

ISSN 2072-0297



# МОЛОДОЙ<sup>®</sup> УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



**15**  
2017  
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 15 (149) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

**Члены редакционной коллегии:**

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

Абдрашилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

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 Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

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

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.**

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

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.

#### **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, заместитель директора (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)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

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)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

**Ответственные редакторы:** Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

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; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 3.05.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

---

---

**Н**а обложке изображен *Александр Сергеевич Тимофеев*, инженер-изобретатель машины времени, известный советскому и российскому зрителю как Шурик — персонаж комедий Леонида Гайдая.

Впервые этот герой появился в трилогии «Операция «Ы» и другие приключения Шурика» в 1965 году. Милый, застенчивый, но в то же время находчивый и отважный студент так понравился зрителям, что уже через два года вышло продолжение: «Кавказская пленница, или Новые приключения Шурика».

Гораздо позже, в 1973 году, Леонид Гайдай задумал экранизировать пьесу Михаила Булгакова «Иван Васильевич». Главного героя этого произведения звали вовсе не Шурик, а Николай Иванович. И сыграть его могли Олег Видов и Валерий Погорельцев. Но в процессе поиска актера на эту роль Гайдай решил заменить булгаковского Тимофеева на полюбившегося ему самому Шурика. Так герой, сыгранный Александром Демьяненко, превратился из очкарика-студента в чуть недотепистого, но по-

своему талантливому инженеру-изобретателю Александра Сергеевича Тимофеева, который изобрел машину времени и провел не вполне удачное ее испытание в домашних условиях.

Примечательно, что сценарий писался под Юрия Никулина в роли Ивана Васильевича. Но Никулин категорически отказался сниматься в фильме, снятом по Булгакову и обреченном, по его мнению, на безвестность и долгие годы забвения на пыльных архивных полках.

Однако в 1973 году фильм Леонида Гайдая «Иван Васильевич меняет профессию», что называется, взорвал прокат и собрал свыше 60 миллионов зрителей.

Сейчас этот фильм держится в первой двадцатке советских фильмов по популярности. В США этот фильм известен под слегка измененным названием: «Ivan Vasilievich: Back to the Future», чем проводится аналогия с фильмом Роберта Земекиса «Назад в будущее».

*Екатерина Осянина, ответственный редактор*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАТИКА

<b>Акбарова Ш. А., Ганиев А. А.</b> Классификация IDS .....	1
<b>Атаманов Ю. С., Гончарук В. С., Гордеев С. Н.</b> Применение трёхзначной логики и отсутствующая информации в БД .....	3
<b>Атаманов Ю. С., Гончарук В. С., Гордеев С. Н.</b> Проблемы распределённых СУБД .....	5
<b>Зайцева С. В., Савченко Н. К., Мартыненко О. В., Клюева Е. Г.</b> Информационные технологии в торговле .....	6
<b>Иващенко И. Г., Шурыгин В. Н., Ишматова Ш. Ш.</b> Разработка модуля прогнозирования продаж и оптимизации складских остатков информационной системы управления предприятием.....	8

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Абдумунинов Э., Раджабов М. Р.</b> Экспериментальные исследования напряженно деформированного состояния керамических дренажных труб.....	17
<b>Бокиев А. А., Нуралиева Н. А., Ботиров А. Н.</b> Организационные вопросы развития электроэнергетики с учетом новых форм хозяйствования в аграрном секторе Республики Узбекистан.....	23
<b>Гасанов И. Р.</b> Обобщенная формула Дюпюи .....	24
<b>Гаффаров Х. Р., Тохиров М. З., Латипов М. Г., Гаффаров Л. Х.</b> Проблема снижения энергоёмкости машин и орудий для глубокой обработки почвы.....	28
<b>Гиш М. Р., Сурмач Т. И., Мацнева А. О.</b> Рецептурные факторы создания благоприятных условий для гидратации вяжущего в тонких растворных слоях.....	30

