М.: Энергоатомиздат, 2001. — 448 с.
4. Голубев А. В. Автоматизированные информационно-управляющие системы электростанций: учебное пособие / А. В. Голубев, И. К. Муравьев, Ю. В. Наумов. — М.: Инфра-Инженерия, 2021. — 180с.

## Продление срока жизни батареи в измерительных устройствах

Якунин Дмитрий Алексеевич, студент магистратуры  
Юго-Западный государственный университет (г. Курск)

Батареи на основе тионилхлорида лития (LiSOCl<sub>2</sub>) популярны в интеллектуальных измерительных устройствах, поскольку они обеспечивают более высокую плотность энергии и лучшее соотношение цены и мощности по сравнению с такими химическими элементами батарей как диоксид лития-марганца (LiMnO<sub>2</sub>). Одним из недостатков аккумуляторов LiSOCl<sub>2</sub> является плохая реакция на пиковые нагрузки, что может привести к снижению полезной емкости аккумулятора. В этой статье будет рассмотрен эффективный метод отделения пиковых нагрузок от батареи в диапазоне нескольких сотен миллиампер, который может помочь увеличить срок службы батареи.

Максимальное увеличение полезной емкости батареи очень важно, поскольку это позволяет конструкции системы поддерживать:

- Больше снятий показаний и сессий передачи данных от одной и той же батареи.
- Более длительный срок службы батареи.
- Аккумулятор меньшего размера при том же сроке службы.



Следовательно, сводятся к минимуму затраты на батарею и техническое обслуживание, а также затраты на разработку, позволяя повторно использовать одну и ту же конструкцию измерителя для различных реализаций.

Примером измерителя для данной статьи будет служить расходомер воды, к которому предъявляются следующие требования: успешная конструкция, обеспечивающая длительный срок эксплуатации (более 15 лет), обеспечение таких функций, как управление клапаном, запись и передача данных. Увеличение срока службы батареи является эффективным способом увеличения времени работы измерителя. Однако, если вы подключаете батарею к нагрузке напрямую без промежуточного буфера мощности, сложный профиль нагрузки измерителя может ухудшить характеристики срока службы батареи [1].

Основываясь на потреблении тока, можно разделить профиль потребления нагрузки стандартного счетчика на режим ожидания, режим средней ступени и активный режим. Каждый режим по-разному влияет на срок службы батареи:

- В режиме ожидания потребление составляет от 5 до 100 мкА. В основном это ток покоя (IQ) микроконтроллера и схемы защиты. Хотя абсолютное значение очень мало, оно обычно является основным фактором, влияющим на срок службы измерителя. В режиме ожидания IQ любого подключенного DC/DC преобразователя должен быть в диапазоне наноампер, а утечка любого буфера мощности должна быть небольшой для повышения эффективности.

- В режиме средней ступени потребляется от 2 мА до 10 мА. Аналоговый интерфейс в момент принятия сигнала (RX) обычно вносит свой вклад в эту нагрузку. Эффективность буфера мощности важна для минимизации потерь энергии в этом режиме.

- Активный режим потребляет наибольший ток. В активном режиме нагрузка обычно исходит от управляющей лампы и аналогового входного каскада в каскаде передачи сигнала (TX), для которого требуется от 20 мА до нескольких сотен миллиампер. Непосредственное потребление этого тока от батареи LiSOC12 приводит к серьезному снижению номинальной емкости.

В таблице 1 показано снижение номинальных характеристик аккумулятора Soft LS33600 по сравнению с номинальной емкостью 1,7 А·ч при различных нагрузках и температурных условиях. При рабочей температуре +20°C ток нагрузки 200 мА приводит к снижению емкости на 42%. Поэтому батарея никогда не должна питать нагрузку напрямую. Только при использовании буфера мощности с малой утечкой можно ограничить пиковый ток до уровня менее 10 мА.

Понижающе-повышающий преобразователь (IQ = 60 нА) TPS61094 помогает продлить срок службы батареи, сохраняя при этом превосходную эффективность в режимах ожидания, промежуточной ступени и активном режиме [2].

Использование TPS61094 имеет три основных преимущества:

- **Высокий КПД** в широком диапазоне нагрузок. TPS61094 имеет средний КПД >90% для нагрузок от 5 мкА до 250 мА при условиях VOUT = 3,3 В и VIN > 1,5 В. Это обеспечивает эффективное питание в большинстве случаев использования расходомеров.

- **Ограничивает пиковый ток**, потребляемый от батареи. TPS61094 может ограничивать свой пиковый входной ток, когда он работает в режиме Vuck\_on при зарядке суперконденсатора, а также в дополнительном режиме, когда он питает большую нагрузку

Таблица 1. Зависимость емкости от значения тока нагрузки для LS33600

Емкость (А*ч)	-40 °C	-20 °C	+20 °C
10 мА	-41,2%	-17,6%	Нет снижения
100 мА	-82,35%	-58,8%	-23,5%
200 мА	-	-	-42,0%

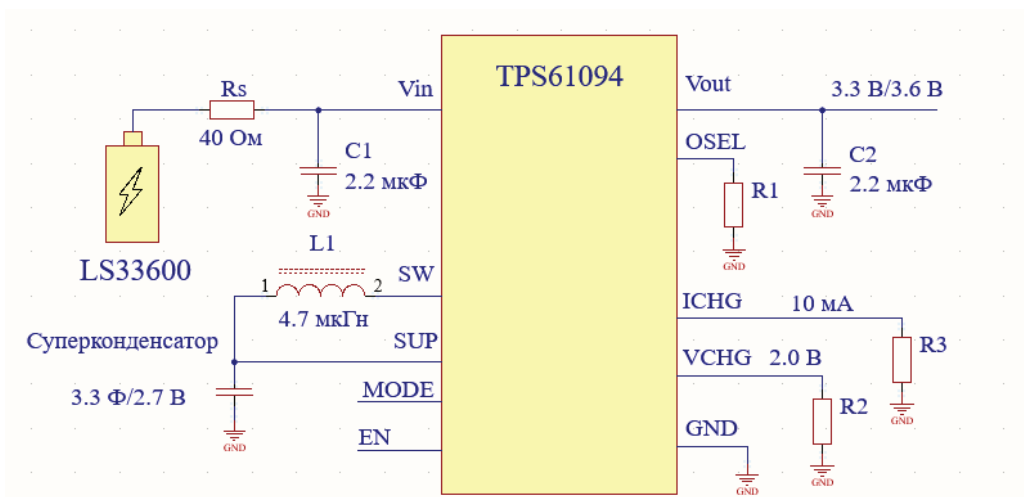


Рис. 1. Подключение преобразователя TPS61094

на VOUT от батареи. На рис. 1 показано типовое подключение TPS61094. После сброса нагрузки устройство заряжает суперконденсатор постоянным током 10 мА. Когда напряжение суперконденсатора возвращается к 2,0 В, устройство перестает заряжаться, но все еще остается в режиме Buck\_on.

— **Неизменная энергия** суперконденсатора во всем диапазоне температур. Как правило, использование конденсаторов с гибридным слоем (HLC) или конденсаторов с двойным электрическим слоем (EDLC) в качестве буферов мощности улучшает возможности импульсной нагрузки. Однако энергия, хранящаяся в этих пассивных компонентах, зависит от напряжения батареи. Когда температура снижается, напряжение батареи также падает, что ухудшает способность HLC или EDLC к импульсной нагрузке и увеличивает ток питания батареи. TPS61094 устраняет эту проблему, поддерживая стабильное напряжение на суперконденсаторе независимо от температуры.

Полезная энергия в суперконденсаторе определяется емкостью, установленным максимальным напряжением на суперконденсаторе и блокировкой минимального напряжения TPS61094. Чем больше полезной энергии имеет суперконденсатор, тем дольше время работы при постоянной большой нагрузке.

На рис. 2 показано решение с буфером мощности, использующее TPS61094 или только суперконденсаторы соответственно. Для решения TPS61094 напряжение суперконденсатора установлено равным 2 В. При непрерывной подаче нагрузки TPS61094 может потреблять мощность от суперконденсатора до 0,6 В. Таким образом, можно рассчитать доступную энергию суперконденсатора с помощью уравнения 1: где  $\eta$  — средний КПД преобразователя [3].

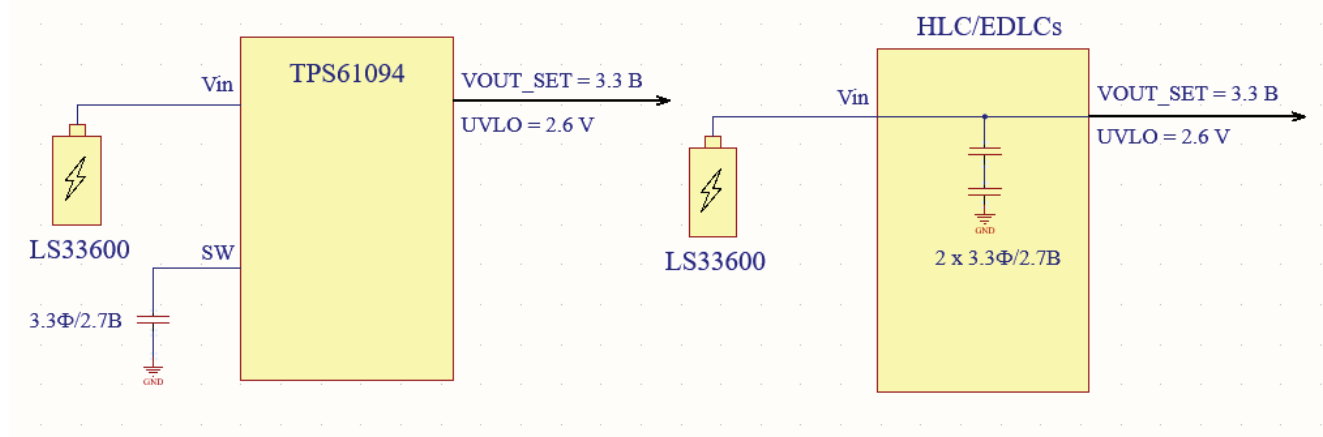


Рис. 2. Подключение TPS61094 и HLC/EDLCs решений

$$E = \left( \frac{1}{2} CV_1^2 - \frac{1}{2} CV_2^2 \right) \times \eta \quad (1)$$

$$E = \left( \frac{1}{2} \times 3.3 \times 2^2 - \frac{1}{2} \times 3.3 \times 0.6^2 \right) \times 0.9232 = 5.447 \text{ Дж} \quad (2)$$

$$E = \frac{1}{2} \times 1.65 \times 3^2 - \frac{1}{2} \times 1.65 \times 2.6^2 = 1.848 \text{ Дж} \quad (3)$$

В наихудшем случае при  $-40^\circ\text{C}$  TPS61094 имеет средний КПД 92% при 150 мА и входном напряжении от 2 В до 0,6 В. Уравнение 2 показывает расчетный результат:

Для решений HLC или EDLC доступная энергия изменяется в зависимости от напряжения батареи. Для тока 10 мА при  $-40^\circ\text{C}$  напряжение LS33600 снижается до 3 В. В уравнении 3 вычисляется доступная энергия:

Сравнивая результаты между уравнениями 2 и 3, решение TPS61094 имеет вдвое больше доступной энергии, чем решения HLC и EDLC. Это означает, что к нагрузкам может подаваться больше энергии, и снижается пиковый ток, потребляемый аккумулятором в экстремальных условиях. Например, если для управления клапаном используется нагрузка 200 мА при напряжении 3,3 В, решение HLC или EDLC может поддерживать нагрузку только в течение 2,8с. Понижающе-повышающий преобразователь TPS61094 со встроенным суперконденсатором может поддерживать нагрузку до 7,8с при условии, что буфер питания обеспечивает всю нагрузку.

Сложный профиль нагрузки-потребления расходомеров требует буфера мощности, чтобы продлить срок службы LiSOCl<sub>2</sub> батарей. Для широкого диапазона условий эксплуатации преобразователь TPS61094 является хорошим выбором для с продления срока службы батареи. Ограничивая пиковый ток, потребляемый от батареи, максимизируется ее емкость и увеличивается доступная энергия суперконденсатора, позволяя системе работать дольше в условиях низких температур, чем решения HLC и EDLC.

