

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



15 2020  
ЧАСТЬ II

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 15 (305) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

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

*Редакционная коллегия:*

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
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  
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук (Узбекистан)  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
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  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
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 Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшода Намозовна, кандидат 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)  
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)  
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (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 Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
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)  
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)



---

---

**Н**а обложке изображен *Герш Ицкович Будкер* (1918–1977), советский ученый-физик.

Герш Будкер родился в местечке Новая Мурафа Ямпольского уезда Подольской губернии Российской империи (ныне — в Винницкой области Украины). Отец его был убит бандитами во время одного из погромов евреев в период гражданской войны в России вскоре после его рождения, и будущего физика воспитывала мать. По окончании школы Будкер поступил на физический факультет МГУ, где выполнил свою первую научную работу, посвященную проблеме поиска тензора энергии-импульса электромагнитного поля в движущихся средах. С началом Великой Отечественной войны Будкер ушел на фронт добровольцем, хотя и имел бронь, которая освобождала его от призыва как специалиста, нужного оборонной промышленности. До конца войны он служил на Дальнем Востоке зенитчиком.

Резкий поворот судьба сделала, когда после войны Будкер устроился на работу в Институт атомной энергии. Первой его научной задачей стал анализ динамики частиц в циклотроне. Далее он занимался теорией управления уран-графитовыми атомными реакторами, а также защитил кандидатскую диссертацию на тему «Последние орбиты ионов в резонансных ускорителях». По-настоящему таланты Будкера начали раскрываться с началом работ по управляемым термоядерным реакциям. Будкер предлагал две идеи: магнитных пробок для удержания плазмы и релятивистского стабилизированного электронного пучка для ускорения тяжелых частиц.

Через несколько лет знаменитый академик, «отец атомной бомбы» Игорь Курчатов предложил ему поехать в Сибирь и с нуля создать местное отделение Института ядерной физики. Будкер взял с собой 140 московских ученых и прибыл в Академгородок. Новосибирск стал для приезжего изобретателя территорией свободы. «Сюда, — говорил физик и радовался, — большой подлец сам не поедет, а маленьких можно не брать».

Будкер активно занимался реализацией метода встречных пучков. В результате первый пучок был за-

хвачен в накопитель ВЭП-1, а коллектив института во главе с Будкером получил Ленинскую премию за эксперименты на встречных пучках. В дальнейшем в институте для экспериментов по физике элементарных частиц построили коллайдеры ВЭПП-2, ВЭПП-2М, ВЭПП-4. В 1965 году Будкер впервые предлагает концепцию электронного охлаждения пучков протонов и ионов — метод, применяемый сейчас во многих лабораториях, работающих с тяжелыми ионами.

«Будкер, говорят, для каждого был свой, но для всех — яркий. Любил танцевать, шутить, женщин, ходил под парусом. А однажды, рассказывают, после бурного научного обсуждения сбросил пиджак, крикнул: «Пауза!» и сделал стойку на руках на директорском столе. А вот — факт малоизвестный: на самом деле Будкера звали Герш Ицкович, но в Новосибирске иначе как «Андрей Михайлович» ученого не величали («Вести»). Николай Диканский, советник РАН: «Во время войны он был в зенитных частях, и там у него был друг с таким именем-отчеством, поэтому он решил взять его» — «А почему? Друг погиб?» — «Да. Мы его встречали, говорим: «Герш Ицкович!» А он говорит: «Сам ты Герш Ицкович! Я — Андрей Михайлович!» («Вести»).

В Новосибирском государственном университете Будкер основал и возглавил кафедры общей и ядерной физики. Атомную энергетику ученый считал открытием преждевременным — общество не было готово к новым возможностям. Академгородок не поспевал за ИЯФом. Будкеру завидовали, и в середине 70-х он задумался о том, чтобы перевести свое детище в другой город. Однако переезд не состоялся. Новосибирск стал последней страницей в карьере и жизни легендарного физика.

Герш Ицкович был заслуженным лауреатом Ленинской и Сталинской премий, Государственной премии Российской Федерации. Имя ученого носит Институт ядерной физики СО РАН, улица в новосибирском Академгородке, в Протвино и в Европейском ядерном центре в Швейцарии.

*Екатерина Осянина, ответственный редактор*

---

---



## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### **Бирюков А. С.**

Защита информации в компьютерной сети  
предприятия.....81

#### **Irgasheva D. J., Sodikova D. Z.**

Analyzing security parameters of database  
management systems.....84

#### **Миланович Е. А., Селезнёв И. Л.**

Система анализа сетевого трафика  
для обеспечения безопасности сети .....86

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### **Адылов Я. Т., Хабибуллаев М. М.**

Перспективы использования оптоволоконных  
измерительных трансформаторов тока в системах  
распределения электрической энергии  
АО «Узбекэнерго» .....89

#### **Вейкум А. В., Жаглов В. С.**

Очистка медного электролита от мышьяка .....92

#### **Воронин В. И.**

Экспертиза цитрусовых плодов: особенности  
и рекомендации по совершенствованию .....94

#### **Гасанов И. Р., Джамалбеков М. А.**

К вопросу определения коэффициента  
гидравлического сопротивления при фильтрации  
флюидов в нефтегазовых и газоконденсатных  
месторождениях .....98

#### **Ермуратова С. К., Масленников О. О.,**

#### **Асанов Д. А.**

Влияние рабочих параметров на свойства  
золотого покрытия при гальваническом  
осаждении ..... 102

#### **Кельметр В. В.**

Совершенствование конструкции наклонно  
направленных и горизонтальных скважин  
Самотлорского НГКМ ..... 107

#### **Климентова А. А.**

Влияние стиля вождения на эксплуатацию  
автомобильного транспорта ..... 111

#### **Кучкоров А. М., Мирзаева У. Х., Турсунова У. А., Абдужалилов А. А., Каримов Б. Х.**

Лабораторная работа по исследованию свойств  
параллельного и последовательного соединения  
резисторов безопасным способом ..... 113

#### **Метальников А. М., Карпанин О. В., Костяев А. Е.**

Преимущества и возможности режима  
дистанционного обучения автоматизированной  
обучающей системы ..... 117

#### **Метальников А. М., Карпанин О. В., Костяев А. Е.**

Реализация уровневого подхода  
в автоматизированной обучающей системе ... 118

#### **Ольшевский В. А.**

Чек-лист по предотвращению аварийных  
ситуаций ..... 120

#### **Ольшевский В. А.**

Чек-лист биологической безопасности  
производственной среды ..... 122

#### **Руди Д. Ю., Горелов С. В., Руппель А. А.**

Анализ использования активных фильтров  
гармоник в электроэнергетических системах . 124

#### **Садчиков А. В., Абдуллина А. К.**

Методические рекомендации по анализу  
заводнения и управлению им..... 128

#### **Садчиков Н. Е.**

Модернизация Безымянской ТЭЦ путем  
применения парогазовой установки ..... 133

**Свечников Д. А., Кузьмин Н. А., Чумаев Р. М.,  
Поджигайло Р. Ю., Севостьянов В. А.,  
Аветисян А. А., Мешков М. И.**

Определение угловых параметров движения  
монорельсового транспортного средства  
на повороте..... 135

**Свечников Д. А., Черепанов М. С., Шмаков И. М.,  
Фень А. А., Жоров Я. А., Протасов В. И.,  
Благодатских А. Н.**

Аналитический расчет кинематической  
характеристики подвески колесных транспортных  
средств с двумя поперечными рычагами..... 139

**Сорока А. В., Куаныш А. С.**

Обеспечение устойчивости бортов карьера  
по геомеханической модели месторождения.. 147

**Чурикова Л. А., Вишневская В. Е.**

Оценка экологической безопасности АЗС  
в городских условиях ..... 149

**Чурикова Л. А., Тасмагамбетова С. А.**

Обоснование выбора принципиальной  
технологической схемы промысловой очистки  
газа от сероводорода..... 151

**Шукуров Н. Р., Мухамадиев Г. М.,  
Абиджанов З. Х.**

Оценка эффективности рабочих процессов  
землеройно-транспортных машин ..... 154

## АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Каймонова М. О., Лепешкин О. М.**

Оценка пожарного риска в дошкольном  
образовательном учреждении..... 157

**Махарадзе Д. В.**

Применение экологических инноваций  
в строительстве: российский  
и зарубежный опыт ..... 159

**Тиханова М. М.**

О методах и способах борьбы с коррозией  
трубопроводов ..... 162

**Тиханова М. М.**

О целесообразности применения воздушного  
отопления для производственных зданий..... 164

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Защита информации в компьютерной сети предприятия

Бирюков Артем Сергеевич, оператор научной роты

Военная академия связи имени маршала Советского Союза С. М. Буденного (г. Санкт-Петербург)

В статье автор рассмотрел структурную схему компьютерной сети, определил примененные методы защиты информации. Также рассмотрены модели мониторинга на основе методов распознавания.

**Ключевые слова:** компьютерная сеть, межсетевой экран, перцептрон.

В эпоху бурного развития технологий проблема защиты информации в корпоративных сетях является сложной и комплексной. Основные проблемы защиты информации в компьютерных системах возникают из-за того, что информация не всегда является связанной с носителем. Её можно легко и быстро скопировать и передать по каналам связи [1]. Информационная система

подвержена как внешним, так и внутренним угрозам со стороны нарушителей. В этой связи проявляется повышенный интерес к реализации систем мониторинга компьютерных сетей, основанных на методах распознавания.

На рисунке 1 изображена структурная схема компьютерной сети.

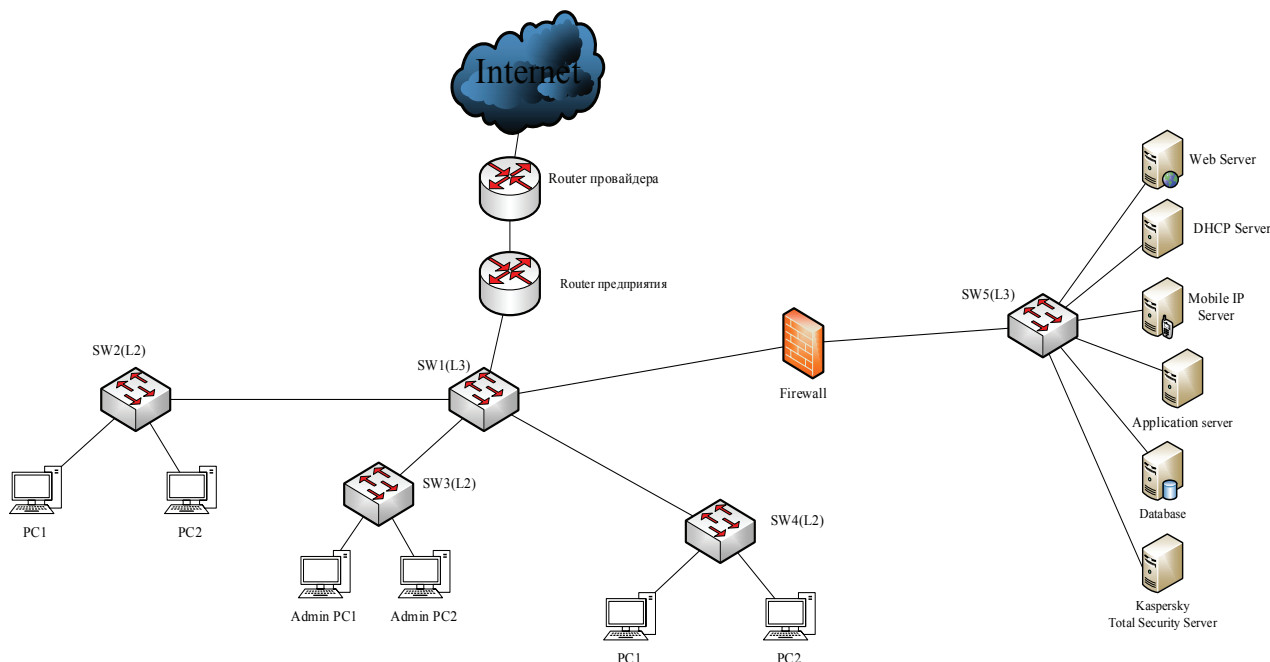


Рис. 1. Структурная схема компьютерной сети

На рисунке изображены следующие компоненты:

- PC — рабочие станции;
- Router — роутеры;
- SW — коммутаторы;
- FW — межсетевой экран;
- Server — сервера;

- Admin PC — рабочие станции администратора;
- Internet — доступ в интернет;
- Database — база данных.

При обеспечении защиты информации на предприятии не стоит пренебрегать базовыми методами защиты.



Одним из подобных базовых методов защиты информации является наличие антивирусного программного обеспечения. В сети предприятия — это Kaspersky Total Security (KTS). KTS включает в себя [2]:

- Расширенную защиту от угроз;
- Контроль рабочих мест;
- Защиту серверов;
- Защиту данных;
- Управление на корпоративном уровне;
- Защиту от программ-вымогателей.

Kaspersky Total Security использует множество технологий нового поколения — например, обработку облачных данных в режиме реального времени, защита от эксплойтов и другие. Подозрительные файлы, достигающие рабочих станций, обнаруживаются и блокируются.

Одним из базовых методов защиты информации является межсетевое экранирование. Межсетевой экран — программный или программно-аппаратный элемент компьютерной сети, осуществляющий контроль и фильтрацию проходящего через него сетевого трафика в соответствии с заданными правилами. Современные средства межсетевого экранирования включают обширный дополнительный функционал: контроль трафика на уровне приложений, URL-фильтрацию, антивирусную фильтрацию, защиту от спама, построение защищенных каналов связи (VPN), предотвращение утечек информации [3].

На предприятии функционирует база данных (БД). Методы защиты баз данных делятся на две группы — основные и дополнительные.

К основным средствам защиты относятся:

- защита паролем и шифрование;
- разделение прав доступа к объектам БД;

К дополнительным средствам защиты БД относятся следующие средства:

- встроенные средства контроля значений данных в соответствии с типами;

- повышение достоверности вводимых данных;
- обеспечение целостности связей таблиц.

К недостаткам сети предприятия можно отнести:

- отсутствие системы мониторинга ключевых объектов;
- отсутствие специалиста (администратора безопасности), который будет заниматься контролем работы сети, ее модернизацией, управлением доступом к ресурсам, устранением возможных неисправностей;
- сеть требует квалифицированного персонала для сопровождения сложного специализированного программного обеспечения;
- слабая защищенность линии связи.

Рассмотрим основные модели мониторинга на основе методов распознавания:

- Перцептрон;
- Искусственная нейронная сеть;
- Метод группового учета аргументов.

Перцептрон — математическая или компьютерная модель восприятия информации мозгом. Впервые была предложена Фрэнком Розенблаттом в 1957 году.

Структура перцептрона Розенблатта показана на рисунке 2.

Перцептрон состоит из трёх типов элементов, а именно: поступающие от сенсоров (слой S-элементов) сигналы передаются ассоциативным элементам (слой A-элементов), а затем реагирующим элементам (слой R-элементов).

Обучение перцептрона состоит в таком изменении весовых коэффициентов между A-элементами и R-элементами, чтобы его реакция на предъявляемые образы была правильной. После обучения перцептрон готов работать в режиме распознавания [4]. На его входы предъявляются «незнакомые» образы, и перцептрон должен установить, к какому классу они принадлежат.

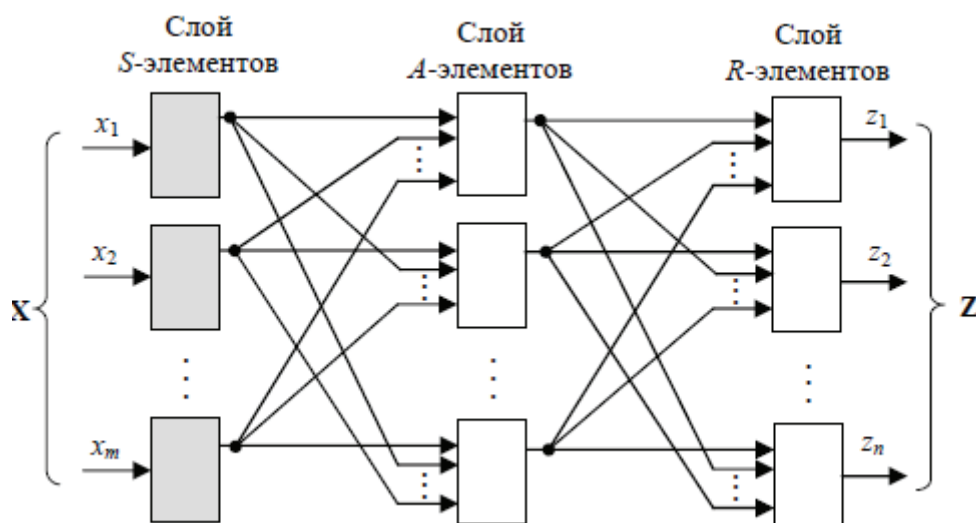


Рис. 2. Структура перцептрона Розенблатта

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Нейронные сети — один из наиболее известных и старых методов машинного обучения.

Специалистами по нейронному моделированию предложено множество типов ИНС, отличающихся типом искусственного нейрона (ИН), структурой

связей, методами обучения, назначением. Приведем примеры:

— Однослойная сеть. ИНС с одним рабочим слоем показана на рисунке 3.

— Двухслойная ИНС с последовательными связями показана на рисунке 4.

— ИНС с обратными связями или рекуррентная сеть (рисунок 5).

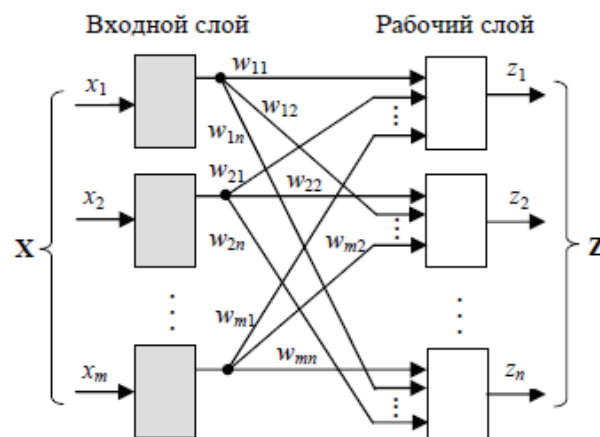


Рис. 3. Однослойная ИНС

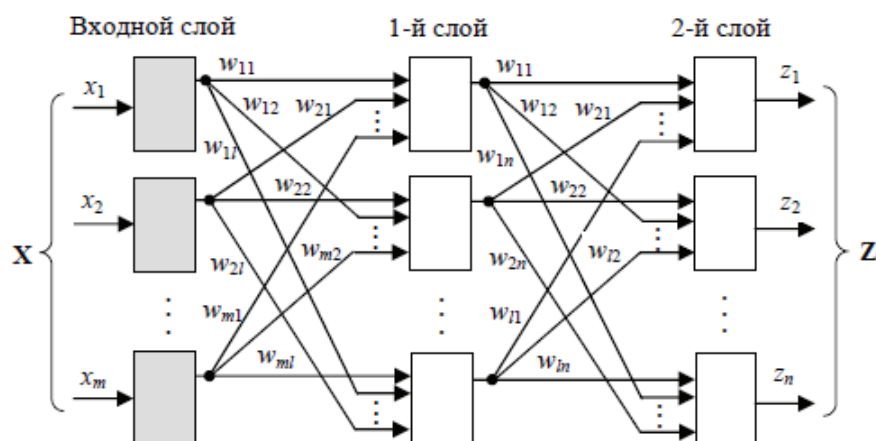


Рис. 4. Двухслойная ИНС

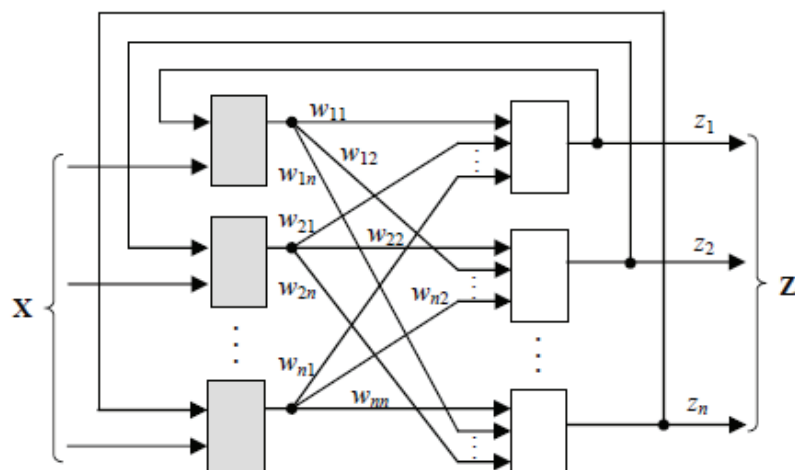


Рис. 5. Рекуррентная ИНС

Метод группового учёта аргументов (МГУА) — метод порождения и выбора регрессионных моделей оптимальной сложности. Под сложностью модели в МГУА по-

нимается число параметров. Для порождения используется базовая модель, подмножество элементов которой должно входить в искомую модель.

#### Литература:

1. Котенко, И.В., Саенко И.Б. К новому поколению систем мониторинга и управления безопасностью // Вестн. Российской академ. наук. 2014. Т. 84, № 11.
2. Лаборатория Касперского [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru>.
3. Русская википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
4. Брюхомицкий, Ю.А. Нейросетевые Модели для систем информационной безопасности, Учебное пособие, Таганрог 2005.

## Analyzing security parameters of database management systems

Irgasheva Durdona Jakubzhanovna, candidate of technical sciences, associate professor;

Sodikova Dilnoza Zhumanazarovna, student

Tashkent University of Information Technologies named after al-Khwarizmi (Uzbekistan)

*In this paper is given Security parameters and requirements of database management system. At the end of the paper is analyzed MSAccess, SQL Server and Oracle DBMS.*

**Keywords:** DBMS, security, security model, comparing DBMS.

Evaluation of DBMS (database management systems) is an important point of information technologies. However, easier said than done, performance evaluation of database system is a non-trivial activity, made more complicated by the existence of different flavors of database systems fine-tuned for serving specific requirements. However, performance analysis tries to identify certain key aspects generally desired of all database systems and try to define benchmarks for them. In the rest of this survey, we shall provide a formal definition of database systems followed by few methods to categorize or classify database systems. This shall be followed by a look at the various performance evaluation techniques that are employed to benchmark database systems, some of the key benchmarking techniques used in practice in the industry and some open source benchmarking schemes available for use in the public domain [1].

A database security manager is the most important asset to maintaining and securing sensitive data within an organization. Database security managers are required to multitask and juggle a variety of headaches that accompany the maintenance of a secure database.

If you own a business, it is important to understand some of the database security problems that occur within an organization and how to avoid them. If you understand the how, where, and why of database security you can prevent future problems from occurring.

Having a perfectly fitting database management system (DBMS) is a key component for today's business success. The

DBMS manages the interaction between your applications and the underlying database. It assures that the correct data is available for the requested user group when needed. When choosing a DBMS from the variety of concepts and vendors, you should consider the following points before making a decision [2].

1. *Data Model.* For a long time, the relational concept was dominant, however recently NoSQL databases have again become more successful.

2. *Data Consistency.* Nowadays, collecting data is not a big effort anymore. But, keeping the data consistent becomes even more important as more sources feed into the database.

3. *Data Security.* For most companies, data availability is a key business success factor and should always be guaranteed. The ability to backup and restore the databases is essential and needs to be possible with your chosen DBMS.

4. *Data Protection.* Access protection and encryption should allow protection of personal data. Every DBMS provide different methods of protect the data through encryption, but the possibility to define routines and access rights is different for every system.

5. *Multi Access and Integration.* Setting up a DBMS, running it and extending it for future growth, requires enough flexibility to allow integration into the given IT infrastructure.

6. *Efficiency backup.* When we talk about the efficiency of DBMS, we usually mean the response time. You will find on premise and cloud solutions available on the market.



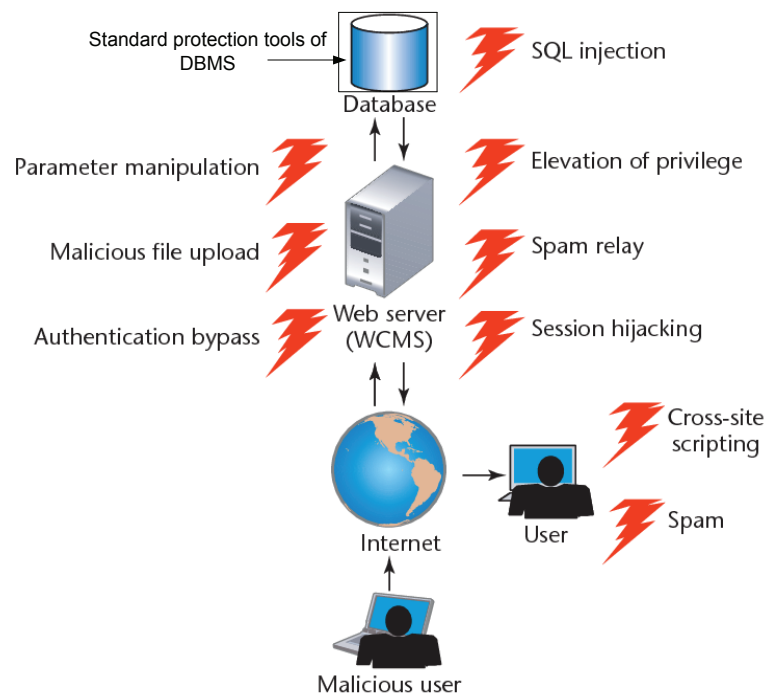


Fig. 1. Security in database management system

7. *Usability*. Different user groups will be working with the DBMS. There are the administrators, IT and Database admins, application integrators and data consumers.

8. *Implementation and Service Costs*. The modifiability and availability of support and documentation needs to be taken into consideration as part of the implementation and Total Cost of Ownership (TCO). Also, several measures to ensure database security are given below:

- Elimination of vulnerabilities — continually assess, identification and remediation of vulnerabilities that expose the database.

- Isolation of sensitive databases — maintainance an accurate inventory of all databases deployed across the enterprise and identification of all sensitive data residing on those databases.

- Enforcement of the least privileges — identification of user entitlements and enforcement of user access controls and privileges to limit access to only the minimum data required for employees to do their jobs.

- Auditing for deviations — implementation of appropriate policies and monitor any vulnerabilities that cannot be remediated for any activity the deviating from authorized activity.

- Response to the suspicious behavior — alert and response to any abnormal or suspicious behavior in real time to minimize risk of attack.

The main results of comparing DBMS (Access, SQL Server and Oracle) (table 1) are given here. The security level of DBMS is shown in following table and it is indicated that oracle is the best one among three DBMS.

Table 1. Main results of comparing DBMS

DBMS Methods	MS Access	SQL Server	Oracle
Access	By user and group	By three command	By four command
Role	No	Server and Database Level	By set_role commands
Encryption	With password	TDE	TDE
Authentication	No	Windows and SQL Server authentication	Simple and proxy authentication
Grouping	Users group	Administrator, database owner and users group	Administrator, database owner and users group
Backup	Manual	Parallel (back up to 32 devices at once)	Parallel

Audit	No	By security log, application log and file	Audit vault
Fire-Wall	No	No	Three motion
Cloud	No	Amazon EC2	In version 12c

## References:

1. Sumathi S., Esakkirajan S. Fundamentals of relational database management systems. — Springer, 2007. — Т. 47.
2. Singh S., Rai R. K. A Review Report on Security Threats on Database //International Journal of Computer Science and Information Technologies. — 2014. — Т. 5. — №. 3. — с. 3215–3219.
3. <https://www.testronix.com.ph/2018/01/30/8-key-considerations-choosing-dbms/>
4. <https://blog.paessler.com/key-considerations-when-choosing-a-dbms>

## Система анализа сетевого трафика для обеспечения безопасности сети

Миланович Евгений Александрович, студент магистратуры;  
Селезнёв Игорь Львович, доцент  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

Одним из эффективных методов обеспечения безопасности сетей, являются методы анализа сетевого трафика. Анализ сетевого трафика (АСТ) — это процесс перехвата, записи и анализа шаблонов передачи сетевого трафика с целью выявления угроз безопасности и реагирования на них. Первоначально предложенный компанией «Gartner», этот подход привел к появлению новой категории продуктов для обеспечения безопасности сетей.

### Отличие анализа сетевого трафика от других средств организации сетевой безопасности.

В то время как другие инструменты сетевой безопасности, такие как брандмауэры и системы обнаружения несанкционированного доступа и системы предотвращения несанкционированного доступа [1], ориентированы на мониторинг вертикального трафика, который пересекает периметр сетевой среды, решения для анализа сетевого трафика сосредоточены на всех коммуникациях — независимо от того, являются они традиционными пакетами TCP/IP, «виртуальный сетевой трафик», пересекающий виртуальный коммутатор (или «vSwitch»), трафик из облачных рабочих мест и внутри них и вызовы API для приложений SaaS (software as a service) или экземпляров локальных вычислений. Эти решения также фокусируются на операционных технологиях и интернете вещей (IoT) [2], которые в остальном полностью невидимы для группы безопасности. Современные инструменты АСТ эффективны даже при шифровании сетевого трафика.

Первое поколение этой технологии было направлено на установление критериев того, что является

«нормальным» или «хорошим», а затем выявляло аномалии, которые могут быть «нерегулярными» или «плохими». Например, эти решения пытаются выявить аномалии, такие как «Этот IP обычно не видит соединений из Китая. Предупредите, если будет такая связь». Этот подход имеет обратную сторону — появление большого количества предупреждающих сообщений в следствии быстрого развития бизнеса и информационных технологий. Усовершенствованные инструменты АСТ работают более разумным образом, сравнивая работу системы не только с прошлым поведением, но и с другими объектами в окружающей среде. Другие улучшения также описаны в перечне ключевых характеристик ниже.

### Важность анализа сетевого трафика.

Злоумышленники постоянно изменяют свою тактику, чтобы избежать обнаружения и часто используют легитимные учетные данные к доверенным инструментам, уже развернутым в сетевой среде, что затрудняет для организаций упреждающее выявление критических угроз безопасности. Продукты для анализа сетевого трафика появились в ответ на постоянные инновации злоумышленников, предлагая организациям реалистичный путь борьбы с новыми видами атак.

Кроме того, благодаря широкому распространению облачных вычислений, процессов DevOps и IoT, поддержание эффективной видимости сети стало очень сложным и громоздким процессом. Продукты АСТ могут служить для организаций единственным «источником правды» [3], определяющим реальное содержимое данных, полученных из сети.

### Основные функции анализа сетевого трафика.

Наиболее эффективные и современные решения в области анализа сетевого трафика включают нижеперечисленные ключевые характеристики.

**1. Широкая видимость** — независимо от того, являются ли рассматриваемые сетевые коммуникации традиционными пакетами в стиле TCP/IP, виртуальный сетевой трафик, пересекающийся с vSwitch, трафик из облачных рабочих нагрузок и внутри него, вызовы API для приложений SaaS или экземпляры локальных вычислений, инструменты АСТ могут контролировать и анализировать широкий спектр сообщений в режиме реального времени.

**2. Анализ зашифрованного трафика** — поскольку зашифрованный веб-трафик составляет более 75 процентов [4], организациям необходим доступный метод для расшифровки сетевого трафика без нарушения конфиденциальности данных. Решения АСТ устраняют эту проблему, позволяя специалистам по безопасности выявлять сетевые угрозы, анализируя всю полезную нагрузку, фактически не заглядывая в нее.

**3. Отслеживание объектов** — продукты АСТ предоставляют возможность отслеживать и определять все объекты в сети, включая устройства, пользователей, приложения, пункты назначения и многое другое. Следующим шагом машинное обучение и аналитика связывают поведение и отношения с именованными объектами, предоставляя организациям гораздо большую ценность, чем статический список IP-адресов.

**4. Обширный базовый уровень** — чтобы идти в ногу с постоянно меняющимися современными ИТ-средами, решения АСТ отслеживают поведение, уникальное для объекта или небольшого числа объектов, по сравнению с большей частью сущностей в окружающей среде. Исходные данные доступны немедленно, и базовые показатели машинного обучения АСТ развиваются в режиме реального времени по мере изменения поведения. Благодаря возможностям отслеживания объектов базовые показатели АСТ являются еще более полными, поскольку они могут понимать устройства источника и получателя назначения в дополнение к шаблонам трафика. Например, то, что может быть нормальным для рабочей станции, не является нормальным для сервера, IP-телефона или камеры.

**5. Обнаружение и реагирование** — поскольку инструменты АСТ приписывают поведение объектам, для рабочих процессов обнаружения и реагирования доступен достаточный контекст. Это означает, что специалистам по безопасности больше не нужно просеивать информацию через несколько источников данных, таких как журналы DHCP и DNS, базы данных управления конфи-

гурациями и инфраструктуру службы каталогов, чтобы увидеть полную картину. Вместо этого они могут быстро обнаруживать аномалии, отслеживать их, определять основную причину и реагировать соответствующим образом.

### Последующие перспективы анализа сетевого трафика.

Особенно значимой технологией анализа сетевого трафика делает ее способность объединять свои основные возможности для обнаружения злоумышленных намерений. До появления продуктов АСТ обнаружение злонамеренных действий представляло собой длительный, не поддающийся воспроизведению процесс, требующий высокой квалификации, а специалисты по безопасности вынуждены были вручную искать аномалии, чтобы их можно было использовать в качестве шаблона для автоматизации работы систем безопасности с помощью стека технологий безопасности. Например, в то время как довольно просто реализовать такое правило, как «Оповещать меня, если соединение происходит из страны, с которой мы еще не сталкивались», гораздо труднее автоматизировать такое правило, как, «Оповещать меня, если кто-то подключается к этому серверу базы данных, а затем передает данные в 2 раза или более исторически среднего объема».

Благодаря автоматизации процесса выявления злоумышленных намерений, передовые решения АСТ снижают барьер навыков и усилий, который мешает многим организациям эффективно защитить свои наиболее важные активы. Возможность обнаружения на основе правил инструментов АСТ также позволяет большему количеству организаций искать конкретные тактики, методы и процедуры защиты от сетевых атак. Поскольку сами правила легко определить и они автоматически коррелируют между объектами, временем, протоколами и другими соответствующими параметрами, специалисты по безопасности могут искать последовательности событий в течение недель или месяцев, сопоставляя их с известной цепочкой атакующего преступника, или структурой, такой как матрица MITER ATT & CK [5].

Наиболее многообещающим аспектом решений АСТ является тот факт, что они позволяют организациям адаптировать технологию в соответствии с уникальными нюансами и потребностями любой конкретной сети. Это позволяет специалистам в области безопасности осуществлять индивидуальное обнаружение угроз, характерных для конкретной организации, без необходимости привлечения опытных команд по обработке данных или необходимости изменять обучающие наборы или алгоритмы.

### Литература:

1. Миланович, Е. А. Актуальные уязвимости в системах контроля доступа // Молодой ученый. — 2019. — № 44. — с. 88–91.
2. Что такое интернет вещей? // РБК. URL: <https://www.rbc.ru/trends/industry/5db96f769a7947561444f118>



3. The Network Does Not Lie! Entity data and relationships that you're missing today // AWAKE. URL: <https://awakesecurity.com/blog/network-does-not-lie/>
4. Шифрование интернет-соединения по протоколу HTTPS // Отчет о доступности сервисов и данных. URL: <https://transparencyreport.google.com/https/overview>.
5. MITRE ATT&CK. URL: <https://attack.mitre.org>

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Перспективы использования оптоволоконных измерительных трансформаторов тока в системах распределения электрической энергии АО «Узбекэнерго»

Адылов Ялкин Туйчиевич, кандидат технических наук, доцент;

Хабибуллаев Мухриддин Махмуд угли, студент магистратуры

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан)

*До последнего времени замеры электрических величин в распределительных устройствах промышленных предприятий, включая электрические станции, выполняются с помощью электромагнитных трансформаторов тока. Из-за нелинейности кривой намагничивания магнитопровода такие трансформаторы тока принципиально не могут обеспечить удовлетворительные метрологические характеристики в переходных режимах, а также после протекания токов короткого замыкания, когда происходит глубокое насыщение магнитопровода трансформатора тока апериодической составляющей тока короткого замыкания. В статье предлагается использование оптоволоконного трансформатора тока, который, в силу своей конструкции не имеет вышеуказанных недостатков и может быть использован в электроэнергетике, в измерительной технике высоких напряжений, в области релейной защиты и автоматике. Технический результат заключается в повышении надежности и стабильности измерений в условиях длительной эксплуатации. Статья подготовлена на материалах эксперимента, проведенного на объектах АО «Узбекэнерго».*

**Ключевые слова:** измерительный трансформатор тока, магнитопровод, кривая намагничивания, оптоволоконный трансформатор, релейная защита и автоматика.

### Prospects for the use of fiber-optic measuring current transformers in electrical energy distribution systems «Uzbekenergo»

*Until recently, measurements of electrical quantities in switchgears of industrial enterprises, including power plants, are performed using electromagnetic current transformers, the cost of which is a significant fraction of the cost of the entire switchgear. Due to the nonlinearity of the magnetization curve of the magnetic circuit, such current transformers cannot fundamentally provide satisfactory metrological characteristics in transient conditions, as well as after the flow of short circuit currents, when the magnet circuit of the current transformer of the aperiodic component of the short circuit current occurs. The article proposes the use of a fiber-optic current transformer, which, due to its design, does not have the above-mentioned drawbacks and can be used in electric power engineering, in high-voltage measuring equipment, in the field of relay protection and automation. The technical result is to increase the reliability and stability of measurements in conditions of long-term operation with all types of affecting electrical voltage, affecting mechanical loads and various effects of environmental factors.*

**Keywords:** current measuring transformer, magnetic core, magnetization curve, fiber optic transformer, relay protection and automatics.

До последнего времени замеры электрических величин в распределительных устройствах промышленных предприятий, включая электрические станции, выполняются с помощью электромагнитных трансформаторов тока, стоимость которых составляет значительную долю стоимости всего распределительного устройства. Назначение трансформаторов тока — преобразование тока в высоковольтной сети в сигнал низкого напряжения с тем,

чтобы использовать его для целей измерения, релейной защиты и учета электроэнергии. Анализ [3, 4, 5] показывает, что основными недостатками электромагнитных измерительных трансформаторов с ростом класса напряжения не пропорционально увеличиваются затраты на изоляцию между первичной и вторичными обмотками трансформатора; импульсные процессы в сетях увеличивают разность потенциалов между точками заземления

обмотки высокого напряжения и измерительной цепи, что влияет на точность измерения; погрешность измерения за счет перенасыщения магнитопровода из-за токов короткого замыкания протекающих в электрических сетях. Устранение отмеченных недостатков крайне важен на объектах, работа которых требует контроля и управления технологическими процессами с протеканием значительных квазипостоянных электрических токов (величиной до нескольких сотен килоампер). Такая ситуация

имеет место, в частности, на предприятиях цветной металлургии. Таким образом, возможности традиционных методов измерения с использованием электромагнитных трансформаторов тока уже практически полностью исчерпаны. Принципиально другой перспективный подход, реализуется в оптико-электронных трансформаторах тока, применяемых в сочетании с современными цифровыми технологиями обработки сигналов и передачи данных. [1]

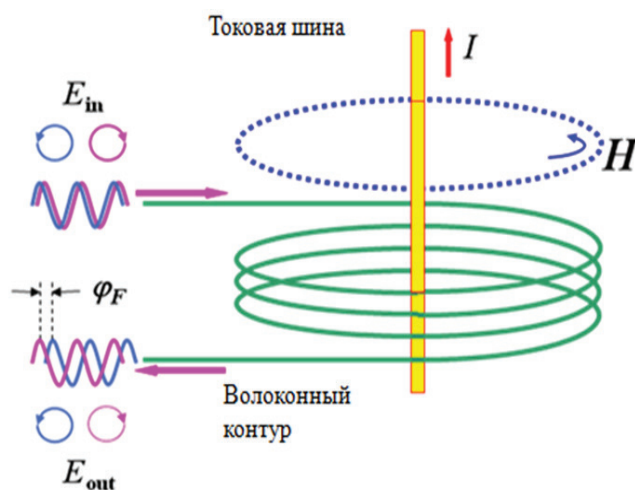


Рис. 1. Принципиальная схема оптоволоконного измерительного трансформатора

Работа волоконно-оптического трансформатора (ВОПТ) основана на бесконтактном оптическом методе измерения электрического тока. Метод использует магнитооптический эффект Фарадея в кварцевом волоконном световоде. Качественно принцип работы ВОПТ поясняется на рис. 1. Две световые волны с ортогональными циркулярными поляризациями вводятся в многовитковый контур из специального световода, внутри контура находится проводник с током. Если тока в проводнике нет, световые волны распространяются по волоконному контуру с одинаковой фазовой скоростью и на выход контура приходят с нулевой относительной разностью фаз. При наличии в проводнике электрического тока световод оказывается в продольном магнитном поле протекающего тока. При этом оптические свойства световода изменяются, и скорость распространения световых волн по контуру становится разной. Соответственно, между волнами на выходе из контура возникает временная задержка и относительный фазовый сдвиг  $\varphi_F$ . Если световод имеет однородную магнитооптическую чувствительность по длине, тогда связь фазового сдвига и величины электрического тока выражается простой формулой:  $\varphi_F = 2VNI$ , где  $N$  — число волоконных витков,  $V$  — константа Верде,  $I$  — измеряемый электрический ток. Из формулы следует, что изменением числа волоконных витков можно эффективно управлять чувствительностью преобразователя и соответственно изменять пределы измерения электрического тока. На практике

данная особенность делает возможным измерение токов от сотен миллиампер до сотен кило Ампер. Чувствительный элемент — важнейший компонент высокоточного ВОПТ. Чувствительные элементы, производимые ЗАО «Профотек», имеют две базовые модификации: «жесткая петля» и «гибкая петля». [7]

Поскольку мы проводили эксперименты по замене электромагнитных измерительных трансформаторов на ВОПТ на линиях электропередач и распределительных устройствах, то мы остановились на модификации «гибкая петля». При использовании данного типа чувствительного элемента не требуется разрывать электрическую линию. Гибкая петля представляет собой волоконно-оптический кабель, внутри которого находится магнито-чувствительное волокно. Основная область применения гибкой петли электрические линии на токи более 2 кА и напряжением свыше 10 кВ. Кабель с чувствительным волокном просто обматывается вокруг токовой шины. Количество витков определяется величиной электрического тока. Чувствительный элемент ВОПТ при работе испытывает значительные воздействия внешней среды, в частности рабочий диапазон температур может составлять минус 60°C...+60°C. Обеспечение класса точности ВОПТ 0.2S в таких жестких условиях требует от чувствительного световода хороших температурных свойств по чувствительности к измеряемому току [6]. На рис. 2 приведена температурная характеристика токовой чувствительности световодов, используемых ЗАО «Профотек» в своих чув-



ствительных волоконных элементах. По оси Y отложено значения измеряемого эталонного тока ( $I=3,125$  А, по-

грешность воспроизведения  $<0.1\%$ ) при разных температурах чувствительного световода.