<b>Глухова Л. Р., Фетисова М. А.</b> Факторы, влияющие на эффективность работы строительной техники.....	33
<b>Данилов П. В., Жиганов К. В., Пронин А. В., Титова Е. С.</b> Характеристика продуктов аварии при радиоактивном загрязнении местности при авариях на АЭС и других РОО .....	35
<b>Денисов С. Г., Богданов М. А., Мясоедов В. М., Романова Н. В.</b> Сравнительная оценка листовых кровельных материалов для индивидуальных жилых домов .....	38
<b>Джумаев З. Ф., Фатиллов С. З., Абдумуродов А.</b> Воздействие сейсмической волны на цилиндрическую трубу с жидкостью .....	41
<b>Джумаев З. Ф., Фатиллов С. З., Озотов Б.</b> Статические расчеты подземных параллельных труб, взаимодействующих с грунтовой средой.....	43
<b>Джураев Р. Х., Умирзаков Б. М., Абдуллаев Д. Б.</b> Методы оценки рисков нарушения целостности информации в сетях передачи данных .....	46
<b>Железнов Е. И., Поротиков А. Л., Железнов Р. Е.</b> Оценка тормозных свойств малотоннажного автопоезда.....	51
<b>Искаков Р. М., Торегали Д.</b> Патентный анализ современных сеялок .....	56
<b>Куликов А. Ю., Строев В. М., Долгова Ю. Н., Есаулова К. А.</b> Реализация частотной фильтрации рентгеновских изображений в MATLAB.....	59
<b>Мухорин А. А., Сидоров А. Д.</b> Проблемы системы водоснабжения и водоотведения в г. Санкт-Петербурге.....	61
<b>Nietullaeva S. K.</b> Customer response prediction and profit optimization .....	63

<b>Пищин О. Н., Иксанова А. С.</b> Прогнозирование процесса управления уровнем электромагнитного поля в системах подвижной связи с помощью математического моделирования.....67	<b>Усманов А. У., Шокиров Л. Б., Сайфуллаев С. С.</b> Аналоговый и цифровой сигналы .....85
<b>Рахимзянова Р. Ф., Жилина Т. С.</b> Энергосберегающие способы отопления при панорамном остеклении.....70	<b>Чепурная Т. А.</b> Анализ проектирования семейного культурно- досугового центра в городе Волжский .....87
<b>Рахматов У. Р., Хушвахтов А. Ч.</b> Управление и диагностика элементов интеллектуальных датчиков давления.....75	<b>Шамонова Н. И.</b> Анализ неисправностей тормозного оборудования вагонов.....91
<b>Рашитов Э. Э., Стоякова К. Л., Ибраев Р. Р.</b> Модель математической нейронной сети.....77	<b>Шнейдмиллер В. Р., Кузнецова Ю. Н.</b> Рекомендации для конструирования печатных плат .....95
<b>Темиров И. Г.</b> К обоснованию кинематического режима работы измельчителя стеблей хлопчатника комбинированного плуга .....81	<b>Яценко А. А.</b> Пиролизная переработка отходов пищевых производств с целью получения биотоплива....98
<b>Усманов А. У., Сайфуллаев С. С.</b> Коммуникационные интерфейсы RS232, RS485 и RS422.....83	

# ИНФОРМАТИКА

## Классификация IDS

Акбарова Шахида Азатовна, старший преподаватель;

Ганиев Акмал Абдухалилович, ассистент

Ташкентский Государственный Технический Университет им Ислама Каримова (Узбекистан)

Системы обнаружения вторжений (Intrusion Detection System) — это совокупность программных и/или аппаратных средств, служащих для выявления фактов несанкционированного доступа в компьютер или компьютерную сеть, а также предотвращения неавторизованного управления ими.

Системы обнаружения вторжений используются для обнаружения некоторых типов вредоносной активности, которая может нарушить безопасность компьютерной системы. К такой активности относятся сетевые атаки против уязвимых сервисов, атаки, направленные на повышение привилегий, неавторизованный доступ к важным файлам, а также действия вредоносного программного обеспечения (компьютерных вирусов, троянов и червей)

В последнее время применение пользователями систем обнаружения вторжения активно набирает популярность. IDS — важнейший элемент информационной безопасности, необходимый каждому дальновидному пользователю. Система обнаружения вторжений позволит не только выявить компьютерную атаку и заблокировать ее, но и выполнить это в удобном графическом интерфейсе — от пользователя не потребуются специальных знаний о сетевых протоколах и возможных уязвимостях.