Литература:

1. Hussein Yektaei, Patrick Pratt. Quality of secondary power supplies // Practical Electronics Magazine. 2020. No. 2–3. P. 13–16.
2. Wenhao Wu and Alex Pakosta. Benefits of using a low-Iq buck/boost converter // Journal of Electronics maker. 2021. No. 9–10. P. 54–55.
3. Frank Kearney. Ionistors and their application in microelectronics// Consumer Electronics. 2021. No. 12. P. 20–22.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Актуальность преобразования района Чар-Кала в Кабуле (Афганистан)

Ахмади Наматула, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье рассмотрена проблематика реконструируемых территорий западной части Кабула (район Чар-Кала), их особенности и потенциал, на основе этого предложены направления их развития.*

**Ключевые слова:** район Чар-Кала, реконструкция территорий, увеличение количества жилья, местоположение, потенциал.

Афганистан — это государство, которое по своей природе, климату, культуре и экономическому развитию можно охарактеризовать как типичное для Центрально-Азиатского региона. Государство расположено почти в центре Центральной Азии. Это в основном горная страна, 80% территории которой занимают горные хребты и плато. Равнины расположены преимущественно на периферии страны [1].

Район Чар-Кала расположен в городе Кабуле на высоте 1800 м над уровнем моря и ограничен улицами Дар-уль-Аман, 3 Акраба, и Файз Мохаммад Катеб Хазара, площадь территории 1000 га. Район находится в западной части столицы и является одним из самых густонаселенных (рис. 1).

Население района 27 500 чел. О Чар-Кала можно говорить как о втором центре столицы Афганистана. После долгой войны он находится в очень плохом состоянии и требует срочной реконструкции. На территории района не хватает озеленения, мало парков и скверов. В районе Чар-Кала находится 2750 домов, которые построены по планам, и 26720 домов, построенных без государственного плана. Основные улицы — проспект Дар-уль-Аман, Пуле-Сохта, проспект Файз Мохаммад Катеб. Здесь расположены важные объекты: парламент Афганистана, генеральная прокуратура Афганистана, Национальный музей, Комиссия по правам человека и Американский университет Афганистана (рис. 2).

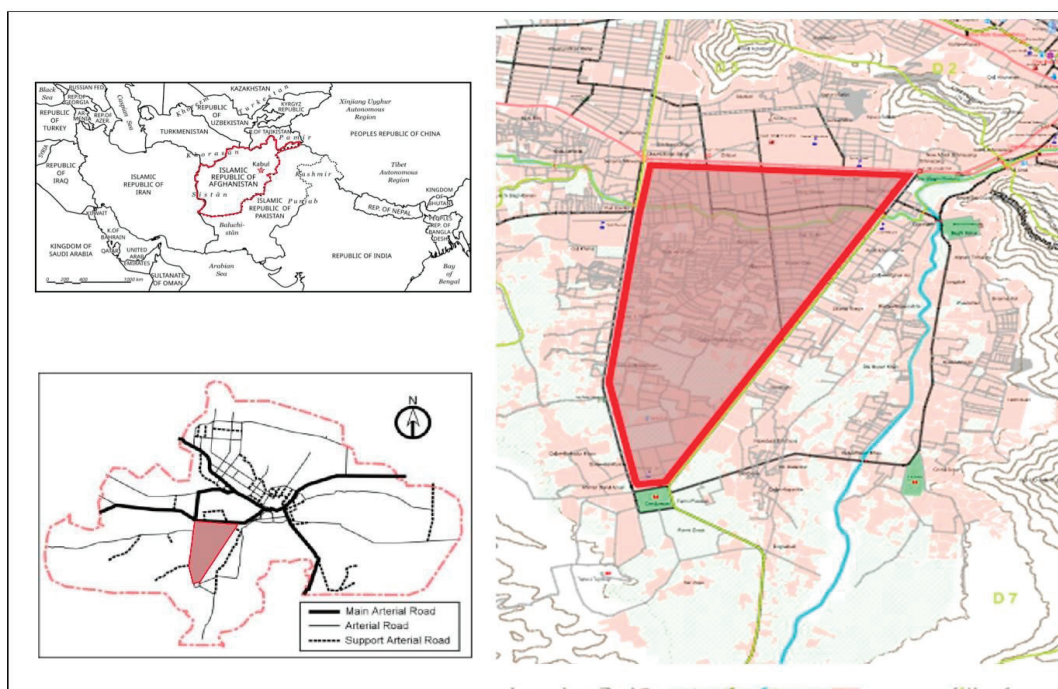


Рис. 1. Ситуационная схема территорий Афганистана и города Кабула



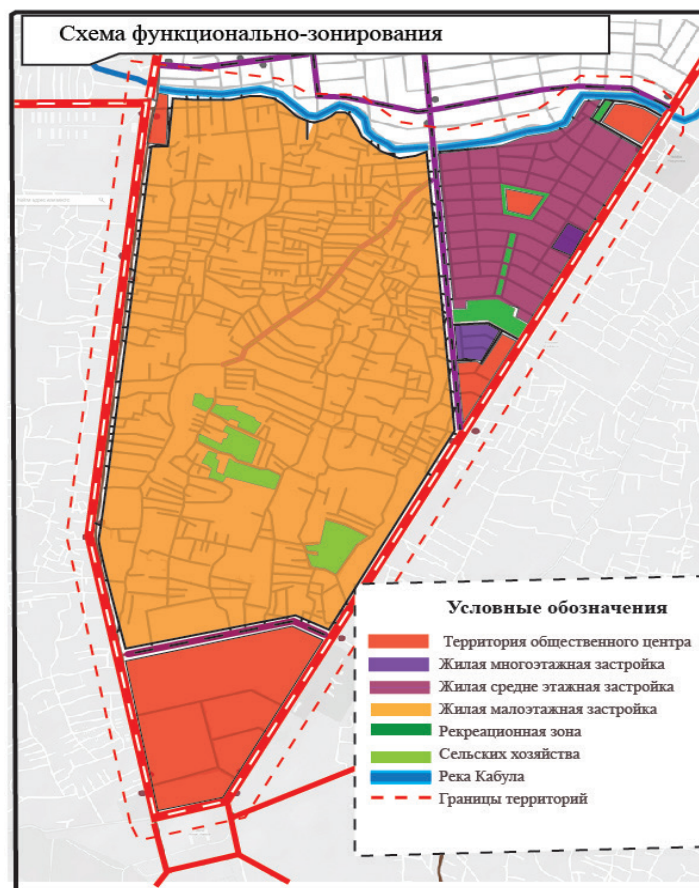


Рис. 2. Схема функционального зонирования территории Чар-Кала

Афганистан — это в основном сельская община, в городах проживает всего около 24 тыс. человек, однако это число быстро меняется. За последние десять лет оно росло на 10% в год. Исследовательская группа проанализировала генеральный план, чтобы определить, сколько людей можно расселить в пределах городской территории. Международные стандарты плотности застройки новых городов, которые могут обеспечить жителям достаточную жилую площадь, предполагают 150 чел./га для малоэтажного жилого района и 300 чел./га для высотного.

Кабул — столица, а также самый большой город в стране по численности населения. Это один из крупнейших городов в мире, занимающий 64-е место. Стремительная урбанизация также привела к тому, что город стал пятым по темпам роста в мире. Население Кабула к 2020 г. оценивается в 4,3 млн человек. С 2015 г. Кабул вырос на 2,54%. Эти оценки касаются городской агломерации, которая обычно включает Кабул и прилегающие пригородные районы. Город раскинулся в общей сложности на 1023 км<sup>2</sup> и имеет плотность населения 4500 жителей на 1 км<sup>2</sup>. На протяжении веков афганские города были центрами международной торговли и культуры. Сегодня, в условиях трех десятилетий нестабильности, страна изо всех сил пытается использовать экономические и культурные активы для создания процветающих городов и удовлетворения основных потребностей растущего городского населения страны.

Государство Афганистан в 2014 г. начало реализовывать в Кабуле масштабные проекты. Один из них — Дар-уль-Аман-

ский государственный административный комплекс. Комплекс находится на юго-западе Кабула на территории 100 га. В его состав входят 27 государственных офисов, строительство будут реализовывать в два этапа (рис. 3).

Правительство Афганистана начало процесс строительства административных комплексов в стране, чтобы предоставлять своим гражданам быстрые, простые и устойчивые услуги. Министерство городского развития в рамках программы строительства Дар-уль-Аманского комплекса на первом этапе начало возведение всех правительственных учреждений Кабула по самым высоким инженерным стандартам. В районе на площади 100 га будет расположено 31 административное здание, 18 министерств, 10 самостоятельных офисов и 3 государственных банка. По завершении этого инфраструктурного проекта уровень координации между учреждениями государственного сектора будут усилен, а гражданам будут предоставлены достойные услуги.

Бульвар Дар-уль-Аман станет общественным коридором, символизирующим как прошлое, так и будущее Кабула. Историю олицетворяют дворец Дар-уль-Аман и монгольский сад Баг-э-Бабур, а также активная уличная жизнь, которая определяет общественное пространство города. В то же время проект смотрит в будущее, в котором развитие и новые открытые пространства отражают величие и перспективы, изначально предусмотренные для этой части Южного Кабула. Застроенная среда вдоль бульвара Дар-уль-Аман помогла создать три отдельные



Рис. 3. Дар-уль-Аманский государственный административный комплекс



Рис. 4. Проект бульвара Дар-уль-Аман

характерные зоны и стратегии городского планирования: общественный центр, рекреации и жилые зоны.

Государственные участки обеспечивают социальное жилье и улучшенную инфраструктуру для неформальных кварталов недалеко от бульвара (рис. 4).

Отражая развитие города от первого императора Великих Моголов Бабура до реформ Амануллы хана в начале XX века, проект при этом устремлен в будущее.

### Выводы

Кабул — город на перекрестке культур, экологических систем и политических течений, каждое из которых внесло свой вклад в самобытность столицы. 20 лет спустя после создания

нового гражданского общества, возможности Кабула огромны. Общегородская структура определяет ориентированную на дизайн повестку развития Кабула в масштабах мегаполиса. Проблемы значительны: более 70% города развивалось неформально, а его население за последние 22 года выросло более чем в три раза. Общегородская структура устанавливает направления развития, которые решают каждую из этих проблем, а также позиционируют Кабул как город XXI века. Амбициозная стратегия роста одновременно уводит от экологически чувствительных водоносных горизонтов, создает возможности для инвестиций в учебные заведения и зоны экономического развития. Набор типологий разработки обеспечивает гибкие, контекстно зависимые рекомендации проектирования по всему городу.

### Литература:

1. Давидов А. Д. Социально-экономическая структура деревни Афганистана. М., 1976.
2. Гельфанд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. М.: Архитектура-С, 2007.
3. Архитектура и градостроительство. Энциклопедия / гл. ред. А. В. Иконников.— М.: Стройиздат, 2001.

4. Бурга П. Г. Проектирование застройки с учётом организации движения пешеходов и элементов восприятия / П. Г. Бурга, Ж. Ю. Пылина // Жилищ. стр.-во. — 1974. — № 7. — С. 26–30.
5. Давидов А. Д., Черняховская Н. Афганистан. М., 1973.

## Улучшение качества асфальтобетонной смеси путем введения резиновой крошки

Балабанов Вадим Борисович, кандидат технических наук, доцент;  
Стратикапулова Ангелина Вячеславовна, студент магистратуры  
Иркутский национальный исследовательский технический университет

*Для устройства покрытий автомобильных дорог в мировой практике наибольшее распространение получили асфальтобетонные смеси. В РФ с непростыми климатическими условиями, частыми перепадами температур, высокой степенью промерзания грунтов на фоне увеличивающихся транспортных нагрузок дорожное полотно не выдерживает и быстро приходит в неудовлетворительное состояние. В данной статье рассматривается способ улучшения качества асфальтобетонной смеси путем введения резиновой крошки. Добавка на резиновой основе позволит повысить физико-механические показатели и свойства, что в последующем приведет к повышению модуля упругости и прочности дорожных покрытий, увеличению межремонтных сроков эксплуатации дорожной одежды и облегчит исполнение контрактных гарантийных обязательств по сохранению нормативного состояния автомобильной дороги. Рабочая гипотеза изучения данного вопроса основывается на предположении о том, что использование резиновой крошки в качестве добавки в асфальтобетонную смесь решает сразу две проблемы — повышение качества покрытий и переработку изношенных шин.*

**Ключевые слова:** асфальтобетон, модификаторы, резиновая крошка, колеобразование, автомобильные дороги.

Одним из основных условий повышения эффективности дорожного строительства является применение качественных материалов для устройства дорожного покрытия. В настоящее время темпы строительства автомобильных дорог сдерживаются высокой стоимостью или отсутствием некоторых видов материалов. Перспективным направлением развития является совершенствование технологий использования техногенных отходов производства.