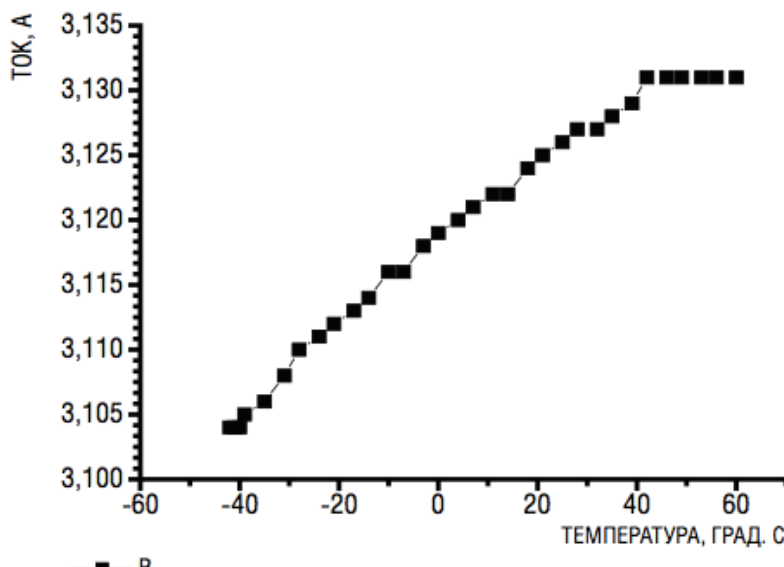


Рис. 2. Температурная характеристика токовой чувствительности световодов. (гибкая петля)

Из рис. 3 видно, что в диапазоне 100 градусов интегральное изменение показаний ВОПТ (магнито-оптической чувствительности световода) составляет менее 1% при высокой степени линейности температурной зависи-

мости. Столь высокие температурные свойства позволяют без контроля температуры чувствительного элемента в диапазоне температур 100 градусов иметь в приборах ЗАО «Профотек» погрешность измерения  $\pm 0.5\%$ . [7]

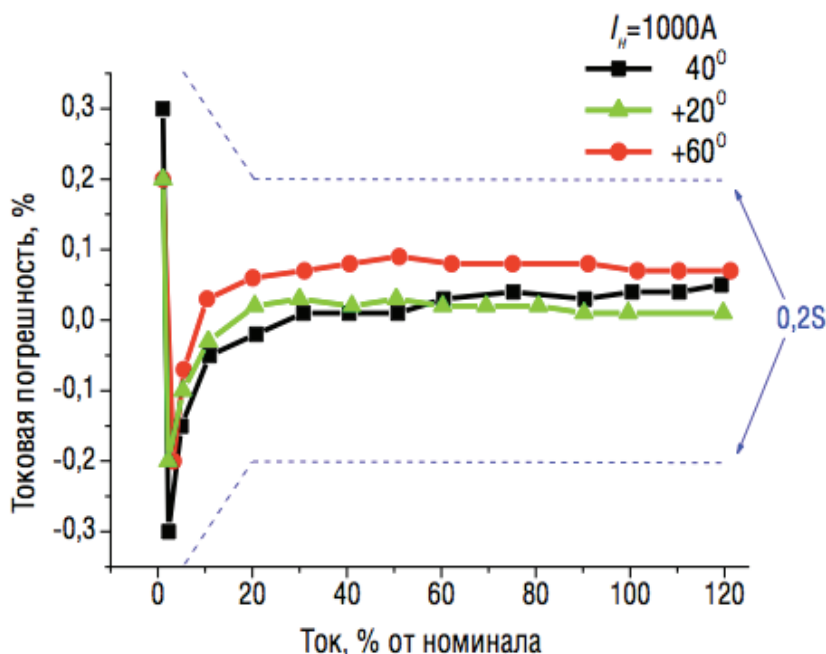


Рис. 3. Результаты сравнения эталонного классического трансформатора КНТ-05 (класс точности 0.05%) с ВОПТ ЗАО «Профотек» при разных температурах чувствительного элемента

Графики приведены для токового номинала 1000 А при трех температурах в камере: — 40 °С, +20 °С, +60 °С Штриховая линия показывает границы погрешности, допустимые для трансформаторов тока класса точности 0.2S.

Основываясь на теоретическом и практическом материале работы, мы провели эксперимент по использо-

ванию ВОПТ ЗАО «Профтек» на линиях (220–330) кВ. В частности, на линиях электропередач 220 кВ. системы Заря-Сырдарьинская ГРЭС-Кайракумская ГЭС было установлено 4 ВОПТ и на линии 330кВ Худжанд-Сырдарьинская ГРЭС один ВОПТ.

### Заключение

1. Из-за нелинейности кривой намагничивания магнитопровода электромагнитные трансформаторы тока, ныне используемые в распределительных сетях АО «Узбекэнерго», принципиально не могут обеспечить удовлетворительные метрологические характеристики в переходных режимах. В условиях сегодняшней динамики промышленного развития Узбекистана, это серьезный недостаток.

2. Технологические потери электроэнергии, вызванные работой систем учета, защиты и противоав-

рийной автоматики при переходе на ВОПТ снизятся в 2–5 раз за счет возможности соединения их с цифровыми каналами связи.

3. Использование ВОПТ позволяет измерять параметры электрического тока без дополнительного потребления энергии из линии.

4. Результаты экспериментов по замене электромагнитных измерительных трансформаторов тока на ВОПТ, подтвердили все теоретические выкладки работы и показали, что точность измерения повысилась на (10–18) % за счет уменьшения влияния переходных процессов.

### Литература:

1. Fidanbolu K, Efendiogly H, (2017) Fiber optic sensors and their applications; Istanbul, Fatih University.
2. Rian, I. U. (2018) Experimental comparison of Conventional and non-conventional optical current transformers; Norwegian University of science and technology.
3. Richard C Dof; Rober H Bishop (2011) Modern control systems.
4. Luke Meakin, Peter Saxby, Design fundamentals for drive systems on conveyors Published in: IEEE Transactions on Industrial Electronics (Volume: 65, Issue:11, Nov. 2018) Page (s): 8532 Date of Publication: 01 March 2018.
5. Blake, J., Williams W., Glasov C., Bergh. R., Fetting K., Hadley E., and Sanders G., «Optical Current Transducers for High Voltage Applications», 2nd EPRI Optical Sensors Systems Vorkshop, Atlanta, Jan. 2000.
6. Nikolay, I. Starostin, Maksim V. Ryabko, Yurii K. Chamorovskii, Vladimir P. Gubin, Aleksandr I. Sazonov, Sergey K. Morshnev, Nikita M. Korotkov, «Interferometric Fiber-Optic Electric Current Sensor for Industrial Application», Key Engineering Materials, vol. 437, 314–318, 20.
7. Николай Старостин <http://digitalsubstation.com/blog/2012/12/04/sovremenny-e-volokonno-opticheskie-pr/>.

## Очистка медного электролита от мышьяка

Вейкум Александра Владимировна, студент магистратуры;

Жаглов Владимир Степанович, кандидат технических наук, доцент

Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

**В** настоящее время основным сырьевым источником получения меди являются сульфидные медные руды, которые, в основном, перерабатываются пирометаллургическими способами. Из этих руд получают 80–85% всей производимой меди. Переработка сульфидных медных руд включает следующие: обогащение [1], плавку сульфидных медных концентратов на штейн, конвертирование штейна с получение черновой меди [3], огневое рафинирование черновой меди, электролитическое рафинирование меди с получением черновой меди [4].

Электролитическое рафинирование меди является заключительной стадией пирометаллургической технологии переработки сульфидных медных концентратов. Анодная медь содержит следующие основные примеси, %: Ni-0,2; Pb-0,21; As-0,2; Sb-0,2; S-0,01; Zn-0,02; Se+Te-0,15; Au+Ag-0,001 [4]. Примеси в анодной меди можно разделить на 4 группы:

— металлы, которые характеризуются более электроотрицательными значениями электродных потенциалов, чем медь (Pb, Sn, Ni, Co, Fe, Zn и др.);

— металлы, которые характеризуются более электроположительными значениями электродных потенциалов, чем медь (Au, Ag, Se, Te и др.);

— металлы, которые характеризуются близкими значениями электродных потенциалов к потенциалу меди (As, Sb, Bi);

— оксиды, сульфиды, интерметаллические соединения, которые являются электрохимически нейтральными ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Cu}_2\text{Se}$ ,  $\text{Cu}_2\text{Te}$  и др.).

Электролитическое рафинирование позволяет осуществить глубокую очистку меди от вредных примесей, а также попутно извлечь из неё такие ценные компоненты как селен, теллур, серебро и золото.

Наиболее отрицательное влияние на процесс электролитического рафинирования меди оказывают примеси, характеризующиеся электродными потенциалами, близкими к потенциалу меди. Эти примеси способны переходить в электролит и при повышении их концентрации в растворе они могут разряжаться на катоде вместе с ионами меди [5], что приведёт к загрязнению катодной меди

и снижению её качества, а, следовательно, к резкому снижению стоимости катодной меди.

Во избежание загрязнения катодного осадка примесями осуществляют вывод из процесса части электролита, которую подвергают очистке от примесей. Одной из проблем является очистка медного электролита от мышьяка.

При многостадийной циркуляции медьсодержащего электролита концентрация мышьяка может достигать 2,5–10 г/дм<sup>3</sup>, что осложняет получение высокой доли катодной меди высокого качества. Для поддержания требуемого состава часть циркулирующего электролита выводят на регенерацию в купоросное производство.

Для удаления мышьяка из металлургического цикла, в зависимости от специфики предприятия, используют различные методы: ионный обмен и адсорбцию, ультрафильтрацию и обратный осмос, осаждение и экстракцию [3]

К сожалению, большинство указанных методов эффективны только при небольших содержаниях мышьяка в растворе. Основным же способом его удаления является осаждение в виде малорастворимых арсенатов [3]. Такой подход позволяет свести к минимуму общий объем получаемых As-содержащих осадков и тем самым облегчить их утилизацию и вывод из окружающей среды.

Широко известные реагентные методы осаждения мышьяка из сернокислых растворов (известковый, сульфидный, титаниловый) сопряжены с повышенным расходом осадителя, образованием большого объема промывных вод и трудно утилизируемых осадков, что снижает экономическую эффективность этих процессов.

Поэтому в последнее время проводятся исследования по поиску новых эффективных осадителей мышьяка, в том числе и из сульфатных медных электролитов.

Так, в работе [5] предложен метод очистки медного электролита от мышьяка с использованием в качестве осадителей мышьяка соединений бария. Очистке от мышьяка подвергался медный электролит, содержащий 36,87 г/дм<sup>3</sup> Cu, 100 г/дм<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 8 г/дм<sup>3</sup> As. В качестве осадителей мышьяка были использованы оксид и гидроксид бария.

Осаждение мышьяка осуществляли в течение 1 часа при перемешивании при температуре 70°C при соотношении Ba: As, равном 1,45:1. Степень извлечения мышьяка составила 88,23% при использовании в качестве осадителя мышьяка оксида бария и 87,4% при использовании в качестве осадителя мышьяка гидроксида бария.

В работе [7] приведены результаты исследования процесса очистки медного электролита от мышьяка карбонатом бария.

Для исследования осаждения мышьяка из медного электролита был использован технологический раствор АО «Казхмыс» (г. Балхаш) следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: 36,87 Cu; 7,75 Ni; 100 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 0,099 Cl; 8,45 As; 2,33 Na; 0,262 K; 0,64 Sb; 0,40 Fe; 0,18 Mg; 0,51 Al; 0,05 Pb; 0,35 Ca; 0,032 Zn.

Исследование процесса осаждения мышьяка углекислым барием проводили по методике вероятностно-детерминированного планирования эксперимента с использованием пятифакторной матрицы на пяти уровнях. В качестве факторов приняты: отношение Ba: As (1,45: 1; 2,9: 1; 4,35: 1; 5,8: [7] 1; 7,25: 1); температура, °C (25; 40; 55; 70; 85); концентрация серной кислоты, г/л (60; 80; 100; 120; 140); продолжительность процесса, ч (1; 2; 3; 4; 5) и кратность дозирования осадителя (1; 2; 3; 4; 5).

Полученные результаты показывают, что высокую степень извлечения мышьяка из медного электролита с переводом его в труднорастворимую, экологически безопасную форму можно достичь при следующих условиях: Ba: As = 1,45: 1; температура 40°C; концентрация серной кислоты 100–120 г/дм<sup>3</sup>; продолжительность процесса 1 ч; трехкратная подача осадителя. Степень осаждения мышьяка составила 89,59%.

В работе [7] приведены результаты исследований очистки медного электролита состава, г/дм<sup>3</sup>: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 200; Cu 50,7; As 9,73. В качестве осадителя мышьяка использовался псевдобуркит (FeTiO<sub>3</sub>). В процессе исследования варьировали следующие факторы в пределах: кратность дозирования осадителя — 1–4; соотношение осадителя к мышьяку — (FeTiO<sub>3</sub>: As) = (1–2,5):1; температура процесса — 25–60°C; концентрация кислоты — 120–200 г/дм<sup>3</sup>; продолжительность опыта — 16–60 мин. Были установлены оптимальные условия процесса очистки медного электролита, при которых более 60% мышьяка извлекается в осадок.

В приведённых исследованиях очистке от мышьяка подвергался медный электролит ТОО «Корпорации «Казхмыс» (г. Балхаш). Состав медного электролита этого предприятия значительно отличается по своему составу и, в первую очередь, по содержанию мышьяка от состава электролита УК МК ТОО «Казцинк». Поэтому представляет практический интерес проведение подобных исследований с использованием описанных выше технологий к процессу очистки медного сернокислотного электролита предприятия УК МК ТОО «Казцинк».

#### Литература:

1. Уткин, Н.И. Производство цветных металлов [Текст]: учебник / Н.И. Уткин. — М.: Интермет Инжиниринг, 2000. — 442 с.: ил., табл. — Библиогр.: с. 442.
2. Выделение соединений мышьяка из технологических растворов предприятий цветной металлургии [Текст]/ В.Ф. Травкин, В.Л. Кубасов, Е.В. Миронова, Ю.М. Глубоков// Цветная металлургия. — 2001. — № 4. — с. 20–24.
3. Копылов, Н.И. Вывод мышьяка из металлургического производства тяжелых цветных металлов [Текст]/ Н.И. Копылов, Ю.Д. Каминский// Химическая технология. — 2002. — № 5. — с. 25–32.

4. Van Negen P., Maes P., Cjckebberda C. // The 119-h TMS annual meetig. Febr. 18–21. 1990. Anaheim, California, Lead-Zinky90, 1990, p. 9
5. Ван Неген П., П. Маес, Cjckebberda C. // В 119-ч годовой ТМС meetig. Февраль. 18–21. 1990. Анахайм, Калифорния, свинцово-Zinky90, 1990, с. 9
6. Пат. РК 14686, МПК6, C25C1/12. Способ очистки сернокислого медного электролита от мышьяка [Текст]/ З.Б. Сагиндыкова, З.Б. Абсат Зауре, Х.Б. Омаров, М.И. Байкенов (РК). — № 2003/0099.1; заявл. 27.01.2003; опубл. 16.08.2004, Бюл. № 8. — 3 с.: табл.
7. Исследование процесса очистки медного электролита от мышьяка углекислыми соединениями свинца/ С.К. Алдабергенова, Х.Б. Омаров, З.Б. Сагиндыкова, М.И. Байкенов, З.Б. Абсат // Новости науки Казахстана. — 2008. — № 3. — с. 70–73.
8. Исследование процесса осаждения мышьяка из медного электролита псевдобуркитом/Х.Б. Омаров, З.Б. Абсат, С.К. Алдабергенова, Н.Ж. Рахимжанова, А.А. Музаппаров// Известия вузов. Цветная металлургия. — 2017. — № 6. — с. 11–19.

## Экспертиза цитрусовых плодов: особенности и рекомендации по совершенствованию

Воронин Виктор Игоревич, студент магистратуры

Научный руководитель: Донскова Людмила Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург)

*В статье авторы приводят результаты экспертизы качества цитрусовых плодов на примере мандаринов и помело, а также разработанные рекомендации по его совершенствованию.*

**Ключевые слова:** экспертиза, цитрусовые, мандарины, помело, качество, маркировка, карантинный объект, совершенствование

Цитрусовые давно стали важнейшими растениями, плоды которых широко используются в различных отраслях: в парфюмерно-косметической промышленности они являются сырьем для получения специфических эфирных масел, в фармацевтической используются как ценное лекарственное сырье, в пищевой промышленности — для производства кондитерских фруктово-ягодных изделий (мармелад, цукаты). Значительную долю на рынке соковой продукции занимают напитки на основе цитрусовых (апельсин, лимон и мандарин), потребление которых составляет более 50% от общего объема потребления соков в мире [1, с. 18]. Цитрусовые могут использоваться даже как живые изгороди в отдельных странах, а мелкоплодные цитрусовые подходят для озеленения зимних садов, декорирования жилых помещений и выращивания в культуре «бонсай» [13, с. 65]. Цитрусовые не раз выручали науку, именно на них впервые были опробованы методы биологической борьбы с вредителями культурных растений. Культура цитрусовых стала настолько важна для человека, что выделилась в виде отдельной отраслевой науки (цитрология) в ботанике [6].

Но по-прежнему главным назначением цитрусовых плодов остается употребление их в свежем виде. Цитрусовые культуры в России не выращиваются, и страна практически зависима от импортных поставок, представляя крупнейшего импортера цитрусовых в мире,

что подтверждается данными Федеральной Таможенной службы России, согласно которым, цитрусовые, по объему импорта занимают первую позицию [2]. Цитрусовые выращиваются более чем в 70 странах, существует порядка 40 видов, разновидностей и форм цитрусовых [13, с. 66]. Они являются основным предметом экспорта для ряда стран. На смену европейским фруктам, попавшим под запрет, стала приходиться продукция из Китая, Турции, Египта, Марокко, Пакистана, Аргентины, Чили, ЮАР и ряда других стран [2]. Лидируют по экспорту цитрусовых такие страны Средиземноморья как Италия и Испания, а также Марокко (Северная Африка). На долю этих стран приходится почти 3/4 мирового экспорта цитрусовых. Крупнейшими поставщиками цитрусовых в Россию выступают три страны — Турция, Египет и Марокко, на долю которых в 2015 году пришлось 65% импорта этой продукции в натуральном выражении [10, с. 23].

В целом рынок цитрусовых динамично развивается и для него являются характерными такие процессы как глобализация, либерализация, усиление роли транснациональных компаний, насыщенность инновационность и другие признаки. Вместе с тем, глобализация продовольственного рынка, в том числе рынка цитрусовых плодов, способствует пространственному размыванию цепочки предложения и соответственно снижению качества продуктов и повышению рисков от их потребления, подчеркивает Варшав-



ский А.Е. [6, с. 91], так как происходит ослабление ответственности при сложности контроля, что особенно опасно с точки зрения качества и безопасности продукции.

О снижении качества плодовоовощной свежей продукции свидетельствуют и информация контролирующих служб. Так, по результатам контроля происхождения, качества и безопасности пищевой продукции, находившейся в 2017 г. на потребительском рынке, в целом по России органами Роспотребнадзора забраковано 64 тысяч партий продукции объемом 1, 9 тысяч тонн. При этом, установлено увеличение количества забракованной продукции в группе «плоды, ягоды» как отечественного производства — 53297 кг против 255485 кг в 2016 г., так и импортного происхождения — 217391 кг против 163314 кг в 2017 г. [7, с. 31]. За первый квартал 2018 года специалисты Управления Роспотребнадзора сняли с реализации более 56 т плодовоовощной продукции, в том числе 12,5 т импортной, которая не соответствовала обязательным требованиям. А из исследованных порядка 19 тыс. проб по микробиологическим показателям около 3% не соответствовали гигиеническим нормативам [12].

В общей группе плодовоовощной продукции в отчетах Роспотребнадзора цитрусовые не выделены, но это и не означает, что для этой группы отсутствуют обозначенные проблемы.

В 2019 году, результаты испытаний, проведенных специалистами автономной некоммерческой организации «Российская система качества» (Роскачество) показали, что кожура мандаринов была обработана воском [11]. При проведении энтомологической экспертизы в отделе карантина растений ФГБУ «Ленинградская МВЛ» в 2019 году был обнаружен карантинный вредный организм — восточная фруктовая муха (*Bactrocera dorsalis* Hend) в образце от партии свежего помело, общим количеством 75 тонн, прибывшей в Санкт-Петербург из Китая [4].

Таким образом, для рынка цитрусовых характерными являются проблемы, связанные с качеством и безопасностью, например, фруктов завозимых из Китая, или других неблагополучных стран, отсутствие необходимой информации и с отсутствием доверия потребителей к предоставляемой информации, наличие фальсифицированной и контрафактной продукции и другие.

К решению вопросов, связанных с обеспечением населения продукцией качественной и безопасной, безусловно, необходим комплексный подход, включающий повышение социальной ответственности бизнеса, внедрение систем качества и безопасности на предприятиях и др. Одним из эффективных инструментов обеспечения стабильного качества товаров признана экспертиза товаров, включающая и практические и теоретические аспекты.

Целью наших исследований, результаты которых приводятся в статье, явилось проведение экспертизы цитрусовых плодов, как средства обеспечения качества продукции и разработка рекомендаций по ее совершенствованию.

Для исследований были выбраны два представителя семейства рутовых, рода Цитрус — мандарины и помело

различных стран — производителей — Китай, Узбекистан, Азербайджан.

Обоснованием выбора объектов послужили широкое распространение и предпочтения потребителей мандаринов и помело, участвовавшие случаи обнаружения фруктовой мухи в помело, декабрьские опасения относительно безопасности мандаринов и другими факторами, которые и обусловили научно-практический интерес к проведению экспертизы

В исследуемых плодах — мандаринах и помело определяли показатели качества, регламентируемые нормативными документами, используя при этом стандартные методы исследований. Оценка качества проводилась на базе учебных лабораторий кафедры товароведения и экспертизы УрГЭУ, физико-химические исследования и фитосанитарный анализ проводили в лаборатории Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Свердловской области.

На основе учебной и научной литературы [8, 9] была составлена таблица, включающая основные положения биологической и товароведной характеристики исследуемых плодов, которая была использована для идентификации продукции. В таблице 1 представлен пример идентификации помело.

В результате было установлено, что идентификацию мандаринов, например, усложняет наличие гибридных сортов, которые вполне могут иметь свои биологические особенности. Так, например, указывают Николаева С.Л. [9, с. 76] уже существует множество разновидностей кlementин, с различными морфологическими признаками в зависимости от страны произрастания. Наличие схожих признаков между грейпфрутом и помело, может вызвать затруднение при идентификации плодов помело, а идентификация по товароведным признакам не позволяет определить код размера плодов помело, так как действующие нормативные документы не предусматривают эти плоды в ассортиментном перечне стандарта.

Органолептическим методом определяли внешний вид, запах и вкус, окраску, однородность по размеру плодов и физико-химические показатели (размер плодов по наибольшему поперечному диаметру, массовую долю сахаров) на соответствие требованиям стандарта 34307–2017 «Плоды цитрусовых культур. Технические условия», который является модифицированным по отношению к стандарту UNECE STANDARD FFV-14:2016, касающемуся сбыта и контроля товарного качества цитрусовых фруктов («Concerning the marketing and commercial quality control of citrus fruits», MOD). Результаты оценки качества образцов мандаринов и плодов помело свидетельствует о их соответствии требованиям нормативных документов первому сорту.

В ФГБУ «Свердловский референтный центр» в лаборатории карантина растений образцы были проверены на наличие средиземноморской плодовой мухи и восточной фруктовой мухи. Установлено, что продукция, представленная на экспертизу, не содержала карантинных объектов.



Таблица 1. Идентификационная таблица исследований помело

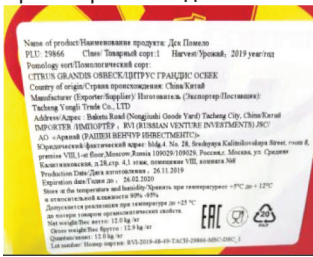
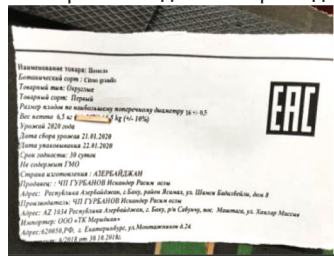
Показатели в соответствии с учебной литературой и нормативными документами	Характеристика объекта исследования	
Образцы	<p>Образец 1 — Помело, 1 сорт, помологический сорт <i>Citrus grandis osbeck</i>, урожай 2019 г., страна происхождения Китай</p> 	<p>Образец 2 — Помело, 1 сорт, помологический сорт <i>Citrus grandis</i>, урожай 2020 г., страна происхождения Азербайджан</p> 
Биологическое название	<i>Citrus maxima</i> , семейство Rutaceae, называемый также помело и шеддок	
Биологическая характеристика	Плод помело покрыт достаточно толстой гладкопористой или гладкой кожурой от зеленовато-желтого до желтого цвета, внутренняя часть разделена на крупные дольки (с семенами или без), уплотненные между собой жестковатой перегородкой. Мякоть помело — плотная, сочная, однако более сухая, чем у грейпфрута, цвет ее может быть от белого до бледно-желтого или розового в зависимости от сорта, желтовато-зеленым или розовым. Пищевая и энергетическая ценность плодов схожа с грейпфрутом.	
Помологические сорта	Основными сортами являются Rovral и Rosa Pomelos.	
Идентифицирующие признаки	Форма, размерные характеристики — масса плода может варьироваться от 1 кг до 10 кг, а размер диаметра — до 30 см. Состояние и внешний вид кожуры, мякоти.	
Товарные сорта	В зависимости от показателей качества и размеров плоды подразделяются на три сорта: высший, первый, второй.	
Нормативные документы	ЕЭК ООН FFV — 14, касающийся сбыта и контроля товарного качества плодов цитрусовых ГОСТ 34307–2017 «Плоды цитрусовых культур. Технические условия» (ЕЭК ООН FFV-14:2016)	

Таблица 2. Визуальное определение карантинных объектов — помело

Внешний вид	Характеристика образца № 1 (Китай)	Характеристика образца № 2 (Азербайджан)
		
Внешний вид восточной фруктовой мухи и её личинок, содержащиеся в цитрусовых	Карантинные объекты не обнаружены	Карантинные объекты не обнаружены

В качестве рекомендаций предложен разработанный алгоритм осуществления экспертизы цитрусовых, который можно представить в виде реализации двух групп требований. Первую группу составляет экспертиза правовых требований при поставках цитрусовых плодов: фитосанитарные, показатели безопасности, соблюдение возможности реализации прослеживаемости цитрусовых и определение соответствия маркировки продукции. Экспертиза второй группы требований предусматривает идентификацию и определение классификационной принадлежности, определение страны происхождения продукта, зрелости плодов, калибровочных характеристик с учетом допусков, однородность партии и его товарные характеристики.

Для совершенствования экспертизы цитрусовых плодов рекомендовано следовать указаниям, изложенным в стандарте 34307–2017 «Плоды цитрусовых культур. Технические условия», где достаточно четко прописаны действия эксперта. Следует понять, что экспертиза цитрусовых включает не только определение соответствия исследуемых плодов требованиям стандарта, но и определение товарного сорта и определение в партии количества плодов стандартных, нестандартных и плодов, которые относящихся к категории отходов.

Особое внимание в экспертизе цитрусовых плодов уделяется определению дефектов, заболеваний и повреждений. И если для мандаринов существуют соответствующие методические указания с изображениями

и описанием дефектов, то для плодов помело они отсутствуют. Нами разработана карта определения дефектов, заболеваний и болезней для помело.

Анализ исследуемых образцов показал, что выполненная по ТР ТС 022/2011 маркировка продукции не соответствуют всем предъявляемым требованиям. Так, например, в маркировке образцов (Китай) отсутствует информация, характеризующая пищевую ценность, вместе с тем, наличие идентификационного номера партии и пиктограмм, сведения о помологическом сорте, указание товарного сорта уже позволяют идентифицировать продукцию из Китая, в отличие от продукции из Азербайджана, маркировка которой не содержит подобной и необходимой информации. Образцы не содержат ссылки на нормативный документ. Кроме того, наличие этикетки на транспортной таре позволяет идентифицировать партию товара, но в отношении каждой единицы продукции это уже сделать невозможно. В целях совершенствования экспертизы и системы прослеживаемости [5, с. 7] цитрусовых плодов, разработан эталон маркировки для цитрусовых, на примере помело и перечень необходимой информации, удовлетворяющий требованиям нормативных документов, и позволяющий получать необходимые сведения о продукте, и который должен быть представлен на физическом носителе, например в закодированном виде (с использованием QR-кода), данные представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Информация для QR-кода

## Литература:

1. Алсивар, С. К. А., Курбатов Е. И., Соколова Е. Н., Римарева Л. В. Биотехнологический способ переработки цитрусовых для получения осветленных соков // Пиво и напитки. — 2013. — № 4. — с. 18–22.
2. Баранова, И. В. Российский рынок фруктов: анализ и перспектива // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. — 2016. — Спецвыпуск № 2. URL <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/401-00150>.
3. Варшавский, А. Е. Инновационные риски в области продуктов питания для России в условиях глобализации и либерализации рынков // Экономическая наука современной России. — 2015. — № 4 (71). — с. 91–109.
4. Восточная фруктовая муха обнаружена в партии свежего помело // ФГБУ ФГБУ «Ленинградская МВЛ». URL: <https://vetlab.spb.ru/novosti/454-vostochnaya-fruktovalaya-mukha-obnaruzhena-v-partii-svezhego-pomelo> (дата обращения: 05.04.2020).
5. Воронин, В. И., Донскова Л. А. Идентификация, экспертиза и прослеживаемость цитрусовых плодов: аналитический подход и практическая реализация // Журнал E-FORUM. — 2020. — № 1 (10). — с. 7–8. URL: <http://eforum-journal.ru/images/pdf/9/4-2-2019.pdf> (дата обращения 03.04.2020).
6. Дубровин, И. Все об обычных цитрусовых / Библиотека BBM. URL: [http://www.tinlib.ru/zdorove/vse\\_ob\\_obychnyh\\_citrusovyh/index.php](http://www.tinlib.ru/zdorove/vse_ob_obychnyh_citrusovyh/index.php) (дата обращения 01.04.2020).
7. Защита прав потребителей в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. — 318 с.
8. Ларина, Т. Н. Тропические и субтропические плоды: справочник товароведов/Т. Н. Ларина. — М.: ДеЛи принт, 2002. — 255 с.
9. Николаева, С. Л., Решетова Т. В., Флоринская Е. Э. Экспертиза цитрусовых плодов в таможенных целях // Ученые записки СПб филиала РТА. — 2015. — № 3 (55). — с. 73–84.
10. Резго, Г. Я., Аверьянова С. Е. Формирование российского рынка фруктов и орехов в условиях экономических санкций // Торгово-экономический журнал. — 2017. — Том 4. — № 1. — с. 21–34.
11. Роскачество провело исследование мандаринов // Роскачество. URL: <https://roskachestvo.gov.ru/news/roskachestvo-provelo-issledovanie-mandarinov/> (дата обращения: 05.04.2020).
12. Роспотребнадзор отчитался о борьбе с некачественными овощами / РБК. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5afe62819a7947a54941ea2b> (дата обращения: 05.04.2020).
13. Del Bosco SF. 2003. Использование в декоративных целях древнего цитрусового генотипа. Acta Horti 598: p. 65–67.

## К вопросу определения коэффициента гидравлического сопротивления при фильтрации флюидов в нефтегазовых и газоконденсатных месторождениях

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела;  
Джамалбеков Магомед Асаф оглы, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник  
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

Как известно, при фильтрации флюидов в пластовых условиях возникает гидравлическое сопротивление, направленное против движения. В связи с этим коэффициент гидравлического сопротивления является важной характеристикой потока при фильтрации флюидов в нефтегазовых и газоконденсатных месторождениях. Существуют многочисленные формулы для определения коэффициента гидравлического сопротивления, но в основном эти формулы относятся к «трубной» гидравлике. В данной статье даны формулы для определения коэффициента гидравлического сопротивления при фильтрации флюидов в пластовых условиях как нефтяных, газовых, так и газоконденсатных месторождений.

**Ключевые слова:** коэффициент, гидравлическое сопротивление, фильтрации, нефть, газ, газоконденсат.

As you know, when filtering fluids in reservoir conditions, there is a hydraulic resistance directed against the movement. In this regard, the coefficient of hydraulic resistance is an important characteristic of the flow when filtering fluids in oil and gas and gas condensate fields. There are numerous formulas for determining the coefficient of hydraulic resistance, but mostly these formulas relate

to «pipe» hydraulics. This article provides formulas for determining the coefficient of hydraulic resistance when filtering fluids in reservoir conditions of both oil, gas and gas condensate fields.

**Keywords:** coefficient, hydraulic resistance, filtration, oil, gas, gas condensate.

Как известно, при больших градиентах давления на фильтрацию флюидов в пластовых условиях влияют инерционные силы, и линейный закон фильтрации нарушается [1,2]. Это связано с тем, что с увеличением скорости фильтрации время прохождения флюидов через сужения уменьшается, и частицы флюидов не успевают деформироваться, а это, в свою очередь, приводит к увеличению сопротивления движению.

Обобщенный закон Дарси можно записать в следующем виде [3]:

$$\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dr} = v \left( 1 + c_1 \text{Re}_* + c_2 \text{Re}_*^2 + \dots + c_n \text{Re}_*^n \right). \quad (1)$$

Здесь  $k$  — проницаемость,  $\mu$  — вязкость,  $\text{Re}_* = \frac{v\sqrt{k}\rho}{\mu}$ ,  $v$  — скорость фильтрации флюидов,

$\rho$  — плотность.

Решая уравнение (1), можно получить формулу [4]:

$$v \left( \ln \frac{r_k}{r_c} + \frac{c_1}{1} \text{Re}_* + \frac{c_2}{2} \text{Re}_*^2 + \dots + \frac{c_n}{n} \text{Re}_*^n \right) = \frac{1}{r_c} \frac{k}{\mu} (p_k - p_c). \quad (2)$$

Формулу (2) можно представить в виде:

$$v \left( 1 + \beta_1 \text{Re}_* + \beta_2 \text{Re}_*^2 + \dots + \beta_n \text{Re}_*^n \right) = \frac{1}{r_c} \frac{k(p_k - p_c)}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}}. \quad (3)$$

где  $\beta_i = \frac{c_i}{i \ln \frac{r_k}{r_c}}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

$$\text{Если сделаем подстановку } v_\partial = \frac{1}{r_c} \frac{k(p_k - p_c)}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}}, \quad (4)$$

то получим формулу:

$$\frac{v_\partial}{v} = 1 + \beta_1 \text{Re}_* + \beta_2 \text{Re}_*^2 + \dots + \beta_n \text{Re}_*^n. \quad (5)$$

С другой стороны, для пластовых условий формулу Дарси-Вейсбаха можно написать в следующем виде:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\lambda \left( \frac{v}{m} \right)^2 \rho}{2d} = \frac{\lambda v^2 \rho}{2dm^2}. \quad (6)$$

Здесь  $\lambda$  — коэффициент гидравлического сопротивления,  $d$  — эффективный диаметр.

В последнем, подставляя  $v = \frac{Q}{2\pi rh}$  и интегрируя правую часть от  $r_c$  до  $r_k$ , левую часть от  $p_c$  до  $p_k$ , получаем следующее выражение:

$$\frac{2dm^2}{\lambda \rho} \int_{p_c}^{p_k} dp = \frac{Q^2}{4\pi^2 h^2} \int_{r_c}^{r_k} \frac{dr}{r^2} \quad (7)$$

или

$$\frac{2dm^2}{\lambda \rho} (p_k - p_c) = \frac{Q^2}{4\pi^2 h^2} \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right). \quad (8)$$

Если в (8) членом  $\frac{1}{r_k}$  в связи с его незначительностью

(относительно  $\frac{1}{r_c}$ ) пренебречь, то получится выражение:

$$v^2 = \frac{2dm^2}{\lambda\rho} \cdot \frac{p_k - p_c}{r_c}, \quad (9)$$

или после несложных преобразований получаем формулу:

$$\lambda = \frac{2dm^2 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}}{v\rho k} \frac{v_{\partial}}{v}. \quad (10)$$

Выражение (10) можно преобразовать в следующий вид:

$$\frac{2d^2m}{vd\rho} = \frac{2 \left( 4\sqrt{\frac{2k}{m}} \right)^2 \frac{m}{k}}{\text{Re}} = \frac{64}{\text{Re}}. \quad (11)$$

При выводе формулы (11) использованы выражения:

$$\text{Re} = \frac{\left( \frac{v}{m} \right) d\rho}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}}, \quad d = 4\sqrt{\frac{2k}{m}}. \quad (12)$$

Учитывая (5) и (11), в (10) получаем:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \left( 1 + \beta_1 \text{Re}_* + \beta_2 \text{Re}_*^2 + \dots + \beta_n \text{Re}_*^n \right). \quad (13)$$

Последнее является общей формулой для определения коэффициента гидравлического сопротивления при фильтрации флюидов в пластовых условиях.

А теперь определим формулы  $\lambda$  при фильтрации флюидов в нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождениях.

Вначале предположим, что фильтрация происходит по линейному закону Дарси.