*Host-based IDS* (хостовая, или локальная) хостовая IDS теоретически может работать с любым типом трафика, включая изначально зашифрованный.

Network-based IDS (сетевая) сетевая IDS не использует ресурсы процессора и память защищаемого объекта.

На сегодняшний день IDS принято классифицировать по нескольким параметрам к числу которых можно отнести

способ сбора информации, метод анализа информации, способ реагирования на угрозы и способ реализации.

В сетевой СОВ, сенсоры расположены на важных для наблюдения точках сети, часто в демилитаризованной зоне, или на границе сети. Сенсор перехватывает весь сетевой трафик и анализирует содержимое каждого пакета на наличие вредоносных компонентов. Протокольные СОВ используются для отслеживания трафика, нарушающего правила определенных протоколов либо синтаксис языка (например, SQL). В хостовых СОВ сенсор обычно является программным агентом, который ведет наблюдение за активностью хоста, на который установлен. Также существуют гибридные версии перечисленных видов СОВ.

*Сетевая СОВ* (Network-based IDS, NIDS) отслеживает вторжения, проверяя сетевой трафик и ведет наблюдение за несколькими хостами. Сетевая система обнаружения вторжений получает доступ к сетевому трафику, подключаясь к хабу или свитчу, настроенному на зеркалирование портов, либо сетевое TAP устройство. Примером сетевой СОВ является Snort.

Основанная на протоколе СОВ (Protocol-based IDS, PIDS) представляет собой систему (либо агента), которая отслеживает и анализирует коммуникационные протоколы со связанными системами или пользователями. Для веб-сервера подобная СОВ обычно ведет наблюдение за HTTP и HTTPS протоколами. При использовании HTTPS СОВ должна располагаться на таком интерфейсе, чтобы просматривать HTTPS пакеты ещё до их шифрования и отправки в сеть.

Основанная на прикладных протоколах СОВ (Application Protocol-based IDS, APIDS) — это система (или

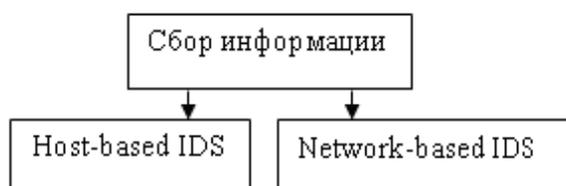


Рис. 1. Типы системы обнаружения вторжений

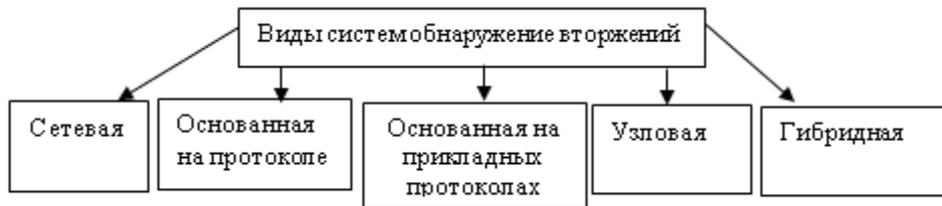


Рис. 2. Виды систем обнаружение вторжений

агент), которая ведет наблюдение и анализ данных, передаваемых с использованием специфичных для определенных приложений протоколов. Например, на веб-сервере с SQL базой данных COB будет отслеживать содержимое SQL команд, передаваемых на сервер.

Узловая COB (Host-based IDS, HIDS) — система (или агент), расположенная на хосте, отслеживающая вторжения, используя анализ системных вызовов, логов приложений, модификаций файлов (исполняемых, файлов паролей, системных баз данных), состояния хоста и прочих источников. Примером является OSSEC.

Гибридная COB совмещает два и более подходов к разработке COB. Данные от агентов на хостах комбинируются с сетевой информацией для создания наиболее полного представления о безопасности сети. В качестве примера гибридной COB можно привести Prelude.