Эффективное улучшение комплекса физико-механических свойств асфальтобетонных смесей возможно в первую очередь при использовании модифицированных вяжущих. Например, применение асфальтобетонных смесей на полимербитумных вяжущих (ПБВ) позволяет повысить качество дорожного асфальтобетона в покрытии автодорог, однако эти технологии являются дорогостоящими и требуют специального оборудования. Учитывая протяженность сети автодорог в РФ, необходим поиск альтернативных добавок и материалов для повышения долговечности и транспортно-эксплуатационных качеств асфальтобетонных покрытий. Исследования позволили использовать в составе асфальтобетонной смеси большую группу исключительно трудно утилизируемых техногенных продуктов и отходов, а именно, резиновой крошки, получаемой из старых автопокрышек и других резинотехнических изделий [1, с. 3].

На протяжении многих лет предпринималось множество попыток ввести резину в асфальт и битум, с целью улучшения свойств дорожных покрытий. Исследования показали результаты, свидетельствующие о возможностях использования резины в асфальтобетонных смесях. Было установлено, что эксплуатационные характеристики асфальтобетона зависят от количества и размера добавленных частиц резины. Крупность зерен резины должна быть не более 1 мм, поскольку наибольшая плотность составов асфальтобетонной смеси обеспечивается при крупности

частиц резины не более 0,63 мм. Применение резиновой крошки с размерами частиц 2–8 мм в асфальтобетонных смесях, приводит к снижению срока службы дорожного покрытия из-за невозможности формирования однородного материала, способного к восприятию транспортных нагрузок [3, с. 68].

Дробленую резину вводят либо непосредственно в минеральный материал, либо предварительно объединив с битумом; при этом в первом случае ее гранулометрический состав учитывается в общем зерновом составе минеральных составляющих, а во втором — не учитывается. Установлено, что содержание резиновой крошки при введении ее в минеральную часть должно составлять 1–2% массы минеральной части, при добавлении в битум — 5–7% массы битума. При введении резины в минеральную часть смесители оборудуют дополнительными устройствами, включающими расходную емкость, средства для подачи дробленой резины из емкости в смеситель и отдельный дозатор для введения в смеситель, для этой цели может служить дозатор минерального порошка. Точность дозирования дробленой резины должна составлять  $\pm 1,5\%$  массы. Материалы в смеситель подают в такой последовательности: сначала щебень, песок, минеральный порошок, затем резиновую крошку; после предварительного «сухого» перемешивания в течение 15–30 с вводят битум и заканчивают перемешивание. Общее время перемешивания составляет 60–90 с. При введении дробленой резины в битум, компоненты перемешивают в рабочем котле, оборудованном приспособлением для перемешивания. Температура битума при объединении с дробленой резиной должна составлять 150–170°C. Для улучшения удобоукладываемости и уплотняемости асфальтобетонных смесей целесообразно вводить в битум мягчитель, например, сланцевый в количестве 4–7% массы битума. Для улучшения уплотняемости готовые асфальтобетонные смеси



целесообразно выдерживать в накопительных бункерах в течение 1–2 ч [3, с. 69].

Основные преимущества добавления резиновой крошки в асфальтобетонную смесь:

- Снижение шумового загрязнения от автомобильных дорог примерно на 50–70%, что позволяет строить покрытия дорог ближе к жилым застройкам;
- Инновационные покрытия могут избавить от необходимости шумозащитных экранов;
- Увеличение срока эксплуатации дорог на 5–10 лет за счет уменьшения на дорожной поверхности образования трещин;
- Повышение деформативности дорожного покрытия. Снижение колеобразования за счет упругости асфальтобетона на битуме, модифицированным резиновой крошкой;

— Улучшение сцепных свойств с поверхностным покрытием. Снижение аварийности до 50%, так как снижается риск заноса. Также сцепные свойства обеспечиваются в дождь, на мокром покрытии;

— Сохранение характеристик асфальтобетона даже при высоких перепадах температуры, когда покрытия без добавления резиновой крошки переходят в пластичное состояние, при повышенных температурах накапливая деформации. При низких температурах наблюдается менее интенсивный процесс трещинообразования. Это позволяет строить дороги в любой климатической зоне;

— Увеличение срока службы автомобильных шин благодаря постепенному износу протектора.

#### Литература:

1. Иванова, Т. Л. Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения: специальность 05.23.05 «Строительные материалы и изделия»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иванова Татьяна Леонидовна; Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. — Улан-Удэ, 2009. — 19 с.
2. Руденский, А. В. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожных битумов и асфальтобетонов // Дороги России XXI века. — 2004. — № 5. — С. 62–71.
3. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов / И. А. Плотникова, В. Н. Сотникова, М. Б. Сокальская [и др.]. — Москва: Союздорнии, 1991. — 138 с.
4. Веселов, В. И. Переработка использованных шин. Международный опыт // Твердые бытовые отходы. — 2012. — № 12. — С. 58–63.
5. Использование отходов резины для модификации вяжущего в асфальтобетоне / К. Ю. Вабищевич, Н. П. Коновалов, П. Н. Коновалов, Е. О. Хозеев. // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. — 2020. — № 2. — С. 18–25.

## Составные многосекционные сваи

Васюков Георгий Николаевич, студент магистратуры;  
Болатаев Вячеслав Григорьевич, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

**Ключевые слова:** составные многосекционные сваи, свайные фундаменты.

Наиболее ответственному этапу возведения здания условно следует отнести устройство его, здания, фундамента. В случае наличия в качестве основания слабых грунтов подходящим решением будет использование свайного фундамента. При этом в условиях плотной городской застройки не всегда безопасно использовать сваи, изготавливаемые в грунте. В таком случае единственным решением является устройство фундамента погружением заводских свай.

Однако не всегда существует возможность использования цельных свай необходимых габаритов для обеспечения устойчивости конструкции. Подобное может быть следствием толщины слоя слабых грунтов (торфяники, илистые грунты и т.п.) или сложностей, возникающих при транспортировке свай, равно как может быть обусловлено и ограниченными технологическими характеристиками копровых установок.

Составные же сваи позволяют нивелировать вышеуказанные затруднения. Стоит также отметить и возможность точного контроля как геометрических, так и прочностных характеристик составной сваи, что может вызвать определенные трудности при, например, устройстве буронабивных свай.

В соответствии с действующими стандартами секции составных свай производятся со следующими геометрическими параметрами:

- Сечения 300x300мм и длиной от 14 до 24м;
- Сечений 350x350, 400x400 и длиной от 14 до 28м.

Также следует отметить разработки сборно-монолитных составных свай повышенной несущей способности, достигаемой за счет сечения сложной изменяющейся формы, что приводит к большему уплотнению грунта по боковой поверхности сваи и большей площади наклонных поверхностей сваи.

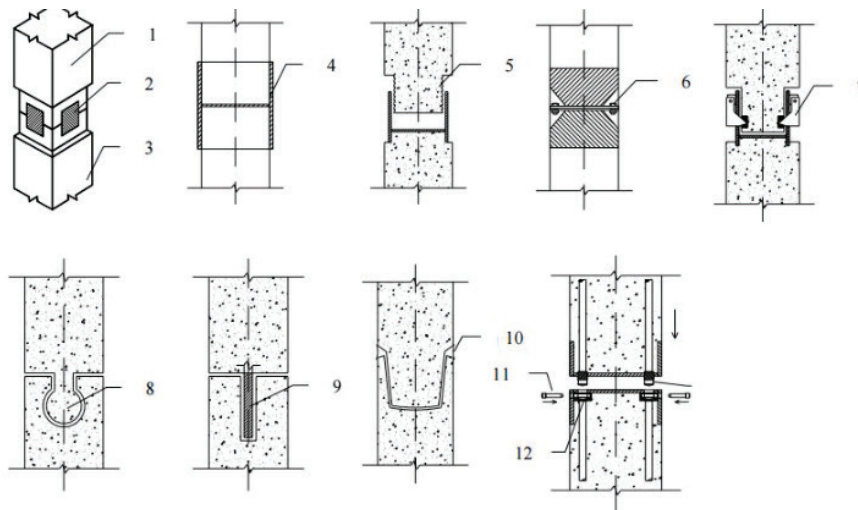


Существуют различные конструктивно-технологические способы соединения секций свай, среди которых можно выделить:

- Болтовые;
- Сварные;

- Соединения откидным замком;
- Фиксацией арматуры;
- Нефиксированного опирания.

Типы соединений представлены на рис. 1.



Конструктивно-технологические решения стыков свай.

1 – верхняя секция сваи, 2 – стальная накладка обвариваемая по периметру, 3 – нижняя секция сваи, 4 – кондуктор, 5 – рифленый ж.б. выступ, 6 – болтовое соединение, 7 – откидной замок, 8 – шпоночный выступ, 9 – арматурные стержни верхней секции на клеюшем материале, 10 – герметизирующая лента, 11 – штифты, 12 – гнездо, 13 – фиксирующий штырь.

Рис. 1. Конструктивно-технологические решения стыков свай

Исходя из восприятия стыком свай усилий, принято считать наиболее надежным, равно как и технологичным, узел с штифтовым заклиниванием штырей верхней секции в гнездах нижней. Данный вариант представлен на рис. 1 крайним справа в нижнем ряду.

Составные сваи подлежат обязательному армированию продольным армокаркасом, для изготовления которого используются стержни класса А2 и А3 диаметром от 13 до 20 мм. Поперечное укрепления ствола выполняется посредством металлических сеток из проволоки класса В-1, минимальный диаметр — 5 мм. Для формирования тела свай используется тяжелый бетон классом не ниже М200. В качестве заполнителя используется мелкофракционный щебень диаметром не более 40 мм.

Перед непосредственным погружением сваи допускается использование технологии лидерного бурения. Для погружения секций составных свай в грунт могут быть использованы следующие методы:

- Забивка;

- Вдавливание.

В то же время не рекомендуется использование вибрационного метода в силу недопущения выхода из строя или деформации узлов соединения секций составной сваи.

Применяется следующий алгоритм погружения свай:

1. Производится строповка нижней части сваи, ствол поднимается и устанавливается строго вертикально на место забивки;
2. Голова сваи подводится под наголовник сваебойного молота, оборудованного подбабком для предотвращения повреждения стакана сваи или в сваевдавливающую машину;
3. Производится выверка вертикальности сваи и центровка ее оси;
4. Наносятся первые удары на мощности в четверть от максимальной для погружения на первые 1,5–2 м;
5. Свая погружается в грунт до возвышения ее головы на 30–50 см;
6. Производится стыковка секций сваи;
7. Операции продолжают до полного погружения сваи.

Литература:

1. Рекомендации по проектированию железобетонных составных свай. НИИЖБ.— М. 1987.
2. Свайные работы/М. И. Смородинов, А. И. Егорова, Е. М. Губанова. Под ред. М. И. Смородинова.— 2-е изд.— М.: Стройиздат, 1988.— 233 с.: ил.— Справочник строителя. [с. 233]

3. Майер В., Оптимальный вид соединения свай с учетом основных характеристик В. Майер, Р. Альжанова, И. С. Птухина.— Статья: Строительство уникальных зданий и сооружений.— 2015 № 3. [с. 9]
4. Ганичев И. А. Устройство искусственных оснований и фундаментов — 3-е изд., перераб. и доп.— Москва: Стройиздат, 1981. [с. 543]
5. Типовая серия 1.011.1–10. «Сваи забивные железобетонные». Выпуск 1 «Сваи цельные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой». Фундаментпроект.— М., 1989.