В этом случае коэффициенты  $\beta_i, i=1, 2, \dots, n$  равны нулю, и

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}. \quad (14)$$

Для нефтяных залежей имеем:

$$\lambda_{\text{н}} = \frac{16\sqrt{2} r_c \pi h \mu m^{1,5}}{Q k^{0,5} \rho} \ln \frac{r_k}{r_c} = \frac{8\sqrt{2} r_c \mu^2 m^{1,5} \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{k^{1,5} \rho (p_k - p_c)}. \quad (15)$$

Для газовых залежей:

$$\lambda_{\text{г}} = \frac{16\sqrt{2} r_c \mu^2 m^{1,5} p_{\text{ат}} \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{k^{1,5} \rho (p_k^2 - p_c^2)}. \quad (16)$$

Для газоконденсатных залежей:

$$\lambda_{\text{гк}} = \frac{8\sqrt{2} r_c \mu m^{1,5} \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{k^{0,5} \rho (H_k - H_c)}, \quad (17)$$



$$\text{где } H_k - H_c = \int_{p_c}^{p_k} \left[ \frac{f_\Gamma(\rho) p \beta}{\mu_\Gamma(p) z(p) p_{\text{ат}}} \left( 1 - c(p) \bar{\gamma}(p) + \frac{f_k(\rho) s_k(p)}{\mu_k(p) a_k(p)} \right) \right] dp.$$

Для залежей с легкой нефтью:

$$\lambda_{\text{лн}} = \frac{8\sqrt{2} r_c \mu m^{1,5} \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{k^{0,5} \rho (H_k - H_c)}, \quad (18)$$

где

$$H_k - H_c = \int_{p_c}^{p_k} \left[ \frac{f_\Gamma(\rho) k}{\mu_\Gamma(p) a(p)} + \frac{f_\Gamma(\rho) p \beta c_\Gamma(p) k}{\mu_\Gamma(p) z(p) p_{\text{ат}}} \right] dp.$$

При двучленном законе фильтрации по формуле (13) получаем:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} (1 + \beta_1 \text{Re}_*) = \frac{64}{\text{Re}} + \frac{64}{\text{Re}} \beta_1 \text{Re}_*. \quad (19)$$

После несложных преобразований формула приобретает вид:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} + \frac{8\sqrt{2} m^{1,5} \beta}{\ln \frac{r_k}{r_c}} = \frac{64}{\text{Re}} + 8\sqrt{2} m^{1,5} \beta_1. \quad (20)$$

Здесь коэффициент  $\beta_1$  определяется по данным гидрогазодинамических исследований при установившихся режимах фильтрации. При этом ко всем формулам для  $\lambda$  (15–18) добавляется член  $8\sqrt{2} m^{1,5} \beta_1$ . Если закон фильтрации трехчленный и более, то используется формула (13), где коэффициенты  $\beta_i$  определяются также по данным гидрогазодинамических исследований.

Таким образом, в данной статье мы получили формулы для определения коэффициента гидравлического сопротивления при фильтрации флюидов в нефтегазовых и газоконденсатных месторождениях.

#### Литература:

1. Басниев, К. С. Нефтегазовая гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Г. Д. Розенберг. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.
2. Н. М. Дмитриев, А. А. Мурадов. К определению коэффициента гидравлического сопротивления для фильтрационных течений в модельных пористых средах (РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина) № 1/258, 2010, с. 45–57.
3. В. А. Толпаев, К. С. Ахмедов, С. А. Гоголева. Нелинейные законы фильтрации флюидов при больших скоростях потоков // Нефть и газ. — № 5. — 2015.
4. I. R. Hasanov, M. A. Jamalbayov. The generalization of Dupuis and Darcy's formulas. «European science review» № 11–12/2019. p 56–59.

## Влияние рабочих параметров на свойства золотого покрытия при гальваническом осаждении

Ермуратова Салтанат Каратаевна, студент магистратуры;

Масленников Олег Олегович, доктор PhD;

Асанов Даулет Асанович, старший научный сотрудник Центра опережающего развития Veritas, доктор PhD  
Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

*В статье авторы пытаются определить влияние рабочих параметров процесса гальванического золочения на свойства получаемого покрытия.*

**Ключевые слова:** толщина покрытия, гальваническое осаждение, электролит золочения, плотность тока.

В процессе производства изделий с золотым покрытием могут появляться дефекты, которые приводят к непроизводительной трате металла и вызывают неудовлетворенность клиента. Важно определить какие факторы могут влиять в процессе гальванического золочения на определенные свойства получаемого покрытия и соответствует ли оно требованиям заказчика.

Металл, осаждаемый на катоде, имеет кристаллическую структуру. Также, как и при кристаллизации из расплава, образование кристаллов при гальваническом осаждении определяется процессами образования зародышей и их ростом, что обуславливается типом металла, параметрами процесса, особенно температурой, и подвижностью ионов.

Основной целью гальванического покрытия является получение прочного, достаточной толщины, с плотной структурой и с гладкой блестящей поверхностью покрытия.

В целях изучения влияния рабочих параметров процесса золочения на свойства покрытия была проведена научно-исследовательская работа.

Для повышения качества покрытий в электролит было добавлено ингибиторы с тем, чтобы они проникли в процессе осаждения в структуру покрытия, тормозя рост кристаллов и способствуя образованию мелкозернистости, что важно для получения блестящих поверхностей.

При повышении температуры электролита усиливается подвижность ионов, концентрационная поляризация уменьшается, снижается также осаждение ингибиторов. При низкой температуре электролита, на поверхности изделия блеск не образуется и закрашивается электролитом. А при высоких температурах происходит прикипание золота на поверхность изделия и приводит к образованию темного налета. Покрытие с чисто блестящей поверхностью получают за счет добавления в электролит блескообразующих добавок. [1]

Толщина покрытия зависит не только от плотности тока, но и от времени осаждения. Чем больше время осаждения, тем толще слой покрытия. От плотности тока зависит время осаждения. Чем выше плотность тока, тем быстрее происходит осаждение металла на поверхность

изделия. Толщина покрытия была рассчитана по массе осажденного золота:

$$G = \frac{M \times 10000}{S \times n \times \rho} \quad (1.1)$$

G — толщина покрытия, мкм;

S — площадь изделия, см<sup>2</sup>

M — масса осажденного золота;

10000 — поправочный коэффициент;

n — количество изделий;

ρ — плотность золота, см<sup>2</sup>

Рабочая сила тока рассчитана по следующей формуле:

$$I = jnS \quad (1.2)$$

I — сила тока, А;

J — плотность тока, А/дм<sup>2</sup>;

n — количество изделий;

S — площадь золочения, дм<sup>2</sup>

Для каждого изделия отдельно рассчитывается сила тока в зависимости от площади покрытия. При неправильном расчете силы тока, может получиться темный налет, который не подлежит дальнейшей доработке. [2,3]

Время золочения рассчитана по следующей формуле:

$$T = \frac{G}{W} \quad (1.3)$$

T — время золочения, мин;

W — скорость осаждения, мкм/мин;

G — толщина покрытия, мкм.

*Методика проведения исследования.*

Одним из важнейших достоинств гальванического золочения является возможность регулирования толщины осаждаемого покрытия. Чтобы удовлетворить требования заказчика и осадить определенную толщину золота, нужно подобрать оптимальные параметры процесса золочения. [6] Для достижения этих целей были изучены различные режимы осаждения и проведены эксперименты по нанесению и определению толщины покрытия. В основу исследования были взяты латунные заготовки одинаковой круглой формы, диаметром — 32мм. Заготовки прошли полировку поверхности, обезжиривание в мыльном растворе и травление в кислом растворе. Каждая заготовка была позолочена в одной и

той же оснастке, но при разных технологических параметрах.

#### Определение чистоты и толщины золотого покрытия

Для определения чистоты золотого покрытия был использован атомно-эмиссионный метод с индуктивно связанной плазмой. Метод основан на возбуждении атомов пробы в индукционной высокочастотной плазме и измерений интенсивности аналитической спектральной линии определяемого элемента при распылении раствора анализируемой пробы в плазму. Связь интенсивности линий с концентрацией золота в растворе устанавливается с помощью градуировочного графика. Диапазон определяемых содержаний примесей составляет от 0,0002% до 0,500%.

При установлении показателей качества были использованы аналитические весы высокого класса точности AT-261, оптико-эмиссионный спектрометр модели 720 ICp-OES.

Для определения толщины золотого покрытия был использован металлографический метод оценки микро- и макроструктуры покрытия.

Заготовки были разрезаны на отрезном станке. Шлифование происходит с использованием шлифовально-поли-

ровального станка «Beta» и приставки для полуавтоматического полирования «Vector Power Head». Образцы заторцованной поверхностью вниз ставятся на шлифовальную бумагу с зернистостью 240–600–1000–2500–4000. Для полировки образцов применяют оксиды хрома и алюминия. При полировке образцы периодически поворачивают для более равномерной обработки всей поверхности разреза. Для получения отчетливой границы между металлическими слоями, заготовки подвергаются травлению в азотной кислоте, плотностью 1,41 г/см<sup>3</sup>. Качество травления проверяют под микроскопом при том же увеличении, при котором будет производиться изучение шлифа. [7,8]

Для определения толщины покрытия необходимо произвести произвольно 3 замера в средней части заготовки на каждом подслое. С помощью Excel рассчитываем среднее значение толщины каждого покрытия. Для изучения и определения толщины покрытия используется металлографический микроскоп «View Met» с программным обеспечением «Buehler OmniMet». Результаты золочения заготовок приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты золочения заготовок

Заготовка	Температура раствора, C°	Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	Выход тока	Время осаждения, мин	Перемешивание, об/мин	Концентрац. золота в р-ре, г/л	pH	Толщина покрытия, мкм	Цвет покрытия, блеск
№ 1	28	0,15	25,61	30	60	9	9	3,33	Коричневый, матированное
№ 2	30	0,15	25,61	50	60	9	9	5,0	Рыжий, покрытие неровное, матированное
№ 3	32	0,35	59,75	25	60	8,8	9	2,7	Рыжий, ровное, матированное
№ 4	34	0,25	42,68	20	80	9	9	2,35	Желтый, покрытие ровное, блестящее
№ 5	36	0,15	25,61	45	90	9	8,5	4,35	Желтый, покрытие ровное, блестящее
№ 6	38	0,20	34,14	25	100	8,5	8,5	2,37	Желтый, покрытие ровное, блестящее
№ 7	40	0,15	25,61	20	100	8	9	1,80	Желтый, покрытие ровное, блестящее
№ 8	42	0,3	51,21	5	нет	8,6	8,5	-	Процесс приостановлен
№ 9	45	0,25	42,68	15	100	9	8,5	1,14	Темный налет, матовый
№ 10	50	0,15	25,61	5	100	8,5	10	-	Процесс приостановлен

При плотности тока 0,15 А/дм<sup>2</sup> перемешивании 60 об/мин, и времени осаждения 25–50 минут налет золота получается от коричневого до рыжего цвета, покрытие матированное, неровное, что не соответствует

требованиям. Толщина покрытия составляет от 2,7 до 5,0 мкм.

Результаты металлографического исследования представлены на рисунках 1,2,3:

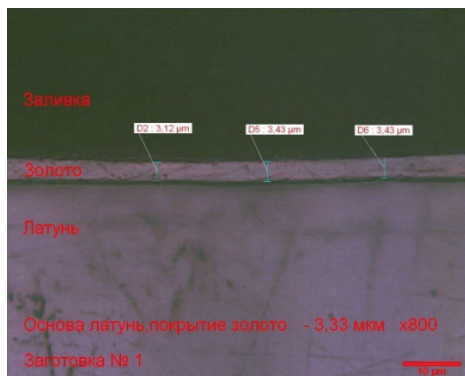


Рис. 1. Золотое покрытие при плотности тока —  $0,15 \text{ А/дм}^2$

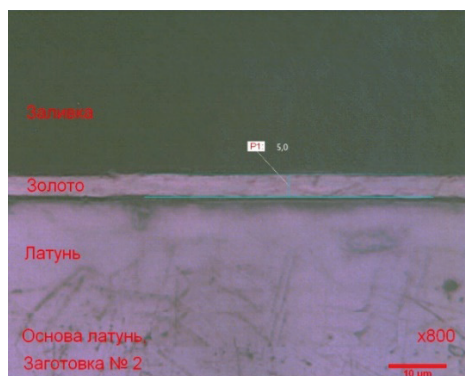


Рис. 2. Золотое покрытие при плотности тока —  $0,15 \text{ А/дм}^2$



Рис. 3. Золотое покрытие при плотности тока —  $0,35 \text{ А/дм}^2$

При плотности тока 0,15–0,25 А/дм<sup>2</sup>, перемешивании 80–100 об/мин, и времени осаждения 20–45 минут налет золота получается желтого цвета, покрытие блестящее,

ровное, что соответствует требованиям. Температура процесса осаждения от 34 до 40 С°. Толщина покрытия составляет от 1,8 до 4,35 мкм.

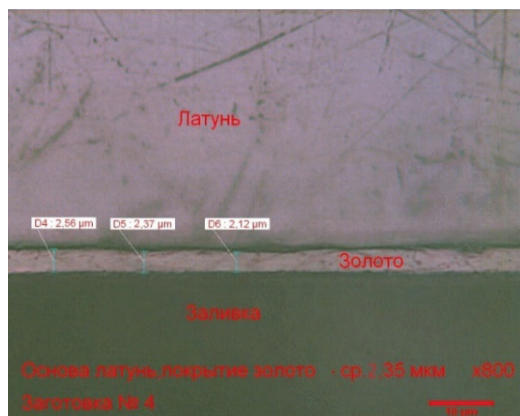


Рис. 4. Золотое покрытие при плотности тока — 0,25 А/дм<sup>2</sup>

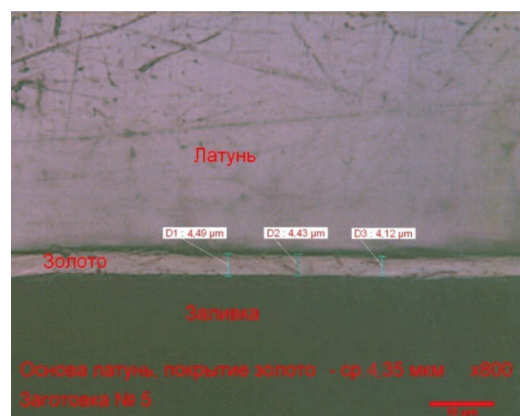


Рис. 5. Золотое покрытие при плотности тока — 0,15 А/дм<sup>2</sup>

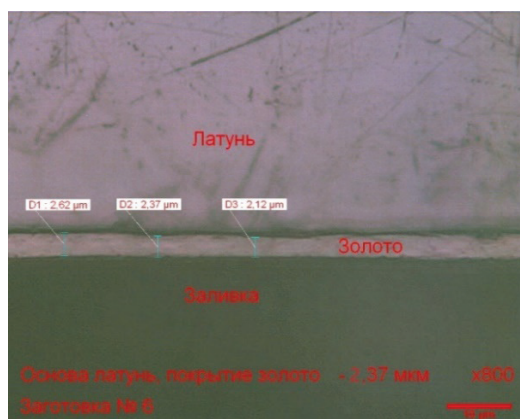


Рис. 6. Золотое покрытие при плотности тока — 0,20 А/дм<sup>2</sup>



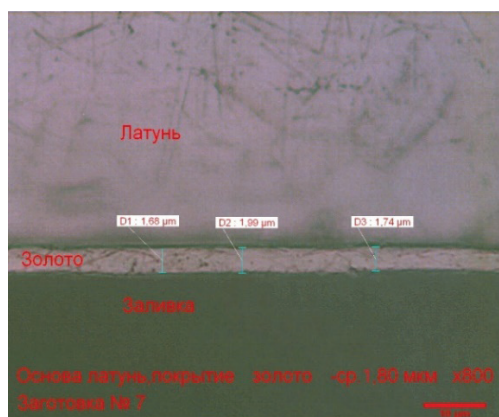


Рис. 7. Золотое покрытие при плотности тока — 0,15 А/дм²

При плотности тока 0,30 А/дм², температура раствора 42 С° процесс был приостановлен, так как перемешивания не было и налет получался темный, матированный. При температуре 50 С° и перемешивании 100 об/мин, золото

прикипело к поверхности изделия. Процесс также был приостановлен. В более низкой температуре и малом времени осаждения, на поверхность осадилось всего 1,14 мкм золота.



Рис. 8. Золотое покрытие при плотности тока — 0,25 А/дм²

Не соблюдение определенных параметров и правил предварительной обработки поверхности, приводит к различным дефектам получаемого золотого покрытия, такие как, отслоение, локальные вздутия, шелушение покрытия, рыхлый, розовый налет, темно-серые пятна на изделиях.

Так как часть золота в электролите осаждается на поверхности изделия, а часть на контактах, концентрация золота в растворе падает. И дальнейшее использование электролита может привести к некачественному покрытию. Поэтому корректировку электролита нужно производить после каждой выгрузки изделий после золо-

чения. Промывку изделий до золочения стоит производить в дистиллированной воде, во избежание загрязнения электролита. [1,5,6]

Таким образом, в результате исследований показано, что золочение изделий нужно проводить при плотности тока 0,15–0,25 А/дм², постоянном перемешивании 80–100 об/мин, и времени осаждения 20–45 минут, температура процесса осаждения от 34 до 40 С°. При этих параметрах можно получить ровную, блестящую поверхность покрытия, которая не требует дополнительной обработки.

#### Литература:

1. Моисеев, С. С. «Технология, электролиты, оборудование, расходные материалы для осаждения покрытий драгоценными металлами из безцианистых электролитов»
2. Курносин, Г. А. «Химические и гальванические способы нанесения функциональных покрытий на изделия радиоэлектронной техники», Новосибирский государственный технический университет
3. Одноралов, Н. «Гальванотехника в декоративном искусстве». М., 1974. — 191 с. 2.
4. Груев, И. Д., Матвеев Н. И., Сергеева Н. Г. «Гальваническое золочение, серебрение и палладирование в производстве радиоэлектронной аппаратуры» — М: Радио и связь — 144 с.

5. Киселёва, Е. В. Научная статья «Защитно-декоративные покрытия ювелирных изделий», XX Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии»
6. Анциферонов, В. Н., Бобров Г. В., Дружинин Л. К. «Порошковая металлургия и напыленные покрытия», 1987 г. — 791 с.
7. Головин, В. А., Ульянова З. Х. Свойства благородных металлов и сплавов. — М.: 1964. — 112 с.

## Совершенствование конструкции наклонно направленных и горизонтальных скважин Самотлорского НГКМ

Кельметр Владимир Викторович, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

Многие осложнения, возникающие при эксплуатации скважин на Самотлорском месторождении так или иначе связаны с применяемой конструкцией скважины при ее строительстве. При выборе конструкции скважины определяющими факторами служат геологические условия и номенклатура технических средств. Возможное загрязнение пластовых вод, заколонные перетоки пластового флюида, возникающие не только при бурении и эксплуатации скважины, но и после окончания ее работы и дальнейшей ликвидации могут являться следствием неправильного выбора рациональной конструкции скважины, что в свою очередь повлечет за собой трагичные последствия и нанесение большого урона окружающей среде.

Выбор рациональной конструкции должен обеспечивать: эксплуатационную надежность скважины, как технического сооружения, проектный уровень ее эксплуатации, оптимальный режим проводки ствола скважины на уровне современной техники и технологии, качественное вскрытие и разобщение продуктивных горизонтов, предупреждение осложнений и аварий, а также охрану недр в процессе бурения и в период эксплуатации.

Актуальность данной темы исследования обусловлена тем, что при подборе рациональной конструкции скважины решаются две основополагающие проблемы — это технико-экономические показатели и безопасность окружающей среды.

### Предлагаемая конструкция наклонно-направленных нефтяных и газовых скважин.

Необходимое количество обсадных колонн и глубины установки их башмаков определяется количеством зон с несовместимыми условиями проводки по градиентам пластовых (поровых) давлений и давлений гидроразрыва пластов, прочности и устойчивости горных пород для условий Самотлорского месторождения. Диаметры промежуточных обсадных колонн и долот выбираются с учетом обеспечения оптимального диаметра эксплуатационной колонны и допустимых зазоров между стволом скважины и обсадными трубами, при которых обеспечивается свободный спуск обсадных колонн, прохождение КНБК

внутри обсадной колонны, надежное разобщение пластов тампонажными материалами.

Направление Ø 324 мм спускается для перекрытия неустойчивых пород, предупреждения размыва устья и поглощения промывочной жидкости и изоляции верхних водоносных горизонтов от загрязнения. Минимально необходимая глубина спуска составляет 70 метров. Бурение под направление ведется долотами Ø 393,7 мм.

Кондуктор Ø 245 мм спускается до глубины 850 м (по вертикали) для перекрытия неустойчивых отложений перед вскрытием проявляющих горизонтов. Глубина установки башмака кондуктора определяется из условия недопущения гидроразрыва пород в зоне башмака при газонефтеводопроявлении с закрытым устьем. Крепление производится цементным раствором с подъемом цемента до устья. На кондуктор устанавливается противовыбросовое оборудование ОП2–230'35. Бурение под кондуктор ведется долотами Ø 295,3 мм.

Эксплуатационная колонна Ø 168 мм спускается на 30–50 м ниже подошвы продуктивного пласта. **Цементируется до перекрытия башмака предыдущей колонны на 150 м в нефтяных скважинах и на 500 м (либо до устья) в газовых скважинах.** Глубина установки башмака уточняется по данным ГИС. В скважинах, где в дальнейшем планируется зарезка БС либо БГС, рекомендуется эксплуатационная колонна диаметром 178 мм. Бурение под эксплуатационную колонну ведется долотом Ø215,9–220,7 мм.

Глубины спуска колонн должны определяться, корректироваться и контролироваться современными методами ГИС + ГТИ, что обеспечивается при использовании в процессе углубления скважин станции геолого-технологического контроля и проведением промежуточных геофизических исследований для прогнозирования и выделения интервалов увеличения пластового давления. По результатам интерпретации комплекса ГИС необходимо принять решение о глубине спуска колонны.

### Предлагаемая конструкция наклонно-направленных инъекционных скважин.

Направление Ø 324 мм спускается для перекрытия неустойчивых пород, предупреждения размыва устья и по-

Таблица 1. Типовая конструкция наклонно-направленной скважины

Название колонны	Интервал спуска (минимальный)	Диаметр ствола колонны, мм	Диаметр бурового долота, мм	Интервал подъема тампонажного раствора	
				Нефтяная	Газовая
Направление	70 м	324	393,7	-	-
Кондуктор	850 м	245	295,3	До устья	До устья
Эксплуатационная колонна	на 30–50 м ниже продуктивного пласта	168	215,9–220,7	на 150 м до перекрытия башмака предыдущей колонны	На 500 м (либо до устья)

глощения промывочной жидкости и изоляции верхних водоносных горизонтов от загрязнения. Минимально необходимая глубина спуска составляет 70 метров. Бурение под направление ведется долотами Ø 393,7 мм.

Кондуктор Ø 245 мм спускается до глубины 850 м (по вертикали) для перекрытия неустойчивых отложений перед вскрытием проявляющих горизонтов. Глубина установки башмака кондуктора определяется из условия недопущения гидроразрыва пород в зоне башмака при нефтегазопоявлении с закрытым устьем. Крепление производится цементным раствором с подъемом цемента до устья. На кондуктор устанавливается противовыбросовое оборудование ОП2–230/35. Бурение под кондуктор ведется долотами Ø 295,3 мм.

Эксплуатационная колонна Ø 168 мм спускается в продуктивный пласт на 1600 м по вертикали. Цементируется до перекрытия башмака предыдущей колонны на 150 м. Глубина установки башмака уточняется по данным ГИС. Бурение под эксплуатационную колонну ведется долотом Ø 215,9–220,7 мм.

Так же в скважину будут спускаться НКТ диаметром 114 мм до глубины 1420 метров.

Во всех поглощающих скважинах с целью недопущения перетоков в водоносные горизонты с питьевыми водами будут устанавливаться пакеры, для изоляции нижележащих отложений от зоны поглощения — цементные мосты, а также выполняться мероприятия по опрессовке эксплуатационных колонн и пакеров.

Проектная конструкция инъекционной скважины обеспечивает достаточно высокую степень совершенства вскрытия поглощающего пласта и надежность крепи скважины. Имеется, так же, четыре ступени защиты вышележащих водоносных горизонтов от возможных перетоков закачиваемых жидкостей:

— НКТ с внутриколонным пакером защищают эксплуатационную колонну;

— Эксплуатационная колонна защищает проникаемые участки разреза от возможных перетоков в случае нарушения герметичности НКТ;

— Кондуктор защищает водоносные горизонты от возможных перетоков в случае нарушения герметичности НКТ и эксплуатационной колонны. При этом глубина спуска кондуктора запроектирована на такую глубину, что

в случае нарушения герметичности НКТ и эксплуатационной колонны — перетоков происходить не будет;

— Направление защищает первые от поверхности водоносные горизонты от возможных перетоков в случае нарушения герметичности НКТ, эксплуатационной колонны и кондуктора.

Учитывая специфику строительства поглощающих скважин для закачки бурового шлама, до уровня интервалов перфорации скважина может иметь наклонный ствол, а глубже, в интервалах закачки, для предотвращения седиментации твердых частиц ствол должен быть вертикальным, рисунок 1.

**Предлагаемая конструкция горизонтальных нефтяных и газовых скважин.**

Направление Ø 324 мм спускается для перекрытия неустойчивых пород четвертичных отложений с целью предупреждения их осыпей и обвалов, предупреждения размыва устья и поглощения промывочной жидкости и изоляции верхних водоносных горизонтов от загрязнения. Минимально необходимая глубина спуска составляет 70 метров. Бурение под направление ведется долотами Ø 393,7 мм.

Кондуктор (удлиненный) Ø 245 мм спускается до глубины 850 м (по вертикали) с целью перекрытия всей верхней толщи глинистых пород палеогеновой и верхнемеловой систем для предупреждения осложнений, связанных с их обвалообразованием и пластическим течением при дальнейшем углублении и длительном нахождении бурового инструмента в открытом стволе при бурении под эксплуатационную колонну. Кроме того, вышеуказанная глубина спуска кондуктора обеспечивает предупреждение гидроразрыва пород у его башмака при ликвидации возможных нефтепроявлений и выброса при бурении под эксплуатационную колонну и закрытии ПВО. Бурение под кондуктор ведется долотом Ø 295,3 мм.

Эксплуатационная колонна Ø 168 либо 178 мм (рекомендуемая) — спускается на кровлю продуктивного пласта. **Цементируется до перекрытия башмака предыдущей колонны на 150 м в нефтяных скважинах и на 500 м (либо до устья) в газовых скважинах.** Спуск и крепление эксплуатационной колонны на данную глубину (в кровлю пласта) обеспечивает возможность дальнейшего бурения горизонтального ствола скважины на

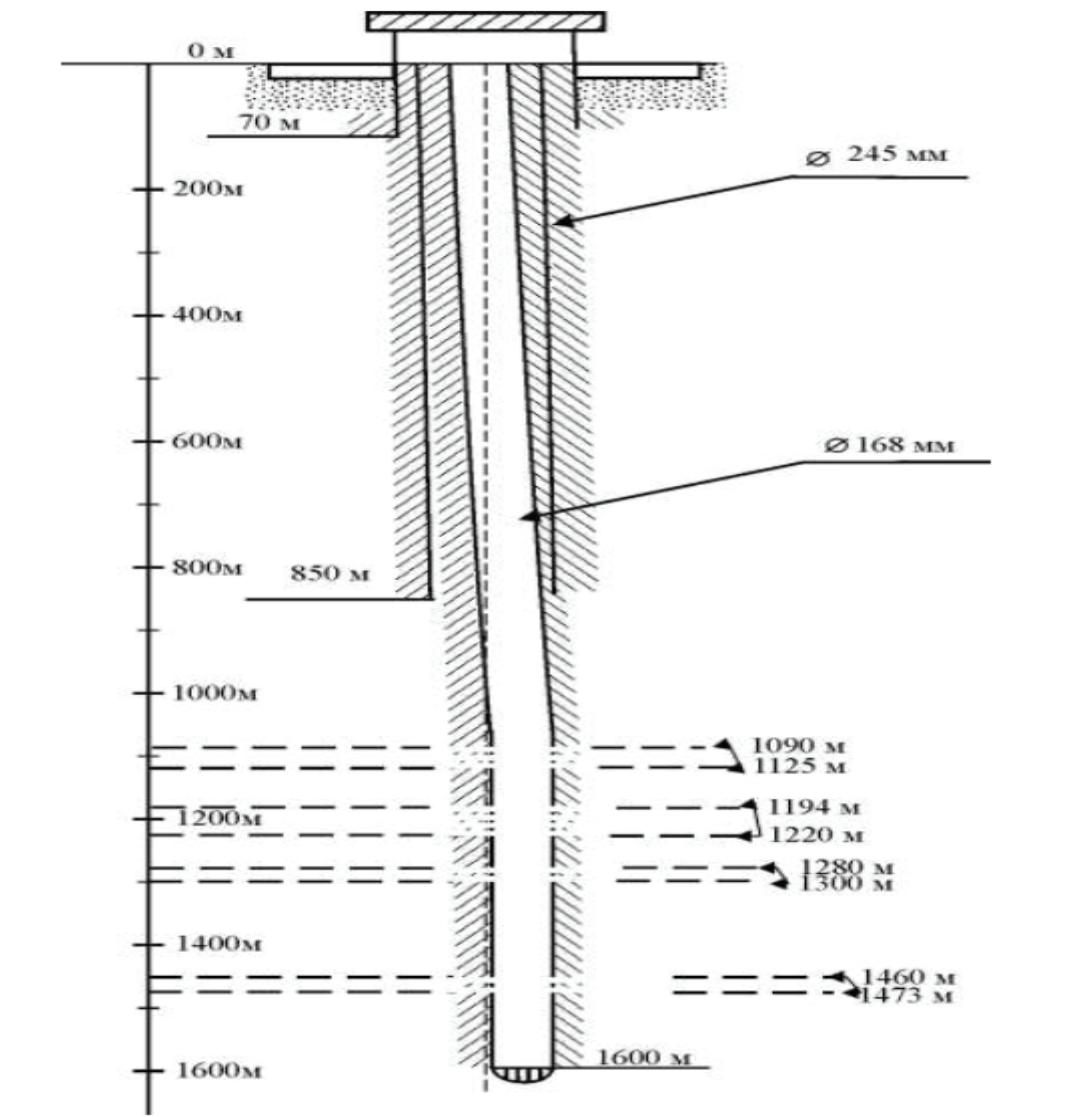


Рис. 1. Проектная конструкция инъекционных скважин

Таблица 2. Типовая конструкция наклонно-направленной инъекционной скважины

Название колонны	Интервал спуска (минимальный)	Диаметр ствола колонны, мм	Диаметр бурового долота, мм	Интервал подъема тампонажного раствора	
				Нефтяная	Газовая
Направление	70 м	324	393,7	-	-
Кондуктор	850 м	245	295,3	До устья	-
Эксплуатационная колонна	1600 м в продуктивный пласт	168	215,9–220,7	на 150 м до перекрытия башмака предыдущей колонны	-

качественном биополимерном буровом растворе с минимально допустимой плотностью.

Диаметр рекомендуемой эксплуатационной колонны 178 мм определен рядом условий:

- проходимости бурильного инструмента для дальнейшего бурения горизонтального ствола, в том числе долота  $\varnothing 152,4$  мм (либо 155,6 мм);

- проходимости колонны-хвостовика  $\varnothing 114$  мм и его элементов оснастки, в том числе подвески-разъединителя ПХН-114/178;

- обеспечение возможности применения высокотехнологического глубинно-насосного оборудования необходимых типоразмеров для добычи нефти;

- проходимости инструментов и приборов при текущих и капитальном ремонте скважины.

Бурение под эксплуатационную колонну 168 либо 178 мм ведется долотами Ø 215,9 либо 220,7 мм.

Хвостовик типа ФС-114 (ФГС-114) — предусматривается два варианта заканчивания скважин:

— основной рекомендуемый вариант — спуск фильтра-хвостовика с перекрытием эксплуатационной ко-

лонны на 75 м от её башмака с помощью подвески размером 168 (178)/114 без цементированья;

— резервный вариант — заканчивание осуществляется спуском и цементированием по всей длине с последующим вторичным вскрытием продуктивного пласта путем перфорации хвостовика.

Таблица 3. Типовая конструкция горизонтальной скважины

Название колонны	Интервал спуска (минимальный)	Диаметр ствола колонны, мм	Диаметр бурового долота, мм	Интервал подъема тампонажного раствора	
				Нефтяная	Газовая
Направление	70 м	324	393,7	-	-
Кондуктор	850 м	245	295,3	До устья	До устья
Эксплуатационная колонна	на кровлю продуктивного пласта	168 либо 178	215,9–220,7	на 150 м до перекрытия башмака предыдущей колонны	На 500 м (либо до устья)

Конструкции скважин спроектированы согласно геологическим условиям месторождения, а также плану своевременного предупреждения осложнений в процессе эксплуатации.

Выбранные типы конструкций скважин позволяют обеспечивать дебиты скважин на уровне проектных показателей, что подтверждается данными сопоставления параметров добычи за период 2014–2016 гг, представленными в таблице 4.

Таблица 4. Средние дебиты скважин по жидкости по способу эксплуатации на Самотлорском НГКМ

Показатели	Ед. изм.	2014 год		2015 год		2016 год	
		Проект	Факт	Проект	Факт	Проект	Факт
ЭЦН	т/сут	169,4	168,9	170,4	169,9	161,3	160,8
ШГН	т/сут	14,3	13,3	14,8	13,7	13,8	12,8
газлифт	т/сут	306,8	352,6	290,5	333,9	0	0
фонтан	т/сут	65,5	56,1	73,1	62,6	55,0	47,1
Всего	т/сут	155,5	155,8	153,4	153,7	147,3	147,6

Таким образом выбранные конструкции скважин являются оптимальными и рациональными с точки зрения разработки месторождения поскольку данные по средней

добыче жидкости по месторождению близки к рассчитанным на гидродинамической модели.

#### Литература:

1. Булатов, А. И., Проселков Ю. М. Решение практических задач при бурении и освоении скважин, справочное пособие. — Краснодар: Советская Кубань, 2006. — 741 с.



## Влияние стиля вождения на эксплуатацию автомобильного транспорта

Климентова Анастасия Алексеевна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье исследуется влияние скорости движения транспортного средства, опыт водителя, дорожные и погодные условия, которые суммарно влияют на процессы износа, расхода во время эксплуатации. Основная задача заключается в том, чтобы показать, как можно сократить преждевременный износ деталей, снизить процент образования вредных веществ в выхлопных газах благодаря квалификации и опыту водителя транспортного средства. В заключении мы сможем увидеть, какая может получиться экономия для транспортных предприятий, эксплуатируемых грузовые автомобили.

**Ключевые слова:** эксплуатация автомобиля, экологичность, экономное вождение, грузовой автомобиль.

На сегодняшний день вопрос объективной оценки уровня профессионального мастерства водителя автомобиля не решён полностью, как и прежде, при подготовке и повышении уровня вождения, при контроле их органами ГИБДД, квалификация вождения оценивается субъективно, поэтому вопрос о методах и средствах точной оценки уровня профессионального мастерства водителя является актуальным [1]. Уровень подготовки водителя транспортного средства можно представить суммарным значением совершенного выполнения отдельных

элементов, которые и составляют весь результат вождения. Этот процесс заключается в умении использовать основные органы управления автомобилем — рулевое колесо, приводы сцепления и тормозов, рычаг переключения передач и т. д.

Квалификация заключается в уровне общей и специальной подготовки водителя, его психологические характеристики, умение прогнозировать ситуацию на дороге. Она является фактором для многих процессов, происходящих в автомобиле при движении (рис. 1).

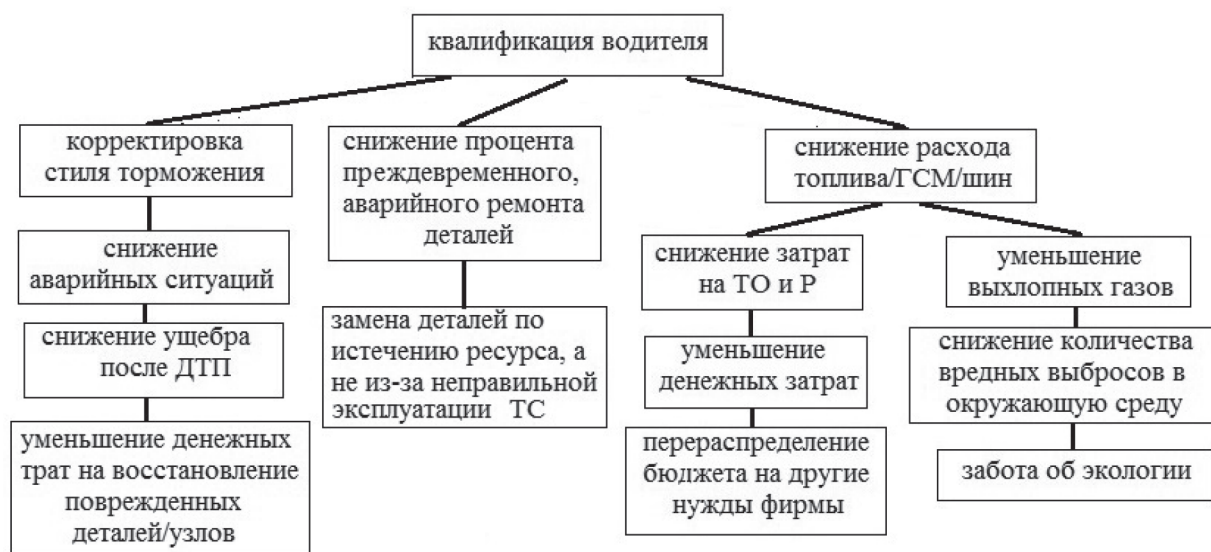


Рис. 1. Влияние квалификации водителя

При вождении транспортного средства на слишком высоких скоростях, при резком торможении или пуске детали приходят в непригодное для использования состояние быстрее, чем при соблюдении рекомендаций по эксплуатации автомобиля, например, шины. Также неправильное давление воздуха в шинах, сильно влияет на их несвоевременный износ. При низком давлении увеличивается расход топлива, создается увеличение площади деформации шины, а из-за высокого давления в шинах увеличивается напряжение в нитях каркаса, появляется вероятность несвоевременного разрушения корда. Жёсткое и внезапное торможение увеличит износ тор-

мозных механизмов, при движении автомобиля с педалью газа в пол мы увеличиваем нагрузку на двигатель и расход топлива растёт. На расход топлива при эксплуатации автомобиля влияют такие факторы как: соответствие марки топлива автомобилю и времени года, качество топлива, техническое состояние автомобиля, мастерство водителя, дорожные условия, организация транспортной работы [2]. Частые и быстрые ускорения повлекут за собой износ транспортного средства. Водитель при соблюдении скоростного режима может минимизировать расход топлива, а наблюдать за текущим расходом можно с помощью проточного датчика расхода топлива. Несоблю-

дение скоростного режима также ведет к увеличению вероятности дорожно-транспортного происшествия по вине водителя, что может повлечь за собой капитальный ремонт автомобиля, которое потребует немалых денежных вложений предприятия. Оптимальная скорость вождения позволяет лучше следить за дорожной обстановкой, благодаря чему водитель контролирует ситуацию и снижает процент риска попадания в дорожное происшествие. Скорость влияет на расход топлива, а проблема экономии топливно-энергетических ресурсов на сегодняшний день относится к наиболее важным задачам отрасли. Множественные технические мероприятия по снижению расходов топлива постоянно совершенствуются и внедряются в производство новых моделей на автомобильных производствах.

Рассмотрим, какая будет экономия лишь при движении на оптимальной скорости для минимального расхода топлива на скорости 90 км/ч и при 110 км/ч, когда расход увеличится на 23% [3]. Рассчитаем стоимость дизельного топлива на эксплуатацию автомобиля Volvo FH 12в течение одного года. Годовой объем расходуемого топлива вычисляется по формуле:

$$V_f = (B \times S): 100 \quad (1)$$

где  $B$  — расход топлива, л/100 км;

$S$  — среднегодовой пробег, км

$$V_f = (31 \times 110000): 100 = 34100 \text{ л}$$

$$V_{f1} = (31 \times 110000 \times 1,23): 100 = 41943 \text{ л}$$

Разница в объеме топлива составит:

$$41943 - 34100 = 7843 \text{ л}$$

Переведем литры в рубли (1 литр дизельного топлива = 44,6 рубля):

$$41943 \times 44,6 = 349797,8 \text{ руб.}$$

Благодаря расчету мы видим, какую сумму можно сохранить на предприятии лишь при соблюдении водителем правильного скоростного режима при перевозке груза. Плюсом в данной ситуации будет то, что движение автомобиля при оптимальных нагрузках, которые рекомендует завод изготовителя, минимизируется преждевременный износ таких частей автомобиля как тормозные механизмы, сцепление, различных приводных ремней и т. п. А если износ будет такой, как заложено в сроке эксплуатации, при указанном выше стиле вождения, то это сведет к минимуму дополнительные расходы на внеплановые замены. Тем самым расходы на замену будут лишь происхо-

дить на очередном техническом обслуживании, которое производится на определенном пробеге.

Стиль вождения является наиважнейшим фактором, влияющим на выбросы вредных веществ. При резком ускорении возрастает расход топлива и, как следствие, увеличиваются выхлопы. А снижение расхода топлива снизит количество выхлопов в окружающую среду. Основными вредными веществами в выхлопах являются: угарный газ, углеводород, оксиды азота, твердые частицы. Транспортные загрязнения составляют более 70% валового выброса. Его вредные, канцерогенные вещества создают опасные концентрации. Данные выбросы рассеиваются на уровне дыхания из-за этого они намного опаснее промышленных выбросов, рассеиваемых высокими трубами [4]. Одной из основных мер по уменьшению отрицательного воздействия автомобилей на окружающую среду является повышение экологических характеристик топлив и масел, поэтому качество используемых горюче-смазочных материалов занимает не последнее место в процессе эксплуатации автомобилей. Так же сейчас всё популярнее становятся альтернативные виды топлива (водород, природный газ), которые выделяют меньшее количество вредных веществ при сгорании.