Исходя из того, что в гетерогенной сети с высокой вероятностью могут присутствовать клиенты с различными ОС, заметным минусом сетевой IDS становится потенциальная уязвимость к атакам, учитывающим особенности реализации различных TCP/IP-стеков, например, при обработке фрагментированного сетевого трафика.

Известно несколько разновидностей таких атак:

1) FragmentationReassemblyTimeoutattacks — это атаки, базирующиеся на различии временных интервалов («тайм-аутов») стеков TCP/IP разных ОС при сборке фрагментов. Если значения тайм-аутов дефрагментатора IDS отличаются от соответствующих значений на стороне атакуемой системы, для последующего анализа будет собран неправильный поток.

2) TTL Basedattacks — в основном такие атаки реализуются путем генерации ложных фрагментов, которые по замыслу не будут получены жертвой, но будут перехвачены и ошибочно учтены дефрагментатором IDS для текущей сессии. Ситуацию легко воспроизвести, если IDS и атакуемый объект расположены в разных сетевых сегментах.

3) OverlappingFragments — при такой атаке происходит (либо не происходит) перезапись уже полученных

фрагментов вновь поступающими дубликатами, имеющими аналогичный порядковый номер. В результате сессия на стороне IDS может быть дефрагментирована иначе, чем на стороне жертвы атаки.

Сетевая система обнаружения вторжений может защитить от атак, которые проходят через межсетевой экран во внутреннюю ЛВС. Межсетевые экраны могут быть неправильно сконфигурированы, пропуская в сеть нежелательный трафик некоторых приложений, который может быть опасным. Порты часто переправляются с межсетевого экрана внутренним серверам с трафиком, предназначенным для почтового или другого общедоступного сервера. Сетевая система обнаружения вторжений может отслеживать этот трафик и сигнализировать о потенциально опасных пакетах. Правильно сконфигурированная сетевая система обнаружения вторжений может перепроверять правила межсетевого экрана и предоставлять дополнительную защиту для серверов приложений.

Сетевые системы обнаружения вторжений полезны при защите от внешних атак, однако одним из их главных достоинств является способность выявлять внутренние атаки и подозрительную активность пользователей.

*Активные IDS*, помимо всего вышеперечисленного, пытаются противостоять вторжению. Их действия могут включать в себя как разрыв текущего злонамеренного соединения, так и полное блокирование атакующего путем изменения конфигурации межсетевого экрана или иным способом

Пассивные системы в случае идентификации вторжения обычно создают детальный отчет о произошедшем, включающий лог сетевой атаки, оповещают службу безопасности, например, по электронной почте, и предоставляют рекомендации по устранению выявленной уязвимости.

По способу реализации IDS можно разделить на программные и аппаратные. В настоящее время большинство производителей программных средств защиты для домашних и корпоративных пользователей предлагают

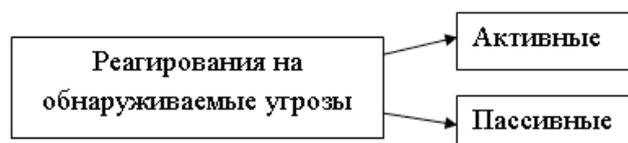


Рис. 3. Способы реагирования на обнаруживаемые угрозы системы IDS

интегрированные решения, куда включены такие компоненты, как антивирус, антиспам, проактивный модуль и межсетевой экран, в сочетании со встроенной системой обнаружения вторжений.

Подклассы сетевых систем обнаружения вторжений:

– *Прозрачные сетевые IDS* (Transparent Network IDS — TNIDS) устанавливаются в разрыв сетевого подключения.

– *Сенсорные сетевые IDS* (SensorNetwork IDS — SNIDS) подключаются к сегменту сети одним портом и прослушивают трафик, попадающий на этот порт. Если локальная сеть является коммутируемой, то подключение сенсорных IDS производят к зеркальным портам коммутаторов, на которые направляется необходимый для прослушивания трафик.