## Оценка общей устойчивости склона с учетом нагельного крепления

Сулейманова Сабина Наилевна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Нагельное крепление является одной из эффективных технологий, которая применяется для повышения устойчивости склонов, и предполагает устройство грунтовых нагелей типа Titan совместно с гибкой покровной системой (высокопрочная стальная сетка). В рамках данной статьи был проведен сравнительный анализ результатов расчета устойчивости закрепленного склона различными методами.*

**Ключевые слова:** нагельное крепление, общая устойчивость склона, растягивающие усилия, несущая способность, коэффициент запаса устойчивости.

## Evaluation of the general stability of the slope considering the soil nailing

Suleymanova Sabina Nailevna, student master's degree  
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

*Soil nailing is one of the effective technologies that is used to increase the stability of slope and involves the installation of ground nails of the Titan type together with a flexible cover system (high-strength steel mesh). Within the framework of this article, a comparative analysis of the results of calculating the stability of the fixed slope by various methods was carried out.*

**Keywords:** soil nailing, the general stability of the slope, tensile forces, bearing capacity, safety factor.

В настоящее время существует огромное количество различных методов для оценки общей устойчивости склона, закрепленными грунтовыми нагелями. Однако применение каждого метода во многом зависит от того, как в расчете учитывается конструкция нагеля. В рамках данной статьи проведен сравнительный анализ существующих методов оценки устойчивости для инженерно-геологического разреза реального объекта строительства — горноклиматический курорт «Альпика-Сервис» (рис. 1).

Курорт расположен на территории села Эстосадок в Краснополянском поселковом округе в пределах северного склона хребта Аигба. Рассматриваемый геологический разрез про-

ходит через опору канатной дороги, на которую действует трапециевидная нагрузка  $q_1 = 28$  кН/м;  $q_2 = 122$  кН/м. Физико-механические характеристики грунтов, слагаемых склон, представлены в таблице 1.

В целях обеспечения устойчивости в районе опоры № 10 канатной дороги предусматривается устройство нагельного поля, состоящего из грунтовых нагелей типа Titan марки Geozol MP Plus 40/18 длиной 12,0 м, расположенных с шагом 2,0х2,0 метра. Угол наклона — 25°.

Для учета грунтовых нагелей в формулу коэффициента устойчивости закладываются продольные усилия, определенные в каждом нагеле с учетом его угла наклона (рис. 3).

Таблица 1. Физико-механические характеристики грунтов

Грунт	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ , кН/м <sup>3</sup>	$c$ , кПа	$\varphi$ , град	$E$ , МПа	$\nu$	$e$
ИГЭ 23	21,19	21,80	36	27	17,2	0,27	0,346
ИГЭ 120	25,90	26,10	200	35	200,0	0,20	0,037
ИГЭ 121	21,09	22,0	18	32	34,8	0,27	0,301
ИГЭ 210	27,08	27,30	200	38	2000,0	0,20	0,050
ИГЭ 211	23,05	23,05	21	23	20,5	0,30	0,252

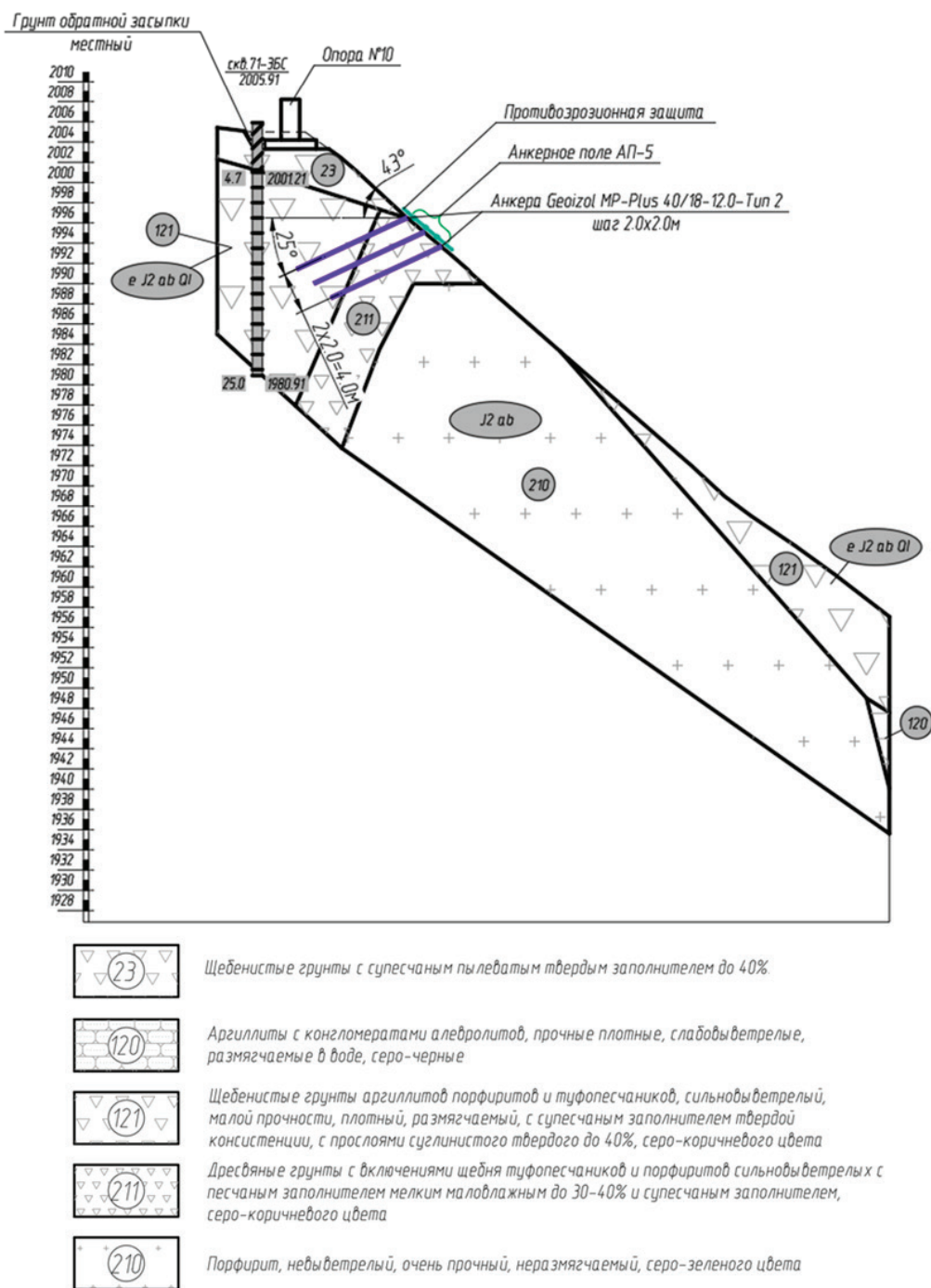


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез, проходящий через опору канатной дороги

$$k_{st} = \frac{F_{уд}}{F_{сд}} = \frac{F_{уд.зр.} + F_{уд.наг.}}{F_{сд}}; \tag{1}$$

$$F_{уд.наг.} = \sum_{j=1}^k [F_j \sin(\theta_j - \epsilon_j)]; \tag{2}$$

где  $F_{уд.зр.}$  — сумма удерживающих сил, реализуемых за счет прочностных свойств грунта, кН/м;  $F_{уд.наг.}$  — сумма удерживающих сил, реализуемых за счет грунтовых нагелей, кН/м;  $F_{уд.наг.}$  — сила сопротивления сдвигу  $j$ -ого грунтового нагеля на 1 п.м. сооружения, кН/м;  $m$  — количество ярусов грунтовых

нагелей;  $j$  — номер яруса грунтовых нагелей (изменяется от 1 до  $m$ );  $\epsilon_j$  — угол наклона  $j$ -ого яруса грунтовых нагелей, град.

В случае, если поверхность скольжения пересекает грунтовой нагель, то внутреннее усилие можно определить в месте пересечения, построив эпюру распределения растягивающих усилий по длине (рис. 4). Эпюра зависит от двух параметров:

$$F_j = \frac{f(T_q \cdot L_e; T_d)}{S_h}, \tag{3}$$

где  $T_d$  — расчетное значение прочности материала грунтового нагеля на разрыв, кН;  $T_q$  — расчетное значение удельного сопротивления грунтового нагеля выдергиванию из грунтового

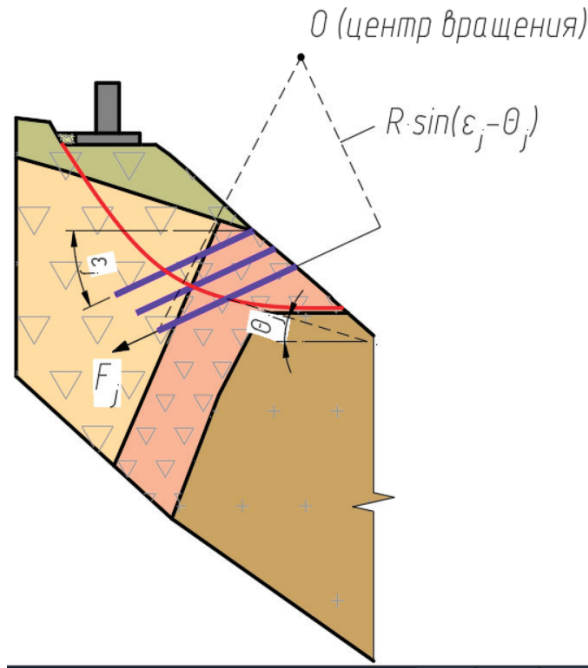


Рис. 2. Определение общей устойчивости склона с учетом нагельного крепления

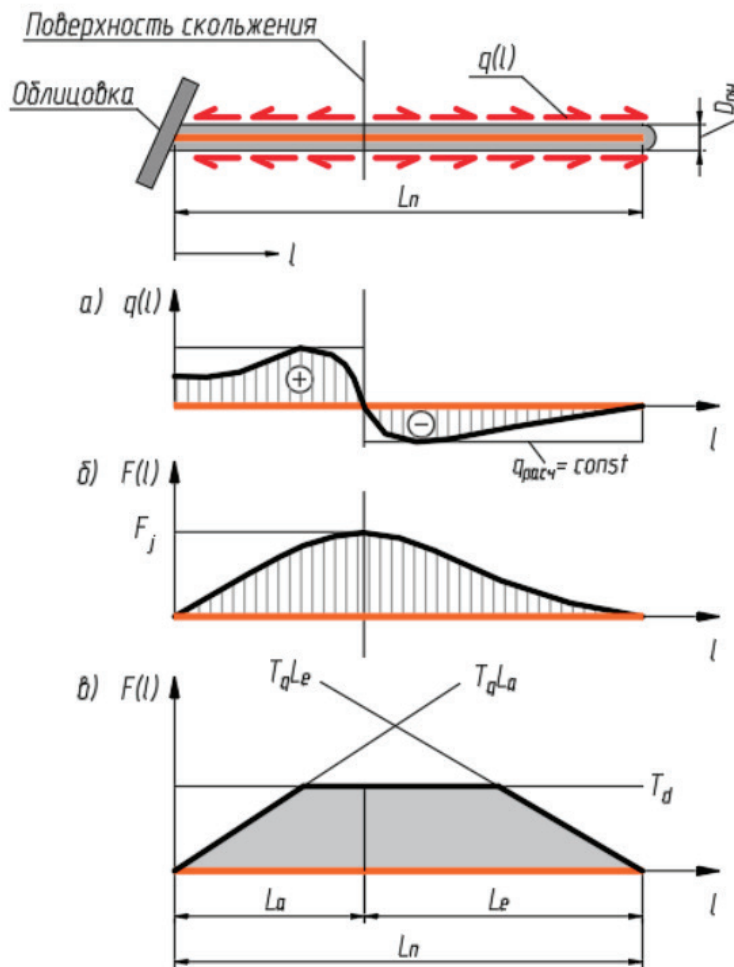


Рис. 3. Схема распределения внутренних усилий по длине грунтового нагеля: а) распределение сопротивления сдвигу по боковой поверхности  $q_s$  по длине грунтового нагеля; б) реальная эпюра распределения растягивающих усилий по длине грунтового нагеля; в) упрощенная для расчета эпюра распределения растягивающих усилий



массива, кН/м;  $L_e$  — длина нагеля за пределами поверхности скольжения, м;  $S_h$  — горизонтальный шаг грунтовых нагелей, м.