Рассмотренные варианты, благодаря которым можно снизить затраты на расходы при эксплуатации грузовых автомобилей, имеют место для ежедневного применения. При содержании парка автомобилей сохраненные денежные средства можно перенаправить на другие нужды, например, на обновление подвижного состава. При исполнении рекомендаций и качественном обслуживании автомобиля во время своевременного прохождения технического обслуживания и при проверке состояния здоровья водителя перед выходом на линию мы обеспечиваем не только безопасное дорожное движение, но также и заботу об экологии окружающего нас города. В безопасном вождении главным определяющим фактором является не только навык быть оператором движения, а также поведение водителя на дорожной обстановке, что зависит от психологического состояния и личностных качеств, которые имеют свои отличительные особенности в различных возрастных группах. Поэтому в процессе обучения, переподготовки и повышения квалификации водителей необходимо уделять внимание всем особенностям, которые помогут составить комплексный портрет кандидата.

#### Литература:

1. Б. Д. Ефремов, Ю. В. Оверин. Методы оценки профессиональных качеств водителей автомобилей // Техничко-технологические проблемы сервиса. — 2013. — № 2 (24). — с. 153–155.
2. Доронкин, В. Г., Караченцев А. П., Колачева Н. В. Методы решения проблемы экономичного вождения на основе математического моделирования // Вестник НГИЭИ. — 2015. — с. 32–36.
3. Влияние скорости на расход топлива URL: [https://city4people.ru/post/blog\\_349.html](https://city4people.ru/post/blog_349.html)
4. Лим, Т. Е. Влияние транспортных загрязнений на здоровье человека. Обзор литературы // ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург». — 2010. — с. 4–8.

## Лабораторная работа по исследованию свойств параллельного и последовательного соединения резисторов беспаячным способом

Кучков Ахлитдин Мирзохид угли, преподаватель;  
 Мирзаева Умидахон Хатамбой кизи, студент магистратуры;  
 Турсунова Умидахон Абдулхамид кизи, студент;  
 Абдужалилов Аббосбек Абдуразок угли, студент;  
 Каримов Боходир Хошимович, кандидат физико-математических наук, доцент  
 Ферганский государственный университет (Узбекистан)

*В работе исследованы свойства и физические законы соединения резисторов без пайки. При построении макетов от монтажа пайкой удастся полностью отказаться или свести его к минимуму. Как показал, опыт практическое использование макетных плат позволяют, существенно сэкономить временные и материальные затраты.*

**Ключевые слова:** резисторы, макетная плата, соединение без пайки, параллельное и последовательное соединение, токи, напряжение и сопротивления при соединения резисторов.

## Laboratory work on the study of the properties of parallel and serial connection of resistors using a solderless connection

Kuchkov Ahlitdin Mirzohid ugli, teacher;  
 Mirzaeva Umidahon Hatamboy kizi, student;  
 Tursunova Umidahon Abdulhamid kizi, student;  
 Abduszhililov Abbosbek Abdurazok ugli, student;  
 Karimov Bohodir Hoshimovich, candidate of physico-mathematical sciences, associate professor  
 Fergana State University (Uzbekistan)

*The paper studies the properties and physical laws of connecting resistors without soldering. When building layouts, soldering installation can be completely, abandoned or reduced to a minimum. As experience has shown, the practical use of layout boards can significantly save time and material costs.*

**Keyword:** resistors, layout Board, connection without soldering, parallel and serial connection, currents, voltage and resistance when connecting resistors.

В современном высшем учебном заведении перед каждым преподавателем стоит цель по развитию научно-исследовательских навыков студентов. Один из задач является мотивации студента и совершенствование научно-исследовательских навыков в формулировке исследовательского вопроса во время лабораторной работы на уроках физики. В данной работе исследованы свойства и физические законы соединения резисторов без пайки. Как показал, опыт практическое использование макетных плат позволяют, существенно сэкономить временные и материальные затраты. [1,2].

**Цель работы:** опытным путем изучить законы протекания тока через последовательно и параллельно соединение резисторов с помощью беспаячное соединение и определить формулы сопротивлений таких участков. Резисторы применяются в электронных приборах и робототехнике. [3].

Последовательным соединением сопротивлений называется такое соединение, при котором конец первого сопротивления соединяется с началом второго, конец второго — с началом третьего и т. д. Рассмотрим физические законы соединения резисторов. Перечень оборудования показаны на рис. 1,2,3.

### Перечень оборудования



Рис. 1. Резистор и провода



Рис. 2. Мультиметр



Рис. 3. Макетная плата

### Последовательно соединенных резисторов

**Сопротивление в последовательной цепи.** Общее сопротивление последовательно соединенных резисторов равно сумме их сопротивлений.

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (1)$$

Если последовательно включено любое количество резисторов одинаковых сопротивлений, то их общее сопротивление можно определить, умножив сопротивление одного резистора на количество резисторов.

$$R_{\text{общ}} = nR_1 \quad (2)$$

Пример последовательного соединения двух резисторов показан на рис. 4.

Общее сопротивление для двух резисторов.

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 \quad (3)$$

$$R_{\text{общ}} = 25 \text{ Ом} + 35 \text{ Ом} = 60 \text{ Ом} \quad (4)$$

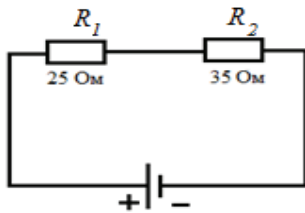


Рис. 4. Последовательное соединение двух резисторов

### Величина тока в последовательной цепи

Так как в данной цепи отсутствует ответвление тока, то очевидно, что количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника за единицу времени в любой точке цепи, будет одинаковым. Следовательно, во всех точках последовательной цепи величина тока одинакова.

Поэтому при последовательном соединении, для измерения тока достаточно включать один амперметр на любом участке цепи.

В качестве примера, можно привести цепь последовательного соединения двух резисторов, который показан на рис. 5.

$$I = I_1 = I_2 = 0,2 \text{ А}$$

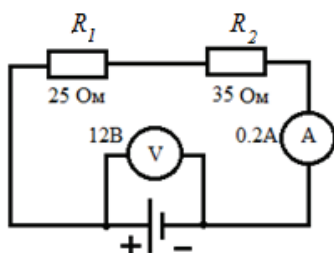


Рис. 5. Величина тока в последовательной цепи

### Распределение напряжения в последовательной цепи

Напряжение источника тока, приложенное, к внешнему участку цепи распределяется по участкам цепи прямо пропорционально сопротивлениям этих участков. Напряжение, приложенное, к каждому из этих резисторов определяется по формуле:

$$U = IR \quad (5)$$

Так как ток в последовательной цепи везде одинаков, значит, действительно напряжение на ее участках зависит от сопротивления, чем больше сопротивление, тем большее напряжение приложено к данному участку. Сумма напряжений на участках последовательной цепи равна напряжению источника тока.

$$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (6)$$

Пример, распределение напряжения в последовательной цепи соединения двух резисторов показан на рис. 6.

$$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 \quad (7)$$

$$12 \text{ В} = 5 \text{ В} + 7 \text{ В}$$

### Параллельное соединение сопротивлений

Параллельным соединением сопротивлений называется такое соединение, при котором к одному зажиму источника подключаются начала сопротивлений, а к другому зажиму — концы.

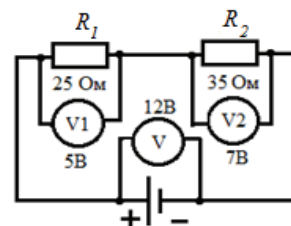


Рис. 6. Распределение напряжения в последовательной цепи

### Сопротивление в параллельной цепи

Общее сопротивление параллельно включенных сопротивлений определяется по формуле:

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (8)$$

Если параллельно включено любое количество резисторов одинаковых сопротивлений, то их общее сопротивление можно определить, если сопротивление одного резистора разделить на количество резисторов.

Общее сопротивление параллельно включенных сопротивлений всегда меньше наименьшего сопротивления, входящего в данное соединение. Пример, если параллельно включено только два резистора (рис. 7), то их общее сопротивление можно определить по формуле:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (10)$$



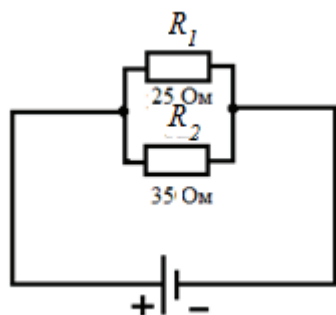


Рис. 7. Параллельное соединение двух резисторов

#### Распределение тока в параллельной цепи

В цепи с параллельным соединением, что электрический ток распределяется по параллельным ветвям обратно пропорционально их сопротивлениям.

Это значит, что чем больше сопротивление, тем меньше по нему пойдет ток.

$$I = \frac{U}{R} \quad (11)$$

Рассматривая точку разветвления А, замечаем, что к ней притекает ток  $I$ , а токи  $I_1$ ,  $I_2$ , утекают из нее. Так как движущиеся электрические заряды не скапливаются в точке, то очевидно, что суммарный заряд, притекающий к точке разветвления, равен суммарному заряду, утекающему от нее:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (12)$$

Следовательно, величина тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов в параллельных ветвях.

Пример, распределение тока в параллельной цепи соединения двух резисторов показан на рис. 8.

$$I = I_1 + I_2$$

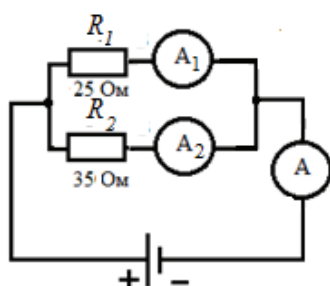
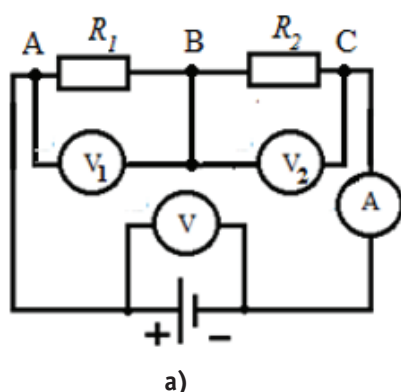
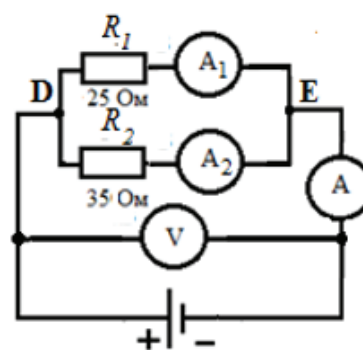


Рис. 8. Распределение тока в параллельной цепи



а)



б)

Рис. 9. Схема исследования: а) последовательное соединение, б) параллельное соединение

#### Величина напряжения в параллельных цепях

Так как начала всех сопротивлений сведены в одну общую точку, а концы — в другую, то очевидно, что разность потенциалов на концах любого из параллельно включенных сопротивлений равна разности потенциалов между общими точками.

Итак, при параллельном соединении сопротивлений напряжения на них равны между собой.

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n \quad (13)$$

#### Содержание хода работы и последовательность действий

##### Техническое задание

- 1) Собрать электрическую цепь в макетную плату (рис. 9.)
- 2) Снять показания приборов и записать их в таблицу.
- 3) Произвести расчеты.
- 4) Ответить на контрольные вопросы.
- 5) Сделать вывод.

##### Порядок выполнения работы

- 1) Собрать схему в макетную плату (Рис. 9.).
- 2) Установить на схеме величины  $R_1 = 1 \text{ кОм} + N$ ,  $R_2 = 2 \text{ кОм} + N$ ,  $R_3 = 3 \text{ кОм} + N$  и  $R_4 = 4 \text{ кОм} + N$ , где  $N$  — номер студента по журналу (мощность резисторов более 1 Вт).
- 3) Включить источник и установить напряжение  $U = 5\text{В}, 9\text{В}, 12\text{В}, 15\text{В}$ .
- 4) Определите экспериментально с помощью мультиметра (в режиме измерения сопротивлений) сопротивление между точками: А и В; В и С; А и С; D и Е.
- Запишите эти показания в таблицу 1, 2.
- 5) Рассчитайте теоретические значения сопротивлений между указанными точками схемы и сравните их с измеренными.
- 6) Измерьте с помощью мультиметра (в режиме измерения постоянного тока) токи, текущие через каждое сопротивление. Запишите показания прибора в таблицу 1.
- 7) Проверьте экспериментально, что в последовательной цепи ток одинаков через все сопротивления, а в параллельной цепи разделяется так, что сумма всех токов



через параллельно соединенные элементы, равна полному току через весь участок.

8) Измерьте с помощью мультиметра (в режиме измерения постоянного напряжения) напряжения на каждом сопротивлении. Запишите показания прибора в таблицу 2.

9) Проверьте экспериментально, что в последовательной цепи напряжение на всем участке равно сумме напряжений на каждом элементе, а в параллельной цепи, напряжение одно и то же на каждом элементе.

10) Отключить схему.

Таблица 1. Рассчитанные и измеренные параметры для последовательного соединения резисторов: А и В; В и С; А и С.

№ вар.	Установлено		Рассчитано			Измеренные параметры			
	$R_1$	$R_2$	А — В	В — С	А — С	I	U	$U_1$	$U_2$
	кОм	кОм	кОм	кОм	кОм	А	В	В	В

Таблица 2. Рассчитанные и измеренные параметры для параллельного соединения резисторов: D и E.

№ вар.	Установлено		Рассчитано			Измеренные параметры			
	$R_3$	$R_4$	D и E			U	I	$I_1$	$I_2$
	кОм	кОм	кОм			В	А	А	А

#### Содержание отчета

- название и цель работы;
- схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты расчетов;
- выводы по работе.

#### Контрольные вопросы

- Может ли сопротивление участка двух параллельно соединенных проводников быть больше (меньше) любого из них? Объясните ответ.
- Как по вольтамперной характеристике определить величину сопротивления цепи?
- Как по показаниям мультиметра можно определить величину сопротивления участка электрической цепи и потребляемая мощность?

4) Нарисуйте схемы последовательное и параллельное соединение двух резисторов.

5) Объясните физические законы соединения резисторов.

#### Выводы

В работе исследованы свойства и физические законы параллельного и последовательного соединения резисторов без применения пайки.

При построении макетов от монтажа пайкой удастся полностью отказаться или свести его к минимуму. Как показал, опыт практическое использование макетных плат позволяют, существенно сэкономить временные и материальные затраты.

#### Литература:

- А. Л. Марченко, Освальд С. В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде MULTISIM. Учебное пособие для вузов. - М.: ДМК Пресс. 2010. - 448 С.
- Л. Г. Белиовская, Белиовский Н. А. Роботизированные лабораторные работы по физике, Пропедевтический курс физика. — М.: ДМК Пресс. 2016. - 164 С.
- Википедия [Электронный ресурс]. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Processing>.

## Преимущества и возможности режима дистанционного обучения автоматизированной обучающей системы

Метальников Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;  
Карпанин Олег Валентинович, старший преподаватель;  
Костяев Андрей Евгеньевич, студент магистратуры  
Пензенский государственный университет

*Статья посвящена режиму удаленного доступа автоматизированной обучающей системы на основе лабораторных стендов. Описаны средства и подходы, примененные в данном вопросе, приведены преимущества использования удаленного доступа.*

**Ключевые слова:** автоматизированная обучающая система, удаленный доступ, дистанционное обучение, лабораторный практикум, научно-дидактический комплекс.

Работа автоматизированной обучающей системы (АОС) в режиме удаленного доступа сопровождается использованием средств дистанционного обучения (ДО) [1]. В высшем техническом образовании важную роль играет возможность сформировать у исследователей и инженеров научное мышление, навыки усвоения информации и ее критического анализа, умение построения научных гипотез и проведения эксперимента для их проверки. Решение данной задачи представляется возможным благодаря широкому применению современных информационных технологий.

Используемые средства обучения во время ДО выступают в качестве интерпретации содержания обучения и также применяются, чтобы контролировать и управлять учебно-образовательной деятельностью. Определенный материал, возможно представить разными средствами обучения, у каждого имеются уникальные дидактические возможности. Обучающему необходимо знать об этих возможностях и уметь относить их к разным средствам. Из анализа источников, к средствам ДО относятся:

1. Учебные пособия (электронный вариант учебников и учебно-методических пособий, электронные справочные системы и учебники и т. д.);
2. Сетевые учебно-методические пособия;
3. Компьютерные обучающие системы в мультимедийном и обычном вариантах;
4. Аудио учебно-информационные материалы;
5. Видео учебно-информационные материалы;
6. Лабораторные дистанционные практикумы;
7. Тренажеры с удаленным доступом;
8. Базы знаний и данных с удаленным доступом;
9. Электронные библиотеки с удаленным доступом.

Исходя из общепринятых взглядов на традиционный учебный процесс, средства обучения представляются через технические средства обучения (ТСО). Например: мультимедийные проекторы, компьютеры, лабораторные стенды и т. д. ТСО являются учебным оборудованием, состоящего из лабораторного оборудования (микроскопы, химическая посуда, контрольно-измерительные приборы и т. п.), а также учебных приспособлений и мебели. Сле-

дует обратить внимание на то, что в СДО используются средства новых информационных технологий (СНИТ) в качестве средств обучения.

Ключевой составляющей АОС является «Лабораторный практикум» выступающий в качестве средства ДО. Потребность в подобном средстве увеличивается, когда затрагивается процесс подготовки специалистов во многих отраслях техники, так как подготовка специалистов основывается и на изучении необходимого теоретического материала, и на получении определенных практических навыков для проведения лабораторных исследований. На сегодняшний день, анализируя возможные пути решения этой проблемы касаясь СДО, приводит к тому, что она решается двумя способами. Один заключается в специальной разработке и последующей доставке мобильного комплекта к обучаемому, другой используется, чтобы обеспечить дистанционный доступ к установкам в лаборатории. Последователи этих направлений имеют определенные достижения, однако, кардинально решить указанную проблему возможно при создании идеи дистанционного лабораторного практикума (ДЛП), что решает как проблемы практикумов для ДО, так и проблемы традиционных форм процесса образования [2].

Основным компонентом ДЛП является универсальный научно-дидактический комплекс (НДК), созданный для определенного тематического направления. НДК возможно применять при обучении студентов, переподготовки специалистов и проведении исследований в области науки, также предусмотрена возможность коллективного использования абонентами, находящимися на значительном расстоянии, что выполняется посредством телекоммуникации. Работа измерительных приборов в НДК имитируется автоматизированной интеллектуальной подсистемой. Для управления экспериментом в автоматическом режиме используется интеллектуальная многоканальная подсистема регулирования по командам, получаемым со стороны пользователей с удаленных компьютеров на рабочих местах, где создается виртуальное отображение НДК, что позволяет максимально прибли-

женно воспроизвести реальное оборудование, используемое в стенде. Программное обеспечение, установленное на рабочих местах, поддерживает весь процесс лабораторного практикума, состоящего из моделирования, контроля знаний, получения индивидуального задания, обучения, инициирования выполнения эксперимента, возможности задавать его условия, получения результатов и их последующий анализ. В состав комплекса желательно добавлять практические задания и методические указания, облегчающие получение и освоение навыков взаимодействия с компьютером и его сетями.

Однако описанные выше подходы лишены главного — отсутствие возможности проведения натурального эксперимента на реальных объектах и образцах самостоятельно. В АОС такая возможность реализуется в полном объеме. Роль инженера лаборатории удаленного доступа сводится лишь к установке исследуемых образцов/объектов, включению стенда и запуску серверного приложения. Программу исследования, обработку результатов и составление отчета учащийся реализует самостоятельно. Его работа в АОС в удаленном режиме ничем не должна отличаться от работы студента, непосредственно присутствующего в лаборатории. Грамотно построенная справочная система делает необязательным личное общение с преподавателем. Но такая возможность в виде электронной переписки во время проведения исследований обязательно должна быть реализована. Эти технологии на

сегодняшний день хорошо развиты и не вызовут больших проблем при реализации. Такой подход резко увеличивает целевую группу потребителей системы:

- студенты вечерней и заочной форм обучения;
- студенты с хроническими заболеваниями, вынужденные прерывать в моменты обострений посещения занятий либо в периоды плановой госпитализации;
- лица с ограниченными возможностями.

Для студентов, обучающихся по очной форме, появляется возможность использовать ресурсы выпускающей кафедры (это создает более комфортные условия обучения), а для администрации ВУЗа появляется возможность улучшить планирование учебного процесса и повысить загруженность специализированных лабораторий [3].

Для остальных, ранее перечисленных категорий, преимущества использования удаленного доступа очевидны.

Главное требование к АОС для реализации такой задачи: программно-аппаратное обеспечение должно обеспечить абсолютно равные возможности получения образования в режиме удаленного доступа. Роль лаборантов и инженеров лаборатории сводится лишь к включению питания оборудования и установке образцов. Режим работы всех систем АОС (справочной, учебно-методической, контроля знаний и т. д.) должен по своим возможностям полностью соответствовать рабочим местам непосредственно в специализированной лаборатории.

#### Литература:

1. Метальников, А. М., Карпанин О. В., Чайкин М. С. Аппаратное и программное обеспечение автоматизированной обучающей системы для исследования вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов // Молодой ученый. — 2019. — № 50. — с. 118–121.
2. Раводин, О. М., Туровец Л. А., Зайцев А. П. Адаптивная обучающая система для проведения лабораторных практикумов при дистанционной технологии. Успехи современного естествознания. — 2005. — № 6. — с. 90–92.
3. Гедранович, В. В. Квалиметрический инструментарий в управлении учебно-познавательной деятельностью студентов / В. В. Гедранович // Инновационные образовательные технологии. — 2005. — № 1. — с. 58–65.

## Реализация уровневого подхода в автоматизированной обучающей системе

Метальников Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;

Карпанин Олег Валентинович, старший преподаватель;

Костяев Андрей Евгеньевич, студент магистратуры

Пензенский государственный университет

*Статья посвящена применению уровневого подхода в автоматизированной обучающей системе на основе лабораторных стендов.*

**Ключевые слова:** автоматизированная обучающая система, уровневый подход, направление подготовки, среднее профессиональное образование, основная профессиональная образовательная программа.

Выполнение лабораторной работы на разном уровне сложности с точки зрения постановки цели и трудоемкости задач ее достижения для пользователей с разным

уровнем подготовки является явным преимуществом в применении АОС, которая может быть использована для изучения различных групп дисциплин: полупроводниковая

электроника, электрические измерения, метрологические характеристики автоматизированных комплексов и т. д. [1].

В качестве примера в первую очередь рассмотрим применение АОС и реализацию уровневого подхода для изучения дисциплин по полупроводниковой электронике, микроэлектронике и наноэлектронике. Проведенный анализ, соответствующих федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) высшего образования (ВО) и среднему профессиональному образованию (СПО), а также учебных планов различных

учебных заведений России, позволил сделать следующие выводы.

1. Требования к результатам обучения студентов по основной профессиональной образовательной программе (ОПОП) в сильной степени зависят не только от ступени (уровня) образования, но также и от направления, профиля и формы обучения.

2. Иерархию определения требований к результатам обучения профессионального образования можно отобразить в виде схемы на рисунке 1.

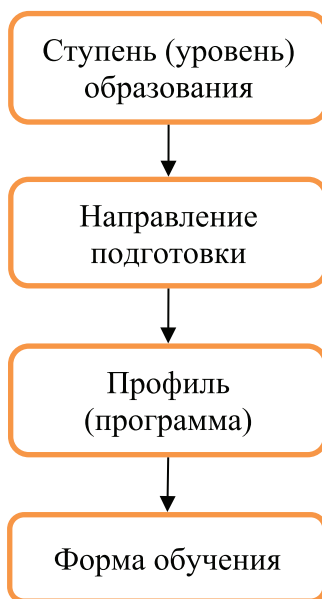


Рис. 1. Иерархия определения требований к результатам обучения профессионального образования

3. Всего в профессиональном образовании по техническим направлениям подготовки можно выделить следующие ступени образования: СПО, бакалавриат, специалитет, магистратура и аспирантура.

4. Уровень требований к результатам обучения в бакалавриате и специалитете практически одинаковые.

5. Условно глубину изучения и спектр вопросов, которые необходимо освоить в ходе обучения, для различных ступеней обучения сформулированы следующим образом:

СПО — «Ознакомление»;

бакалавриат и специалитет — «Изучение и основы НИР»;

магистратура — «Глубокое изучение и НИР»;

аспирантура — «НИР и техническое творчество».

6. Наиболее востребованной разрабатываемая система является для бакалавриата и специалитета.

7. Наиболее трудоемким, с максимальным уровнем сложности аппаратно-программного и методического обеспечения является АОС для направления подготовки «Электроника и наноэлектроника» дистанционной формы обучения для профилей (программ) обучения, включающих проектно-конструкторскую и научно-исследовательскую деятельность в качестве основных (как правило, такие виды деятельности включены в ОПОП

академических профилей подготовки бакалавров и магистров).

Исходя из выше приведенных выводов, разработку данной системы следует ориентировать в первую очередь на уровень подготовки «бакалавр» и «специалист» с возможностями реализации требований к другим ступеням образования [2].

Далее указаны общие требования к АОС по глубине изучения темы исследований.

Уровень «Ознакомление» позволит изучить общее назначение и продемонстрировать основные характеристики и параметры полупроводниковых приборов (диоды, транзисторы и тиристоры). В данной подсистеме должна быть реализована не только подробная справочная система, но и грамотно построенная контекстная справка.

Уровень «Изучение и основы НИР» позволит не только изучить основные параметры и характеристики полупроводниковых приборов (помимо указанных выше приборов, сюда входят также элементы нано- и микроэлектроники), но и навыки построения методики эксперимента. Обучающийся должен также научиться анализу полученных результатов с возможностью расчета других характеристик и параметров на основе имеющихся полученных данных. Система контекстной справки может быть активной либо нет в зависимости от методики пре-

подавания или конкретных требований ведущего преподавателя. Справочная система не должна и не может заменять лекционные занятия и учебные пособия по изучаемой дисциплине, она лишь содержит минимальный объем знаний для успешного выполнения лабораторных работ. Для наиболее одаренных и подготовленных студентов система должна предоставлять возможность проводить самостоятельные эксперименты для изучения и определения дополнительных возможностей полупроводниковых приборов.

Уровень «Глубокое изучение и НИР» предполагает в первую очередь возможность построения самостоятельной методики эксперимента. Система справки будет содержать лишь информацию о возможностях стендов АОС. Обязательным компонентом системы должна стать приставка с произвольным по структуре полупроводни-

ковым прибором. У ведущего преподавателя должна быть возможность гибко менять программу исследований. АОС также может стать основой для написания магистерской диссертации.

Последний уровень «НИР и техническое творчество» предполагает возможность изучения свойств, характеристик и параметров новых или модернизированных элементов электроники, микроэлектроники и нанoeлектроники. Система справки будет содержать лишь информацию о возможностях стендов АОС [3].

В условиях возрастающих требований к качеству инженерного образования с целью повышения эффективности обучения при выполнении лабораторных работ требуется обеспечение учебного процесса современными высокопроизводительными автоматизированными стендами с подобной системой уровневого подхода.

#### Литература:

1. Метальников, А. М., Карпанин О. В., Чайкин М. С. Аппаратное и программное обеспечение автоматизированной обучающей системы для исследования вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов // Молодой ученый. — 2019. — № 50. — с. 118–121.
2. Башкатова, Ю. В. О принципах построения автоматизированных обучающих систем // Научно-методический журнал «Педагогическая информация» — под ред. Я. А. Ваграменко. — № 1. — 2001. — М. — с. 49–52.
3. Чернова, Я. П. Принципы построения автоматизированных обучающих систем / Я. П. Чернова // Научно-технический вестник Поволжья. 2010. № 1. с. 168–171.
- 4.

## Чек-лист по предотвращению аварийных ситуаций

Ольшевский Владимир Александрович, специалист по охране труда  
ГБУ «Жилищник района Замоскворечье» (г. Москва)

*Разработан чек-лист по предотвращению аварийных ситуаций для предприятий и организаций*

**Ключевые слова:** охрана труда, аварийная ситуация

**Ч**ек-лист по предотвращению аварийных ситуаций разработан на основании профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда», утвержденного приказом Министерства труда РФ № 524н от 4 августа 2014 года [10]. Специалист по охране труда относится к 6-му уровню квалификации, предполагающему следующие полномочия и ответственность: самостоятельная деятельность, определение задач собственной работы и/или подчиненных, обеспечение взаимодействия сотрудников и смежных подразделений, ответственность за результат выполнения работ на уровне подразделения или организации [11].

Согласно разделу 3.1.1 Профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» необходимыми знаниями специалиста является знание нормативной правовой базы в сфере охраны труда, знание трудового за-

конодательства Российской Федерации, законодательства Российской Федерации о техническом регулировании, о промышленной, пожарной, транспортной, радиационной, конструкционной, химической, биологической безопасности, о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

Во исполнение статьи 212 Трудового кодекса РФ, исходя из объема знаний специалиста в области охраны труда, представляется целесообразным дополнить основную трудовую функцию специалиста (разработка, внедрение, мониторинг системы управления охраной труда) функцией принятия мер по предотвращению аварийных ситуаций.

Исполнение статьи 212 ТК РФ в части принятия мер по предотвращению аварийных ситуаций предлагается организовывать в форме чек-листа (см. табл. 1).



Таблица 1. Чек-лист по предотвращению аварийных ситуаций.

№ п/п	Правовой режим безопасности	Федеральный закон	Отметка о наличии/отсутствии исполнительной документации предприятия/организации
1.	Безопасность труда	Трудовой кодекс РФ (ст. 212) [1]	Акт о внедрении профессиональных стандартов; наличие карт специальной оценки условий труда на рабочих местах
2.	Техническое регулирование	№ 184-ФЗ от 27.12.02 «О техническом регулировании» [2]	Локальный технический регламент на виды деятельности организации/предприятия
3.	Промышленная безопасность	№ 116-ФЗ от 21.07.97 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3]	Лицензия на эксплуатацию опасного производственного объекта, производственная инструкция, порядок производственного контроля
4.	Пожарная безопасность	№ 69-ФЗ от 21.12.94 «О пожарной безопасности» [4]	Инструкция о мерах пожарной безопасности объекта
5.	Транспортная безопасность	№ 16-ФЗ от 09.02.07 «О транспортной безопасности» [5]	Лицензия на осуществление деятельности, результаты оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры, паспорт обеспечения безопасности объекта транспортной инфраструктуры, транспортного средства
6.	Радиационная безопасность	№ 3-ФЗ от 09.01.96 «О радиационной безопасности населения» [6]	Лицензия на осуществление деятельности в области обращения с источниками ионизирующих излучений, порядок проведения производственного контроля за обеспечением радиационной безопасности, радиационно-гигиенический паспорт организации
7.	Конструкционная безопасность	Градостроительный кодекс РФ [7]	Разрешение на ввод в эксплуатацию объекта капитального строительства, Технический журнал эксплуатации здания
8.	Химическая безопасность	№ 184-ФЗ от 27.12.02 «О техническом регулировании»	Локальный технический регламент «Менеджмент опасных веществ»
9.	Биологическая безопасность	№ 52-ФЗ от 30.03.99 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [8], проект Федерального закона N 850485-7 «О биологической безопасности Российской Федерации» [9]	Лицензия на работу с патогенными биологическими агентами I–IV групп опасности, санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии или несоответствии санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям условий деятельности организации, а также используемых территорий, зданий, строений, сооружений, помещений, оборудования, транспортных средств; Программа производственного контроля за исполнением санитарных правил

Литература:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
2. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.02 «О техническом регулировании» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
3. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.97 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
4. Федеральный закон № 69-ФЗ от 21.12.94 «О пожарной безопасности» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.

5. Федеральный закон № 16-ФЗ от 09.02.07 «О транспортной безопасности» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
6. Федеральный закон № 3-ФЗ от 09.01.96 «О радиационной безопасности населения» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
7. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
8. Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.99 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
9. проект Федерального закона N 850485–7 «О биологической безопасности Российской Федерации» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
10. Приказ Минтруда России от 04.08.2014 N 524н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
11. Приказ Минтруда России от 12.04.2013 N 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.

## Чек-лист биологической безопасности производственной среды

Ольшевский Владимир Александрович, специалист по охране труда  
ГБУ «Жилищник района Замоскворечье» (г. Москва)

*Разработан чек-лист биологической безопасности производственной среды для предприятий и организаций.*

**Ключевые слова:** охрана труда, биологическая безопасность

В соответствии со статьей 7 проекта Федерального закона N 850485–7 «О биологической безопасности Российской Федерации» к основным биологическим угрозам (опасностям) относятся: бесконтрольное осуществление опасной техногенной деятельности, в том числе

с использованием генно-инженерных технологий; изменение свойств и форм патогенных биологических агентов (патогенов); возникновение и распространение новых инфекций, занос и распространение редких или ранее не встречавшихся на территории Российской Федерации инфекционных и паразитарных болезней; проектирование и создание патогенных биологических агентов (патогенов) с помощью технологий синтетической биологии; возможность возникновения профессиональных заболеваний в результате выполнения работ с использованием патогенных биологических агентов (патогенов); возникновение аварий и (или) осуществление диверсий на объектах, где находятся источники биологической угрозы (опасности) и (или) проводятся работы с патогенными биологическими агентами (патогенами); осуществление террористических актов и (или) диверсий с использованием патогенных биологических агентов (патогенов); применение биологических и иных смежных технологий для разработки, производства и использования биологических агентов (патогенов) в качестве биологического оружия и т. п. [8].

В соответствии со статьей 19 Конвенции N 155 Международной организации труда «О безопасности и ги-

гиене труда и производственной среде» (принята в г. Женеве 22.06.1981) биологическая безопасность производственной среды обеспечивается сотрудничеством работников и работодателей, надлежащей подготовкой работников и их представителей в области безопасности и гигиены труда [1].

Чек-лист биологической безопасности производственной среды разработан исходя из презумпции биологической опасности производственной среды предприятия/организации.

Состав биологического фактора производственной среды установлен в Приложении № 9 к Методике проведения специальной оценки условий труда (утв. приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 года № 33н): микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах; патогенные микроорганизмы, в том числе: I группа патогенности — возбудители особо опасных инфекций; II группа патогенности — возбудители высококонтагиозных эпидемических заболеваний человека; III группа патогенности — возбудители инфекционных болезней, выделяемые в самостоятельные нозологические группы; IV группа патогенности — условно-патогенные микроорганизмы (возбудители оппортунистических инфекций) [4]. Исполнение статьи 212 ТК РФ в части принятия мер по предотвращению биологических опасностей (угроз) предлагается организовывать в форме чек-листа (см. табл. 1).

Таблица 1. Чек-лист биологической безопасности производственной среды

№	Федеральный закон	Доказательства биологической безопасности производственной среды
1.	проект Федерального закона N 850485–7 «О биологической безопасности Российской Федерации» [9]	презумпция биологической опасности производственной среды предприятия/организации
2.	Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [3]	Идентификация биологического фактора производственной среды (см. раздел «Перечень рабочих мест, на которых проводилась специальная оценка условий труда» отчета о проведении специальной оценки условий труда)
3.	Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»	Класс (подкласс) условий труда при воздействии биологического фактора производственной среды (см. карту специальной оценки условий труда отчета о проведении специальной оценки условий труда)
4.	Градостроительный кодекс РФ (ст. 55) [6]	Разрешение на ввод в эксплуатацию объекта капитального строительства
5.	Трудовой кодекс РФ (ст. ст. 209, 223) [2]	Нормативный состав рабочего места: рабочие помещения включая санитарно-бытовые помещения, средства коллективной защиты — безопасное освещение, противопожарное оборудование, водоснабжение и канализация, системы вентиляции и кондиционирования, системы сигнализации
6.	Трудовой кодекс РФ (ст. 215), Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.02 «О техническом регулировании» [5]	Локальный технический регламент на виды деятельности организации/предприятия (стандартные операционные процедуры, клинические протоколы, алгоритмы и т. п.)
7.	Трудовой кодекс РФ (ст. 213)	Заключение о предварительном медицинском осмотре, заключительный акт о результатах периодического осмотра работников
8.	Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.99 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 32) [7]	Программа производственного контроля за исполнением санитарных правил
9.	Федеральный закон № 99-ФЗ от 04.05.2011 «О лицензировании отдельных видов деятельности» (п. п. 16,19,30,46,47,53,54 п. 1 ст. 12) [8]	Лицензия на производство лекарственных средств; производство и техническое обслуживание медицинской техники; деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных; деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию отходов I–IV классов опасности; медицинская; фармацевтическая деятельность; деятельность по производству биомедицинских клеточных продуктов; деятельность по содержанию и использованию животных в зоопарках, зоосадах, цирках, зоотеатрах, дельфинариях, океанариумах
	Трудовой кодекс РФ (ст. 41)	Раздел «Биологическая безопасность» коллективного договора

Как следует из содержания чек-листа законодательством РФ предусмотрен единый подход в обеспечении биологической безопасности производственных сред. В приоритетном порядке идентифицируется и оценивается биологический фактор для любой производственной среды (либо устанавливается отсутствие биологического фактора). Производственные среды с биологическим фактором подлежат лицензированию. Правообладатель любой производственной среды обязан исполнять санитарные правила, разрабатывать мероприятия для поддержания биологической (гигиенической) определенности производственной среды, гигиенического класса условий труда на рабочем

месте. В условиях эпидемий/пандемий гигиеническая производственная среда предприятий/организаций может преобразоваться в эпидемическую производственную среду, факт такого преобразования подтверждается органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и (или) судебными органами, устанавливаются ограничительные меры (карантин). В соответствии со статьей 21 Конвенции N 155 Международной организации труда «О безопасности и гигиене труда и производственной среде» «трудящиеся не несут никаких расходов в связи с мерами по технике безопасности и гигиене труда», в том числе в связи с введением ограничительных мер.

## Литература:

1. Конвенция N 155 Международной организации труда «О безопасности и гигиене труда и производственной среде» (принята в г. Женеве 22.06.1981 на 67-ой сессии Генеральной конференции МОТ) — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
3. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
4. Методика проведения специальной оценки условий труда (утв. приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 года № 33н) — Режим доступа: <http://base.garant.ru>, свободный.
5. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.02 «О техническом регулировании» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
6. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
7. Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.99 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
8. Федеральный закон № 99-ФЗ от 04.05.2011 «О лицензировании отдельных видов деятельности» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.
9. Проект Федерального закона N 850485-7 «О биологической безопасности Российской Федерации» — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.

## Анализ использования активных фильтров гармоник в электроэнергетических системах

Руди Дмитрий Юрьевич, аспирант;

Горелов Сергей Валерьевич, доктор технических наук, профессор  
Сибирский государственный университет водного транспорта (г. Новосибирск)

Руппель Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент  
Омский институт водного транспорта (филиал) Сибирского государственного университета водного транспорта

*В статье представлен анализ использования активных фильтров гармоник в электроэнергетических системах.*

*Ключевые слова:* активный фильтр, качество электроэнергии, высшие гармоники.

В начале 80-х гармоники в электрических сетях впервые были признаны как серьезная проблема во всем мире. При этом удельный вес нелинейной нагрузки рос лавинообразно. Как следствие, сегодня спектральный состав напряжения электросетей значительно обогатился [1].

Качество электрической энергии — это совокупность ее свойств, при которых электрооборудование, приборы и аппараты способны нормально функционировать, выполнять заложенные в них функции.

В процессе эксплуатации электрооборудования происходит его взаимодействие с окружающей средой.

Это взаимодействие является обоюдным: не только среда может воздействовать на электрические аппараты и оборудование, но и последние также могут воздействовать на среду. Взаимодействие среды с электрооборудованием определяется посредством электромагнитных помех. Таким образом, электроэнергетическая система — это такая электромагнитная среда, в которой электромагнитные помехи создаются и воздействуют на электриче-

ские приборы, являющиеся, в свою очередь, источниками электромагнитных помех. Поэтому качество электрической энергии в системе электроснабжения характеризуют по уровню электромагнитных помех, называемых показателями качества электроэнергии [2].

В связи с наблюдающимся в настоящее время широким внедрением во всех отраслях хозяйства автоматизированных электроприводов (АЭП), созданных на основе силовых полупроводниковых преобразователей постоянного и переменного тока, возрастает объем генерации ими в питающую сеть неактивных составляющих мощности. Это, в свою очередь, приводит к дополнительным потерям электроэнергии в распределительных электрических сетях (РЭС) [3].

Применение нелинейных нагрузок, таких как управляемые и неуправляемые выпрямители, циклоконверторы и др. приводит к искажению формы кривой напряжения сети. Это, в свою очередь, ведёт к различным негативным последствиям [4], таким как рост потерь в электрических машинах и аппаратах, увеличение интенсивности ста-

рения изоляции, нарушение электромагнитной совместимости.