Системы обнаружения вторжений — эффективный инструмент защиты пользователя от разного рода несанкционированных атак, однако не стоит забывать, что, если мы говорим о полноценной безопасности, IDS — всего лишь элемент данной системы. Полноценная безопасность это:

- политика безопасности интрасети;
- система защиты хостов;
- сетевой аудит;
- защита на базе маршрутизаторов;
- межсетевой экран;
- система обнаружения вторжений;
- политика реагирования на обнаруженные атаки.

Только грамотно сочетая все вышеперечисленные типы защиты, пользователь может быть абсолютно спокоен за безопасность хранения и передачи важных данных.

Литература:

1. kompjuternye-terminologii [https://elhow.ru/kompjutery/kompjuternye-terminologii/chtotakoe-ids?utm\\_source=users&utm\\_medium=ct&utm\\_campaign=ct](https://elhow.ru/kompjutery/kompjuternye-terminologii/chtotakoe-ids?utm_source=users&utm_medium=ct&utm_campaign=ct)
2. Виктор Сердюк «Вы атакованы — защищайтесь!» [HTML] (<http://inform.p-stone.ru /libr/nets/security/data/public7/>).
3. Проблема «нулевого дня» [HTML] (<http://itc.ua/article.phtml?ID=26845&IDw=38&pid=57>).
4. Intrusion Detection Systems (IDS) Part 2 — Classification; methods; techniques [HTML] (<http://www.windowsecurity.com/articles/IDS-Part2-Classification-methods-techniques.html>)

## Применение трёхзначной логики и отсутствующая информация в БД

Атаманов Юрий Сергеевич, студент;

Гончарук Владимир Сергеевич, студент;

Гордеев Сергей Николаевич, студент

Научный руководитель: Сухомлинов Анатолий Иванович, профессор  
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В реальном мире часто приходится сталкиваться с проблемой отсутствия какой-либо информации. Весьма типичны ситуации, когда, например, «дата рождения не известна», «имя докладчика будет объявлено дополнительно», «адрес лица в данный момент не известен» и т.д. Поэтому в системах баз данных должен существовать механизм обработки подобных ситуаций. На практике наиболее типичный подход к решению этой проблемы основан на применении неопределённых значений (NULL-значений) и трёхзначной логики. Например, возраст человека может быть не известен, поэтому упрощенно можно сказать, что его возраст «является неопределённым». В более точном смысле это выражение означает следующее: а) известно, что человек существует;

б) несомненно, человек обладает каким-то возрастом; в) его возраст нам не известен.

Далее рассмотрим концепцию трёхзначной логики, то есть рассмотрим влияние неопределённых значений (UNK, сокращённо от «unknown» — «неизвестно») на вычисление логических выражений.

Ключевая особенность трёхзначной логики состоит в том, что результатом операций сравнения скаляров, в которых хотя бы один из операндов является величиной UNK, будет логическое значение *unknown*, а не *true* или *false*, которое является третьим логическим значением, поэтому данная логика и является трёхзначной. Далее приведены таблицы истинности для операторов AND, OR и NOT в трёхзначной логике.

AND	t	u	f
t	t	u	f
u	u	u	f
f	f	f	f

OR	t	u	f
t	t	t	t
u	t	u	u
f	t	u	f

NOT	
t	f
u	u
f	t

Тем не менее, для реализации трехзначной логики одним только операторов AND, OR и NOT недостаточно. Еще одним важным оператором является оператор

MAYBE (возможно). Таблица истинности данного оператора показана ниже.

MAYBE	
t	f
u	t
f	f

Чтобы продемонстрировать необходимость в использовании оператора MAYBE, рассмотрим запрос: «Получить сведения о сотрудниках с годовой зарплатой меньше 50 тыс. долл., которые могут быть (но это точно не известно) программистами и родились до 18 января 1971 года». С помощью оператора MAYBE данный запрос можно достаточно кратко записать в следующем виде:

```
EMP WHERE MAYBE (JOB = 'Programmer' AND
DOB < DATE ('1971-1-18')
AND SALARY < 50000.00)
```

Существуют и другие логические операторы, которые применимы в трёхзначной логике. Например, TRUE\_OR\_MAYBE (который возвращает *true*, если его операнд равен *true* или *unk*, а в противном случае возвращает *false*).