Расчетное значение прочности материала грунтового нагеля на разрыв:

$$T_d = \frac{R_{yd}}{\gamma_m} = \frac{R_{yn} \cdot A_d}{\gamma_m}, \quad (4)$$

где  $R_{yd}$  — нормативное значение прочности материала грунтового нагеля по пределу текучести, кН;  $R_{yn}$  — расчетное сопротивление стали растяжению по пределу текучести, кН;  $A_d$  — площадь сечения грунтового нагеля нетто;  $\gamma_m$  — коэффициент надежности по материалу.

Расчетное значение удельного сопротивления грунтового нагеля выдергиванию из грунтового массива:

$$T_q = \frac{T_{qn}}{\gamma_g} = \frac{\pi \cdot d \cdot q_s}{\gamma_g}, \quad (5)$$

где  $q_s$  — удельное сопротивление сдвигу по боковой поверхности грунтового нагеля, кПа;  $d$  — диаметр корня грунтового нагеля, м;  $\gamma_g$  — коэффициент надежности по грунту.

При расчетах допускается принимать постоянное распределение  $q_s$  по длине грунтового нагеля (рис. 3), принимая значение в соответствии с таблицей 2.

Основным условием для подбора конструктивного решения является обеспечение нормативного коэффициента запаса устойчивости:

$$k_{st} \geq [k_{st}]; \quad (6)$$

$$[k_{st}] = \frac{\gamma_n \cdot \psi}{\gamma_d}, \quad (7)$$

где  $[k_{st}]$  — нормированное значение коэффициента устойчивости склона (откоса);  $\gamma_n$  — коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимается согласно п. 10.1 ГОСТ 27751–2014;  $\gamma_d$  — коэффициент условий работы, принимается согласно п. 5.7.2 СП 22.13330.2016;  $\psi$  — коэффициент сочетания нагрузок, принимается согласно п. 5.2.2 СП 116.13330.2012.

Так как канатная дорога является сооружением повышенного уровня ответственности, то для рассматриваемого случая нормативный коэффициент запаса  $[k_{st}]$  имеет следующие значения:

– основное сочетание  $[k_{st}] = \frac{\gamma_n \cdot \psi}{\gamma_d} = \frac{1,2 \cdot 1,0}{0,9} = 1,33$

– особое сочетание  $[k_{st}] = \frac{\gamma_n \cdot \psi}{\gamma_d} = \frac{1,2 \cdot 0,95}{0,9} = 1,27$

При расчете на особое сочетание нагрузок сейсмическое воздействие учитывается путем приложения ко всей расчетной модели квазистатической силы, направленной под углом естественного рельефа. Величина сейсмической нагрузки определяется по следующей формуле, описанной в СП 14.13330.2018:

$$S = K_0 \cdot K_1 \cdot A, \quad (8)$$

где  $K_0$  — коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственности;  $K_1$  — коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений;  $A$  — значение ускорения в уровне основания, принимаемый равным  $4,0 \text{ м/с}^2$  для расчетной сейсмичности 9 баллов.

Так как в рамках статьи привести все результаты, полученные расчетами различными методами, не представляется возможным, далее будут приведены только те значения коэффициентов, которые были вычислены с учетом основного и особого сочетания нагрузок.

Результаты расчетов аналитическим методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения (КЦПС) представлены на рис. 5.

Для альтернативной оценки устойчивости склона были выполнены полуаналитические расчеты в программных комплексах GeoStab и GEO5. В данных программах для расчета устойчивости заложен аналитический метод учета грунтовых нагелей, описанный ранее. Ниже на рис. 6,7 приведены результаты расчетов.

Также в рамках исследования было выполнено численное моделирование склона в программном комплексе Plaxis 2D (рис. 8).

В табл. 3 приведены значения коэффициентов запаса устойчивости, а также значения внутренних усилий в нагелях при соответствующих сочетаниях нагрузок, полученные различными аналитическими и численными методами расчета. Несмотря на то, что в каждом методе работа нагеля в грунте учитывается по-разному была получена хорошая сходимость результатов расчета при оценке общей устойчивости.

Таблица 2. Удельное сопротивление сдвигу по боковой поверхности грунтового нагеля  $q_s$ , кПа

Наименование грунта	Величина $q_s$ , кПа
Связные мягкопластичные грунты	60
Связные тугопластичные грунты	100
Пески пылеватые и мелкие, рыхлые	150
Пески мелкие, средние и крупные, средней плотности	175
Пески мелкие, средние и крупные, плотные	200
Грунты гравелистые, средней плотности	250
Грунты гравелистые, плотные	350
Скальные сильновыветрелые породы	750
Скальные выветрелые породы	
Скальные слабыветрелые породы	

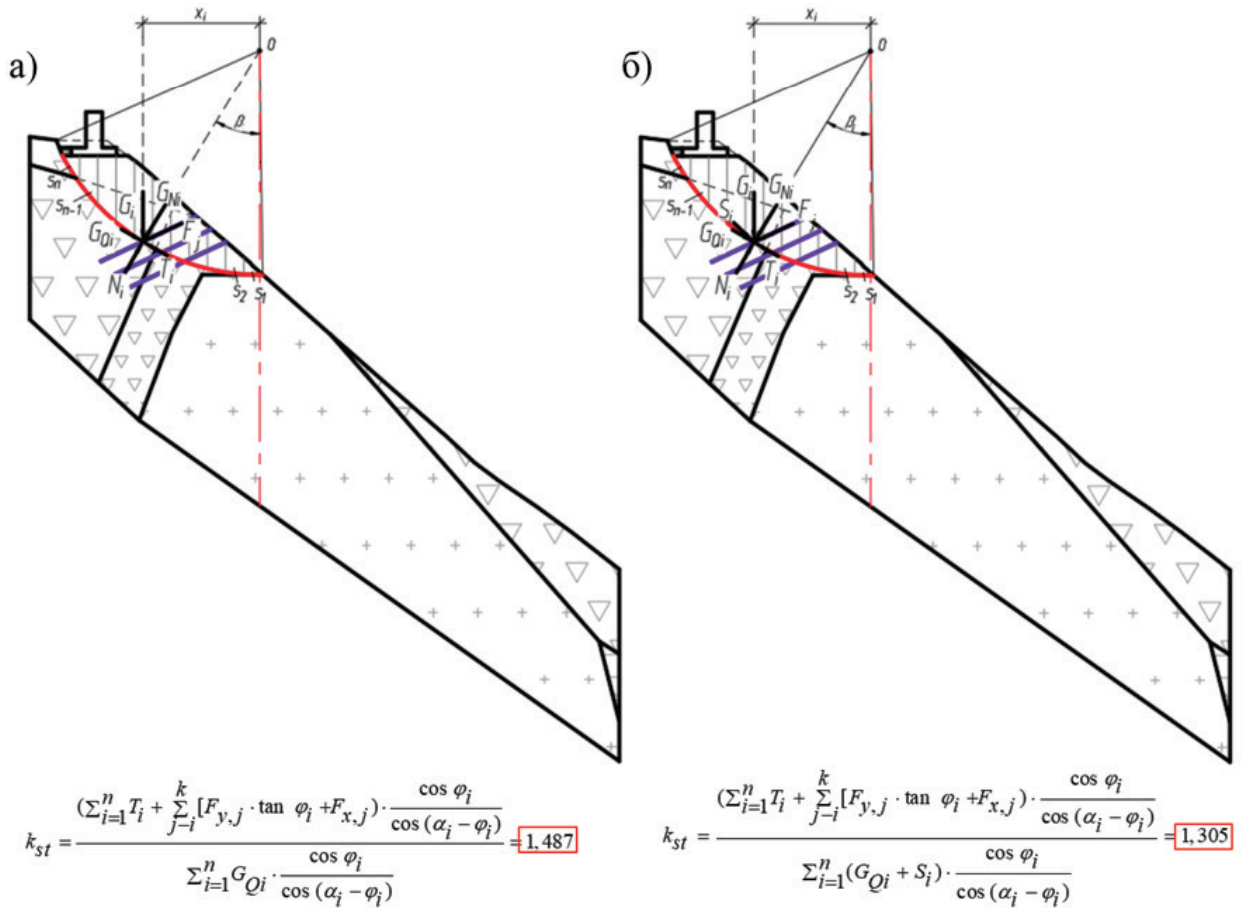


Рис. 4. Теоретическая поверхность аналитическим методом КЦПС: а) при основном сочетании нагрузок.

$k_{st} = 1,487 \geq [k_{st}] = 1,330$ ; б) при особом сочетании нагрузок.  $k_{st} = 1,305 \geq [k_{st}] = 1,270$

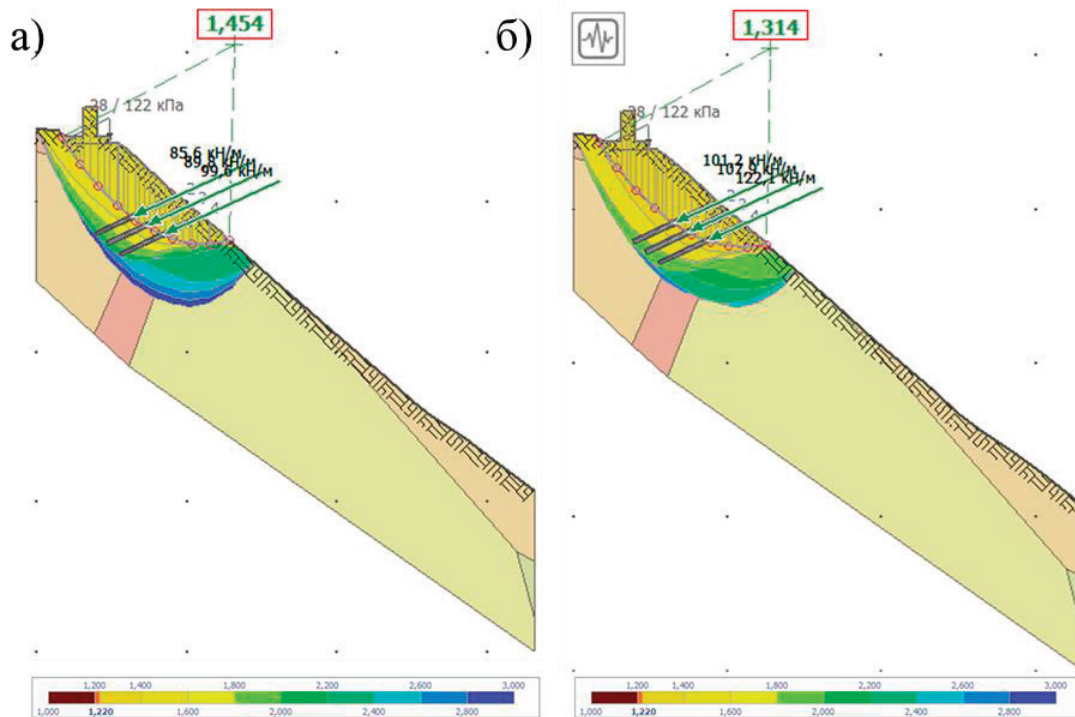


Рис. 5. Теоретическая поверхность обрушения склона в ПК Geostab: а) при основном сочетании нагрузок.