Современные комплексы радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) работают в сложной электромагнитной обстановке, обусловленной в том числе необеспеченностью отдельных показателей качества электроэнергии. Это вызвано ростом удельных характеристик устройств, имеющих низкий коэффициент мощности и работающих по резко переменным графикам нагрузки. Особо осложняет электромагнитную обстановку работа электроприемников, генерирующих высшие гармонические составляющие (ВГС), с уровнем электромагнитной совместимости, выходящим за рамки диапазонов, определенных ГОСТ 32144–2013.

Перечисленное приводит к неконтролируемым изменениям величины и формы напряжения в точках присоединения потребителей. Ухудшение качества электроэнергии напрямую влияет на снижение срока службы РЭА, является наиболее вероятной причиной ее отказов и выхода из строя, приводит к увеличению потерь энергии во всех элементах системы электроснабжения и, соответственно, влечет увеличение расхода топливных ресурсов [5].

В последние годы в нашей стране доля однофазной нагрузки в электрических сетях неуклонно растет, что приводит к увеличению нагрузки на однофазные сети. Кроме того, в настоящее время большая часть однофазной нагрузки имеет нелинейный характер [6].

Разработка и внедрение технологий интеллектуальных электрических сетей в системах электроснабжения промышленных предприятий РФ позволят создавать интеллектуальные системы электроснабжения в любой отрасли промышленности.

При этом новые интеллектуальные системы электроснабжения должны быть приспособлены к особенностям технологических потребителей промышленных предприятий, и при возникновении нарушений установленного режима электроснабжения эффективно их выявлять и устранять. Основной причиной нарушений установленного режима электроснабжения промышленных предприятий являются электромагнитные помехи различной природы, вызывающие несоответствие уровня качества электрической энергии и нарушение электромагнитной совместимости электрооборудования.

Основной тенденцией в электрических сетях современных промышленных предприятий является интенсивное распространение нелинейной нагрузки в виде различного типа преобразователей частоты систем регулируемого электропривода технологического оборудования [7].

Использование силовой электроники и микроэлектронных устройств, несмотря на повышение производительности труда, вызывает проблемы качества электроэнергии. Мощные единичные нелинейные нагрузки, такие как выпрямители, инверторы, а также множество маломощных нелинейных потребителей могут потреблять значительное количество гармоник тока различного спектра. В результате падения напряжения на полных сопротивлениях электрической сети гармонические составляющие тока вы-

зывают искажения напряжения в точках общего присоединения нагрузки, в которых нормируется предельный уровень гармоник по ГОСТ 32144–2013. Превышение этого уровня вызывает ряд проблем, связанных с потерями в трансформаторах, ложными срабатываниями релейной защиты. Высшие гармоники отрицательно влияют на работу другой электроники и электроприборов [8].

Результатом воздействия гармоник на систему электроснабжения и оборудование потребителей является:

- увеличение потерь во вращающихся машинах, трансформаторах, линиях электропередачи;
- ускоренное старение изоляции электрооборудования;
- ложные срабатывания и выход из строя устройств релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи;
- проблемы, связанные с реактивной мощностью и резонансными явлениями;
- снижение номинальных параметров оборудования;
- возрастание недоучета электроэнергии (погрешность счетчиков может достигать 50–60% показаний) [1,9].

При этом следует учесть, что проблемы с качеством электроэнергии, возникающие на стороне потребителя, практически всегда обусловлены действиями самого потребителя на его собственном участке ответственности, и лишь в редких случаях они привносятся из сети электроснабжения. Все эти последствия являются нежелательными, а чаще всего недопустимыми как для предприятий электроснабжения, так и для потребителей. Таким образом, задача повышения качества электроэнергии на сегодняшний день является актуальной.

Решения для ослабления воздействия гармоник можно разделить на три группы: адаптация электроустановок, применение специальных устройств для обеспечения питания; использование фильтров. В настоящее время появилась возможность использовать новейшие и наиболее перспективные устройства коррекции — активные фильтры электроэнергии (АФЭ), дающие возможность эффективно улучшать качество электрической энергии в распределительных сетях.

Принцип действия активного фильтра гармоник основан на непрерывном анализе гармонического состава нелинейной нагрузки и генерировании в распределительную сеть таких же гармоник, но с противоположной фазой. В результате высшие гармонические составляющие нейтрализуются в точке подключения фильтра, не распространяются от нелинейной нагрузки в сеть.

АФГ могут решить одновременно четыре задачи:

- симметрирование напряжений (опосредованно через симметрирование токов) сети;
- связанное с этим снижение практически до 0 тока нейтрали;
- подавление токовых гармоник;
- компенсация реактивной мощности (повышение  $\cos\varphi$ ).

В работах [1,10,11] представлены различные типы активных фильтров.



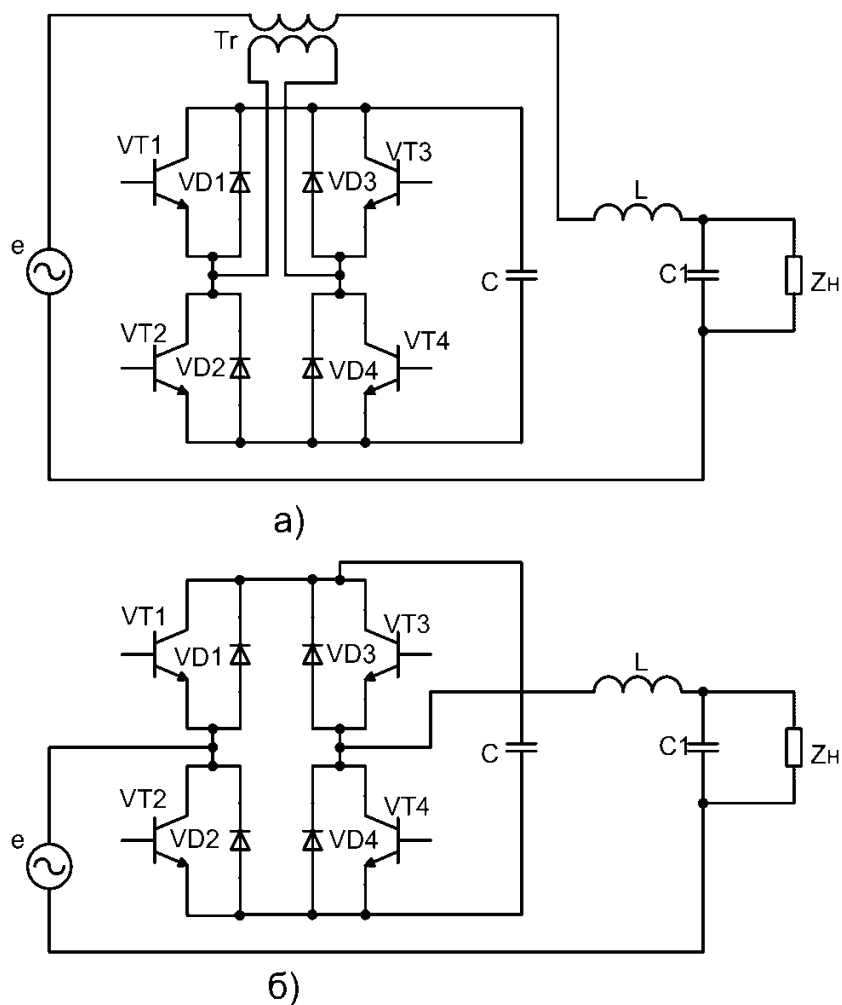


Рис. 1. Схема последовательного активного фильтра

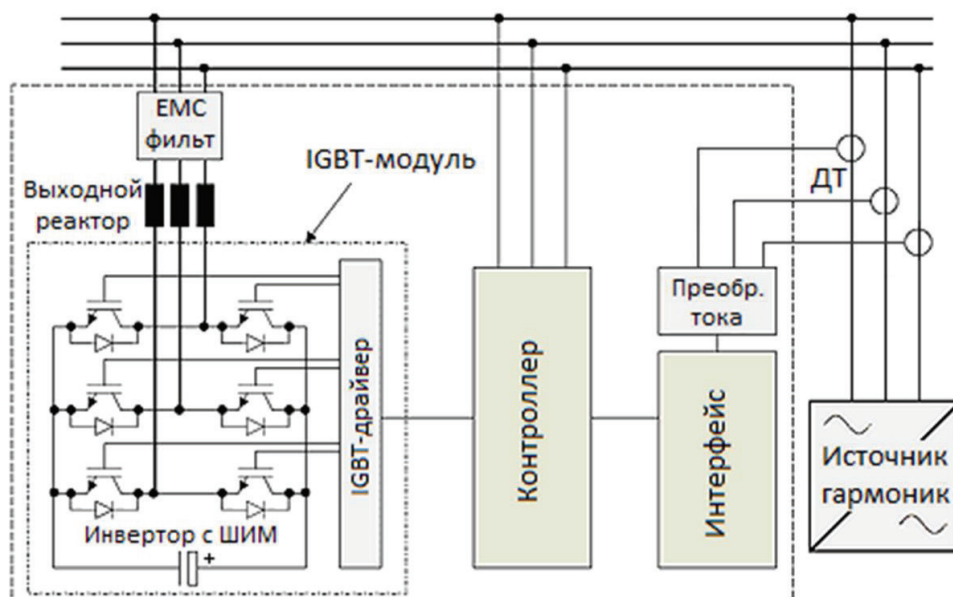


Рис. 2. Блок-схема активного фильтра параллельного типа

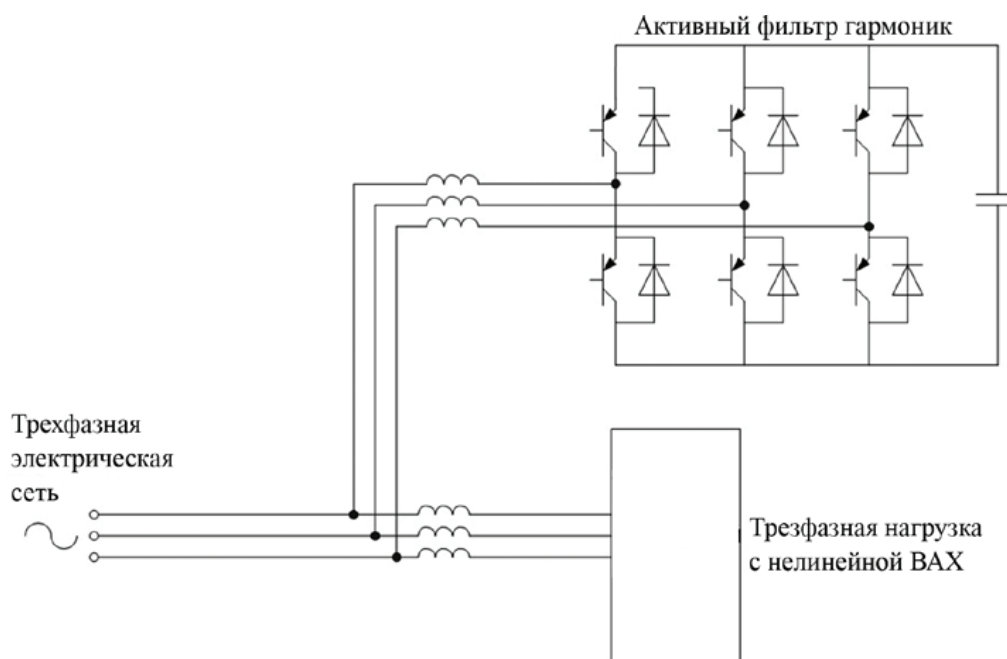


Рис. 3. Подключение активного фильтра к электрической сети

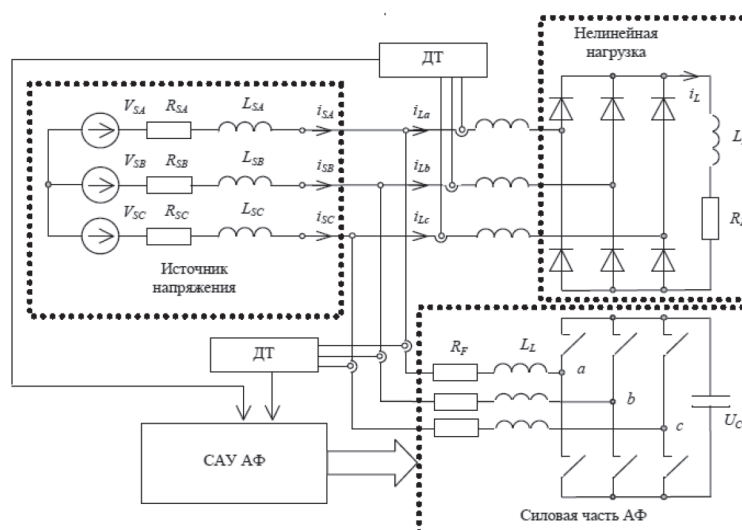


Рис. 4. Схема параллельного активного фильтра

В условиях происходящего во всём мире удорожания электроэнергии стремительно развиваются средства её сбережения. Одним из таких наиболее эффективных средств является активный фильтр. Активные фильтры

обеспечивают эффективное снижение уровня гармоник в сети, а также компенсацию реактивной мощности, существенно уменьшая расходы на электроэнергию.

#### Литература:

1. Чередников, А. В. Аспекты использования активных фильтров в схемах электроснабжения / А. В. Чередников // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс Сборник докладов VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х томах. 2014. с. 109–112.
2. Горюнов, В. Н. Активный фильтр как техническое средство обеспечения качества электроэнергии / В. Н. Горюнов, А. Г. Лютаевич, И. Н. Четверик // Омский научный вестник. 2008. № 1 (64). с. 78–80.
3. Волков, А. В. Совершенствование энергосберегающей системы электропитания для автоматизированных электроприводов на основе активного фильтра / А. В. Волков, В. П. Метельский, В. А. Волков // Электротехнические и компьютерные системы. 2011. № 3 (79). с. 388–391.

4. Поднебенная, С.К. Силовой параллельный активный фильтр с повышенной эффективностью / С.К. Поднебенная, В.В. Бурлака, С.В. Гулаков // Электротехника. 2013. № 6. с. 15–20.
5. Замула, К.В. Активный фильтр гармоник как средство повышения качества электрической энергии / К.В. Замула, Ю.В. Соколов, А.В. Карманов // Энергия единой сети. 2018. № 2 (37). с. 22–32.
6. Ильясов, Д.М. Увеличение качества электрической энергии посредством параллельного активного фильтра электроэнергии / Д.М. Ильясов // Символ науки. 2019. № 1. с. 12–16.
7. Абрамович, Б.Н. Повышение качества электрической энергии с помощью параллельного активного фильтра в системах электроснабжения промышленных предприятий / Б.Н. Абрамович, Ю.А. Сычев // Электричество. 2012. № 3. с. 7–11.
8. Колесников, Г.Ю. Возможность применения активных фильтров гармоник в распределительных сетях 0,4 кВ / Г.Ю. Колесников, Н.Н. Щикунов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2019. № 4 (73). с. 7–13.
9. Рогозина, Д.А. Исследования режимов работы активного фильтра гармоник / Д.А. Рогозина, Е.А. Пугачева, С.П. Сикорский // В сборнике: УЧЕНЫЕ ОМСКА — РЕГИОНУ Материалы III Региональной научно-технической конференции. Под общей редакцией Л.О. Штриплинга. 2018. с. 42–52.
10. Апарин, В.А. Моделирование последовательного бестрансформаторного активного фильтра в различных режимах работы / В.А. Апарин, А.А. Шевцов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 1 (23). с. 91–96.
11. Савельев, Н.В. Моделирование работы активного фильтра гармоник в электрической сети под нагрузкой с нелинейной вольт-амперной характеристикой / Н.В. Савельев, В.В. Рожков // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2016. № 3. с. 41–49.

## Методические рекомендации по анализу заводнения и управлению им

Садчиков Александр Викторович, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Абдуллина Айгерим Каиржановна, студент магистратуры

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

*В статье авторы предлагают методические рекомендации для проведения анализа и управления заводнением. Данный подход был опробован на месторождениях компании КазМунайГаз, с постоянными изменениями в реальном времени.*

**Ключевые слова:** месторождение, нефть, заводнение, блок разработки, элемент разработки, коэффициент подвижности.

В настоящее время большая часть нефтегазовых месторождений Казахстана разрабатывается с применением такого метода увеличения нефтеотдачи как заводнение холодной водой. Разработка месторождения на естественном режиме позволяет достичь коэффициент извлечения нефти (КИН) не более 10–15%, применение заводнения увеличивает этот показатель до 20–60% в зависимости от свойств пластовых и закачиваемых флюидов, а также характеристик породы.

Кроме этого, хотелось бы отметить, что если речь идет о зрелых месторождениях с длительной историей добычи и закачки, то нередко в течении времени схема разработки менялась несколько раз — модифицировалась из рядной в блочную, затем в очаговую. В результате система ППД многих зрелых месторождений нуждается в системном анализе, реконфигурации и модернизации как в подземной, так и наземной.

### Описание процесса выполнения анализа заводнения

Предлагаемый алгоритм выполнения анализа заводнения состоит из четырёх крупных взаимосвязанных разделов:

- анализ на уровне блока;
- анализ на уровне элемента разработки;
- анализ инфраструктуры;
- мониторинг эффекта от реализации мероприятий, ранее предложенных в рамках анализа заводнения.

Перед тем как приступить к детальному описанию процессов выполнения анализа на уровне блока и на уровне элемента разработки коротко рассмотрим вопросы, в чем отличие понятия блок от понятия элемент разработки, с какими целями выполняется тот или иной вид анализа и какие конечные результаты ожидаются.

В связи с тем, что в ходе анализа заводнения на уровне блока применяются инструменты, оперирующие объемами пласта (PV, MOPV, HCPV) и запасами углеводородов (НГЗ, НИЗ), необходимо, чтобы эти характеристики оставались постоянными во времени, поэтому контура блоков резонно проводить через границы наименьших перетоков пластовых флюидов из одной части объекта разработки в другую. Границами наименьших перетоков могут считаться:

- ряды нагнетательных скважин, в том числе оставленные в настоящий момент;



Рис. 1. Алгоритм выполнения анализа заводнения

- внешние контуры нефтеносности;
- разломы с амплитудой больше мощности пласта в данном районе;
- зоны замещения, глинизации, выклинивания коллектора и другие геологические границы.

В случае, если объект разработки представляет собой небольшую залежь или конгломерат нескольких небольших по площади залежей, то каждая залежь может ассоциироваться с отдельным блоком разработки.

Когда выполнение условия неперетока флюидов из одной части залежи в другую ставится под вопрос, то в подобного рода ситуациях рекомендуется в крупные блоки объединять участки залежи с примерно одинаковой сеткой разработки, а границы блоков проводить либо по карте общей мощности коллектора, через зону минимальных мощностей, либо по карте проницаемостей, через зону пониженных проницаемостей, либо через середину расстояния между добывающими скважинами, которые относятся к смежным блокам.

Анализ заводнения на уровне блоков позволяет:

- спрогнозировать выработку запасов нефти;
- оценить эффективность работы существующей системы ППД;
- проверить корректность истории добычи и закачки, исследовать вероятность перетоков между пластами, частями залежи, в том числе и между блоками, а также расчитать объём неэффективной закачки;

- оценить НГЗ нефти, объём газовой шапки, объём воды, поступающий из аквифера.

На основе результатов данного вида анализа блоки могут быть сгруппированы в зависимости от выявленных ключевых проблем и следующим шагом эти блоки необходимо проранжировать для того, чтобы выявить участки наиболее перспективные с точки зрения увеличения добычи в краткосрочной перспективе. Критерии ранжирования могут быть различными, к примеру это может быть величина остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ) или их плотность, годовой темп отбора от ОИЗ и так далее.

В отличие от анализа заводнения на уровне блоков анализ на уровне элемента разработки оперирует скважинными данными — замерами дебитов и приемистостей, результатами ГИС, РИГИС, ГИС-к, ГДИС, трассерных исследований и другими. Основные задачи, которые решаются в ходе его реализации, выявление связи между нагнетательными и добывающими скважинами, изучение характера вытеснения нефти водой в межскважинном пространстве с целью последующей оценки приемистости, необходимой для компенсации отборов реагирующих добывающих скважин, а также планирование мероприятий по увеличению охвата заводнением и выработки недренируемых запасов, поэтому элементы разработки формируются вокруг нагнетательных скважин, и их границы проводятся через середины реагирующих добывающих скважин.

### Анализ заводнения на уровне блока

#### Оценка коэффициента подвижности

Стабильность фронта на границе нефть-вода при заводнении пластов зависит от свойств породы, но в большей степени от свойств совместно фильтрующихся флюидов. Предположение о том, настолько равномерно будет проходить вытеснение нефти водой на микроуровне можно сделать на основании величины коэффициента подвижности ( $M$ ).

$$M = \left( \frac{k'_{rw}}{\mu_w} \right) / \frac{k'_{ro}}{\mu_o}$$

$$\left( \frac{k'_{rw}}{\mu_w} \right) — \text{подвижность воды}$$

$$\frac{k'_{ro}}{\mu_o} — \text{подвижность нефти}$$

$\mu_{он}$  — Oil viscosity, вязкость нефти в пластовых условиях, спз

$\mu_{ов}$  — Water viscosity, вязкость воды в пластовых условиях, спз

$k'_{ro}$ , ОФПН — Relative permeability to oil, относительная фазовая проницаемость (ОФП) по нефти при остаточной водонасыщенности, д.ед

$k'_{rw}$ , ОФПВ — Relative permeability to water, относительная фазовая проницаемость по воде при остаточной нефтенасыщенности, д.ед

В эксперименте по определению ОФП в обязательном порядке должны быть воссозданы начальные или текущие термобарические условия пласта, в зависимости от того в каких условиях необходимо изучить двухфазную фильтрацию флюидов. В эксперименте допускается применение модели пластовой нефти — безводной дегазированной нефти, разбавленной растворителями (керосин, бензин, петролейный эфир и др.), плотность и вязкость которой близка по значениям к плотности и вязкости пластовой нефти в начальных или текущих пластовых условиях. В случае, если эксперимент выполняется для месторождения вязкой нефти с большим содержанием смолисто — асфальтеновых веществ, необходимо использовать пластовую нефть с газосодержанием, характерным для нефти в начальных или текущих пластовых условиях, так как вязкие нефти могут менять смачиваемость пород с гидрофильной на гидрофобную или на промежуточную смачиваемость. Кроме этого, модель воды, применяемая в лабораторном тесте, должна быть схожей по свойствам с водой, которую планируют закачивать в пласт в ходе разработки месторождения.

Если коэффициент подвижности  $M$  меньше или равен 1, то можно говорить о том, что в массивном однородном коллекторе фронт вытеснения будет продвигаться равномерно, если же  $M$  больше 1, то на микроуровне может наблюдаться образование языков прорыва вытесняющего агента в вытесняемую фазу (рис. 2).

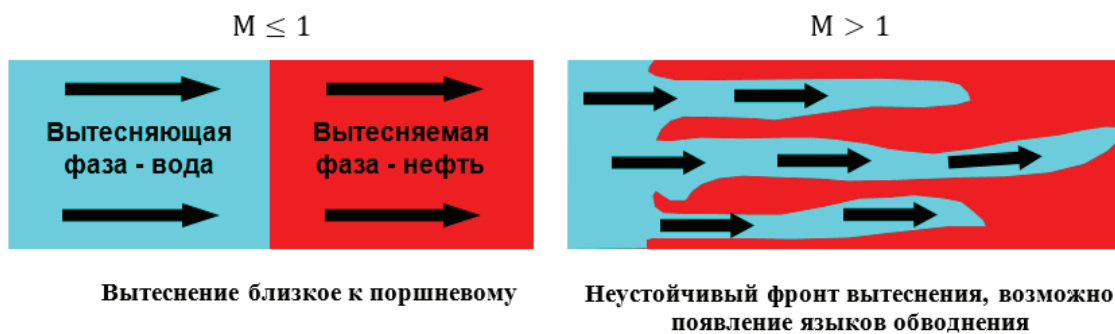


Рис. 2. Схематичное представление движения фронта закачиваемого агента в зависимости от коэффициента подвижности ( $M$ )

### Скрининг текущего состояния разработки блоков

В качестве минимально-достаточного набора инструментов для оценки текущего состояния разработки блоков можно предложить:

1. Графики изменения во времени
  - Обводненности, количества действующих добывающих и нагнетательных скважин;
  - Обводненности, закачки, добычи нефти и жидкости;
  - Обводненности, среднесуточной среднескважинной добычи жидкости, нефти и закачки.
2. Кросс-плоты:
  - КИН от среднего расстояния между скважинами;

— Текущее пластовое давление от текущей и накопленной компенсации;

— АВС плот, данный подход будет подробнее рассмотрен ниже.

#### 3. Графики согласованности (Conformance plots):

— КИН от коэффициента охвата заводнением по объему ( $E_v$ ), далее по тексту будет приведено детальное описание расчета  $E_v$ , а также примеры его интерпретации;

— КИН от массовой обводненности скважинной продукции.

4. График зависимости ВНФ от накопленной добычи нефти, далее также будет рассмотрен детально.



5. Гистограмму сопоставления НИЗ по проекту и НИЗ по ВНФ.

#### **Ранжирование блоков**

В настоящее время потребность в анализе заводнения огромна, однако, для эффективного использования времени, знаний и навыков, требуемых при выполнении подобного рода работ, возникает необходимость ранжирования блоков для того, чтобы сфокусировать ограниченные ресурсы на участках, способных дать наибольший эффект. Набор критериев может быть разным и зависеть как от геолого-технических характеристик рассматриваемого объекта, так и от финансовых показателей его разработки.

Следует добавить, что в ходе анализа заводнения необходимо учитывать всю доступную по месторождению, пласту, залежи информацию, начиная с сеймики, результатов геохимических исследований, геологического изучения и, заканчивая данным добычи, а также истории ГТМ.

#### **Анализ заводнения на уровне элемента разработки**

##### **Изучение геологического строения**

Для качественного выполнения анализа заводнения желательно получить представление о залежи тел в трехмерном пространстве с различными литологическими и фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) в пределах рассматриваемого региона. Прослеживание распространения коллекторов по площади имеет большое значение в анализе системы заводнения.

Процесс изучения геологического строения зависит от особенностей месторождения, а также имеющихся данных. Изучение геологического строения заключается в следующем:

- изучение результатов петрофизического анализа керна. Необходимо понимать, насколько отличаются петрофизические параметры выделяемых геологических тел (относительные фазовые проницаемости, начальная и остаточная нефтенасыщенность, остаточная водонасыщенность, коэффициент вытеснения);

- детальная корреляция. В рамках данной задачи необходимо проводить сопоставление геологических разрезов между собой для выяснения возрастных соотношений, выделения одноименных пластов (каналов), выявления изменения литологического состава, установление характеров контактов пластов и др. Предполагается, что в пределах выделенного канала существует гидродинамическая связь между скважинами. Однако важно понимать, что песчаники, отложенные в разное время, не имеют гидродинамической связи;

- сейсмофациальный анализ. При наличии качественных сейсмических данных можно воспользоваться сейсмофациальным анализом, для определения латерального распространения геологических тел (русло, бары и пр.) посредством построения карт атрибутов. Поэтому сейсмофациальный анализ необходимо проводить совместно с интерпретацией данных ГИС и керна;

- построение схем распространения тел пород-коллекторов различного возраста. Для концептуального по-

нимания седиментологической обстановки, прослеживания трендов во взаимовлиянии скважин и возможности прогнозирования влияния необходимо схематично отобразить распространение связанных песчаных каналов по площади. С целью максимального охвата по площади необходимо включить в анализ все действующие, транзитные и ликвидированные скважины на рассматриваемом регионе. Для разрезов скважин, пробуренных на территории каналов, свойственны мощные (от 4–5 метров) однородные пласты, выделяемые по гамма каротажу, боковому каротажу и методом самопроизвольной поляризации. Разрезы скважин в пойменных участках характеризуются значительной неоднородностью и прослаиванием коллекторов до 1–2 м. Результатом данного анализа является концептуальная картина распространения разновозрастных песчаных каналов, которые местами могут накладываться друг на друга (рис. 3).

#### **Анализ влияния нагнетательных скважин на добывающие**

Анализ влияния нагнетательных скважин на окружающие добывающие выполняется с целью:

- выявления гидродинамической связи между рассматриваемой нагнетательной скважиной и окружающими ее добывающим, для последующей оценки приемистости, необходимой для компенсации отборов реагирующих добывающих скважин;

- определения интервалов пласта в добывающих и нагнетательных скважинах, не вовлеченных в разработку и интервалов, по которым идет циркуляция закачиваемой воды — рекомендации по дострелам, изоляциям и применению технологий по выравниванию профиля притока или приемистости для повышения охвата заводнением по мощности пласта;

- локализация зон недренируемых запасов и зон необеспеченных закачкой — мероприятия по бурению, ЗБС, переводам на пласт транзитных скважин, переводам скважин в ППД, для повышения охвата заводнением по площади.

Важно отметить, что на добывающие скважины, входящие в изучаемый элемент разработки, могут оказывать воздействие не только рассматриваемая нагнетательная скважина, но другие нагнетательные скважины расположенные в этом же районе, поэтому все планшеты с данными ГИС и добычи строятся через анализируемую нагнетательную скважину, рассматриваемую добывающую и нагнетательную скважину, которая потенциально может оказывать воздействие на рассматриваемую добывающую скважину (рис. 4).

Анализ влияния выполняется в два этапа. На первом этапе необходимо оценить связанность коллектора, сопоставить интервалы перфорации в добывающей и нагнетательных скважинах, а также проанализировать результаты определения профилей притока и приемистости.

На втором этапе рассматривается динамика изменения во времени суточных дебитов нефти и жидкости, динамического уровня добывающей скважины, а также су-

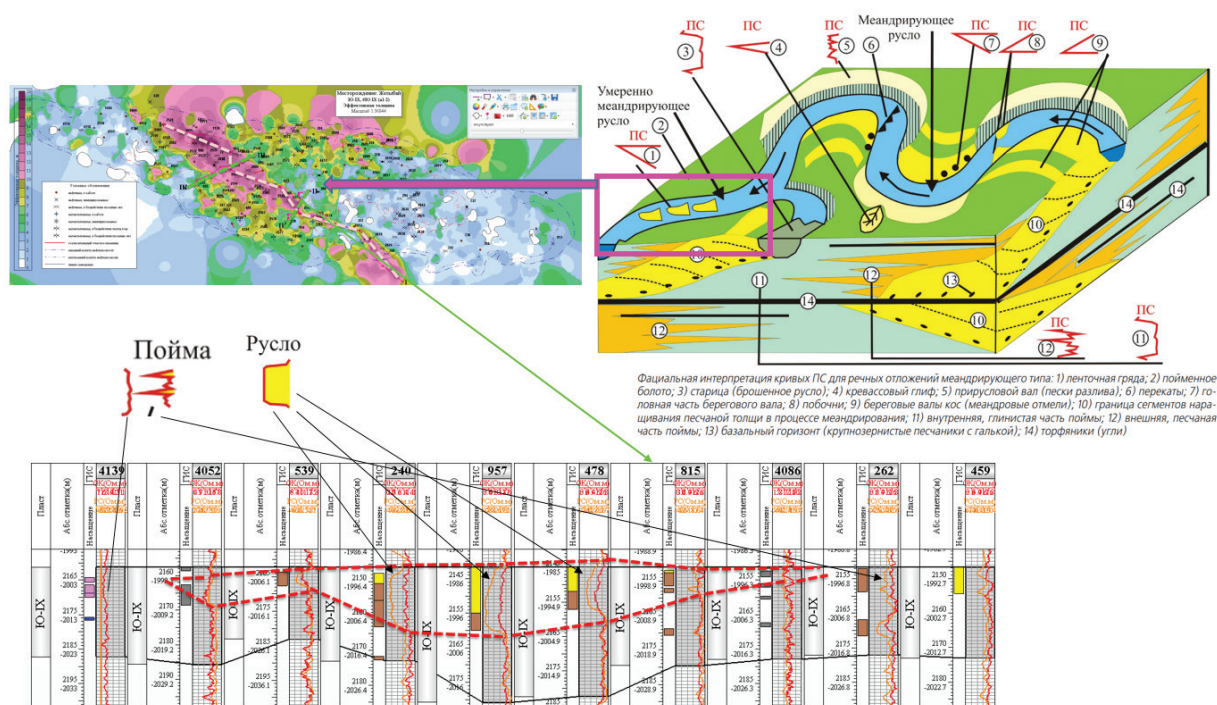


Рис. 3. Анализ геологического строения района работ

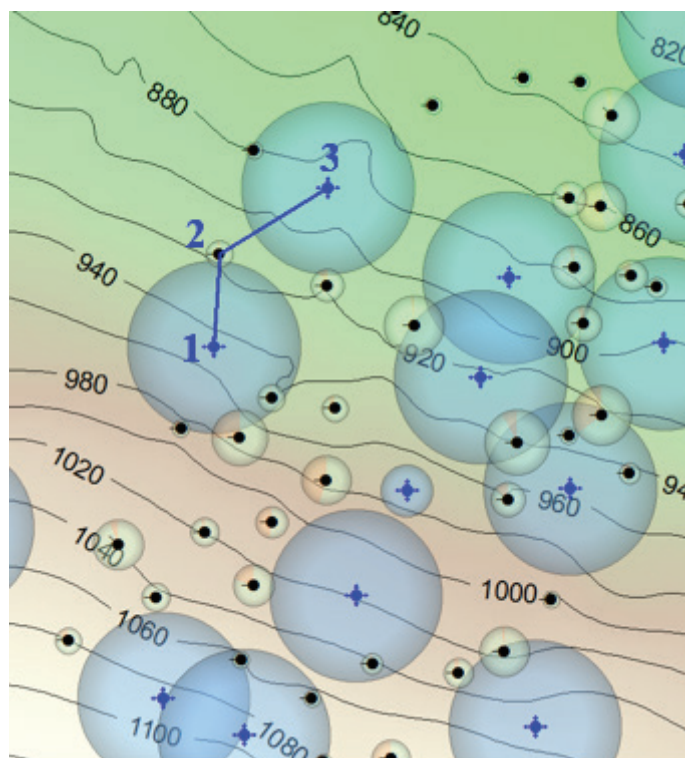


Рис 4. Выкопировка структурной карты по кровле горизонта 1 месторождения X

точных приемистостей нагнетательных скважин. В обязательном порядке на графики по добывающей скважине выносятся данные о выполненных ГТМ, ремонтах, оптимизациях насосов и другая информация о событиях, которые могли привести к изменению режима работы добывающей скважины. События на нагнетательной скважине

также выносятся, данная информация необходима при интерпретации графиков Холла. Рекомендуется в анализе использовать замерные суточные дебиты и приемистости без учета паркового коэффициента, так как данная информация является первичной и наиболее точно отражает изменения в режиме работы скважин.

### Оценка приемистости

Оценка приемистости, необходимой для компенсации отборов добывающих скважин, на которые влияет рассматриваемая нагнетательная, выполняется после анализа влияний. Для этого на первом этапе вокруг рассматриваемой нагнетательной скважины выделяется элемент разработки.

Далее производится расчет коэффициента участия скважины (КУС), который показывает, какой процент добычи жидкости каждая добывающая скважина получает за счет работы рассматриваемой нагнетательной, при необходимости данный коэффициент может быть скорректирован вручную.

Затем оценивается фактическая среднесуточная добыча жидкости элемента разработки в пластовых условиях с учетом КУС на основе фактических среднесуточных показателей добычи скважин, входящих в элемент разработки.

В зависимости от текущего энергетического состояния пласта, диагностированного инженером, выполняющим анализ, рекомендуются следующие диапазоны планируемых компенсаций:

— текущее пластовое давление снизилось не более чем на 20% от начального — планируемая компенсация при-

нимается на уровне 120–130% с учетом 20–30% среднестатистических потерь закачиваемой воды (неточности учета закачки, уход в нецелевой объект разработки и т. д.);

— текущее пластовое давление снизилось более чем на 20% от начального — планируемая компенсация принимается на уровне 150–160%.

По результатам мониторинга эффекта от реализации мероприятий, предложенных в рамках данного анализа, величина планируемой компенсации должна быть уточнена в зависимости от реакции добывающих скважин.

Важно отметить, что до выдачи окончательных рекомендаций по регулированию закачки, необходимо оценить забойные и устьевые давления, при которых пласт рвется. Забойные давления авто ГРП могут быть оценены на основе градиентов разрыва, полученных по данным уже выполненных ГРП, устьевые — путем вычитания давления гидростатического столба жидкости. В случае, если невозможно достичь расчетной среднесуточной закачки воды и не превысить давление гидроразрыва пласта, необходимо предусмотреть мероприятия по улучшению свойств ПЗП (ОПЗ, ГРП), что позволит достичь необходимой приемистости при меньшем забойном давлении.

### Литература:

1. Лысенко, В. Д. «Проектирование разработки нефтяных месторождений». М. Недра, 1987.
2. Бакиров И. М., Дияшев Р. Н., Закиров, И. З. О размещении нагнетательных скважин и системах заводнения при разработке нефтяных месторождений; //Тр./ Всероссийского совещания по разработке нефтяных месторождений. — Альметьевск.—2000.
3. Ивановский, В. Н., Дарищев В. И., Сабиров А. А., Каштанов В. С., Пекин С. С. Оборудование для добычи нефти и газа: В2ч. — М: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. И. Губкина, 2003.

## Модернизация Безымянской ТЭЦ путем применения парогазовой установки

Садчиков Николай Евгеньевич, студент магистратуры  
Самарский государственный технический университет

*В данной статье рассматривается модернизация Безымянской ТЭЦ, с применением парогазовой установки. Целью модернизации Безымянской ТЭЦ парогазовой установкой является увеличение станцией выработки электрической и тепловой энергии, в связи с возрастающими потребностями в тепловой и электрической энергии. ПГУ в цикле станции дает возможность существенно повысить КПД теплоэлектроцентрали с 35%–40% до 50%. Данная парогазовая установка позволит снизить удельные расходы топлива на выработку тепла и электроэнергетики.*

**Ключевые слова:** газовая турбина, теплоэлектроцентраль, котел-утилизатор, паровая турбина.

Одной из важнейших задач, стоящей перед топливно-энергетическим комплексом страны на перспективу, является максимальная эффективность использования природного газа. Кроме того, на сегодняшний день важным является проблема окупаемости установок. Выдвигаются такие требования как: быстрый срок окупаемости и относительно низкие капиталовложения. В настоящее время не вызывает сомнений средство достижения

поставленной цели — применение газотурбинной технологии производства электроэнергии и тепла.

Безымянская ТЭЦ была пущена 18 октября 1941 года. Первой в действие вступила турбина типа АТ-25 (ст. № 2) с генератором мощностью 25 тыс. кВт и котлом производительностью 200 тонн пара в час. Впоследствии в январе 1942 года была пущена турбина АП-25 (ст. № 1). 1952–1955 гг. ввод в работу трех турбин высокого давления мощностью



100Мвт. 1962–1969 г. ввод в работу пяти котлов ПТВМ-100.

Установленная мощность Безымянской ТЭЦ 94 МВт. Основным топливом является природный газ, резервное топливо мазут марки М100.

Ограничения мощности по станции связаны со следующими причинами:

- Работа блоков в теплофикационном режиме
- Работа РОУ собственных нужд.
- Физический износ оборудования, отработавшего парковый ресурс.

— Ухудшение вакуума в конденсаторах турбин при ограничении по каналу р. Самарки, изменение уровня в подводящем канале.

Некоторые турбины уже выработали свой энергоресурс в 200 тыс. часов. Естественно, износ оборудования понизил коэффициент полезного действия турбин, он неуклонно падает, а удельные расходы топлива приходящиеся на 1кВт /ч отпущенной электроэнергии доходит до 300–350 г. Износ оборудования вызывает частые отказы в работе. Основными причинами отключений блоков по турбине являются повреждения и вибрация подшипников.

Применение парогазовой установки тепловая схема которой включает в себя одну ГТУ с КУ, деаэратор и паровую турбину с конденсацией отработавшего пара. Деаэратор питается паром из коллектора, к которому присоединены трубопроводы контуров НД КУ. Поток перегретого пара, выходящий из контура ВД КУ, подается к паровой турбине. Потоки пара, вышедшие из контура НД, перемешиваются друг с другом и подаются в камеру смешения, расположенную в ЦВД.

В статье представлена ГТУ ГТЭ-45, указаны ее технические характеристики, габаритные размеры и принципиальная схема ГТУ. Разработчик и изготовитель — НПО «Турбоатом» (г. Харьков, Украина).

Газотурбинная установка ГТЭ-45 предназначена для выработки электроэнергии в составе парогазовой установки с высоконапорным парогенератором и в составе парогазовой установки со сбросом газов в котел или с подогревом • отработавшими газами питательной воды, а

также в качестве автономной ГТУ с утилизацией или без утилизации тепла уходящих газов.