Что касается других скалярных операторов, то в общем случае, если хотя бы один из операндов арифметического выражения является величиной UNK, результатом вычисления всего выражения также будет величина UNK. Но данное рассуждение не применимо для логических операторов, рассматриваемых выше, а также для оператора IS\_UNK (возвращает значение *true*, если этот операнд равен UNK, или значение *false* — в противном случае) и IF\_UNK (это оператор преобразования величины UNK в некоторое значение, отличное от UNK).

Следует отметить, что величина UNK (неопределённое значение вида «значение не известно») и значение *unk* (логическое значение *unknown*) — это не одно и то же. Данное положение дел является прямым следствием того, что *unk* — это логическое значение, в то время как величина UNK вообще не является значением. Из этого следует, что типы (т.е. множества значений) не могут содержать величину UNK.

#### Литература:

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с.
2. Многозначная логика // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Многозначная\\_логика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Многозначная_логика) (дата обращения: 9.04.2017).

В связи с введением NULL значений в БД необходимо ввести **правило поддержки целостности сущности**: ни один компонент первичного ключа любой базовой переменной отношения не может содержать неопределённые значения (NULL).

Данное правило вводится из следующих соображений:

- а) кортежи базовых переменных отношения представляют сущности реального мира;
- б) сущности реального мира всегда должны допускать возможность их идентификации (по определению);
- в) следовательно, их аналоги в базе данных также должны допускать возможность идентификации;
- г) в базе данных значения первичного ключа используются в качестве идентификаторов;
- д) следовательно, значение любого первичного ключа не может быть «неопределённым».

Стоит сказать, что в реальном мире мы обычно пользуемся именно специальными значениями. Например, специальное значение «?» используется для обозначения количества рабочих часов для некоторого сотрудника, если его фактическое значение по какой-либо причине не известно. Таким образом, общая идея заключается в том, чтобы просто применять подходящее специальное значение, отличное от всех обычных значений атрибута, во всех тех случаях, когда обычное значение не может использоваться.

Изложенный выше способ не очень изящен, но он обладает явным преимуществом, поскольку не подрывает логических основ реляционной модели.

Трёхзначную логику можно также расширить до четырёхзначной и даже более, так как существует множество причин отсутствия некоторой части информации. «Значение неизвестно» — это только одна из возможных причин. Среди других причин такие, как «значение неприемлемо», «значение не существует» и т.д.

## Проблемы распределённых СУБД

Атаманов Юрий Сергеевич, студент;

Гончарук Владимир Сергеевич, студент;

Гордеев Сергей Николаевич, студент

Научный руководитель: Сухомлинов Анатолий Иванович, профессор  
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Ключевая проблема распределённых систем состоит в том, что коммуникационные сети, по крайней мере, сети, которые охватывают большую территорию, или глобальные сети, пока остаются медленными. Поэтому основная задача распределённых систем — минимизировать использование сетей, т.е. минимизировать количество и объем передаваемых сообщений.

Решение этой задачи, в свою очередь, затрудняется из-за проблем в нескольких дополнительных областях. Ниже приведен список таких областей (он не является полным):

- обработка запросов;
- управление каталогом;
- распространение обновлений;
- управление восстановлением;
- управление параллельностью.

Рассмотрим далее возможные варианты решения данных проблем.

Чтобы решить задачу минимизации использования сети, процесс оптимизации запросов должен быть распределённым, как и процесс выполнения запросов. Иначе говоря, в общем случае процесс оптимизации будет включать этап глобальной оптимизации, за которым последуют этапы локальной оптимизации на каждом участвующем узле. Таким образом, можно будет добиться более быстрой обработки запросов.

В распределённой системе системный каталог включает не только обычные для каталога данные, касающиеся базовых переменных отношения, представлений, ограничений целостности, полномочий и т.д., но также содержит всю необходимую управляющую информацию, которая позволит системе обеспечить независимость от размещения, фрагментации и репликации, то есть такая информация, которая присуща исключительно распределённым системам. Возникает вопрос: «где и каким способом хранить каталог?». Ниже представлены некоторые из возможных способов.