$k_{st} = 1,454 \geq [k_{st}] = 1,330$ ; б) при особом сочетании нагрузок.  $k_{st} = 1,314 \geq [k_{st}] = 1,270$

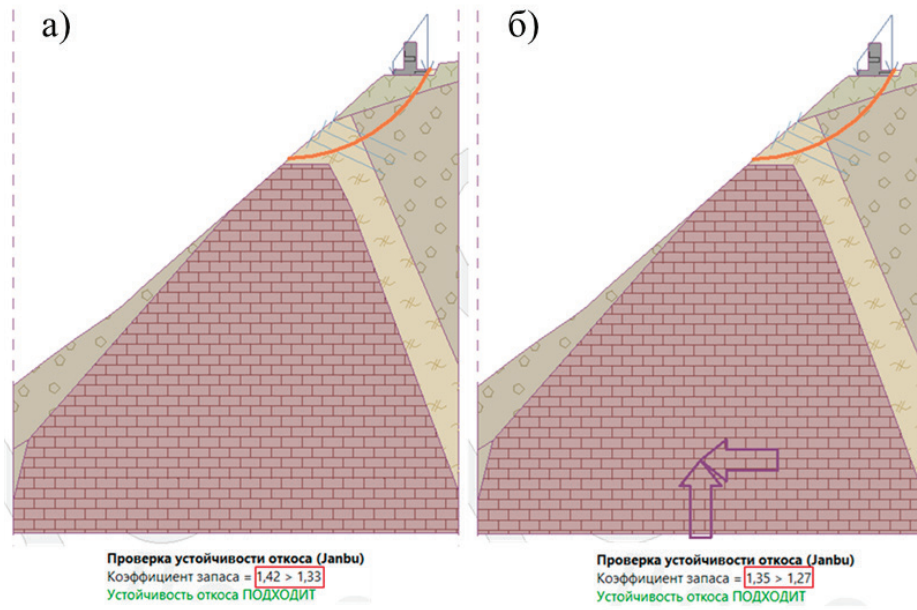


Рис. 6. Теоретическая поверхность обрушения склона в ПК GE05: а) при основном сочетании нагрузок.  $k_{st} = 1,420 \geq [k_{st}] = 1,330$ ; б) при особом сочетании нагрузок.  $k_{st} = 1,350 \geq [k_{st}] = 1,270$

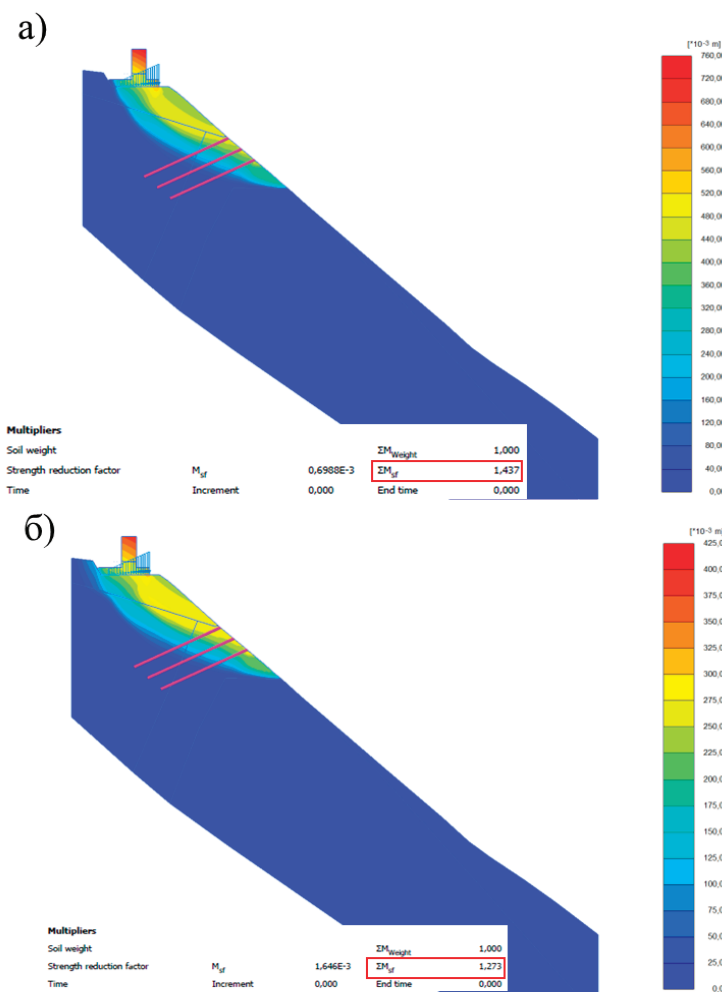


Рис. 7. Теоретическая поверхность обрушения склона в ПК Plaxis 2D: а) при основном сочетании нагрузок.  $k_{st} = 1,437 \geq [k_{st}] = 1,330$ ; б) при особом сочетании нагрузок.  $k_{st} = 1,273 \geq [k_{st}] = 1,270$

Таблица 3. Сравнительная таблица полученных результатов

Метод расчета	Основное сочетание нагрузок				Особое сочетание нагрузок			
	Коэффициент запаса устойчивости $k_{st}$	Усилие $F_j$ , кН/м			Коэффициент запаса устойчивости $k_{st}$	Усилие $F_j$ , кН/м		
		H1 (в)	H2	H3 (н)		H1 (в)	H2	H3 (н)
Аналитический расчет	1,487	71,5	78,0	92,0	1,305	82,5	90,9	108,0
ПК Geostab	1,454	85,6	89,8	99,6	1,314	98,5	105,1	118,8
ПК Geo5	1,420	76,1	89,4	90,6	1,350	99,2	109,6	114,1
ПК Plaxis 2D	1,437	2,4	3,2	3,5	1,273	17,8	37,6	55,2

### Заключение

В рамках данной научной работы был выполнен сравнительный анализ существующих методов расчета устойчивости склона с учетом нагельного крепления. В результате проделанного анализа можно сделать вывод, что каждый метод оценки общей устойчивости имеет свои достоинства и недостатки. Аналитический метод является наиболее трудозатратным и сложным, но в то же время помогает инженеру наиболее детально разобраться в вопросах работы нагельного крепления в грунте, а также его учета при расчетах устойчивости. В таких программных комплексах, как Geostab и GEO5, реализован вышеописанный метод учета грунтовых нагелей, поэтому их использование лишь позволяет упростить и ускорить процесс расчета устойчивости. Численное моделирование склона в программе Plaxis 2D позволяет наиболее достоверно оценить напряженно-деформированное состояние грунтового массива,

закрепленного нагелями. Кроме того, программа позволяет производить расчеты поэтапно с учетом исходных природных напряжений, осадок в упругопластической стадии расчета и последующим расчетом коэффициента устойчивости.

В сравнительной таблице также приведены значения внутренних усилий, которые учитываются в приведенных методах расчета. Стоит отметить, что несмотря на такое расхождение полученных значений, мы получаем хорошую сходимость при оценке общей устойчивости склона. Однако существующая методика подбора нагельного крепления предполагает проверки прочности нагеля по материалу и по грунту, при которых внутренние усилия, полученные расчетом, сравниваются со значениями соответствующих несущих способностей. Исходя из этого можно сделать вывод, что вопрос об оценке местной устойчивости нагельного крепления, а также применения того или иного метода в этом случае в настоящее время остается открытым.

### Литература:

- ОДМ 218.2.102–2019 «Рекомендации по расчету и проектированию нагельных креплений откосов автомобильных дорог», НТЦ ГеоПроект.
- Гинзбург Л. К. Противооползневые удерживающие конструкции. М.: Стройиздат, 1979. 80 с.
- FHWA, 1998, Manual for design & Construction Monitoring of Soil Nail Walls, Federal Highway Administration, US Department of Transportation, USA.
- Горлов, А. В. «Инновационный подход к реконструкции земляного полотна // Мир транспорта. — 2016. — Т. 14, № 3(64). — С. 106–122.
- Конюшков В. В. Инженерная защита территорий от склоновых процессов с учетом природных условий и техногенных воздействий // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (61). С. 137–142.

## Тренд объемов строительства энергоэффективных зданий и сооружений на фоне энергетического кризиса

Суровенко Елена Борисовна, студент;  
Суровенко Виктор Борисович, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Анализируются мировые тенденции роста объемов потребления энергии и возрастания на этом фоне роли энергосбережения. Учитывая значительную долю энергопотребления в жилом секторе и объектах социальной инфраструктуры, обсуждаются итоги экспериментального внедрения в практику жилищного строительства России энергоэффективного подхода. Регионы России ран-*



жируются по объемам энергоэффективного строительства жилья. Обсуждаются технологии, обеспечивающие повышение энергоэффективности строительства многоэтажного жилья.

**Ключевые слова:** энергопотребление, энергоёмкость, энергосбережение, энергоэффективность, строительство энергоэффективных жилых зданий и сооружений.

Россия является третьим по объему производителем и потребителем энергоресурсов в мире — на долю нашей страны приходится 5% мирового потребления энергоресурсов [1]. Основными факторами, определяющими объем энергопотреб-

ления в конкретной стране, являются объем ВВП, географическое положение, климатические условия, уровень развития технологий и др. Приведем сравнительные показатели энергоёмкости ВВП по странам мира за 2020 г. (табл. 1) [1].

Таблица 1. Показатели энергоёмкости ВВП по странам мира за 2020 год (кг.нэ/доллар)

Страна	Показатель энергоёмкости ВВП
Иран	0,251
Россия	0,204
Канада	0,173
США	0,107
Япония	0,076
Германия	0,070
Испания	0,067
Италия	0,064
Турция	0,060
Великобритания	0,058

Как видим, антирекорд по этому показателю за тремя странами — Ираном, Россией и Канадой.

Каковы прогнозы изменения объема энергопотребления? Ожидается, что к 2040 году потребление энергии в нашей стране может вырасти на 20%. И это будет не самый большой рост по сравнению с другими странами. Например, рост энергопотребления в Индии прогнозируется на уровне 165%, в Бразилии — 60%, в Китае — 40% [2]. Поэтому проблема энергосбережения важна для всех стран, но особенно для стран с высоким уровнем энергопотребления. Магистральный путь в этом направлении — это энергосбережение. Энергосбережение — это разработка технологий, обеспечивающих производство товаров и услуг высокого качества при меньших затратах энергии, а также максимальное снижение потерь энергии как при доставке энергии конечному потребителю, так и при использовании энергоресурсов.

Проблема энергосбережения в России стала ощущаться в конце 80-х годов XX века, когда были опубликованы результаты космического мониторинга, проведенного с помощью спутников разведки, оборудованных для фотографирования в инфракрасном спектре. Города СССР ярко выделялись, так как тепловой поток от зданий и трубопроводов был велик: до 70% тепловой энергии от зданий и до 45% от трубопроводов выделялось в атмосферу.

Традиционно основное внимание в этой области уделяется энергоэффективности, т.е. использованию меньшего количества энергии для одних и тех же энергетических услуг. Однако это может также привести к увеличению объема услуг за тот же объем потребляемой энергии.

Как сказано выше, Российская Федерация входит в тройку самых энергоёмких государств мира, однако по уровню энер-

гоэффективности России нет и в первой двадцатке. Учитывая, что более половины всей потребляемой энергии в России расходуется на промышленное производство и жилье, энергоэффективность объектов строительства и уже эксплуатируемых зданий и сооружений становится весьма актуальной.

Проблемы энергосбережения в контексте энергетической безопасности рассматривалась в трудах Кухарской Е.В., Тимониной В.И., Попадько Н.В. [2–4], вопросы энергоэффективного строительства жилья были предметом исследования в работах Дюрменовой С.С., Жигулиной А.Ю., Кузнецова А., Сеферяна Л.А. [1, 5–7].

Как указывает Жигунова А.Ю., в России проектирование и строительство энергоэффективных зданий находится в стадии эксперимента.

Под энергоэффективностью зданий и сооружений обычно понимается соотношение выраженного полезного эффекта от затраченных энергоресурсов к их количеству, необходимому для получения подобного результата. Другими словами, под этим термином понимается целесообразное использование имеющейся энергии: при самом высоком классе энергоэффективности энергетических ресурсов затрачивается самое минимальное количество.

Основной принцип проектирования энергоэффективного дома — поддержание комфортной внутренней температуры без применения систем отопления и вентиляции за счет максимальной герметизации здания и использования альтернативных источников энергии.

Критерием для классификации таких домов является энергопотребление: если затраты на отопление помещений в год составляют менее 90 кВт/м<sup>2</sup> — дом считается энергоэффек-

тивным; менее 45 кВтч/м<sup>2</sup> — энергопассивным; менее 15 кВт ч/м<sup>2</sup> — нулевого энергопотребления (на отопление ничего не тратится, но требуется энергия для подготовки горячей воды) [5]. Поэтому энергоэффективность часто называют «пятым видом топлива».