Может использоваться в базовом, полупиковом и пиковом режимах.

Техническая характеристика ГТЭ-45–3М

- электрическая мощность 57,7МВт;
- расход воздуха на входе в компрессор 303кг/с;
- температура газов на выходе 448°С;
- электрический КПД ГТУ 30%
- топливо-природный газ, газотурбинное топливо.

Паровая турбина Т-22–6/0,12 РЭП холдинг с регулируемым отбором пара на теплофикацию с давлением 1,2–2,5 кгс/см<sup>2</sup> и четырьмя нерегулируемыми отборами для регенеративного подогрева питательной воды. Турбина рассчитана на начальные параметры пара 30 кгс/см<sup>2</sup> и 428°С, с расходом свежего пара 90 т/ч.

Целью модернизации Безымянской ТЭЦ является обеспечение стабильного энергообеспечения потребителей с повышением энергоэффективности и снижения отрицательного влияния ТЭЦ на экологию. После внедрения ПГУ на Безымянскую ТЭЦ:

- концентрация оксидов азота в дымовых газах ПГУ снизится более чем в 6 раз ниже эмиссии двух энергоблоков, которые с пуском ПГУ будут остановлены;
- концентрация основных вредных веществ в зоне влияния снизится с 1,6 ПДК до 1,4 ПДК;
- экономия топлива составит 396 тыс. тонн / год, и, соответственно, эмиссия СО<sub>2</sub>, как основного парникового газа, снизится на 640 тыс. т / год;
- удельный расход топлива на ПГУ составит 225 г / квт. ч, что на 112 г / квт. ч ниже, чем на Безымянской ТЭЦ в настоящее время;
- расход воды на нужды ПГУ на 3903,6 т / ч ниже, сброс термальных вод в канал Самарки сократится на 1473,6 т / ч по сравнению со сбросами от в настоящее время;

Таким образом, проведенная экологическая оценка показала, что введение в эксплуатацию ПГУ на Безымянской теплоэлектроцентрали приведет к снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

#### Литература:

1. Буров, В. Д., Дорохов Е. В., Елизаров Д. П. и др. Тепловые электрические станции: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 466 с.
2. Безлепкина, В. П. Парогазовые и паротурбинные установки электростанций. СПб.: СПбГТУ, 1997.
3. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции: учеб. пособие для вузов. М.: ИНФРА-М, 2015. 325 с.
4. Кудинов, А. А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М.: Машиностроение, 2011. 374 с.
5. Кудинов, А. А. Горение органического топлива: учеб. пособие для вузов. М.: ИНФРА-М, 2015. 390 с.
6. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / под редакцией Н. В. Кузнецова, В. В. Митора, И. Е. Дубовского, Э. С. Карасиной. — 2-е издание, переработанное. М.: «Энергия», 1973, 294 с.
7. Кудинов, А. А. Тепломассообмен: учеб. пособие для вузов. М.: ИНФРА-М, 2012. 375 с.
8. Назмеев, Ю. Г., Лавыгин В. М. Теплообменные аппараты ТЭС. Учеб. пособие для ВУЗов. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 288 с
9. Цанев, С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М.: Издательство МЭИ, 2002.—584 с.

## Определение угловых параметров движения монорельсового транспортного средства на повороте

Свечников Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Кузьмин Никита Александрович, студент;

Чумаев Рустам Маратович, студент;

Поджигайло Роман Юрьевич, студент;

Севостьянов Вячеслав Андреевич, Студент;

Аветисян Армен Аветисович, студент;

Мешков Максим Ибрагимович, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

В статье авторы пытаются получить математические зависимости угла поворота продольной оси монорельсового транспортного средства во времени, угловые скорость и ускорение в зависимости от скорости движения, радиуса кривизны монорельса и базы транспортного средства.

**Ключевые слова:** монорельсовое транспортное средство, параметры движения на повороте.

Для определения нагрузок, действующих на монорельсовое транспортное средство и на груз, размещенный в нем, при переходе с прямолинейного на криволинейный участок пути, необходимо знать такие параметры движения, как изменение угла поворота продольной оси ТС во времени, угловые скорость и ускорение. Указанные параметры движения зависят не только от скорости и времени, но и от расстояния между опорами (базы) ТС, а также радиуса кривизны монорельса. Поэтому необходимо иметь зависимости:

$$\varphi(t, V, c, R), \dot{\varphi}(t, V, c, R), \ddot{\varphi}(t, V, c, R),$$

где  $\varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}$  — соответственно угол поворота, угловые скорость и ускорение соответственно,  $V$  — скорость движения,  $t$  — время,  $c$  — база ТС,  $R$  — радиус закругления монорельса.

Будем рассматривать движение ТС при переходе с прямолинейного участка пути на криволинейный и определять значение угла поворота продольной оси ТС с момента прихода передней опоры к точке сопряжения В до момента прихода в эту точку задней опоры (рис. 1). Итак при  $t=0$  ТС занимает положение  $\overline{AB} = c$ . Передняя опора находится в точке В, задняя в точке А. Рассмотрим положение транспортного средства в произвольный момент времени до прихода задней опоры в точку В. Пусть в момент времени  $t$  задняя опора находилась в точке А, а передняя — в точке D на криволинейном участке пути. Радиус закругления монорельса обозначим через  $R_0$ . Транспортное средство движется с постоянной скоростью  $V$ .

Обозначим угол  $\angle DAF$  через  $\varphi$  и определим зависимость угла  $\varphi$  от времени  $t$ , скорости движения транспортного средства  $V$ , его базы  $c$  и радиуса  $R_0$ . Итак,  $\varphi(t, V, c, R)$ . (1)

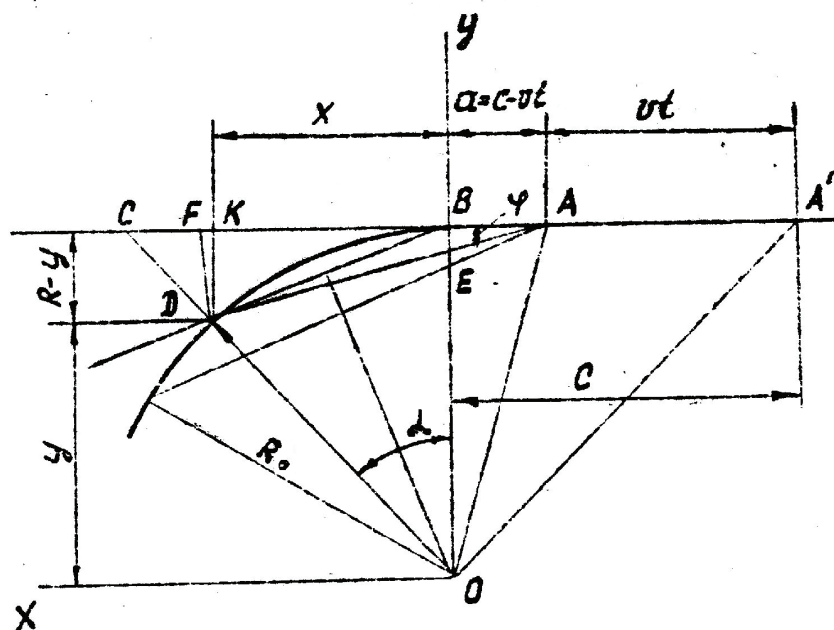


Рис. 1. Схема движения



Рассмотрим рис.1, на котором  $AA' = Vt$ ;  $AB = c - Vt$ ;  $BF = Vt$ ;

$AF = AD = c$ . Треугольник DAF — равнобедренный. Угол DAF =  $\varphi$ .

Из вершины D опустим перпендикуляр DK на сторону AF треугольника DAF и определим отрезок DK.

$$DK = DA \sin \varphi = c \sin \varphi. \quad (2)$$

Из треугольника OBC определим OC

$$OC = OB \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{R_0}{\cos \alpha}.$$

Сторона DC треугольника DKC составляет часть отрезка OC

$$DC = OC - OD = \frac{R_0}{\cos \alpha} - R_0 = R_0 \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right). \quad (3)$$

Из треугольника DKC определим сторону DK

$$DK = DC \cos \alpha = R_0 \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) \cos \alpha = 2R_0 \sin^2 \frac{\alpha}{2}, \quad (4)$$

так как угол  $\alpha$  равен углу COB и равен углу CDK, как соответственные углы при параллельных прямых OB и DK.

Используя зависимости (2) и (4), получим равенство

$$c \sin \varphi = 2R_0 \sin^2 \frac{\alpha}{2}, \quad (5)$$

$$\text{откуда } \sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{c}{2R_0} \sin \varphi. \quad (6)$$

Определим сторону BK из треугольника DBK

$$BK = BF - FK \quad (7)$$

При этом  $BF = Vt$  по построению. FK определим из прямоугольного треугольника DKF

$$FK = DK \tan \frac{\varphi}{2} = c \sin \varphi \tan \frac{\varphi}{2}, \text{ откуда}$$

$$BK = Vt - c \sin \varphi \tan \frac{\varphi}{2}. \quad (8)$$

Найдем квадрат гипотенузы DB из треугольника DBK

$$DB^2 = BK^2 + DK^2 = (Vt - c \sin \varphi \tan \frac{\varphi}{2})^2 + c^2 \sin^2 \varphi. \quad (9)$$

В треугольнике DOB опустим перпендикуляр из вершины O на сторону DB. Так как треугольник DOB равнобедренный, то BO = DO, тогда

$$\frac{1}{2} DB = OB \sin \frac{\alpha}{2} = R_0 \sin \frac{\alpha}{2} \text{ и } DB = 2R_0 \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (10)$$

Возведем выражение (10) в квадрат и приравняем правые части полученного выражения и выражения (9), тогда получим

$$4R_0^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = (Vt - c \sin \varphi \tan \frac{\varphi}{2})^2 + c^2 \sin^2 \varphi. \quad (11)$$

Используя зависимость (6), преобразуем выражение (11). После подстановки (6) в (11) и несложных преобразований получим следующее уравнение

$$c^2 \left( 1 + \tan^2 \frac{\varphi}{2} \right) \sin^2 \varphi - 2c \left( R_0 + Vt \tan \frac{\varphi}{2} \right) \sin \varphi + (Vt)^2 = 0. \quad (12)$$

Воспользуясь следующими равенствами:

$$1 + \tan^2 \frac{\varphi}{2} = \frac{1}{\cos^2 \frac{\varphi}{2}}, \cos^2 \frac{\varphi}{2} = \frac{1 + \cos \varphi}{2} \text{ и } \tan \frac{\varphi}{2} = \frac{\sin \varphi}{1 + \cos \varphi}, \text{ преобразуем выражение (12) и получим новое уравнение}$$

$$(c^2 - cVt)(1 - \cos^2 \varphi) - 0,5(2cR_0 \sin \varphi - V^2 t^2)(1 + \cos \varphi) = 0. \quad (13)$$

Вынеся за скобки  $(1 + \cos \varphi)$  и приравняв оставшуюся часть к нулю, получим

$$2(c^2 - cVt)(1 - \cos \varphi) - (2cR_0 \sin \varphi - V^2 t^2) = 0. \quad (14)$$

Выразив  $\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$  и проведя несложные алгебраические преобразования, получим следующее квадратное уравнение

$$\sin^2 \varphi - 2 \frac{R_0(2c(c - Vt) + (Vt)^2)}{2c(R_0^2 + (c - Vt)^2)} \sin \varphi + \frac{4c(c - Vt)(Vt)^2 + (Vt)^4}{4c^2(R_0^2 + (c - Vt)^2)} = 0. \quad (15)$$

Решая данное уравнение, получим

$$\sin \varphi = \frac{R_0(2c(c - Vt) + (Vt)^2) \pm (c - Vt) \sqrt{4c^2 R_0^2 - 4c(Vt)^2(c - Vt) - (Vt)^4}}{2c(R_0^2 + (c - Vt)^2)}. \quad (16)$$

Откуда

$$\varphi = \arcsin \frac{R_0(2c(c - Vt) + (Vt)^2) \pm (c - Vt) \sqrt{4c^2 R_0^2 - 4c(Vt)^2(c - Vt) - (Vt)^4}}{2c(R_0^2 + (c - Vt)^2)}. \quad (17)$$

Найдем выражение для максимального значения угла  $\varphi$ .

$$\varphi_{\max} = \varphi_{\max}(t, V, c, R_0). \quad (18)$$

Воспользовавшись зависимостью (6), определим  $\varphi_{\max}$

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{c}{2R_0} \sin \varphi_{\max}. \quad (19)$$

Максимальное значение угла  $\varphi$  наступает в том случае, когда задняя опора транспортного средства займет положение в точке B, тогда стороны AD и BD совпадут, то есть BD=c. В соответствии с рис. 1 в этом случае

$$\frac{c}{2R_0} = \sin \frac{\alpha}{2} \quad (20)$$

Подставив выражение (20) в зависимость (19) и сократив обе части на  $\sin \frac{\alpha}{2}$ , получим

$$\sin \varphi_{max} = \sin \frac{\alpha}{2} \text{ или } \varphi_{max} = \frac{\alpha}{2}, \quad (21)$$

где  $\alpha$  зависит от базы транспортного средства  $c$  и радиуса закругления монорельса  $R_0$ .

Результаты анализа зависимости (17) и результаты расчетов по формулам (17), (20), (21) показали, что в формуле (17) необходимо перед корнем брать знак минус, поэтому

$$\varphi = \arcsin \frac{R_0(2c(c-Vt)+(Vt)^2)-(c-Vt)\sqrt{4c^2R_0^2-4c(Vt)^2(c-Vt)-(Vt)^4}}{2c(R_0^2+(c-Vt)^2)}. \quad (22)$$

Можно предложить другой подход для получения уравнения (15). При переходе от прямолинейного участка пути к криволинейному транспортное средство переходит от поступательного движения к плоскому. Условия для получения уравнения аналогичны описанным выше.

Выберем начало координат ХОУ в точке О, совпадающей с центром кривизны криволинейного участка. Тогда

$$\cos \varphi = \frac{x+a}{c}. \quad (23)$$

Уравнение окружности монорельса на повороте имеет вид

$$x^2 + y^2 = R_0^2. \quad (24)$$

Определим координату У для точки D

$$y = \sqrt{R_0^2 - x^2}. \quad (25)$$

Учитывая, что  $x = c \cos \varphi - a$ , находим

$$y = \sqrt{R_0^2 - (c \cos \varphi - a)^2}. \quad (26)$$

Величина «а» в соответствии с условиями задачи и геометрическими построениями (Рис.1) определяется зависимостью

$$a = c - Vt. \quad (27)$$

Подставим формулу (27) в выражение (26) и получим

$$y = \sqrt{R_0^2 - (c \cos \varphi - (c - Vt))^2}. \quad (28)$$

Для исключения координаты «У» воспользуемся зависимостью

$$\sin \varphi = \frac{R_0 - y}{c}, \text{ тогда} \quad (29)$$

$$y = R_0 - c \sin \varphi = \sqrt{R_0^2 - (c \cos \varphi - (c - Vt))^2}.$$

Выполним последовательно ряд формальных преобразований с целью избавления от корня и получения зависимости функции  $\varphi$  от параметров монорельса и транспортного средства, для чего возведем в квадрат левую и правую части равенства (29)

$$(R_0 - c \sin \varphi)^2 = R_0^2 - (c \cos \varphi - (c - Vt))^2.$$

Проведя несложные преобразования с этим равенством, получим следующее уравнение

$$-2R_0c \sin \varphi + (2cVt - 2c^2) \cos \varphi = 2cVt - 2c^2 - (Vt)^2. \quad (30)$$

Поделим обе части последнего уравнения на коэффициент при  $\cos \varphi$  и, выполнив элементарные преобразования, получим

$$\cos \varphi = 1 + \frac{(Vt)^2}{2c(c-Vt)} - \frac{R_0}{c-Vt} \sin \varphi. \quad (31)$$

В уравнении (31) выразим  $\cos \varphi$  следующим образом  $\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$ .

После чего возведем в квадрат левую и правую части уравнения. Проведя преобразования получим

$$\sin^2 \varphi - 2 \frac{R_0(2c(c-Vt)+(Vt)^2)}{2c(R_0^2+(c-Vt)^2)} \sin \varphi + \frac{4c(c-Vt)(Vt)^2+(Vt)^4}{4c^2(R_0^2+(c-Vt)^2)} = 0. \quad (32)$$

Таким образом, полученное уравнение (32) полностью совпадает с выражением (15). Решения уравнений (32) и (15) вида (22) дают весьма громоздкие выражения для угловой скорости  $\dot{\varphi}(t)$  и углового ускорения  $\ddot{\varphi}(t)$ . Поэтому вернемся к уравнению (30) и получим решение в несколько другом виде. Введем новые величины

$$A \cos \beta = -2R_0c; A \sin \beta = 2cVt - 2c^2; \tan \beta = -\frac{2cVt-2c^2}{2R_0c} = \frac{c-Vt}{R_0}.$$

Очевидно, что  $A^2(\sin^2 \beta + \cos^2 \beta) = (2cVt - 2c^2)^2 + 4R_0^2c^2$ , откуда

$$A = \pm \sqrt{(2cVt - 2c^2)^2 + 4R_0^2c^2}. \quad (33)$$

С учетом преобразований  $A \sin \varphi \cos \beta + A \cos \varphi \sin \beta = 2cVt - 2c^2 - (Vt)^2$  или

$$\sin(\varphi + \beta) = \frac{2cVt - 2c^2 - (Vt)^2}{A}.$$

Так как  $\beta = \arctg \frac{c-Vt}{R_0}$ ,

$$\frac{2cVt-2c^2-V^2t^2}{A} = -\frac{2c^2-2cVt+V^2c^2+c^2-c^2}{A} = -\frac{(c-Vt)^2+c^2}{A}, \text{ то}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{(c-Vt)^2+c^2}{-A} - \arctg \frac{c-Vt}{R_0}, \text{ или}$$

$$\varphi = \arcsin \left( \pm \frac{(c-Vt)^2+c^2}{\sqrt{(2cVt-2c^2)^2+4R_0^2c^2}} \right) - \arctg \frac{c-Vt}{R_0} \quad (34)$$

Можно показать, что решение (34) уравнения (30) приводится к виду (17). Однако, как уже отмечалось, получение первой и второй производных от  $\varphi(t)$  значительно проще при использовании выражения (34).

Расчеты с использованием зависимостей (20), (21), (34) показали, что знак под функцией  $\arcsin$  должен быть «плюс».

Угловая скорость движения транспортного средства при переходе на криволинейный участок монорельса получается в результате дифференцирования зависимости (34)

$$\dot{\varphi}(t) = \frac{V^4t^3-3cV^3t^2+(2V^2c^2+2V^2R_0^2)t-2R_0^2Vc}{(V^2t^2-2cVt+c^2+R_0^2)\sqrt{-V^4t^4+4cV^3t^3-4c^2V^2t^2+4R_0^2c^2}} + \frac{VR_0}{(Vt)^2-2cVt+R_0^2+c^2} \quad (35)$$

Угловое ускорение движения транспортного средства при переходе на криволинейный участок монорельса получается в результате дифференцирования зависимости (35). На рис. 2...4 показаны графики зависимостей  $\varphi(t, V, c, R)$ ,  $\dot{\varphi}(t, V, c, R)$ .

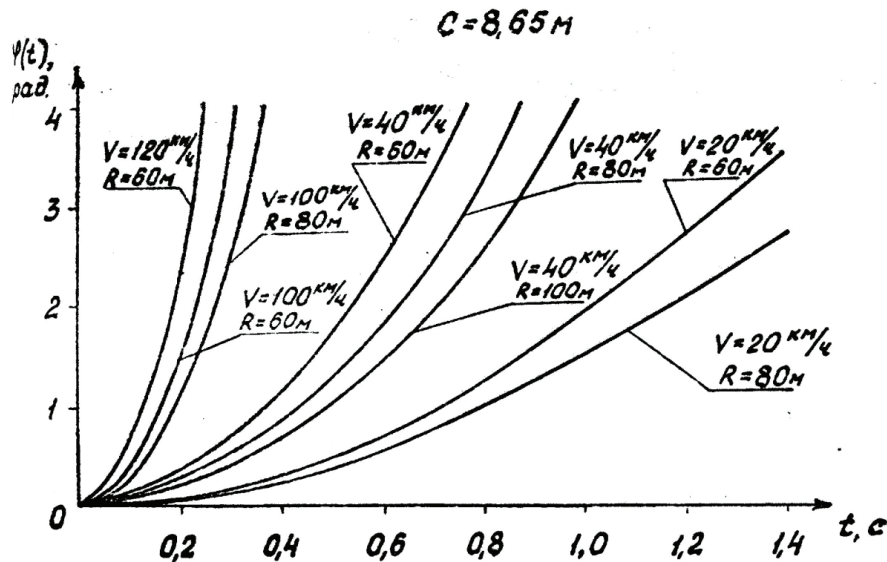


Рис. 2. Зависимость угла поворота продольной оси ТС от времени при различных значениях скорости, радиусах закругления монорельса и фиксированной базе

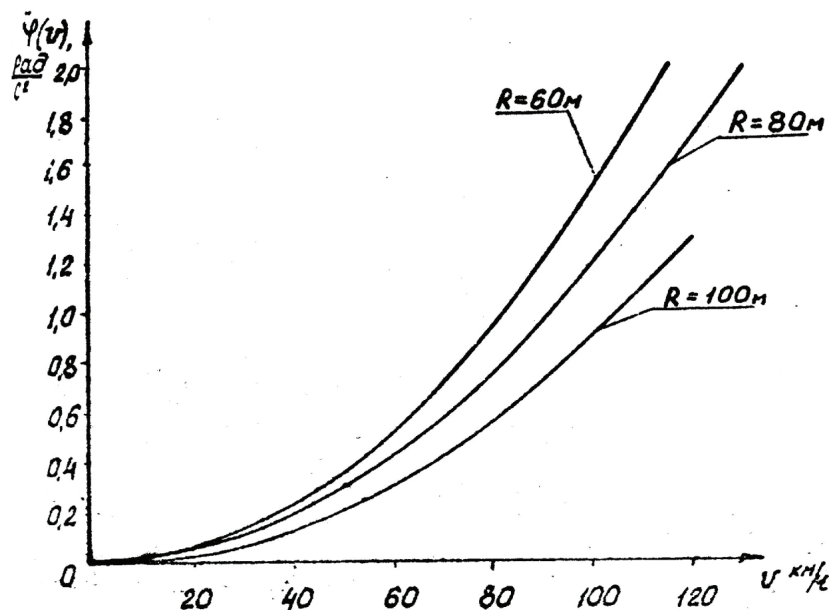


Рис. 3. Зависимость углового ускорения продольной оси ТС от скорости при различных радиусах закругления монорельса и фиксированной базе

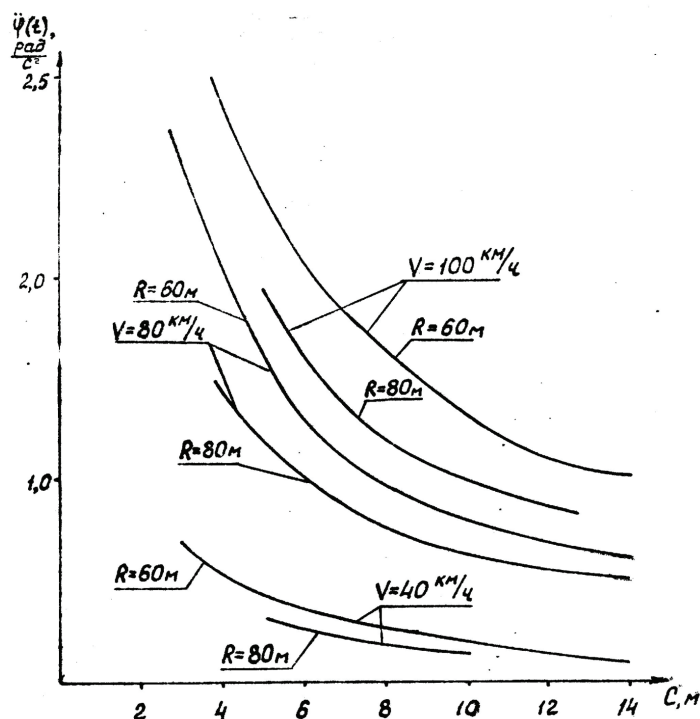


Рис. 4. Зависимость углового ускорения продольной оси ТС от базы при различных радиусах закругления монорельса и скоростях движения

Полученные в статье математические зависимости могут быть использованы для определения нагрузок, действующих на монорельсовое транспортное средство и на груз, размещенный в нем, при переходе с прямолинейного на криволинейный участок пути.

Литература:

1. Бронштейн, И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. — 13-е изд., исправленное. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. — 544 с.

## Аналитический расчет кинематической характеристики подвески колесных транспортных средств с двумя поперечными рычагами

Свечников Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Черепанов Михаил Сергеевич, студент;

Шмаков Илья Максимович, студент;

Фень Александр Александрович, студент;

Жоров Ярослав Александрович, студент;

Протасов Виталий Игоревич, студент;

Благодатских Андрей Николаевич, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

В статье авторы предлагают аналитический аппарат расчета кинематической характеристики подвески на примере подвески с двумя неравными поперечными рычагами.

**Ключевые слова:** подвеска колесных транспортных средств, аналитический расчет, кинематическая характеристика.

Для создания математических моделей транспортных средств, как колебательных систем, необходимо в любой момент времени знать положение упругих элементов подвески в зависимости от перемещения колеса, то есть иметь кинематическую характеристику подвески.

В ряде случаев кинематическая схема подвески транспортного средства достаточно сложна, особенно у базовых машин высокой проходимости и грузоподъемности, поэтому кинематическую характеристику их подвесок получают, как правило, графическим путем [1, 2]. Строя в масштабе ряд положений подвески, определяют вертикальные перемещения оси колеса и соответствующие им деформации упругого элемента подвески. Однако графические построения громоздки, а также возникают трудности с использованием полученной кинематической характеристики в математических моделях. В этой связи возникает необходимость в разработке аналитического аппарата расчета кинематической характеристики подвески.

Предлагается следующая методика разработки этого аппарата.

Выбирают параметр, величина которого изменяется в процессе работы подвески, удобный для вывода уравнений связи. Это, например, может быть угол  $\alpha$  (см. Рис. 1). Затем получают уравнения связи перемещения упругого элемента  $l_p$  и хода колеса  $h$  в функции от выбранного параметра:

$$l_p = f(\alpha), \quad (1)$$

$$h = f(\alpha). \quad (2)$$

По выражениям (1) и (2) появляется возможность построения кинематической характеристики подвески, то есть зависимости:

$$l_p = f(h). \quad (3)$$

При решении задач динамики транспортных средств необходимо иметь зависимость изменения перемещения упругого элемента при изменении хода колеса на некоторую величину.

Выражения для изменения перемещения упругого элемента  $\delta l_p$  и хода колеса  $\delta h$  при изменении угла  $\alpha$  на величину  $\delta\alpha$  запишем в виде:

$$\delta l_p = k_l \cdot \delta\alpha, \quad (4)$$

$$\delta h = k_h \cdot \delta\alpha, \quad (5)$$

где  $k_l = \frac{\partial l_p}{\partial \alpha}$ ,  $k_h = \frac{\partial h}{\partial \alpha}$  — коэффициенты влияния.

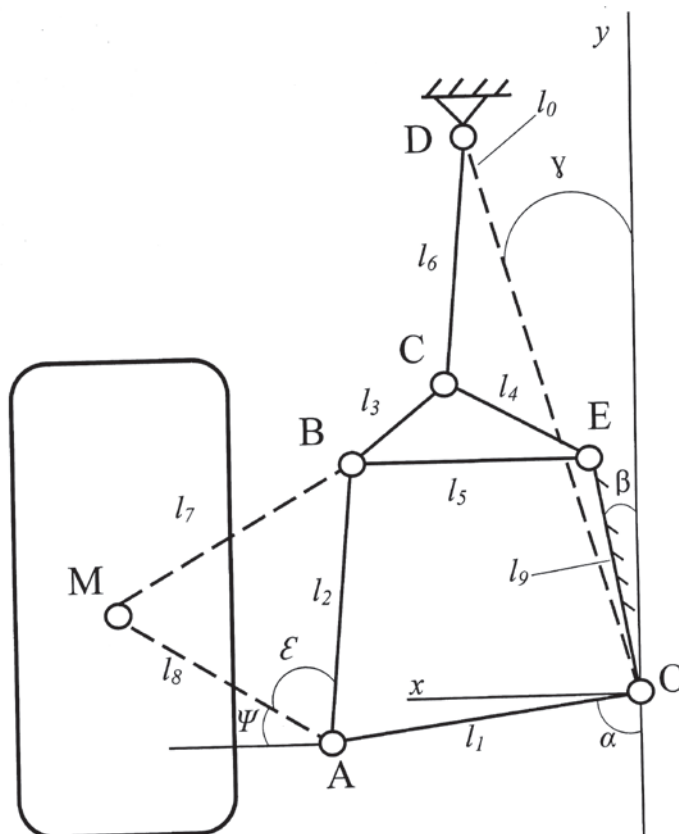


Рис. 1. Кинематическая схема подвески



Изменение хода упругого элемента при изменении хода колеса определяется выражением:

$$\delta l_p = \frac{k_l}{k_h} \cdot \delta h. \quad (6)$$

Следующим шагом методики является получение зависимостей для коэффициентов влияния  $k_l$  и  $k_h$ .

Выражение (6) используется для определения положения упругого элемента подвески в любой момент времени, а также может быть применено для построения кинематической характеристики подвески в целом с использованием метода припасовки, заключающимся в следующем. Зная значение выбранного параметра, соответствующего положе-

нию статического равновесия подвески  $\alpha_n$ , определяют коэффициенты влияния  $k_l$  и  $k_h$ . Затем, задаваясь малым перемещением колеса  $\pm \delta h$ , по выражению (5) определяют соответствующее изменение угла  $\pm \delta \alpha$ , а по выражению (6) — изменение хода упругого элемента. В последствии алгоритм повторяется для угла  $\alpha = \alpha \pm \delta \alpha$ .

Методику аналитического расчета кинематической характеристики подвески поясним на конкретном примере независимой двухрычажной подвески с неравными рычагами, кинематическая схема которой изображена на Рис.1.

Вначале получим уравнения связи вида (1) и (2).

Общую длину упругого элемента  $l_6$  в любой момент времени можно определить из соотношения:

$$l_6 = \sqrt{(x_c - x_d)^2 + (y_c - y_d)^2}, \quad (7)$$

где  $x_c, y_c, x_d, y_d$  - координаты точек С и D соответственно в системе координат XOY.

Координаты точки D постоянны и равны:

$$x_d = l_0 \cdot \sin(\gamma), \quad (8)$$

$$y_d = l_0 \cdot \cos(\gamma). \quad (9)$$

Координаты точки С найдем, как точку пересечения двух окружностей с центрами Е, В и радиусами  $l_4, l_3$  соответственно.

Запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} (x - x_B)^2 + (y - y_B)^2 = l_3^2 \\ (x - x_E)^2 + (y - y_E)^2 = l_4^2 \end{cases} \quad (10)$$

где  $x_B, y_B, x_E, y_E$  - координаты точек В и Е.

Решая систему (10), получим:

$$x_c = \frac{d \cdot p + x_E - p \cdot y_E \pm \sqrt{(l_4^2 - x_E^2) \cdot p^2 + 2(d \cdot x_E - y_E \cdot x_E) \cdot p + d(2y_E - d) - y_E^2 + l_4^2}}{1 + p^2} \quad (11)$$

$$y_c = d - p \cdot x_c, \quad (12)$$

$$\text{где } d = \frac{l_4^2 - l_3^2 - l_9^2 + x_B^2 + y_B^2}{2(y_B - y_E)}, \quad (13)$$

$$p = \frac{x_B - x_E}{y_B - y_E} . \quad (14)$$

В выражении (11) знак перед корнем выбирают исходя из физического смысла. В данном случае знак выбирается тот, при котором ордината точки С имеет большее значение.

В выражения (11), (12), (13), (14) входят координаты точек Е и В. Координаты точки Е постоянны и равны:

$$x_E = l_9 \cdot \sin(\beta) , \quad (15)$$

$$y_E = l_9 \cdot \cos(\beta) . \quad (16)$$

Координаты точки В получим аналогично координатам точки С — в месте пересечения окружностей с центрами в точках А и Е и радиусами  $l_2$  и  $l_5$  соответственно.

$$\begin{cases} (x - x_A)^2 + (y - y_A)^2 = l_2^2 \\ (x - x_E)^2 + (y - y_E)^2 = l_5^2 \end{cases} \quad (17)$$

Решение системы (17) дает:

$$x_B = \frac{f \cdot k + x_E - k \cdot y_E \pm \sqrt{(l_5^2 - x_E^2) \cdot k^2 + 2(f \cdot x_E - y_E \cdot x_E) \cdot k + f(2y_E - f) - y_E^2 + l_5^2}}{1 + k^2} \quad (18)$$

$$y_B = f - k \cdot x_B , \quad (19)$$

$$\text{где } f = \frac{l_5^2 - l_2^2 - l_9^2 + l_1^2}{2(y_A - y_E)} , \quad (20)$$

$$k = \frac{x_A - x_E}{y_A - y_E} . \quad (21)$$

Знак перед корнем в выражении (18) определяют по аналогии с предыдущим случаем.

Координаты точки А в выражениях (20) и (21) находят по зависимостям:

$$x_A = l_1 \cdot \sin(\alpha) , \quad (22)$$

$$y_A = -l_1 \cdot \cos(\alpha) . \quad (23)$$

Теперь все составляющие уравнения (7) определены, а, следовательно, получено первое уравнение связи, соответствующее выражению (1).

Получим второе уравнение связи, соответствующее выражению (2). Ординату точки М — центра колеса найдем из соотношения:

$$y_M = l_8 \cdot \sin(\psi) + y_A , \quad (24)$$

$$\text{где } \psi = \pi - \varepsilon - \arctg\left(\frac{y_B - y_A}{x_A - x_B}\right) . \quad (25)$$

Выражение (24) является вторым уравнением связи.

Получим зависимости для коэффициентов влияния  $k_l$  и  $k_h$ .

Возьмем частную производную по углу  $\alpha$  от выражения (7):

$$\frac{\partial l_6}{\partial \alpha} = \frac{(x_C - x_D) \cdot \frac{\partial x_C}{\partial \alpha} + (y_C - y_D) \cdot \frac{\partial y_C}{\partial \alpha}}{\sqrt{(x_C - x_D)^2 + (y_C - y_D)^2}}. \quad (26)$$

Частные производные  $\frac{\partial x_C}{\partial \alpha}$  и  $\frac{\partial y_C}{\partial \alpha}$  определяются по выражениям:

$$\frac{\partial x_C}{\partial \alpha} = \frac{\frac{\partial A_1}{\partial \alpha} \cdot (1 + p^2) - 2 \cdot p \cdot \frac{\partial p}{\partial \alpha} \cdot A_1}{(1 + p^2)^2}, \quad (27)$$

где

$$A_1 = d \cdot p + x_E - p \cdot y_E \pm \sqrt{(l_4^2 - x_E^2)p^2 + 2(d \cdot x_E - y_E \cdot x_E)p + d(2y_E - d) - y_E^2 + l_4^2} \quad (28)$$

$$\frac{\partial A_1}{\partial \alpha} = \frac{\partial(dp)}{\partial \alpha} - \frac{\partial p}{\partial \alpha} \cdot y_E \pm \frac{((l_4^2 - x_E^2)p - y_E x_E) \frac{\partial p}{\partial \alpha} + (y_E - d) \frac{\partial d}{\partial \alpha} + \frac{\partial(pd)}{\partial \alpha} \cdot x_E}{\sqrt{(l_4^2 - x_E^2)p^2 + 2(d \cdot x_E - y_E x_E)p + d(2y_E - d) - y_E^2 + l_4^2}} \quad (29)$$

$$\frac{\partial y_C}{\partial \alpha} = \frac{\partial d}{\partial \alpha} - \left( \frac{\partial p}{\partial \alpha} \cdot x_C + \frac{\partial x_C}{\partial \alpha} \cdot p \right). \quad (30)$$

В выражения (27), (29), (30) входят частные производные  $\frac{\partial p}{\partial \alpha}$ ,  $\frac{\partial d}{\partial \alpha}$ ,  $\frac{\partial(pd)}{\partial \alpha}$ , выражения для которых имеют

вид:

$$\frac{\partial p}{\partial \alpha} = \frac{\frac{\partial x_B}{\partial \alpha} (y_B - y_E) - \frac{\partial y_B}{\partial \alpha} (x_B - x_E)}{(y_B - y_E)^2}, \quad (31)$$

$$\frac{\partial d}{\partial \alpha} = \frac{2x_B(y_B - y_E) \frac{\partial x_B}{\partial \alpha} + (y_B^2 - 2y_B \cdot y_E - l_4^2 + l_3^2 + l_9^2 - x_B^2) \frac{\partial y_B}{\partial \alpha}}{2(y_B - y_E)^2}, \quad (32)$$

$$\frac{\partial(pd)}{\partial \alpha} = \frac{\partial p}{\partial \alpha} \cdot d + \frac{\partial d}{\partial \alpha} \cdot p. \quad (33)$$

Возьмем частные производные  $\frac{\partial x_B}{\partial \alpha}$  и  $\frac{\partial y_B}{\partial \alpha}$ :

$$\frac{\partial x_B}{\partial \alpha} = \frac{\frac{\partial A_2}{\partial \alpha} \cdot (1 + k^2) - 2 \cdot k \cdot \frac{\partial k}{\partial \alpha} \cdot A_2}{(1 + k^2)^2}, \quad (34)$$

где

$$A_2 = f \cdot k + x_E - k \cdot y_E \pm \sqrt{(l_5^2 - x_E^2)k^2 + 2(f \cdot x_E - y_E \cdot x_E)k + f(2y_E - f) - y_E^2 + l_5^2}, \quad (35)$$

$$\frac{\partial A_2}{\partial \alpha} = \frac{\partial(fk)}{\partial \alpha} - \frac{\partial k}{\partial \alpha} \cdot y_E \pm \frac{((l_5^2 - x_E^2)k - y_E x_E) \frac{\partial k}{\partial \alpha} + (y_E - f) \frac{\partial f}{\partial \alpha} + \frac{\partial(fk)}{\partial \alpha} \cdot x_E}{\sqrt{(l_5^2 - x_E^2)k^2 + 2(f \cdot x_E - y_E x_E)k + f(2y_E - f) - y_E^2 + l_5^2}}, \quad (36)$$

$$\frac{\partial y_B}{\partial \alpha} = \frac{\partial f}{\partial \alpha} - \left( \frac{\partial k}{\partial \alpha} \cdot x_B + \frac{\partial x_B}{\partial \alpha} \cdot k \right). \quad (37)$$

Выражения для частных производных, входящих в уравнения (34), (36), (37) имеют вид:

$$\frac{\partial f}{\partial \alpha} = - \frac{(l_5^2 - l_2^2 + l_1^2 - l_9^2) \cdot \frac{\partial y_A}{\partial \alpha}}{2(y_A - y_E)^2}, \quad (38)$$

$$\frac{\partial k}{\partial \alpha} = \frac{\frac{\partial x_A}{\partial \alpha}(y_A - y_E) - \frac{\partial y_A}{\partial \alpha}(x_A - x_E)}{(y_A - y_E)^2}, \quad (39)$$

$$\frac{\partial(fk)}{\partial \alpha} = \frac{\partial f}{\partial \alpha} \cdot k + \frac{\partial k}{\partial \alpha} \cdot f. \quad (40)$$

В выражения (38), (39), (40) входят частные производные  $\frac{\partial x_A}{\partial \alpha}$  и  $\frac{\partial y_A}{\partial \alpha}$ , возьмем их:

$$\frac{\partial x_A}{\partial \alpha} = l_1 \cdot \cos(\alpha), \quad (41)$$

$$\frac{\partial y_A}{\partial \alpha} = l_1 \cdot \sin(\alpha). \quad (42)$$

По выражениям (26)...(42) вычисляется коэффициент влияния  $k_l$ .

Выражение для коэффициента влияния  $k_h$  получим, взяв частную производную по  $\alpha$  от зависимости (24):

$$\frac{\partial y_M}{\partial \alpha} = l_8 \cdot \frac{\cos(\psi)}{l_2^2} \left( \left( \frac{\partial x_A}{\partial \alpha} - \frac{\partial x_B}{\partial \alpha} \right) (y_B - y_A) - \left( \frac{\partial y_B}{\partial \alpha} - \frac{\partial y_A}{\partial \alpha} \right) (x_A - x_B) \right) + \frac{\partial y_A}{\partial \alpha}. \quad (43)$$

Окончательно, изменение длины упругого элемента подвески при изменении хода колеса на  $\delta h$ , найдем из соотношения вида (6):

$$\delta l_6 = \frac{\partial l_6}{\partial \alpha} \cdot \left( \frac{\partial y_M}{\partial \alpha} \right)^{-1} \cdot \delta h. \quad (44)$$

Несмотря на кажущуюся громоздкость полученных зависимостей, с использованием для расчета ЭВМ процесс получения кинематической характеристики подвески по приведенной методике значительно упрощается по сравнению с графическим и, кроме того, появляется возможность использования полученных выше выражений в более точных математических моделях транспортных средств, как колебательных систем.