Лидерами энергоэффективного строительства являются Дания, Германия и Финляндия, где приняты целевые государственные программы по энергосбережению и строительству энергосберегающих зданий.

Сегодня принято применять семь классов энергетической эффективности строения. Они обозначаются латинскими буквами от «А» до «G», где «А» — это самый высокий показатель, а «G» — самый низкий из всех имеющихся. Расчет энергоэффективности здания жилого и промышленного объекта всегда начинается с определения базового уровня. За него принято брать класс «С».

Расчеты и определение класса энергоэффективности здания происходят по определенной формуле. Она учитывает отклонения по нормативным и удельным величинам, относящимся к базовому уровню. Расчет энергоэффективности здания жилого и промышленного объекта всегда начинается с определения базового уровня. За него принято брать класс «С».

Все строящиеся и проектируемые здания относятся к следующим группам классов энергоэффективности:

— Очень высокий класс. Он обозначается буквами «А», «А+» и «А++». Данная категория подразумевает, что величина отклонения расчетной единицы от нормируемой измеряется в диапазоне от сорока до шестидесяти процентов со знаком минус.

— Высокий. Обозначения «В» и «В+» свидетельствуют о том, что отклонение составляет от минус пятнадцати до минус сорока процентов включительно.

— Нормальный. Маркировки «С+» и «С-» показывают, что величина отклонения в данном случае колеблется в диапазоне плюсовых и минусовых показателей: от минус пятнадцати до плюс пятнадцати. Этому классу энергоэффективности должно соответствовать большинство строений.

Когда речь ведется об уже эксплуатирующихся строениях, то для них допустимы следующие классы энергоэффективности:

— Пониженный. Он обозначается латинской буквой «D», и в данном случае величина отклонения составляет от пятнадцати до пятидесяти процентов в плюсе. Подобные строения при эксплуатации затрачивают большой объем энергоресурсов, поэтому в соответствии с российским законодательством их принято реконструировать.

— Низкий. В документах энергоэффективность таких зданий, обозначается буквой «E». Для них величина отклонения превышает пятьдесят процентов со знаком плюс. Такие соору-

жения при необходимости могут быть реконструированы, однако чаще всего они идут под снос.

Для того, чтобы свести к минимуму потери тепла в зданиях, разработаны меры по повышению энергоэффективности строений. Их можно коротко изложить в виде списка: установка энергосберегающего профиля; оснащение помещений радиаторами с индивидуальной системой контроля; создание неразрывного контура теплоизоляции; выбор долговечной теплоизоляционной системы; использование специализированных входных дверей с теплоизоляционным профилем и др.

Рассмотрим некоторые показатели, характеризующие масштабы строительства энергоэффективных жилых зданий в России (табл. 2) [8].

Распределение общего объема многоквартирного жилищного строительства в России по классам энергоэффективности, %:

- класс А (А++, А+, А) — 34%;
- класс В (В+, В) — 45%;
- класс С (С+, С, С-) — 24,1%;
- иные классы — 4%.

Из указанных классов три являются наивысшими — А, А+ и А++. Строящиеся дома указанных классов относятся к энергоэффективным.

Регионы с наиболее высокой долей энергоэффективного строительства в объеме строительства в регионе [9, 10]:

- Амурская область — 76%;
- Пензенская область — 69%;
- Алтайский край — 52%;
- Тульская область — 46%;
- Республика Удмуртия — 44%

Регионы с наибольшим объемом энергоэффективного строительства жилья (тыс.кв.м):

- Москва — 6853
- Московская область — 3460
- Свердловская область — 1293
- Санкт-Петербург — 1032
- Тюменская область — 1030

В список топ-20 девелоперов по объему энергоэффективного строительства в России на конец 2021 г. вошли 10 из 23 крупнейших групп компаний (с объемом строящегося жилья свыше 500 тыс. кв. м). Суммарно эти девелоперы строят 6,2 млн кв. м энергоэффективного жилья — 24% от общего объема энергоэффективного строительства в России. В группы компаний с наибольшим объемом строительства энергоэффективного жилья входят: ПИК (81%), Донстрой (77%), Инград (66%).

По итогам 9 месяцев 2021 г. доля энергоэффективных домов в общем объеме строительства составила 27%, в объеме новых запусков — 29%.

Таблица 2. Объем строящегося многоквартирного жилья, млн кв. м

Год	2018	2019	2020	2021	4 месяца 2022
Объем строящегося многоквартирного жилья, млн.кв.м	105,7	107,5	94,0	96,4	95,4
Ввод жилья в эксплуатацию, млн.кв.м	75,7	82,0	82,2	92,6	37,0

В настоящее время в России отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности регулируются Федеральным законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [11]. В нем порядок управления энергоэффективностью зданий, строений, сооружений выделен отдельной статьей. В составе требований содержатся показатели энергоэффективности для объекта в целом; показатели энергоэффективности для архитектурно-планировочных решений; показатели энергоэффективности для элементов объекта и конструкций, а также материалов и технологий, применяемых при капремонте [1].

Вместе с тем потенциал энергоэффективного строительства в России остается нераскрытым. В ряде развитых стран доля такого строительства значительно выше: в частности, в Великобритании в 2020 году более 80% всех построенных домов относились к высоким классам энергоэффективности.

Причиной отставания России по объемам энергоэффективного строительства при высокой доле предлагаемых проектов жилья этого класса является, в частности, относительно высокая себестоимость такого жилья — она в среднем составляет 58,3 тыс.руб. за 1 кв.м. Это на 24% дороже средней себестоимости строительства 1 кв.м жилья более низкого класса энергоэффективности в России.

#### Литература:

1. Дюрменова, С. С. Пути повышения энергоэффективности в зданиях / С. С. Дюрменова, А. Ю. Махов. // Молодой ученый. — 2020. — № 31 (321). — С. 18–21. — URL: <https://moluch.ru/archive/321/72917/> (дата обращения: 25.04.2023).
2. Кухарская Е. В. Энергосбережение как фактор экономического роста современной России // Экономика и управление. 2011. № 7. С. 160–166.
3. Тимонина В. И. Энергосбережение и энергоэффективность как показатели энергобезопасности ... // Теоретическая экономика 2022 № 1 С. 110–119.
4. Попадько Н. В., Найденова В. М. Энергосбережение и повышение энергоэффективности как вектор развития энергетического комплекса // Инновации и инвестиции. 2020. № 5. С. 89–95.
5. Жигулина А. Ю. Энергоэффективные жилые дома. Мировая и отечественная практика проектирования и строительства // Градостроительство, № 2(18), 2012 С.
6. Кузнецов А. Проектирование энергосберегающих зданий / А. Кузнецов // Проектные и изыскательские работы в строительстве. — 2010. — № 1. — С. 15–20.
7. Сеферян Л. А., Воронцова О. В., Швец Ю. О. Методы повышения энергоэффективности жилых зданий // Инженерный вестник Дона, 2018, № 2. С. 48–54.
8. Дом. РФ — финансовый институт развития в жилищной сфере России. Официальный сайт.
9. Жилищное строительство в России — Documentation: newruss.ru.
10. Рейтинг регионов РФ по строительству жилья в 2021 году: топ —.ru
11. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

## Усиление железобетонных конструкций углеволокном

Тетерин Альберт Константинович, студент магистратуры

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

В данной обзорной статье рассматривается перспективный метод усиления железобетонных конструкций с использованием углеволокна. Авторы описывают эффективность данного метода и указывают на необходимость учета многих факторов при его реализации и проведении контроля качества работ. Также в статье подчеркивается актуальность данной темы для исследований, что подтверждается множеством научных статей, опубликованных за последние годы. Однако авторы также обращают внимание на необходимость решения технических и экономических проблем, таких как выбор оптимальных материалов, методов крепления и пропитки, а также повышение квалификации специалистов для широкого применения данного метода. В заключении авторы подчеркивают необходимость учета особенностей конструкции и условий эксплуатации при применении методов усиления, проведения комплексного технического обследования и оценки экономической целесообразности данного метода. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку новых материалов и методов усиления, а также на улучшение технологий и контроля качества выполнения работ. Статья дает полное представление о методе усиления железобетонных конструкций углеволокном, его преимуществах и недостатках, а также о необходимости проведения дополнительных исследований в этой области. Подводя итог, можно сказать, что данный метод имеет большой потенциал для применения в реконструкции и ремонте зданий и сооружений, однако для его широкого использования необходимо решить ряд технических и экономических проблем и провести дополнительные исследования.

*Ключевые слова:* углеволокно, железобетонные конструкции, армирование, усиление, эффективность.

Железобетонные конструкции являются одними из наиболее распространенных и востребованных материалов в современном строительстве. Однако со временем они могут терять свою прочность из-за воздействия окружающей среды и износа. Один из способов усиления железобетонных конструкций — использование углеволокна. Углеволокно — это легкий и прочный материал, изготовленный из углеродных волокон. Железобетонные конструкции являются наиболее распространенными материалами в современном строительстве. Они широко применяются в различных областях, таких как мосты, здания, дороги и т.д. Однако со временем они могут терять свою прочность из-за воздействия окружающей среды и износа. Это приводит к необходимости регулярного обслуживания и ремонта, что может стоить дорого и занимать много времени. В связи с этим, появилась необходимость в разработке новых технологий для улучшения свойств железобетонных конструкций и увеличения их долговечности. Один из эффективных способов усиления железобетонных конструкций является использование углеволокна. Углеволокно — это легкий и прочный материал, изготовленный из углеродных волокон. Оно имеет высокие механические свойства и может значительно улучшить характеристики железобетонных конструкций. Применение углеволокна для усиления железобетонных конструкций имеет множество преимуществ, таких как повышение прочности, устойчивости к различным нагрузкам, снижение веса и т.д.

Цель данной обзорной статьи — проанализировать научные и практические статьи, опубликованные с 2018 по 2022 годы в казахстанских и зарубежных источниках, чтобы оценить эффективность и перспективы применения углеволокна для усиления железобетонных конструкций.

Для усиления железобетонных конструкций углеволокном используются различные материалы и методы, которые позволяют повысить прочность и долговечность конструкций. В данном разделе обзорной статьи будут рассмотрены материалы и методы, использованные в научных статьях за период с 2018 по 2022 годы, включая казахстанские и зарубежные источники. В работе [1] были использованы углеродные композитные материалы, такие как углепластики, для усиления железобетонных конструкций. Были проведены испытания на разрыв и изгиб, которые показали увеличение прочности конструкций после усиления углеродными композитными материалами. В статье [2] были использованы углеволокнистые материалы для усиления железобетонных колонн. Для этого была разработана методика расчета оптимальной длины углеволоконной накладки и ее расположения на поверхности колонны. Использование углеволоконных материалов позволило повысить не только прочность, но и жесткость колонн. В [3] был использован гибридный материал, состоящий из углеволоконной ткани и стекловолокна. Этот материал был использован для усиления железобетонных балок. Испытания на изгиб показали, что применение гибридного материала позволило увеличить прочность балок до 140%. В статье [4] была использована технология наложения углево-

локонных лент на поверхность железобетонных плит. Эта технология позволяет повысить прочность и жесткость плит без необходимости их замены. Испытания на изгиб и разрыв показали, что углеволоконные ленты значительно повысили прочность и долговечность железобетонных плит. Таким образом, использование углеволоконных материалов для усиления железобетонных конструкций является эффективным методом повышения их прочности и долговечности. Методы усиления углеволокном могут быть оптимизированы под каждый конкретный случай, их применение должно быть адаптировано к условиям эксплуатации конструкции и требованиям по безопасности. Кроме того, необходимо учитывать характеристики используемых материалов, их прочностные свойства и взаимодействие с железобетоном.

Кроме того, для достижения наилучших результатов необходимо правильно выбирать методы укрепления и соблюдать рекомендации по их применению.