В приложении 1 приведена программа расчета кинематической характеристики подвески на языке «Бейсик», а в таблице 1 результаты расчета для подвески МА3-547, изображенной на рис. 1.

Таблица 1. Результаты расчета кинематической характеристики подвески

$h$ , м	- 0,14	- 0,12	- 0,1	- 0,08	- 0,06	- 0,04	- 0,02	0	0,02
$l_p$ , м	- 0,091	- 0,077	- 0,063	- 0,05	- 0,037	- 0,025	- 0,012	0	0,012

$h$ , м	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
$l_p$ , м	0,024	0,036	0,048	0,059	0,07	0,08	0,091	0,1	0,11

Исходные данные для расчета:

$$l_1 = 0,464 \text{ м}; l_2 = 0,368 \text{ м}; l_3 = 0,132 \text{ м}; l_4 = 0,24 \text{ м}; l_5 = 0,361 \text{ м};$$

$$l_7 = 0,464 \text{ м}; l_8 = 0,42 \text{ м}; l_9 = 0,464 \text{ м}; l_0 = 1,108 \text{ м}; \beta = 9^\circ;$$

$$\varepsilon = 73^\circ; \gamma = 13^\circ; \alpha_H = 87^\circ.$$

# Приложение 1

## Программа расчета кинематической характеристики

```

5 DIM Y(2), X(2), M(2), O(2), T(2), C(2), U(2), V(2)
10 INPUT "l1,l2,l3,l4,l5,l6,l7,l8,l9,l0,b,g,e,ar (Длины в метрах, углы в град)";
    L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7,L8,L9,L0,B,G,E,AR
15 CLS
16 ? TAB(10) "Расчет кинематической характеристики подвески"
17 ? " "
20 XD=L0*SIN (G*P1/180)
30 YD=L0*COS(G*P1/180)
40 XE=L9*SIN(B*P1/180)
50 YE=L9*COS(B*P1/180)
60 FOR I=1 TO 2
70 A=AR*P1/180
80 H=0
90 FF!=0 !
100 FOR J=1 TO 10
110 IF I=1 THEN N=1 ELSE N=(-1)
120 H=H+0.02*N
130 XA=L1*SIN (A)
140 YA=(-L1)*COS(A)
150 AX=L1*COS(A)
160 AY=L1*SIN (A)
170 DK= (AX*(YA-YE)-AY*(XA-XE)) / (ABS(YA-YE)^2)
180 DF= (( L9^2 +L2^2-L5^2-L1^2)*AY) / (2*ABS (YA-YE)^2)
190 K=(XA-XE)/(YA-YE)
200 F=(L5^2-L2^2+L1^2-L9^2) / (2*(YA-YE))
210 FK=DF*K+DK*F
220 FOR Q=1 TO 2
230 IF Q=1 THEN W=1 ELSE W= (-1)
240 O(Q)=SQR ((L5^2-XE^2)*ABS(K)^2+2*(XE*F-XE*YE)*K+F*
    (2*YE-F)-YE^2+L5^2)*W
250 M(Q)= F*K+XE-K*YE+O(Q)
260 X(Q)=M(Q)/(1+ABS(K)^2)
270 Y(Q)=F-K*X(Q)
280 NEXT Q
290 IF Y(1)>Y(2) THEN GOTO 350
300 YB=Y(2)
310 XB=X(2)
320 M=M(2)
330 O=O(2)
340 GOTO 390
350 YB=Y(1)
360 XB=X(1)
370 M=M(1)
380 O=O(1)
390 DM=FK-DK*YE+(((L5^2-XE^2)*K-XE*YE)*DK+(YE-F)*DF+FK*XE)/O
    
```



```

400 BX= (DM*(1+ABS(K)^2)-2*K*DK*M)/((1+ABS(K)^2)^2)
410 BY=DF-(DK*XB+BX*K)
420 D= (L4^2-L3^2-L9^2+ABS(XB)^2+ABS(YB)^2)/(2*(YB-YE))
430 P= (XB-XE)/(YB-YE)
440 DP=(BX*(YB-YE)-BY*(XB-XE))/(ABS(YB-YE)^2)
450 DD=(2*XB*(YB-YE)*BX+(ABS(YB)^2*YB*
      YE-L4^2+L3^2+L9^2-ABS (XB)^2)*BY)/(2*ABC(YB-YE)^2)
460 PD=DP*D+DD*P
470 FOR R=1 TO 2
480 IF R=1 THEN Z=1 ELSE Z=(-1)
490 U(R)= SQR ((L4^2-XE^2)*ABS(P)^2+2*(D*XE-YE*XE)*P+D*
      (2*YE-D)-YE^2+L4^2)*Z
500 V(R)= D*P+XE-P*YE+U(R)
510 C(R)=V(R)/(1+ABS(P)^2)
520 T(R)= D-P*C(R)
530 NEXT R
540 IF T(1)>T(2) THEN GOTO 600
550 YC=T(2)
560 XC=C(2)
570 U=U(2)
580 V=V(1)
590 GOTO 640
600 YC=T(1)
610 XC=C(1)
620 U=U(1)
630 V=V(1)
640 DV=PD-DP*YE+(((L4^2-XE^2)*DP+(YE-D)*DD+PD*XE)/ U
650 CX=(DV*(1+ABS(P)^2)-2*P*DP*V)/((1+ABS(P)^2)^2)
660 CY=DD-(DP*XC+CX*P)
670 DL=ABS(((XC-XD)*CX+(YC-YD)*CY)/(SQR(ABS(XC-XD)^2+ABS(YC-YD)^2)))
680 KS=P1-E*P1/180-ATN((YB-YA)/(XA-XB))
690 MY= ABS((L8*COS(KS)/(L2^2))*((AX-BX)*(YB-YA)-(BY-AY)*(XA-XB))+AY)
700 AD=0.02*N/MY
710 LF!=DL*AD
720 FF!=FF!+LF!
730 ? TAB(15) "h="; H; "    "; "f="; FF!
740 A=A+AD
750 NEXT J
760 NEXT I
770 END

```

## Литература:

1. Антонов, А. С., Кононович Ю. А. и др. Армейские автомобили. Теория. — М.: Военное издательство МО СССР, 1970, 526 с.
2. Степанченко, Э. П., Фалалеев П. П. Технологическое оборудование. — М.: МО СССР, 1986, 364 с.
3. Литвинов, А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». — М.: Машиностроение, 1989.—240 с.
4. Вахламов, В. К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений — М.: Издательский центр «Академия», 2006.-240 с.

## Обеспечение устойчивости бортов карьера по геомеханической модели месторождения

Сорока Антон Владимирович, студент магистратуры;

Куаныш Асет Сапарулы, студент магистратуры

Научный руководитель: Оленюк Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Свойства горных пород и породных массивов определяют параметры техники и технологии разработки месторождений полезных ископаемых. В этой связи актуальной научной и практической задачей является обоснование методов и средств направленного изменения свойств пород. Управление состоянием массива горных пород и прогнозирование устойчивости откосов и бортов карьеров является одной из важнейших инженерных задач для обеспечения безопасности и эффективности работ при открытом способе разработки месторождений. Несмотря на многочисленные исследования, проблема обеспечения устойчивости бортов карьеров, в силу своей сложности и разнообразия горно-геологических и гидро-геологических особенностей месторождений, остается актуальной. Практика работ показывает, что практически все открытые горные работы сопровождаются оползневыми явлениями.

При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом особое значение приобретает проблема устойчивости породных откосов — уступов и бортов карьеров. Если в проекте строительства карьера заложены завышенные значения углов наклона откосов, это может привести к нарушению их устойчивости и вызвать внезапные разрушения уступов или бортов карьеров. При заниженных же значениях углов наклона породных откосов и большой глубине карьера возникает проблема экономической целесообразности разработки месторождения открытым способом. Так, например, на карьерах глубиной до 300 м уменьшение результирующего угла наклона борта на 3–4 градуса приводит к увеличению объема вскрыши до 10–11 млн. м<sup>3</sup> на 1 км фронта работ

Работу за наблюдением устойчивости в основном выполняет маркшейдерская служба предприятия совместно с геологической службой. В последнее время имеется тенденция внедрения штата геотехника, обязанностью которого является сбор и обработка данных маркшейдерских замеров, геологических данных с созданием геомеханической модели месторождения основная методика наблюдений заключается в закладке наблюдательных станций. В данном вопросе важную роль играет периодичность наблюдений и точность. Результаты становятся все точнее с появлением новых геодезических приборов, в особенности лазерных сканеров.

Обработка результатов с использованием трехмерного моделирования с помощью Geovia Surpac

Программа Geovia имеют следующие функциональности:

- геологический модуль (основой геологического модуля является база данных по разведочным выработкам.)
- ввод данных из журналов разведочного бурения
- редактирование геологических данных по скважинам, пополнение базы данных результатами лабораторных анализов
- интеграция данных по скважинам с графическими построениями
- манипуляция с данными по геологоразведочным скважинам (простые и сложные пересчеты, композитирование данных и т. д.)
- обработка данных методом классического статистического анализа геологоразведочной информации (по данным опробования) с выводом на печать графиков гистограмм, таблиц и результатов их анализа
- полный геостатистический анализ любых трехмерных данных, включая расчет и моделирование вариограмм, карт вариаций изменчивости и оценку пространственной анизотропии минерализации
- редактирование и модернизация графической и математической геологической модели
- стереография и геомеханика.

Данная программа подходит для создания трехмерной модели при помощи которой будет удобно анализировать каждое изменение. Дополнять информацию в процессе исследования. Делать анализ по результатам последних данных.

В программе мы создаем блочную модель. Блочная модель — это трехмерная модель участка пространства, (например, рудной залежи) построенная путем разбиения этого участка на элементарные ячейки (блоки), имеющие форму параллелепипеда и содержащие в себе различные (большой частью числовые) характеристики объекта (содержания полезных компонентов, объемный вес, тип руды и т. п.), полученные в основном в результате интерполяции спорадически расположенных пространственных данных (результатов опробования полезного ископаемого, определений объемного веса и т. п.)

В настоящее время задачи повышения устойчивости откосов и склонов приобретают все большее значение. После проведенных исследований, следует сделать вывод, что после оценки устойчивости необходимо принимать меры до обрушения. Основными причинами этого являются постоянное ведение взрывных работ, горные работы. Целью укрепления откосов является стабилизация эрозионных процессов грунта и предотвращение его обрушения под собственным весом или сползания вследствие

сил инерции. Слабый грунт должен превратиться в устойчивую и прочную поверхность.

При выборе решения для укрепления склона необходимо принимать во внимание такие факторы, как крутизна склона, нагрузка, наличие или отсутствие вибрации, а также состав грунтов откоса. Для решения задачи укрепления откосов насыпи, дорог и бортов склонов используется большое разнообразие методов. Один из современных методов это применение геотекстиля.

Геотекстиль представляет собой нетканый материал из синтетических или натуральных полимеров в виде плоских форм, лент или трехмерных структур, что обеспечивает его высокие физико-механические свойства, изотропность, а также стойкость к различным химическим соединениям. К основным свойствам геотекстиля относят высокий модуль упругости, благодаря которому материал может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях. Геотекстиль выполняет функцию разделения слоев и позволяет перераспределить напряжение в основании насыпи, увеличить несущую способность основания, устойчивость откосов, улучшить условия уплотнения земляного полотна [24].

В ходе проведенного исследования были проанализированы современные геосинтетические материалы на предмет их применения для обеспечения устойчивости грунтовых откосов и склонов. На основе полученных результатов были сформулированы следующие выводы, в связи с развитием промышленности и появлением материалов, характеризующихся прочностью и долговечностью при работе в контакте с грунтом, в мировой строительной практике активно развивается направление, основанное на применении современных геоматериалов и способное решать значительный круг практических задач, включая укрепление откосов и склонов.

Применение высокопрочных геосинтетических материалов позволяет повысить устойчивость грунтовых конструкций на сдвиг, тем самым обеспечивая необходимую стабильность грунтов. Исходя из представленной характеристики каждого геосинтетического материала и их сравнительного анализа, изложенного в данной статье, сделан вывод о необходимости комплексной оценки таких факторов, как инженерно-геологические условия строительной площадки, тип грунтового материала конструкции, характер нагрузок и природные условия. На основе данных сравнительного анализа установлена целесообразность использования комбинации геосинтети-

ческих материалов, которая будет учитывать частные условия площадки. В частности, для мест с повышенной опасностью использовать сразу и георешетки и геомембраны, что будет являться темой дальнейших научных исследований.

Георешетка — это сотовая конструкция из полиэтиленовых лент, соединенных между собой сварными швами с высокой прочностью, которая в рабочем положении представляет собой устойчивый каркас в горизонтальном и в вертикальном направлении. При помощи этого каркаса фиксируются различные наполнители — щебень, грунт, бетон, кварцевый песок и другие. Высокие стенки позволяют заключать в себе также и крупнозернистый материал.

Объемные георешетки представляют собой гибкий компактный модуль, состоящий из скрепленных между собой полимерных лент, образующих в растянутом положении.

Геосетка — это плоский полимерный рулонный материал с сетчатой структурой, образованный эластичными ребрами из высокопрочных пучков нитей, скрепленными в узлах прошивочной нитью, переплетением, склеиванием, сплавлением или иным способом, с образованием ячеек, размеры которых больше образующих сетку ребер, обработанных специальными составами для улучшения свойств и повышения их стабильности. По структуре различают двухосные и одноосные ячеистые конструкции. Первые имеют соты прямоугольной формы и рассчитаны для использования на слабых грунтах, вторые — вытянуты ромбовидной формой в одну сторону и способны отлично справляться с нагрузками на разрыв. Высокий модуль упругости позволяет воспринимать нагрузку и распределять ее.

Так, на руднике ТУР при отработке конечных контуров в западной части карьера выявилось что при насыщении борта талыми а поверхностными водами откос сползает, или отваливается. Для безопасного ведения работ и по рекомендации подрядной организации проводящие работы по наблюдению устойчивостью бортов, угол откоса борта и ширина бермы на верхних горизонтах была увеличена.

Опыт внедрения методов управления состоянием породного массива на карьерах показывает, что искусственное укрепление во многих случаях предпочтительнее разнота, увеличения угла заоткоски бортов и дает значительный экономический эффект и самое главное эффект в области устойчивости бортов что обеспечивает безопасное ведения горных работ.

#### Литература:

1. Инструкция по наблюдению за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Л. ВНИМИ 1971 г.
2. Инструкция по производству маркшейдерских работ М. 1987 г.
3. Методологические основы мониторинга состояния устойчивости карьерных откосов. КарГТУ 2006 г.
4. Бесимбаева, О. Г., Хмырова Е. Н., Оленюк С.П., Олейникова Е. А., Старостина О. В. Обоснование расчетных прочностных характеристик пород баритового месторождения Кафедра маркшейдерского дела и геодезии КарГТУ

5. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости, согласованными приказом Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от 22 сентября 2008г № 39.
6. Бесимбаева, О. Г., Хмырова Е. Н., Низметдинов Ф. К., Олейникова Е. А., Оценка и прогноз устойчивости бортов карьера «Кентобе» Кафедра маркшейдерского дела и геодезии КарГТУ
7. Свойства горных пород. Геотехника и геофизика. Бесимбаева О. Г., Хмырова Е. Н., Низметдинов Ф. К., Олейникова Е. А., Кафедра маркшейдерского дела и геодезии КарГТУ.
8. Современные методы укрепления откосов и склонов геосинтетическими материалами. В.Г. Шаповал, И.Ю. Булич, Е.С. Причина, Национальный горный университет

## Оценка экологической безопасности АЗС в городских условиях

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Вишневская Валерия Евгеньевна, старший преподаватель

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск, Казахстан)

*Статья посвящена вопросам обоснования использования на автозаправочной станции современного оборудования, позволяющего резко сократить потери нефтепродуктов и улучшить состояние окружающей среды в городских. Авторы предлагают в качестве решения такой задачи — применить резервуары-газгольдеры МР-Г-3 или полимерные эластичные резервуары (ПЭР-Н), с системой компримирования легких фракций и автоматической системой отвода конденсата, емкостью для накопления конденсата и насосом для перекачки конденсата в резервуар под слой нефтепродукта.*

**Ключевые слова:** нефтепродукт, бензино-воздушная смесь, концентрация паров, резервуар, дыхания.

Серьезную экологическую опасность представляют выбросы паров легких фракций нефтепродуктов на автозаправочных станциях и нефтехранилищах, оснащенных дыхательными. Такие выбросы классифицируют на «малые» и «большие» дыхания.

Основные факторы, влияющие на интенсивность «малых дыханий» — интенсивность испарения и площадь зеркала испарения.

Площадь зеркала испарения вертикальных и горизонтальных заглубленных и полуглубленных резервуаров на автозаправочных станциях (АЗС) зависит от их емкости и конструктивных особенностей и составляет от 4 до 10 м<sup>2</sup>.

На АЗС особенно в жаркий летний период испаряемость бензино-воздушной смеси (БВС) при «малых дыханиях» максимальна и составляет от 0,1 до 0,15 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> объема резервуара, с учетом процессов испарения бензина и площади зеркала испарения [1].

Обычно для снижения испарения легких фракций бензина при «малых дыханиях», резервуары размещают в грунте, когда суточные колебания температуры, а значит и суточные перепады давления насыщенных паров будут минимальны. Интенсивность вытеснения БВС, в основном, зависит от длительности заправки резервуара, которая определяется производительностью заправочных (сливных) насосов топливозаправщика. Длительность заполнения резервуара зависит от его емкости и времени слива бензина. В результате «больших дыханий» резерву-

аров вместимостью от 10 до 40 м<sup>3</sup>, увеличивается скорость вытеснения БВС и составляет от 15 до 60 м<sup>3</sup>/ч. С учетом большой интенсивности и сравнительно малого времени «больших дыханий» представляют мгновенные выбросы БВС, увеличивающие взрывоопасность АЗС.

Для оценки массовых объемов испарений бензина от «больших дыханий», необходимо знать вытесняемый объем и концентрацию паров бензина в газовом пространстве в момент «большого дыхания». При каждом «большом дыхании» в атмосферу может вытесняться объем бензино-воздушной смеси, равный освобожденному объему резервуара. Остаток бензина в опорожненном резервуаре составляет не менее 20 % от полного объема резервуара.

Концентрация паров бензина в замкнутой (герметичной) газовой полости резервуара повышается за счет упругости паров и при длительном хранении достигает своего наибольшего значения, при этом в газовой полости устанавливается давление равное ( $p_n + p_o$ ) [1].

Максимальный процент концентрации паров бензина в газовой полости резервуара будут значительно выше предельно-допустимых значений по той причине, что при постоянном выходе паровоздушной смеси из дыхательного клапана резервуара при неподвижном хранении, из них будет вытесняться порция более бедной смеси, находящаяся в верхней части газовой полости резервуара. Число выбросов от «малых дыханий» в летний период в дневное время в промежутках между «большими дыха-

ниями» будут достаточно большими, составляющего до 2 % объема газовой полости. Однако, объемная концентрация в БВС может в 2–3 раза превышать значения, которые могут установиться в абсолютно герметичном резервуаре [2].

Резервуары крупных нефтехранилищ с большим грузооборотом могут заполняться и опорожняться десятки раз в течение года, и потери от испарения могут стать весьма значительными. На автозаправочных станциях частота «больших дыханий» может превышать предельно допустимые значения в десятки раз. Большинство АЗС г. Уралья заправляются с частотой 1 раз в 1–2 суток.

Плотность паров бензина  $\rho_n$  при 35°C плотность бензина будет равна

$$\rho_n = \frac{T_o \cdot M_\mu}{T \cdot V_\mu} = \frac{273 \cdot 97}{308 \cdot 22,4} = 3,8 \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где  $M_\mu = 97$  — молярная среднефракционная масса паров бензина, кг/кмоль;  $V_\mu = 22,4$  — молярный объем паров бензина, м³/кмоль;  $T_o = 273$  — стандартная температура, К;  $T = (273+t)$  — температура хранения бензина, К;  $t$  — температура хранения, °С.

Испарения бензина в виде множественных «больших дыханий» на автозаправочной станции крупного мегаполиса, представляет огромный вред окружающей среде.

Массовые потери бензина  $m_n$  при «больших дыханиях» резервуара представляет линейную зависимость

$$m_n = k_i V, \quad (2)$$

где  $V$  — объем резервуара, м³,  $k_i$  — удельная масса БВС для  $i$ -го сезона, кг / м³.

Если предположить, что воздушная среда неподвижна в открытом воздушном пространстве, то можно определить границу зоны загазованности с нижним концентрационным пределом распространения пламени испарившихся паров бензина по формуле [3, с. 20]:

$$R_{\text{нкпр}} = 3,2 K^{1/2} \left( P_n / C_{\text{нкпр}} \right)^{0,8} \left( m_n / (\rho_n P_n) \right)^{0,33}, \text{ м} \quad (3)$$

где  $R_{\text{нкпр}}$  — радиус зоны загазованности, м;  $m_n$  — масса поступивших при дыхании паров бензина, кг;  $\rho_n$  — плотность паров бензина, кг/м³;  $P_n$  — давление насыщенных паров бензина при расчетной температуре, кПа;  $C_{\text{нкпр}}$  — нижний концентрационный предел распространения пламени, % об. (для паров бензина  $C_{\text{нкпр}} = 0,75$  % об.);  $K$  — коэффициент ( $K = T/3600$ );  $T$  — продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство, с.

Величина радиуса распространения паров бензина при безветрии для емкости 25 м³ при условии, что заправка проходит 15 минут, составляет

$$R_{\text{нкпр}} = 3,2 (900/3600)^{1/2} (16,8/0,75)^{0,8} (25/(4 \cdot 16,7))^{0,33} = 14 \text{ м}$$

Диаметр облака паровоздушной смеси будет равен

$$D = 2R = 28 \text{ м.}$$

Легкоиспаряющаяся паровоздушная смесь бензина тяжелее воздуха, поэтому при слабом ветре это облако может распространиться на расстояние до 150 м и сосредоточиться приземной области

Паровоздушная смесь, образовавшаяся при «больших дыханиях» резервуаров АЗС и нефтехранилищ, может представлять экологическую угрозу для населения и окружающей природной среды в радиусе до 175 м. Поэтому вопросы снижения экологического риска вблизи АЗС являются актуальными. В связи с этим необходим поиск новых технических и технологических решений, направленных на снижение потенциальной опасности «больших дыханий» резервуаров АЗС и нефтехранилищ.

Однако потребность в пароулавливающем оборудовании очевидна. Считавшиеся нормой, потери легких фракций нефтепродуктов при хранении в резервуарном парке, таким образом можно исключить, а следовательно, исключить и значительные финансовые потери для владельцев АЗС и нефтехранилищ.

Весьма будет актуальным комплекс газоуравнительной системы для АЗС с использованием мягких резервуаров-газгольдеров, изготавливаемых из газо- и жидкостонепроницаемого антистатического материала. Газгольдеры могут размещаться как на любом пригодном для этих целей участке резервуарного парка, так и внутри резервных резервуаров.

Вариант использования газоуравнительной системы на АЗС — использование резервуаров-газгольдеров МР-Г-3 или полимерных эластичных резервуаров (ПЭР-Н), с системой компримирования легких фракций и автоматической системой отвода конденсата, емкостью для накопления конденсата и насосом для перекачки конденсата в резервуар под слой нефтепродукта [4].

Каковы же преимущества выбора данной технологии хранения нефтепродуктов [5]:

- высокая конструктивная надежность и простота эксплуатации;
- высокий уровень взрыво- и пожаробезопасности;
- в условиях неподвижного хранения нефтепродукта, при «малых дыханиях» резервуара не попадает чистый воздух, что не приводит к новым испарениям нефтепродукта и дополнительному времени работы установки;
- при выполнении технологических осмотров и различного рода ремонтных работ в зимнее время, при вынужденной остановке системы, выброс паров через дыхательные клапана резервуаров невозможен;
- при эксплуатации газоуравнительной системы в зимний период, объема мягких резервуаров-газгольдеров будет достаточным для «малых» и отчасти для «больших» дыханий резервуаров, исключая включение компрессорной установки.

Совершенствование технологии хранения, а также внедрение нового современного оборудования позволит резко сократить потери нефтепродуктов и значительно улучшить состояние окружающей среды особенно в городской черте, где располагаются автозаправочные станции.



Литература:

1. Хранение нефти и нефтепродуктов: Учебное пособие. 2-ое изд., переработ. И доп./ Под общей редакцией Ю. Д. Зенковца. Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2003. — 536 с.
2. Цегельский, В. Г. Защита атмосферы от выбросов углеводородов из резервуаров для хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов / В. Г. Цегельский, П. Н. Ермаков, В. С. Спиридонов // Безопасность жизнедеятельности. — 2001.-№ 3. — с. 23–28.
3. Кириллов, Н. Г. Новая технология хранения нефтепродуктов / Н. Г. Кириллов // Энергетика и промышленность России. — 2003. — № 2.-С. 28–29.
4. Бойченко, С. В. Потери углеводородов в ходе технологических процессов переработки, транспортировки, хранения и заправки / С. В. Бойченко, Л. А. Федорович, Л. Н. Черняк, С. В. Вдовенко, Ю. А. Кальницкая // Нефть и газ. — 2006.-№ 3. — с. 90–94
5. Чурикова, Л. А. Основные аспекты экологической безопасности при хранении нефтепродуктов на нефтебазах и АЗС / Л. А. Чурикова // Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 2 — М., 2008 г. — с. 30–32

## Обоснование выбора принципиальной технологической схемы промышленной очистки газа от сероводорода

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Тасмагамбетова Самал Асетовна, студент магистратуры

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск, Казахстан)

*Статья посвящена вопросу решения важной задачи — обоснование выбора технологии промышленной подготовки малосернистых газов. Авторы предлагают в качестве решения такой задачи — рассмотреть применение установки для очистки малосернистого газа от сероводорода углеводородным конденсатом в составе промышленной установки низкотемпературной сепарации газа (НТС). Предлагаемая технология сероочистки газа на основе углеводородного конденсата, сможет обеспечить в условиях Чинаревского месторождения необходимое качество очищенного газа.*

**Ключевые слова:** сероводород, диоксида углерода, углеводородный конденсат, установка низкотемпературной сепарации, промышленная очистка газа.

Обязательным требованием, которое предъявляется к технологии промышленной очистки малосернистых газов от сероводорода, является отсутствие выбросов в атмосферу токсичных сернистых соединений. Все абсорбционные и адсорбционные способы обработки газа не позволяют в принципе решить эту задачу. Эти способы обработки газа позволяют удалять из обрабатываемого газа сероводород и сконцентрировать его на стадии регенерации сорбента, причем в составе газа регенерации абсорбента концентрация диоксида углерода достигает 90–98 % и только 2–10 % составляет сероводород [1].

Важным условием для установок промышленной очистки газа от сероводорода является низкая металло- и энергоемкость, а также минимальное количество технологических операций.

Для подготовки газа газоконденсатных месторождений необходимо обеспечить осушку газа с целью предотвращения гидратообразования и извлечения тяжелых углеводородов  $C_{5+выш.}$

Наиболее широко в практике промышленной обработки газа применяется метод низкотемпературной сепарации

(НТС), основанный на получении отрицательных температур для разделения газоконденсатной смеси за счет естественного перепада давления. Его преимущество в том, что при незначительных капиталовложениях и небольших эксплуатационных затратах степень извлечения тяжелых углеводородов из газа достигает от 80 до 100 % от потенциала, при этом обеспечивается требуемая точка росы газа по влаге и углеводородам [2].

Концентрация сероводорода в газах изменяется в широких пределах от 0,0014 % до 25–30 % об. Малосернистый газ, в основном, связан с небольшими месторождениями Казахстана в Западно-Казахстанской области, выявленными в северной бортовой зоне Прикаспийской впадины.

Проблемы промышленной подготовки малосернистых газов удобно рассматривать на примере Чинаревского газоконденсатного месторождения, которое характеризуется следующими параметрами: пластовое давление — 25,3 МПа; буферное давление — 17,0–18,0 МПа; температура газа на устье — 10–20 °С; конденсатосодержание — 390 г/м.

Присутствующие в добываемом газе сероводород и диоксид углерода требуют решения проблемы рациональной очистки газа от сернистых соединений при промышленной подготовке его к дальнейшему транспорту.

Присутствие в газе сероводорода и диоксида углерода при наличии влаги вызывает опасность образования газовых гидратов, снижает калорийность газа. Чем больше в газе  $H_2S$  и  $CO_2$ , тем легче образуются гидраты. Удаление из добываемого газа кислых компонентов позволяет уменьшить опасность образования гидратов [3].

Все технологические потоки содержат в своем составе сероводород. Высокое содержание сероводорода в факельном газе делает его источником экологической опасности [1].

На установках низкотемпературной сепарации (НТС) получение низких температур обеспечивается снижением давления газа. В результате происходит конденсация тяжелых углеводородов и насыщение образовавшейся жидкой фазы легкими компонентами газа, а также сероводородом. Технология низкотемпературной конденсации (НТК) основана на охлаждении газа до низких температур, порядка минус 60 °С. В результате получают отбензиненный газ и углеводородный конденсат.

В отбензиненном методе НТК газе содержание сероводорода составляет 40 % от его количества в сырье, а в конденсате — 60 %. Из этого следует, что и газ, и конденсат необходимо подвергать дополнительной обработке с целью удаления сероводорода. Для этого необходимо в составе УКПГ иметь установки сероочистки [4].

На малосернистых месторождениях эти установки, как правило, не строятся, а газы дегазации углеводородного конденсата сжигаются на факелах, загрязняя атмосферу окислами серы [3]



Весовое количество образовавшегося диоксида серы в 2 раза больше, чем количество сгоревшего сероводорода. Диоксид серы медленно окисляется кислородом воздуха до серной кислоты, которая в виде «кислых дождей» выпадает на поверхность земли.

Наиболее полно требованиям промышленной очистки газа от сероводорода на Чинаревском месторождении отвечает технология с использованием физической абсорбции, т. к. этот метод требует простейшее оборудование: абсорбер, вентиль, работающий при низком давлении (атмосферном) и циркуляционный насос. В качестве абсорбента сероводорода рассматривается углеводородный конденсат данного месторождения, что благоприятно сказывается на экономике процесса.

Выбор данного метода определяется следующими благоприятными обстоятельствами:

— месторождение обустроено и позволяет получать углеводородный конденсат, используя его для абсорбции сероводорода;

— в составе промышленной УКПГ имеется установка стабилизации конденсата, что позволяет использовать оборудование этой установки для регенерации насыщенного сероводородом конденсата.

В предлагаемой системе работа исключает загрязнение окружающей среды сернистыми соединениями, упрощает технологию регенерации насыщенного сероводородом абсорбента и утилизацию поступающей из скважины воды и углеводородного конденсата.

Для решения поставленных задач в состав установки дополнительно входят смеситель, насос для подачи нейтрализатора сероводорода и емкость для нейтрализатора.

Для выполнения данной задачи можно применить установку для очистки малосернистого газа от сероводорода углеводородным конденсатом в составе промышленной установки низкотемпературной сепарации газа (НТС), содержащей сепаратор, противоточный насадочный абсорбер, насос и емкость для свежего абсорбента и дополнительно содержащий смеситель, насос для подачи нейтрализатора сероводорода и емкость для нейтрализатора сероводорода, смеситель соединяется с трубопроводом вывода жидкости из сепаратора, трубопроводом вывода отработанного абсорбента из абсорбера и нагнетательным патрубком насоса для подачи нейтрализатора сероводорода в смеситель, а выходной патрубок смесителя соединяется трубопроводом с узлом стабилизации конденсата на установке НТС, при этом всасывающий патрубок насоса для подачи нейтрализатора сероводорода соединяется с нижним патрубком емкости для нейтрализатора, а выходной патрубок смесителя соединяется трубопроводом с узлом обработки жидкостей на установке НТС. Такая технология позволяет выполнить одновременную очистку от сероводорода отработанного абсорбента, воды и углеводородного конденсата [5].

На рисунке 1 приводится принципиальная схема установки очистки малосернистого газа от сероводорода.

Газ из скважины с концентрацией сероводорода 1 г/м<sup>3</sup> под давлением 10 МПа в количестве 10000 м<sup>3</sup>/ч поступает в сепаратор, где от газа отделяется вода и углеводородный конденсат в количестве 0,1 и 0,5 м<sup>3</sup>/ч соответственно. С водой и углеводородным конденсатом из сепаратора удаляется 153 г/ч сероводорода.

Результаты изучения времени контакта абсорбента с газом приведены на рисунке 2.

Результаты промышленных исследований свидетельствуют о том, что предлагаемая технология сероочистки газа на основе углеводородного конденсата, может обеспечить в условиях Чинаревского месторождения необходимое качество очищенного газа при плотности орошения не менее 1,5 м<sup>3</sup>/тыс.м<sup>3</sup>, времени контакта газа с абсорбентом не более 11 секунд и времени контакта абсорбента с газом не более 3 минут.

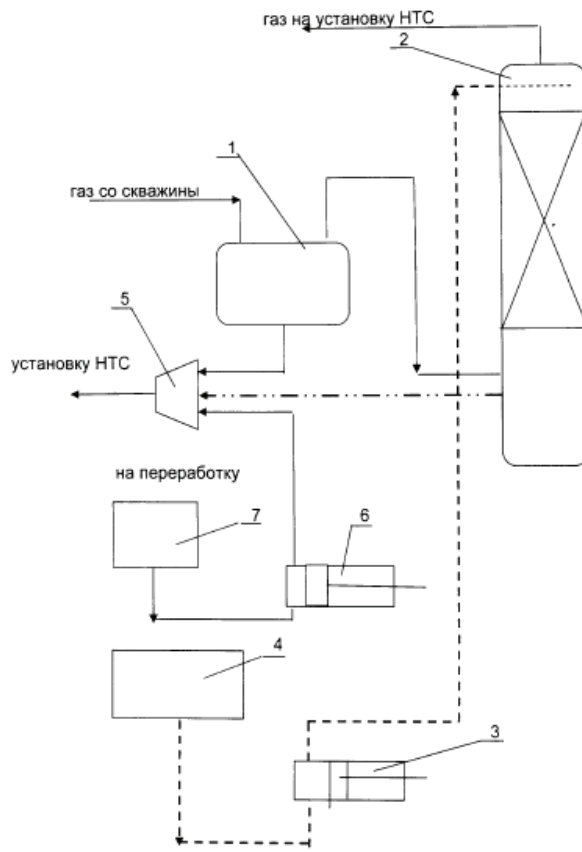


Рис. 1. Принципиальная схема установки очистки малосернистого газа от сероводорода: 1 — сепаратор, 2 — абсорбер, 3, 6 — насос, 4, 7 — емкость, 5 — смеситель

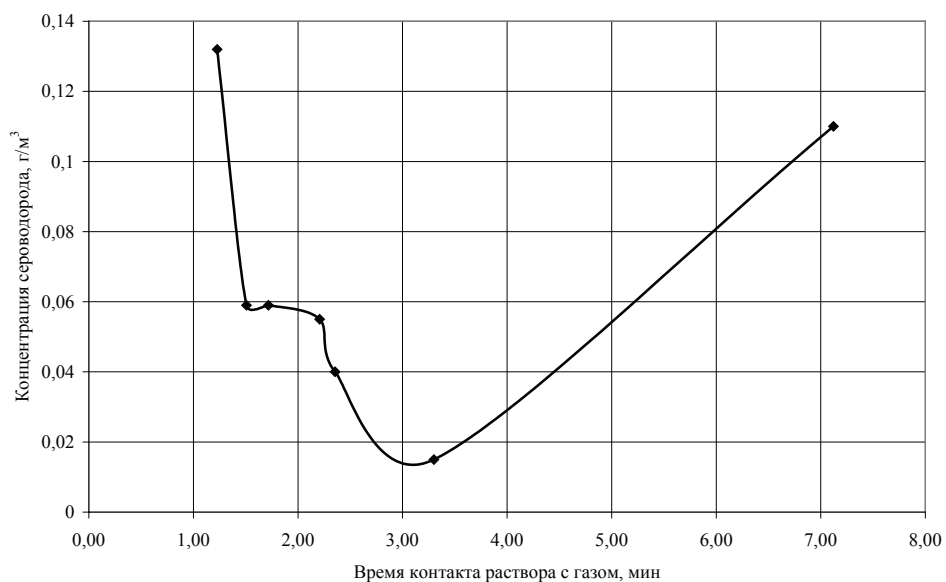


Рис. 2. Влияние времени контакта абсорбента с газом на концентрацию сероводорода в очищенном газе

## Литература:

1. Мурин, В. И. Технология переработки природного газа и конденсата: Справочник / В. И. Мурин, Н. Н. Кисленко, Ю. В. Сурков. — М.: Недра, 2002. — Ч. 1. — 517 с.
2. Росляков, А. Д. Анализ технологий очистки углеводородного сырья от сернистых соединений / А. Д. Росляков, В. В. Бурлий // Экология и промышленность России. — 2010. — № 2. — с. 42–45.
3. Шаймарданов, В. Х. Разработка высокоэффективной технологии очистки нефти от газа. / В. Х. Шаймарданов, Е. П. Масленников, У. Е. Усанов // Роснефть. — 2007. — № 4. — с. 59–61.
4. Шестерикова, Е. А. Изучение абсорбции компонентов природного газа стабильным газовым конденсатом / Е. А. Шестерикова, И. А. Галанин, Р. Е. Шестерикова // Газовая промышленность. 2012, № 6, с. 25–27.
5. Шестерикова, Е. А. Энергетические критерии при выборе метода очистки газа от сероводорода / Е. А. Шестерикова // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: специализированный сборник, приложение к журналу «Наука и техника в газовой промышленности», № 1, 2006. — М.: ООО «ИРЦ Газпром». — с. 36–39

## Оценка эффективности рабочих процессов землеройно-транспортных машин

Шукуров Нуритдин Рахимович, доцент;  
 Мухамадиев Гайрат Махмудович, преподаватель;  
 Абиджанов Зафар Хамиджанович, преподаватель  
 Академия Вооружённых Сил Республики Узбекистан (г. Ташкент)

*В статье приводится критерий оценки эффективности новых рабочих органов бульдозера, предназначенных для выполнения отдельных технологических операций в различных климатических условиях.*

**Ключевые слова:** бульдозерное оборудование, нормативный коэффициент, производительность, критерий эффективности.

Широкое применение землеройно-транспортных машин, в частности бульдозеров, при выполнении земляных работ объясняется простотой их конструкций, высокой производительностью, возможностью универсального использования в разнообразных грунтовых и климатических условиях и относительно низкой стоимостью производства работ [1].

Однако, потенциальные возможности данного типа инженерной техники используются далеко не полностью из-за неприспособленности конструкции машины к работе в различных природно-климатических и производственных условиях.

Важнейшим этапом проектирования машины является выбор целевой функции оптимизации, позволяющий оценить степень приспособленности конкретной конструкции машины к выполнению поставленных технологических задач в заданных природно-климатических условиях и рассчитываемой по теоретическим зависимостям.

В настоящее время для оценки эффективности рабочего оборудования бульдозера с максимально возможной полнотой и достоверностью применяется показатель удельных приведенных затрат  $Z_{yd}$  [2].

$$Z_{yd} = C_e + E_n K_{yd} \quad (1)$$

где  $C_e$  — себестоимость единицы продукции;

$E$  — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, характеризующий средний размер эко-

номии от снижения себестоимости продукции, приходящейся на 1 руб. дополнительных капиталовложений;

$K_{yd}$  — удельные капитальные затраты, т. е. сумма производственных основных фондов на единицу годового выпуска продукции.

Однако, применение этого критерия на этапе проектирования машины затруднено из-за отсутствия достоверной информации эксплуатационного характера.

Обобщение оценки технического уровня машины на этапе проектирования  $K_z$  может быть осуществлено на основе ряда показателей вида:

$$K_z = F / П \quad (2)$$

где  $F$  — показатель, характеризующий конструкцию машины;

$П$  — производительность машины.

При модернизации рабочего органа землеройно-транспортных машин отвального типа, не связанной со значительным увеличением массы машины, основную роль играет показатель удельной энергоёмкости  $N_{y\partial}$  [3].

$$N_{y\partial} = \int_0^l P_{01k} \frac{dl_k}{m_{пр.к}} \quad (3)$$

где  $P_{01k}$  — горизонтальная составляющая усилия копания;

$l_k$  — длина пути копания до установившегося режима;

$m_{пр.к}$  — масса призмы волочения в конце копания.

Однако, применение данного показателя для оценки эффективности рабочего органа, выполняющего различные технологические операции в различных природно-климатических условиях, затруднено, так как не учитываются вероятность выполнения отдельных операций и накопительная, удерживающая способности отвала. С учетом этого, для оценки эффективности рабочего органа бульдозера на этапе проектирования  $K_{эф}$ , нами предложен показатель вида

$$K_{эф} = N_{уд.к} K_{нк} P_k + N_{уд.т} K_{нт} P_m \quad (4)$$

где  $N_{уд.к}$  и  $N_{уд.т}$  — удельная энергоёмкость, соответственно при копании и транспортировании грунта;

$K_{нк}$  — коэффициент, учитывающий накопительную способность отвала;

$K_{нт}$  — коэффициент, учитывающий удерживающую способность отвала;

$P_k$  и  $P_m$  — вероятность выполнения операции копания и транспортирования грунта. Принимая, что

$$K_{нк} = m_k / m_{пр.к} \text{ и } K_{нт} = m^u_{пр.т} / m^к_{пр.т} \quad (5)$$

где  $m_{пр.к} = m^u_{пр.т}$  и  $m^к_{пр.т}$  — масса призмы волочения в начале и в конце процесса транспортирования;

$m_k$  — масса вырезанного грунта и проведя элементарные преобразования, получим:

$$K_{эф} = (P_{01к} l_k m_k / (m_{пр.к})^2) P_k + (P_{01т} l_m m^u_{пр.т} / (m^к_{пр.т})^2) P_m, \quad (6)$$

где  $P_{01к}$  и  $P_{01т}$  — соответственно горизонтальная составляющая усилия при копании и транспортировании грунта;

$l_m$  — длина пути транспортирования.

Применение этого критерия при оценке технических решений на этапе проведения экспериментальных исследований физических моделей позволяет более обосновано производить выбор основных параметров рабочего оборудования. При этом величина вероятности выполнения операции в первом приближении может быть принята как удельный вес этой операции, который определяется как отношение времени работы при выполнении этой операции к общему времени, затрачиваемому на процессы копания и транспортирования.

Результаты расчета эффективности машин по показателю приведенных удельных затрат и предлагаемому критерию приведены на рисунке. Анализ полученных результатов показывает, что характер изменения полученных кривых аналогичен, с близко расположенными областями оптимальности (разброс не более 12 %).

Таким образом, предложенный критерий эффективности учитывает вероятности выполнения отдельных операций, а также накопительную и удерживающую способность отвала, прост в применении и удобен при лабораторных исследованиях бульдозерного оборудования. При этом на величину критерия эффективности оказывают влияние горизонтальные составляющие условия копания и транспортирования грунта.

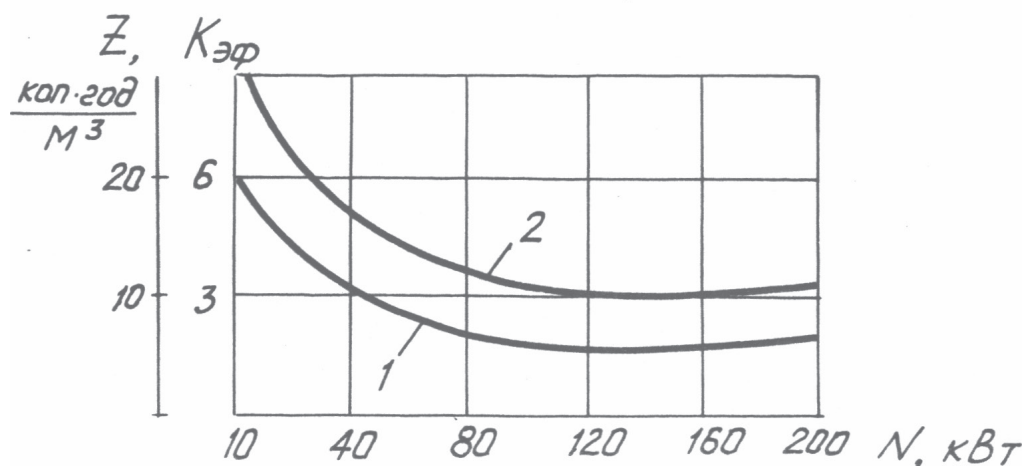


Рис. 1. Зависимости приведенных удельных затрат (1) и предлагаемая критерия эффективности (2) от мощности двигателя базовых машин

Оснащение неповоротного бульдозерного отвала с крайними дисковыми секциями вносит ряд специфических особенностей в процесс взаимодействия рабочего оборудования с грунтом. В частности, грунт отделяется от массива не только ножом отвала, но и косоустановленными дисками, наличие свободно вращающихся дисков интенсифицирует процесс перемещения грунта и меняет характер призмобразования. В связи с этим существующие аналитические зависимости, описывающие процесс копания и транспортирования грунта бульдозерными отвалами, не могут быть распространены на отвал предлагаемой конструкции и необходима разработка математиче-

ской модели процесса копания грунта подобным рабочим оборудованием [4].

Следует отметить также, что теоретическое определение массы призмы волочения в начале и конце процесса транспортирования затруднено из-за значительного количества влияющих факторов [5], и ее величина определялась по регрессионным зависимостям, полученным в результате выполненных экспериментальных исследований.

Применение показателя (6) наиболее целесообразно на этапе выбора и обоснования основных параметров рабочего оборудования. Использование его для определения областей применения модернизируемой машины затруд-



нено, из-за того, что показатель (6) учитывает параметры только рабочего оборудования и не учитывает параметров машины в целом.

При оснащении неповоротного отвала предлагаемым дополнительным оборудованием, масса машины меняется незначительно, стоимость изготовления и установки дисков составляет меньше, чем стоимость машины, а уровень надежности машины практически не меняется. В этом случае основным оценочным параметром машины при сравнении ее с машиной с обычным отвалом становится производительность и показатель (6) может быть преобразован к виду

$$K_{эф} = (P_{к.бт} / P_{к.нт}) P_k + (P_{тр.бт} / P_{тр.нт}) P_{тр}, \quad (7)$$

где  $P_{к.бт}$  и  $P_{к.нт}$  — производительность при копании базовой и новой техники соответственно;

$P_{тр.бт}$  и  $P_{тр.нт}$  — производительность при транспортировании базовой и новой техники, соответственно.

Из-за ряда оговоренных выше специфических особенностей отвала предлагаемой конструкции применение существующих зависимостей для определения производительности затруднено. В связи с этим возникает необходимость разработки аналитических зависимостей для случаев копания и транспортирования грунта бульдозерным отвалом с крайними дисковыми секциями.

Таким образом, эффективность бульдозера, оснащенного отвалом с крайними дисковыми секциями на этапе проектирования, может быть оценена по показателю (6), учитывающему эффективность процесса копания и процесса транспортирования, а также вероятности выполнения этих операций в полном рабочем цикле.

#### Литература:

1. Назначение, область применения и классификация бульдозеров. <https://megaobuchalka.ru/2/35849.html>. (дата обращения 12.02.2019).
2. Зеленин, А. Н., Баловнев В. И., Керов И. А. Машины для земляных работ. — М.:Машиностроение, 1971. — 357 с.
3. Баловнев, В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. — М.:Высшая школа, 1991. — 335 с.
4. Дисковое дополнительное оборудование к неповоротному отвалу бульдозера / Сост. Абдуразаков А. А., Шукуров Н. Р. — Ташкент, 1992. — 4 с. (Информ.-листок о ППО / УзНИИНТИ, № 125/92).
5. Шукуров, Н. Р. Обзор и анализ исследований процессов взаимодействия рабочих органов землеройно-транспортных машин с грунтом. //Вестник Академии Вооруженных Сил Республики Узбекистан. — Ташкент, 2018. — № 3(28). — с. 122–128.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Оценка пожарного риска в дошкольном образовательном учреждении

Каймонова Марина Олеговна, студент;  
Лепешкин Олег Михайлович, доктор технических наук, профессор  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В данной статье рассматривается порядок расчета пожарного риска, предложены возможные мероприятия по снижению величины пожарного риска.*

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, пожарный риск, дошкольное учреждение.

**П**од пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, другими словами, состояние защищенности [1]. В случае же возникновения пожара используются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов на людей, сооружения и имущества.

Одна из первоочередных задач — обеспечение пожарной безопасности. Данный вопрос особенно распространяется среди зданий, в которых сосредоточено значительное количество людей. Пренебрежение нормами пожарной безопасности приводит к жертвам, материальному ущербу. В связи с этим защита от пожаров [2] является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в масштабе всей страны.

Большому вниманию нуждается огромное число объектов в сфере обеспечения пожарной безопасности [3–5], однако дошкольным учреждениям уделяется особое место, как по требованиям, так и по проектированию [6]. Вопрос о проблемах обеспечения пожарной безопасности в дошкольных учреждениях раскрыт в совместной научной статье А. Г. Стрельцова, Н. М. Скулкина «Проблематика обеспечения пожарной безопасности в зданиях детских дошкольных учреждений и методы ее реализации».

Безусловно, детский сад — это сложная система, где каждый работник ответственен за жизнь и здоровье воспитанников, требующая повышенные требования вследствие уязвимости, несамостоятельности детей, а также разновозрастной подготовки детей. Уровень профессиональной подготовки и возраст персонала определяет безопасность детей, требующие повышенной концентрации персонала, так как число воспитанников во много раз превышает число воспитателей.

Контроль состояния системы пожарной безопасности на объекте определяется оценкой расчетной величины пожарного риска. Пожарный риск можно охарактери-

зовать как степень возможности реализации пожарной опасности объекта и негативных последствий для находящихся внутри людей и материального имущества. Расчет пожарного риска — степень оценки действия на людей опасных (поражающих) факторов пожара и мер, которые предпринимаются по уменьшению частоты возникновения и негативных последствий [7].

Для определения величины пожарного риска используется программа Fenix+. Порядок определения расчетных величин индивидуального пожарного риска включает в себя следующие этапы [8]:

- анализ пожарной опасности здания;
  - определение частоты реализации пожароопасных ситуаций;
  - построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев развития пожара;
  - расчет времени эвакуации;
  - оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития.
- Для проведения анализа пожарной опасности необходимо собрать следующую информацию о здании:
- объемно-планировочные решения;
  - теплофизические характеристики ограждающих конструкций и размещенного оборудования;
  - вид, количество и размещение горючих веществ и материалов;
  - количество и места вероятного размещения людей;
  - информацию о системах пожарной сигнализации и пожаротушения, противоподымной защиты, оповещения людей о пожаре.

После проведения анализа вся собранная информация вводится в проект. На основе данной информации строится модель здания.

Частота пожароопасных ситуаций определяется на основании статистических данных, а при их отсутствии ис-

пользуют нормативное значение, указанное в Приказе МЧС России от 30.06.2009 № 382.

Для построения полей опасных факторов пожара необходимо выполнить следующие действия [8]:

- выбрать место очага пожара;
- если необходимо, добавить новые сценарии пожара и указать другие места очага пожара;
- определить расчетную область;
- установить регистраторы;
- указать параметры окружающей среды за пределами здания и начальные значения параметров окружающей среды внутри помещений;
- выполнить моделирование динамики развития пожара.

Для расчета времени эвакуации приложение Fenix+ проводит построение расчетной схемы эвакуации и осуществляет моделирование эвакуации людей.

Построение расчетной схемы эвакуации выполняется с учетом объемно-планировочных решений, ограждающих конструкций и размещенного оборудования. При моделировании эвакуации учитываются контингенты находящихся в здании людей, значения площадей горизонтальных проекций различных контингентов людей, а также параметры движения людей различных групп мобильности.

При моделировании эвакуации используется индивидуально-поточная модель движения людей до выхода из здания [9]. Фактическое время эвакуации определяется временем, которое требуется для эвакуации последнего человека из наиболее удаленной части здания. При этом учитывается возможное скопление людских потоков на путях эвакуации. Время эвакуации людей сопоставляется со временем достижения любыми из указанных опасных факторов пожара (ОФП) критического значения, что позволяет сделать вывод о возможности безопасной эвакуации людей. Условием безопасной эвакуацией является результат, при котором величина фактического времени эвакуации превышает величину времени наступления критического значения любого из указанных ОФП на 20 %. Для расчета времени эвакуации людей в приложении Fenix+ необходимо указать значения следующих параметров моделирования:

- способ определения времени начала эвакуации людей (в соответствии с методикой либо вручную);
- параметры путей эвакуации;
- способ формирования пар из числа персонала для транспортировки немобильных людей (при необходимости).

#### Литература:

1. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности»
2. Постановление Правительства от 25 апреля 2012 г. N 390 «О противопожарном режиме».
3. Li Ya Zhang, Ming-guang Zhang, Cheng-jiang Qian System dynamics analysis for petrochemical enterprise fire safety system (2018) Procedia Engineering 211, с. 1034–1042.

Оценка последствий воздействия ОФП для различных его сценариев отображается в окне с расчетными данными по всем регистраторам. В левой части окна будут представлены данные в табличной форме: время блокировки регистратора, время начала эвакуации, время эвакуации и вероятность эвакуации. В правой части окна будет отображаться график зависимости количества прошедших через регистратор людей от времени.

Далее рассчитывается величина индивидуального пожарного риска для каждого сценария. Формула расчета для дошкольных учреждений определяется следующим образом [9]:

$$Q_{э,і} = Q_{п,і} \cdot [1 - (P_{э,і} + (1 - P_{э,і}) \cdot P_{сп,і})], \quad (1)$$

где  $Q_{п,і}$  — частота возникновения пожара в здании в течение года;

$P_{э,і}$  — вероятность эвакуации людей;

$P_{сп,і}$  — вероятность спасения людей.

Программа Fenix+ автоматически проводит расчет, результат выводит в табличной форме. Если полученная величина индивидуального пожарного риска не превышает нормативного значения, то пожарный риск считается приемлемым. Если полученная величина превышает нормативное значение, то следует провести дополнительные противопожарные мероприятия, которые приведут к снижению значения риска до приемлемого уровня.

К дополнительным противопожарным мероприятиям относятся:

- использование дополнительных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;
- устройство дополнительных эвакуационных путей и выходов;
- устройство систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;
- организация поэтапной эвакуации людей из здания;
- применение систем противодымной защиты;
- устройство систем автоматического пожаротушения;
- ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Таким образом, с помощью программы Fenix+ производится расчет и оценка пожарного риска. По результатам проделанной работы формируются выводы и предложения по снижению величины риска в случае превышения его нормативного значения.

4. Iqbal, M., Iqbal, S.A., Mumammad Mallick, S. Fire safety and availability of fire fighting equipment in selected garment factories in Bangladesh (2016) Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 8–10 March 2016, с. 2942–2943.
5. Cong Zhang Analysis of Fire Safety System for Storage Enterprises of Dangerous Chemicals (2018) Procedia Engineering 211, с. 986–995.
6. СП 252.1325800.2016 Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования.
7. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
8. Методическое руководство Fenix+/Fenix+2 «Программа для определения величины индивидуального пожарного риска версия», 2018.
9. Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

## Применение экологических инноваций в строительстве: российский и зарубежный опыт

Махарадзе Давид Вахтангович, студент  
Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет

Философия «зеленой экономики» в настоящий период превалирует в политике инновационного развития многих развитых стран, становясь предметом исследования различных областей науки. Согласно трудам отечественного ученого Т.В. Захаровой, «зеленая экономика» в долгосрочной перспективе призвана сформировать эффективные условия для повышения благосостояния людей и существенного сокращения неравенства с одновременной минимизацией рисков для окружающей природной среды. В свою очередь идеология «зеленой экономики» актуализировала вопросы перехода на «зеленое строительство» или экостроительство, базирующееся на концепциях энерго- и ресурсосбережения, технической и экономической эффективности [5, с. 30].

Основополагающая цель экологического строительства заключается в нивелировании негативного воздействия строительства на окружающую среду и человека, что достигается внедрением в строительный процесс инновационных экологических технологий, системы управления экологической безопасностью, модернизацией оборудования, альтернативных источников энергии и других решений, связанных с энерго- и ресурсосбережением. Применение экологических инноваций в строительстве сегодня провозглашается одним из ключевых направлений инновационного развития экономики и центральным фактором устойчивого развития территории. Идеология «зеленого строительства» направлена на устойчивую модернизацию энергоэкологических, экономических и социально-культурных аспектов человеческого бытия [8, с. 50].

Согласно официальным статистическим данным, существующие в мире здания и сооружения потребляют 40% мировой первичной энергии, 67% электричества, 40% сырья, 14% совокупных запасов питьевой воды, производя

при этом порядка 35% от мировых выбросов углекислого газа, 50% твердых городских отходов. Более того, строительство занимает лидирующую позицию в рейтинге наиболее энерго- и ресурсозатратных секторов экономики, что значительно актуализирует задачи энергоэффективности и энергосбережения в данной сфере (рисунок 1).

Проблема ограниченности ресурсов, детерминированная высокими темпами промышленности, ужесточением конкуренции и глобализацией торговли, присуща многим прогрессивным странам (рисунок 2).

Как видно из рисунка 2, показатели потребления энергии в развитых странах являются критическими. При этом, Россия, обладающая обширной территорией, огромными лесными и водными массивами, а также первичными энергетическими ресурсами, в данном рейтинге занимает 28 место (из 135), что свидетельствует о необходимости осознания проблем, связанных с серьезными энергетическими потерями и загрязнением территорий. Важнейшей составляющей в вопросе повышения энергоэффективности и качества жизни населения является построение модели «зеленого строительства».

Обращаясь к исторической ретроспективе становления «зеленого строительства», необходимо обозначить, что первый опыт применения экологических инноваций в строительстве датируется 70-ми годами XX-го века — экологические здания были возведены в США с целью иллюстрации их эффективности и преимуществ [3, с. 80]. Ключевым фактором, обусловившим активное становление экологического строительства, стала государственная поддержка принципов зеленого строительства. Первые зеленые строительные стандарты были разработаны в 90-х гг. XX века (британские BREEAM и американские LEED), основав фундамент для развития принципиально нового направления в строительной сфере. Несколько позднее,



Рис. 1. Затраты на энергоресурсы по отраслям экономики за 2018 год [4, с. 220]

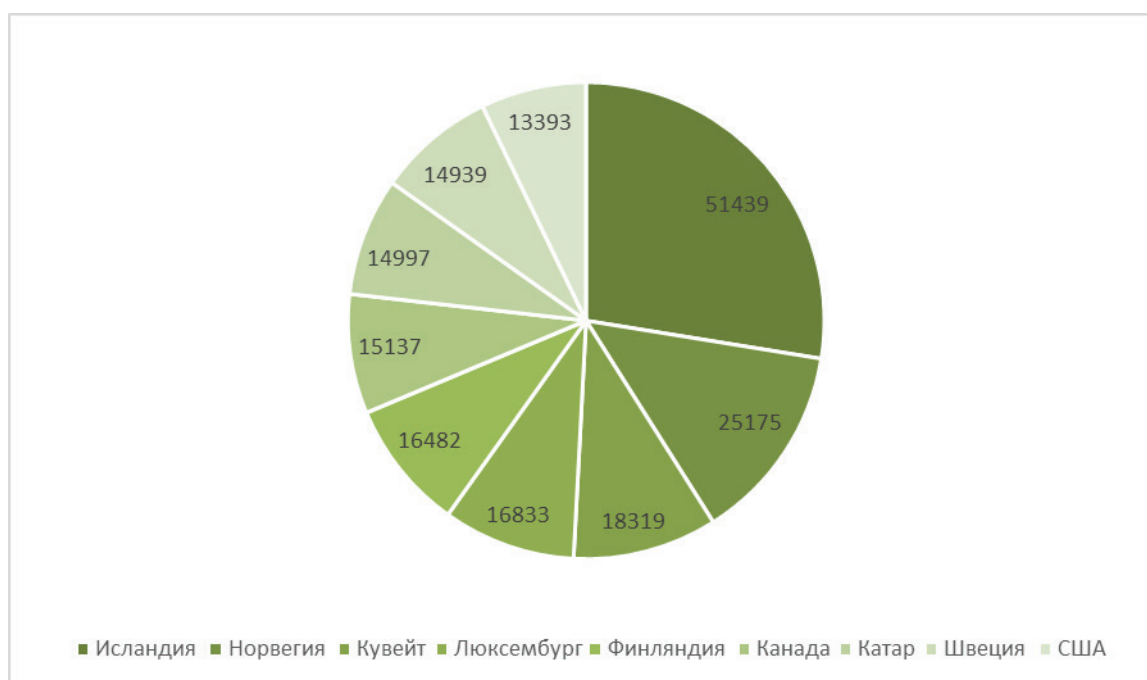


Рис. 2. Рейтинг стран мира по уровню потребления электроэнергии на душу населения (по состоянию на 2018 год) [6]

в 2002 году был основан Всемирный совет по экологическому строительству (WGBC), нацеленный в своей деятельности на трансформацию международного рынка недвижимости и внедрение в строительный бизнес экологических систем оценки строительных объектов. На сегодняшний день в составе WGBC числится порядка 90 советов, функционирующих в разных странах, в числе которых и Российская Федерация — Российский совет по

экологическому строительству (RuGBC) основан в 2009 году. Также в нашей стране в период с 2011 года был разработан ряд национальных стандартов экологической оценки СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания»; СТО НОСТРОЙ 2.35.68–2012 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Учет региональных особенно-



стей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания», которые соответствуют международным стандартам ISO, учитывают требования строительных и санитарных норм, правил и методик, а также включают основные положения зарубежных рейтинговых систем оценки BREEAM, LEED.

Несмотря на короткую историю экологического строительства, в России успешно возводятся здания и сооружения с применением передовых экологических инноваций. В 2011 году построен первый в стране «зеленый» офис — 14-ти этажный бизнес-центр Дукал Плейс 111. Бизнес-центр удостоился сертификата «Very Good» по системе оценки экологического стандарта Breeam. В его строительстве использованы такие экологические инновации, как:

- энергосберегающие лампы;
- автоматическое регулирование освещения;
- оптимизация работы системы кондиционирования, вентилирования, сантехнического оборудования и лифтов;
- организован полный цикл утилизации отходов, в том числе переработка бумаги, стекла, пластика, металла, батареек и др.

В том же году датской строительной организацией Velux возведен первый в России «активный дом» с автономным электроснабжением. При строительстве здания были использованы экологические инновации:

- фасад, самостоятельно меняющий свою конфигурацию;
- «умная» вентиляция на базе рекуперации воздушных потоков;
- Энергоэффективные окна, аккумулирующие тепло и энергию солнца и обеспечивающие 50% общей потребности здания в тепле;
- солнечные панели на крыше и т. д.

По прогнозам инженеров, в течение следующих 30 лет «активный дом» выработает избыточную электроэнергию, которая компенсирует издержки, связанные со стоимостью строительных материалов [7, с. 100].

Также в 2012 году международный экологический сертификат BREEAM In-Use получил бизнес-центр «Японский дом», при строительстве которого применялись следующие экологические инновации:

- вторичное использование технической воды;
- счетчики учета воды и энергии;
- теплица для выращивания фруктов и овощей;
- эффективная теплоизоляция.

Помимо обозначенных «зеленых» строительных проектов, в России на сегодняшний день реализован ряд уникальных экзданий с применением экологических инноваций:

- жилой комплекс Barkli Park (г. Москва);
- торговый комплекс Outlet Village Belaya Dacha (г. Москва);
- «Офисный центр на обводном канале» (г. Санкт-Петербург);

- экогород в Якутии, накрытый стеклянным куполом (ориентировочная дата сдачи проекта 2020 год);
- завод SKF (г. Тверь) и т. д.

Если Россия обладает достаточно скудной исторической ретроспективой развития экологических инноваций в строительстве, то в развитых странах парадигма зеленого строительства прогрессировала в совершенно новую, эволюционную форму. Здесь зеленое строительство направлено не просто на защиту окружающей природной среды, а на борьбу с климатическими изменениями. Ярким примером служит штаб-квартира «Дойче-банка» в Германии, строительство которой осуществлялось с применением следующих экологических инноваций [2, с. 955]:

- трехслойное остекление, нацеленное на защиту от солнечной радиации;
- система естественной вентиляции, функционирующая в теплые сезоны;
- инновационная система управления лифтами (когда лифт спускается, происходит выработка энергии, возвращающаяся обратно в мотор);
- используется вторичная вода;
- интеллектуальная система освещения помещений.

В списке наиболее выдающихся мировых строений, возведенных с использованием экологических инноваций, числится 182 метровая башня Hearst Tower (г. Нью-Йорк), удостоенная золотого сертификата LEED, что свидетельствует о ее высочайшей экологичности, безопасности, максимальном уровне экономии энергии. Специфика конструкции заключается в том, что здание состоит из особых экологических материалов diagrid (треугольные каркасные шаблоны), способствующих экономии строительных материалов на 20%. Также в качестве интересных экологических инноваций, применявшихся в процессе строительства башни, можно выделить:

- система сбора дождевой воды на крыше (вода стекает в подвал и используется в дальнейшем для фонтанов, полива растений и системы охлаждения);
- отделка внутренних помещений не токсичная и абсолютно безопасно как для человека, так и для окружающей природной среды;
- атриум построен из известняка, обладающего высокой теплопроводностью;
- монтированные в пол экологические полиэтиленовые трубы с водой позволяют оперативно охладить помещение летом и заменяют систему отопления зимой;
- система энергосбережения базируется на максимальном использовании солнечного света.

Основополагающая задача небоскреба Hearst Tower состоит в энергосбережении (в процессе его эксплуатации используется на 26% меньше энергии), достигаемом за счет применения «зеленых» материалов и экологических инноваций [1].

По мнению экспертов, Россия обладает всеми необходимыми условиями для развития «зеленого строительства». Сегодня наблюдается позитивная тенденция, когда

новые экостроения возводятся отечественными специалистами при использовании российских экологических инноваций. Стимулирующим фактором развития «зеленого строительства» является растущий в стране спрос на экологическое жилье. Экономический эффект от внедрения

экологических инноваций в строительстве для самих строительных организаций заключается в экономии ресурсов при возведении объекта и в процессе эксплуатации здания, а также в существенном повышении инвестиционной привлекательности жилья.

#### Литература:

1. Белова, А. А. Экологическое строительство: западный и российский опыт [Электронный ресурс] // RMNT. RU <https://www.rmnt.ru/story/realty/ekologicheskoe-stroitelstvo-zapadnyy-i-rossiyskiy-opyt.367711/> (дата обращения 01.12.2019.)
2. Бондаренко, В. А. Актуализация «зеленого» строительства и опыт его активизации в ряде промышленно развитых стран и в России / В. А. Бондаренко, И. Д. Ли // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2017. — Т. 39. — с. 951–955.
3. Котляр, В. Ю. Зарубежный опыт внедрения современных «зеленых» технологий в строительство и ЖКХ / В. Ю. Котляр // Отечественный и зарубежный опыт, 2019. — № 3. — с. 78–81.
4. Мурзин, А. Д. Анализ зарубежного и российского опыта экологического строительства / А. Д. Мурзин, А. В. Филиппова, Н. В. Швыденко // Современное научное знание, идеи и концепции, 2017. — № 3. — с. 217–222.
5. Мурзин, А. Д. Экологизация городского строительства: зарубежный опыт и российские проблемы / А. Д. Мурзин, А. В. Филиппова, Н. В. Швыденко // Экономика и экология территориальных образований, 2017. — № 2. — с. 23–30.
6. Рейтинг стран мира по уровню потребления электроэнергии [Электронный ресурс] // <https://gtmarket.ru/ratings/electric-power-consumption/info> (дата обращения 10.12.2019.)
7. Тухарели, В. Д. Экологическое строительство как инновационный подход в строительной индустрии / В. Д. Тухарели, А. В. Тухарели, Ю. В. Ли // Инженерный вестник Дона, 2018. — № 4. — с. 100–112.
8. Хлопцов, Д. М. Эколого-экономическая оценка объектов «зеленого строительства» / Д. М. Хлопцов, М. А. Губанищева // Имущественные отношения в Российской Федерации, 2018. — № 11. — с. 50–60.

## О методах и способах борьбы с коррозией трубопроводов

Тиханова Мария Михайловна, студент

Научный руководитель: Соколова Светлана Станиславовна, кандидат технических наук, доцент  
Тульский государственный университет

*В данной научной статье рассмотрены ключевые направления защиты от коррозии, ее основные виды и причины возникновения. Основные факторы, негативно влияющие на состояние трубопроводов.*

**Ключевые слова:** коррозия, виды коррозионных разрушений, современные методы, защита неметаллическими покрытиями, легирование, наружная коррозия подземных трубопроводов.

**В** настоящее время основной проблемой при обслуживании и эксплуатации подземных трубопроводов является коррозия, которая подразделяется на внутреннюю и наружную [1 с. 156]. В качестве одной из причин появления внутренней коррозии является наличие в воде растворенного кислорода. Кислород попадает в тепловые сети, преимущественно вместе с подпиточной водой.

Как правило, скорость коррозии напрямую зависит от количества кислорода и скорости диффузии данного растворенного кислорода. Таким образом, чем больше растворенного кислорода, тем быстрее происходит коррозионный процесс. Борьба с внутренней коррозией происходит с помощью подпитки трубопроводов деаэрированной водой, с помощью которой внутренняя коррозия

успешно ликвидируется. Согласно статистике, тепловые сети, работающие в течение 70% времени и находящиеся в температурном режиме (70–80°C) больше подвергаются наружной коррозии, чем все остальные.

Выделяют два основных вида наружной коррозии: сплошная равномерная и язвенная очаговая [2 с. 246]. При сплошной коррозии — разрушение металла происходит в основном с одинаковой скоростью. Такие повреждения имеют место в основном при разрушении поверхностей на открытом воздухе. В качестве одного из главных факторов, который способствует развитию именно такого рода повреждениям является аэрация.

Однако, наибольшую опасность, именно по скорости распространения, представляют собой именно разру-

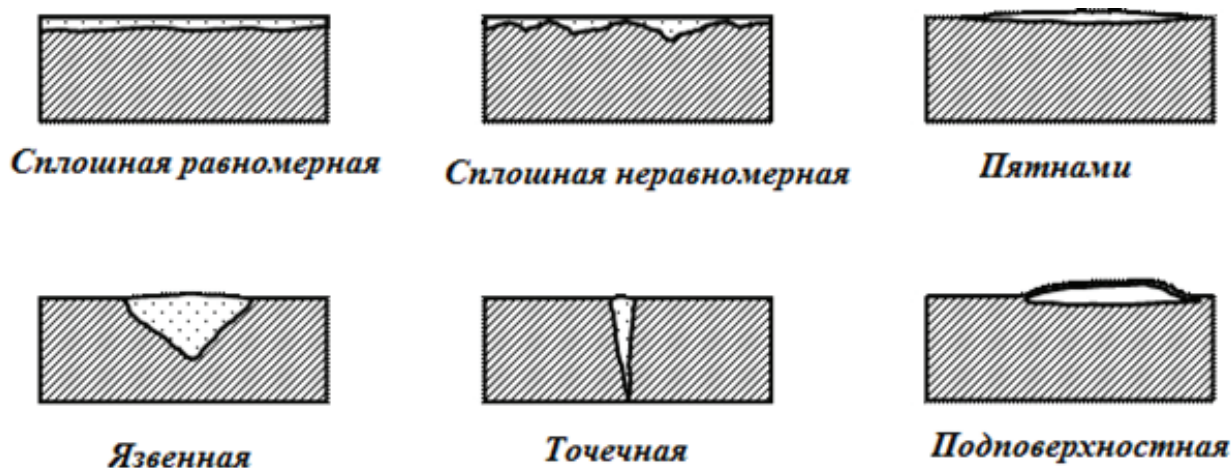


Рис. 1. Виды коррозионных разрушений

шения сквозные, которые также называются язвенной очаговой коррозией. Скорость распространения язвенных очаговых повреждений варьируется в пределе 1,4–1,8 мм/год, так как сплошные равномерные повреждения распространяются со скоростью 0,1–0,2 мм/год.

Наружная коррозия подземных трубопроводов по своей природе делится на химическую, электрохимическую и электрическую [3 с. 284].

Химическая коррозия возникает в результате воздействия на металл различных жидкостей и газов из почвы через изоляцию на поверхности труб. Такую коррозию относят к виду сплошной. При ней толщина стенок труб уменьшается равномерно.

Электрохимическая коррозия образуется в результате взаимодействия металла (электрод) с вредными растворами в грунте (электролит). Она в основном имеет тип коррозии очаговой. В результате на трубопроводах появляются локальные язвы и глубокие каверны, которые могут развиваться через отверстия в стенке трубы.

Электрическая коррозия возникает, когда электрический ток, протекающий через землю, действует на трубу. Токи проникают в землю в результате утечек из рельсов электрифицированного транспорта — они называются странствующими. Проникнув в трубопровод, они движутся по нему, где около тяговой подстанции покидают трубопровод в грунте, образуя очаги электрической коррозии.

К сожалению, нет метода, чтобы можно было предотвратить разрушение стенок трубопровода, однако в наших

силах уменьшить скорость распространения разрушения. К современным методам можно отнести защиту неметаллическими покрытиями. К ним относятся: масляные и алкидные краски, битумные и синтетические лаки, а также полимерные материалы, образующие защитную пленку на поверхности, которая помогает предотвратить взаимодействие материала с окружающей средой и влагой.

Этот способ обработки металла при помощи лакокрасочных материалов является самым удобным, так как произвести обработку можно на строительной площадке. Эффективность этого метода будет зависеть от многих факторов: от климата, качества защитного материала и его количества.

Следующий способ это — легирование, то есть добавка прочих металлов. Добавление к железу Mo, Mn, W, Cr, Al, Ni, в качестве легирующих добавок получают нержавеющие стали. Такой материал ржавеет с малой скоростью.

Подводя итоги, можно сказать, что в настоящее время на состояние трубопроводов негативно влияют многие факторы: воздействие различных жидкостей и газов из почвы, появление в грунте вредных растворов, проникновение электрического тока. В результате работы, установлены основные причины возникновения коррозии, были проанализированы методы борьбы с ней. Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что за счет эффективной и надежной защиты трубопроводов сокращаются финансовые издержки на их обеспечение и содержание.

#### Литература:

1. Кузнецов, М. В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров / М. В. Кузнецов, В. Ф. Новоселов, П. И. Тугунов и др. — Москва: Недра, 2016. — 238 с.
2. Ионин, А. А. Теплоснабжение / А. А. Ионин. — Москва: Стройиздат, 2010. — 336 с.
3. Стрижевский, И. В., Сурис М. А. Защита подземных тепловых сетей от коррозии. М.: Энергоатомиздат, 2012. — 344 с.

## О целесообразности применения воздушного отопления для производственных зданий

Тиханова Мария Михайловна, студент

Научный руководитель: Вялкова Наталия Сергеевна, кандидат технических наук, доцент  
Тульский государственный университет

*В настоящей статье рассматриваются основные компоненты и преимущества воздушного отопления.*

**Ключевые слова:** воздушное отопление, устройство воздушного отопления, систематизация воздушного отопления, функционирование оборудования для воздушного отопления.

Решение вопроса отопления производственных помещений напрямую связано с требованиями, предъявляемыми к системам отопления, а именно, санитарно-гигиеническими, строительными, монтажными, эксплуатационными, эстетическими [1, с. 203].

Несмотря на большие сечения каналов; большие теплопотери при прокладке воздухопроводов в неотапливаемых помещениях; малую теплоаккумулирующую способность, приводящую к быстрому охлаждению помещений при отключении системы из работы, воздушная система отопления дает возможность совмещения с системами приточной вентиляции и кондиционирования воздуха [2, с. 156]. Кроме этого, в отапливаемом помещении нет необходимости устанавливать отопительные приборы. Отсутствие тепловой инерции позволяет выйти на рабочий режим за 30–40 минут; имеется возможность центрального качественного регулирования. Воздушное отопление позволяет нагревать помещение равномерно по всему объему и высоте [3, с. 241].

Системы воздушного отопления разделяются [4, с. 301]:

1) по виду первичного теплоносителя, нагревающего воздух — на паровоздушные, водовоздушные, газовоздушные;

2) по способу перемещения нагретого воздуха — на естественные с перемещением воздуха за счет разности плотностей холодного и нагретого воздуха и с механическим побуждением, осуществляемым с помощью вентилятора;

3) по месту приготовления нагретого воздуха — на централизованные с подачей воздуха в несколько помещений из одного центра и децентрализованные — с подачей воздуха местными отопительными и отопительно-вентиляционными агрегатами;

4) по качеству воздуха, подаваемого в помещение — на прямоточные, работающие только на наружном воздухе; рециркуляционные — с перемещением одного и того же воздуха и с частичной рециркуляцией.

К основным компонентам систем воздушного обогрева относится [5, с. 522]: структурная организация воздухопроводов, необходимая для того, чтобы поступающий теплый воздух равномерно распределялся по всему помещению; теплогенератор; теплообменник, нагревающий поступающий в помещение воздух; прибор управления, регулирующий режим работы и температуру в помещении.

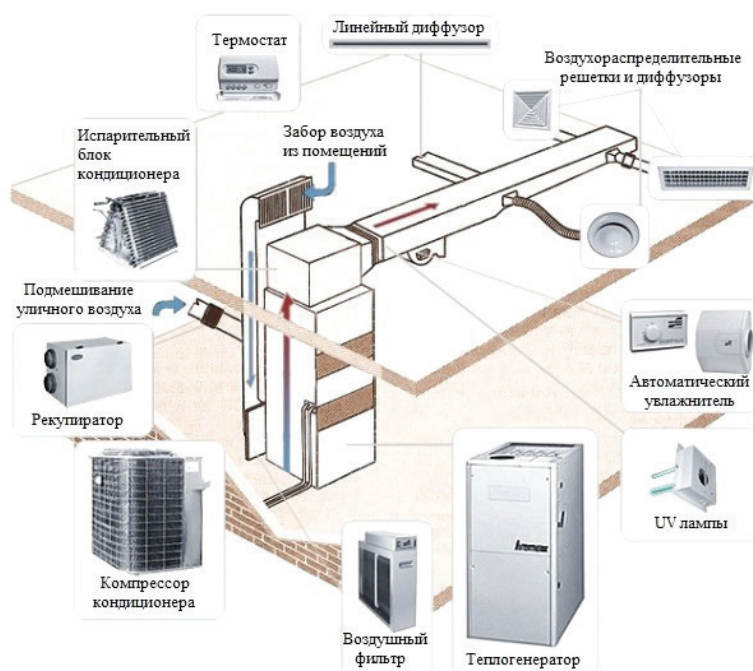


Рис. 1. Примеры организации воздушного отопления



На сегодняшний день системы воздушного отопления используют в большинстве производственных и сельскохозяйственных зданий. Одно из главных плюсов такой системы в том, что появляется возможность регулярной смены и очистки воздуха, которая благоприятно сказывается на самочувствии и работоспособности сотрудников.

Воздушное отопление имеет возможность регулирования производительности, удобна в ремонте, обслуживании, пожаробезопасна. При монтаже осуществляется экономия средств за счет объединения в одной системе трех: отопления, вентиляции и кондиционирования. При

необходимости создания особых температурных режимов в помещении применяются моноблочные установки, способные решать все задачи воздухоподготовки (охлаждение, нагрев и т. д.); возможно использовать режимы полной или частичной рециркуляции [6, с. 432]. Применение рекуперации позволяет сэкономить 70% уходящего тепла, что существенно уменьшает электрические мощности.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод: воздушное отопление создает условия комфортного микроклимата; оно максимально энергоэффективно, долговечно, мобильно, просто, надежно и безопасно в эксплуатации.

#### Литература:

1. Сибикин, Ю. Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст]: учебное пособие для студентов учреждений СПО по специальности 140102 «Теплоснабжение и теплотехнические оборудование» / Ю. Д. Сибикин. — 5-е изд., стер. — Москва: Академия, 2008. — 303 с.
2. Дроздов, В. Ф. Отопление и вентиляция [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В. Ф. Дроздов. — М.: Высшая школа, 1984—264 с.
3. Кострюков, В. А. Отопление и вентиляция [Текст]: учебник для техникумов / В. А. Кострюков. — М.: Стройиздат, 1965—328 с.
4. Фокин, С. В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Текст]: учебное пособие для студентов образовательных учреждений профессионального образования / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. — М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. — 368 с.
5. Богословский, В. Н. Отопление [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В. Н. Богословский, А. Н. Сканава. — М.: Стройиздат, 2007. — 736 с.
6. Сканава, А. Н., Махов Л. М. Отопление; Издательство Ассоциации строительных вузов — Москва, 2008. — 576 с.



# Молодой ученый

## Международный научный журнал

№ 15 (305) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова

Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга

Художник Е. А. Шишков

Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

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»

Номер подписан в печать 22.04.2020. Дата выхода в свет: 29.04.2020.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

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.