Таким образом, выбор методов усиления углеволокном должен основываться на тщательном анализе условий эксплуатации конструкции и прочностных характеристик используемых материалов. Кроме того, необходимо соблюдать рекомендации по применению методов укрепления, чтобы достичь наилучших результатов в усилении железобетонных конструкций. Результаты исследований показывают, что усиление железобетонных конструкций углеволокном может привести к значительному повышению их прочности и устойчивости, что может быть полезным при реконструкции и ремонте зданий и сооружений. Однако, для достижения максимальной эффективности усиления необходимо правильно выбрать тип углеволокна, метод крепления и пропитки, а также учитывать особенности конструкции и условия эксплуатации. Также важно соблюдать рекомендации по применению методов усиления и проводить контроль качества выполнения работ. Несмотря на эффективность методов усиления железобетонных конструкций углеволокном, следует учитывать их высокую стоимость по сравнению с традиционными методами ремонта и укрепления. Поэтому, применение этих методов должно осуществляться в случаях, когда они оправданы технически и экономически. Также важно отметить, что в настоящее время в Казахстане существует недостаток квалифицированных специалистов по применению методов усиления железобетонных конструкций углеволокном. Это может быть препятствием для широкого применения этих методов в строительной отрасли. Поэтому, необходимо обеспечивать качественное обучение и повышение квалификации специалистов в этой области.

В целом, результаты исследований показывают, что усиление железобетонных конструкций углеволокном является перспективным методом повышения их прочности и устойчивости. Однако для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать многие факторы, и проводить контроль качества выполнения работ.

В заключении можно отметить, что усиление железобетонных конструкций углеволокном является актуальной и пер-



спективной темой для исследований. Многие научные статьи, опубликованные за последние годы, подтверждают эффективность этого метода усиления.

Однако, для широкого применения этого метода в строительной отрасли необходимо решить ряд технических и экономических проблем, таких как выбор оптимальных материалов, методов крепления и пропитки, а также повышение квалификации специалистов. Кроме того, необходимо учитывать особенности конструкции и условия эксплуатации при применении методов усиления. В целом, усиление железобетонных

конструкций углеволокном может быть эффективным методом повышения их прочности и устойчивости. Это может быть особенно полезно при реконструкции и ремонте зданий и сооружений. Однако, перед применением этого метода необходимо проводить комплексное техническое обследование и оценивать экономическую целесообразность его применения. Наконец, дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку новых материалов и методов усиления, а также на улучшение технологий и контроля качества выполнения работ.

#### Литература:

1. W. Huang, Y. Chen, Z. Zhang, X. Gao. «Experimental Study on the Strengthening of Reinforced Concrete Beams Using Carbon Fiber Composite Materials», *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2019, Article ID3540161, 2019.
2. E. M. El-Sayed, A. M. El-Gamal, M. A. Abd El-Razek. «Strengthening of Reinforced Concrete Columns Using Carbon Fiber-Reinforced Polymer (CFRP) Wrapping», *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 31, no. 2, pp. 04018399, 2019.
3. M. K. Rahman, M. T. Hossain, K. M. M. Hossain. «Hybrid Fiber-Reinforced Polymer Composite for Strengthening Reinforced Concrete Beams», *Journal of Composites for Construction*, vol. 24, no. 3, pp. 04020012, 2020.
4. H. A. Al-Nageim, A. Al-Asadi, M. J. Lee. «Flexural Strengthening of Reinforced Concrete Slabs Using Carbon Fiber-Reinforced Polymer (CFRP) Laminates», *Journal of Composites for Construction*, vol. 22, no. 6, pp. 04018032, 2018.

## Особенности формирования пространства современной библиотеки: дизайн интерьера

Торгашина Виктория Владимировна, студент;  
Барбарин Сергей Владимирович, доцент  
Филиал Воронежского государственного технического университета в г. Борисоглебске

*В статье рассматриваются ключевые особенности интерьера современных библиотек, основные принципы зонирования пространства и методы создания выразительного дизайна интерьера библиотеки.*

**Ключевые слова:** библиотека, интерьер, дизайн.

## Features of the formation space modern library: interior design

Torgashina Viktoriya Vladimirovna, student;  
Barbarin Sergey Vladimirovich, docent  
Branch of Voronezh State Technical University in Borisoglebsk

*The article discusses the key features of the interior of modern libraries, the basic principles of space zoning and methods of creating expressive interior design of libraries.*

**Keywords:** library, interior, design.

### Введение

Книга играет большую роль в жизни каждого человека. Она воспитывает нравственные качества, развивает внутренний мир, учит рассуждать и мыслить.

В традиционном понимании библиотека потеряла статус хранителя информации. Общественное пространство сможет оставаться востребованным в быстро меняющемся мире,

только если будет легко адаптироваться к переменам в жизни своих посетителей. Чтобы преуспеть в современном мире, библиотеки должны измениться и переосмыслить свою философию: не только создать место для хранения книг, но и обеспечить пространство, интересное читателям как молодого, так и старшего поколения.

Цель исследования — всестороннее изучение дизайна интерьера библиотек, выявление особенностей библиотечного

дизайна, которые помогут снова завоевать внимание читателей и посетителей.

## Глава 1. Основные принципы формирования среды библиотеки

Пространство современной библиотеки — это многофункциональная культурно-образовательно-коммуникационная среда, посредством которой становится возможным получение знаний, проведение тематических встреч и выставок, театральных и музыкальных вечеров, конкурсов, тренингов. Фактически это информационно-пространственный комплекс, формирующий образовательный досуг современного читателя.

Для комфортной работы и общения в открытой планировке необходимо правильное **разделение на функциональные зоны** — так посетители смогут выбрать наиболее удобное место и не мешать друг другу. Визуальное деление пространства может быть выполнено при помощи света, мебели, различных напольных покрытий. [1]

Учитывая основные функции современной библиотеки, в пространстве следует выделять открытый фонд, место для чтения, для массовых мероприятий, для общения, для временных экспозиций. Все типы зон можно разбить на следующие блоки: входной, событийный, игровой, рабочий, читальный, развлекательный, технический, хранение. [2]

Такой список зон является приблизительным, потому что каждая библиотека уникальна и имеет свою историю.

Принцип **открытости** физической среды подразумевает объединение пространства, отказ от множества небольших кабинетов, преобладание просторных помещений. Открытое пространство — это свободное пространство, поскольку каждый посетитель может самостоятельно выбрать подходящее место и занятие. Кроме того, открытая планировка подчёркивает единство и равенство всех посетителей библиотеки, что даёт дополнительную свободу для коммуникации.

Принцип **адаптивности и доступности** подразумевает, что пространство библиотеки должно быть доступным для самых разных категорий посетителей: детей, молодёжи, взрослых, пенсионеров, людей с ограниченными возможностями и т.д.

Необходимо создавать безбарьерную среду, в которой будет одинаково комфортно находиться всем посетителям. Для этого следует соблюдать эргономические нормы для людей с ограниченными возможностями здоровья, предусматривать максимально широкие коридоры и дверные проёмы, избегать создания безальтернативных проходов со ступеньками.

## Глава 2. Принципы создания выразительного интерьера

Выразительность интерьера играет немаловажную роль. Большое значение в формировании образа современной библиотеки имеют интерьер и стиль, т.е. внешний облик пространства.

В дизайне интерьера важна **концептуальность**. Она подразумевает отражение традиций и особенностей библиотеки во

внутреннем оформлении, передачу идейного содержания посредством дизайна. Интерьер библиотеки станет гораздо более выразительным, ярким и запоминающимся, если он подчинен общей идее.

Главный принцип выразительности — **создание целостной композиции** — подразумевает многообразное, но связанное в единый образ гармоничное пространство, в котором предметы мебели, напольное покрытие, осветительные приборы, отделка стен хорошо сочетаются. При выборе интерьера с преобладанием прямых линий важно сохранить их стилевое единство. Если линии использованы неправильно, они могут сделать помещение грубым. Что же касается плавных линий, то они могут смягчить общее восприятие интерьера, сделают его более текучим, но неправильно используемые изогнутые линии могут сделать интерьер напряженным.

Правильно подобранная **цветовая гамма** должна соответствовать общему архитектурно-композиционному решению интерьера, с учетом физиологического воздействия оттенка и способствовать осветлению помещения. Светлые, ненасыщенные цвета создают атмосферу спокойствия и умиротворения, в таком помещении человек чувствует себя комфортно и спокойно. Однако помещение, выдержанное в слишком однообразном цветовом решении, может выглядеть монотонным и даже утомительным. Для библиотек рекомендуются нейтральные цвета с яркими акцентами для поддержания внимания. Особым сочетанием для таких акцентов являются комбинации, составленные по принципу дополнения. Данный принцип подразумевает в себе выбор дополнительных противоположных по цветовому кругу цветов. Если эти цвета размещены рядом, они взаимно усиливают друг друга и делают тона насыщеннее, ярче и выразительнее.

В создании комфортных условий играет не малую роль и **освещение**. Оно во многом определяется назначением того или иного помещения. Прежде всего, необходимо обеспечить максимальное использование естественного света. Помещения, в которых планируется размещать читателей, должны иметь много естественного света.

Основным параметром освещения читальных залов выступают минимальный уровень освещенности на уровне рабочих столов, который не должен быть меньше 400 люкс. Выбор градации цветовой температуры лучше обратить в сторону нейтрального светового оформления с цветовой температурой около 4000 градусов Кельвина. Чувствительность бумажных документов к ультрафиолетовой части спектра выводит в лидеры светодиодные источники света, в свете которых ультрафиолетовая составляющая отсутствует полностью.

Выделяют три основных уровня освещения: верхний, локальный, декоративный.

Верхний свет — это основа системы освещения. Чаще всего в качестве основы используют крупный акцентный плафон или люстру, группу светильников, споты с направленным светом, точечные встроенные лампочки. Потолочные светильники дают равномерное свечение, но лампы не должны отбрасывать слишком большие тени: сильный контраст сделает пространство неуютным.

Следующий уровень — локальный. Отвечает за создание особой атмосферы в каждой зоне. К нему относится иллюминация мест для чтения и систем хранения: стеллажей и шкафов. Желательно подсветить стеллаж так, чтобы все полки были хорошо видны, включая дальние и самые верхние. Стоит отметить, что чем ниже расположен светильник, тем камернее кажется свет. Следовательно, для создания расслабленной атмосферы в месте тихого чтения необходимо не только верхнее, но и локальное освещение.

Декоративная подсветка не менее важна, чем верхняя и локальная. Она используется для различных дизайн-приемов. Например, композиция станет более объемной и интересной, если подсветить постеры и настенные панно. Подсветка может подчеркнуть любую выраженную текстурную поверхность. Декоративная подсветка помогает придать пространству законченный вид.

#### Литература:

1. Конструктор проектирования библиотечных пространств / Министерство культуры Российской Федерации, — М.: Министерство культуры РФ, 2020. — 177 с.: ил.
2. Современная библиотека: от идеи к реализации: методические рекомендации / Иркутская областная государственная научная библиотека им. И. И. Молчанова-Сибирского; сост.: Ю. А. Ефремова, А. С. Гусева. — Иркутск: ИОГУНБ, 2020. — 74 с.
3. Библиотечный дизайн: методические рекомендации / Лунинецкая ЦРБ; [составитель О. Вашкевич]. — Лунинец, 2019. — 20 с.
4. URL: [https://xn-80aacacvtbthqmh0dxl.xn -- p1ai/](https://xn-80aacacvtbthqmh0dxl.xn--p1ai/) 13.03.2023
5. URL: <https://edudesign.ru/library-design> 13.03.2023

#### Заключение

Современная библиотека — это многофункциональный центр жизни общества, доступный для посещения каждому жителю города. В центре библиотеки всегда остаются книги, но современное пространство позволяет реализовать и другие функции. Создать многофункциональное библиотечное пространство можно с помощью следующих принципов организации среды: открытость, зонирование, адаптивность и доступность. Концептуальность, целостность и стилевое единство формируют выразительный облик интерьера библиотеки.

С помощью дизайна в библиотеке можно создать доброжелательную атмосферу. Красивый современный интерьер располагает к себе, в таком помещении хочется задержаться подольше и вернуться сюда в следующий раз.

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 17 (464) / 2023

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, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 10.05.2023. Дата выхода в свет: 17.05.2023.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, 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», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.