1. Централизованное хранение. Единственный общий каталог хранится на отдельном центральном узле.

2. Полная репликация. Общий каталог целиком хранится на каждом узле.

3. Частичное секционирование. Каждый узел поддерживает собственный каталог для объектов, которые на нем хранятся. Общий каталог представляет собой объединение всех этих непересекающихся локальных каталогов.

4. Сочетание подходов 1 и 3. На каждом узле поддерживается свой локальный каталог, как предусмотрено

в подходе 3. Кроме того, отдельный центральный узел сопровождает объединённую копию всех этих локальных каталогов, как предусмотрено в подходе 1.

Основная проблема репликации данных заключается в том, что обновление любого заданного логического объекта должно распространяться по всем хранимым копиям этого объекта. Но, если некоторый узел, содержащий копию данного объекта, в момент обновления может оказаться недоступным (в следствии сбоя или отказа сети). Таким образом, очевидная стратегия немедленного распространения обновлений по всем существующим копиям будет неприемлема. Общепринятая схема решения рассматриваемой проблемы состоит в использовании так называемой схемы первичной копии, которая действует описанным ниже образом:

— одна копия для каждого реплицируемого объекта устанавливается как первичная копия, а все оставшиеся копии — как вторичные;

— первичные копии различных объектов находятся на различных узлах (поэтому данная схема также является распределённой);

— операции обновления считаются логически завершёнными, как только обновлена первичная копия. Узел, содержащий такую копию, будет отвечать за распространение обновления на вторичные копии в течение некоторого последующего времени.

Управление восстановлением в распределённых системах обычно базируется на протоколе двухфазной фиксации транзакций: недопустима ситуация при которой транзакция, изменяющая данные в нескольких узлах, выполняется в одних узлах и не выполняется в других узлах, транзакция должна быть либо успешно выполнена во всех узлах, либо не выполнена ни в одном узле.

Двухфазная фиксация транзакций требуется в любой среде, где отдельная транзакция может взаимодействовать с несколькими автономными диспетчерами ресурсов. Однако в распределённых системах ее использование приобретает особую важность, поскольку рассматриваемые диспетчеры ресурсов, т.е. локальные СУБД, функционируют на отдельных узлах и поэтому в значительной мере автономны.

Управление параллельным доступом в большинстве распределённых систем строится на использовании механизма блокировки, т.е. точно так, как и в большинстве нераспределённых систем.

Если каждый узел отвечает за блокировку объектов, которые на нем хранятся (как предполагается в соответствии с принципом локальной независимости), то непо-

средственная реализация будет требовать по крайней мере 5n таких сообщений:

- n запросов на блокировку;
- n разрешений на блокировку;
- n сообщений об обновлении;
- n подтверждений;
- n запросов на снятие блокировки.

Для решения проблемы обычно выбирается стратегия первичной копии, которая была описана ранее. Для дан-

ного объекта A все операции блокировки будет обрабатывать узел, содержащий его первичную копию. При использовании этой стратегии набор всех копий объекта с точки зрения блокировки можно рассматривать как единый объект, а общее количество сообщений будет сокращено с 5n до 2n+3 (один запрос блокировки, одно разрешение блокировки, n обновлений, n подтверждений и один запрос на снятие блокировки).

Литература:

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с.
2. Распределённая база данных // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Распределённая\\_база\\_данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/Распределённая_база_данных) (дата обращения: 9.04.2017).

## Информационные технологии в торговле

Зайцева Стелла Вячеславовна, старший преподаватель;  
Савченко Наталья Каримовна, старший преподаватель;  
Мартыненко Ольга Владимировна, старший преподаватель;  
Клюева Елена Георгиевна, старший преподаватель  
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

*В статье рассматриваются основные вопросы применения информационных технологий в торговле.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, программное обеспечение, торговые программы, банк данных, бизнес-процессы, информационные решения

Автоматизация торгового бизнеса предлагает как удобные инструменты для ввода и обработки информации, но и современные механизмы управления процессами деятельности предприятия, что существенно сокращает ошибки, при этом уменьшается себестоимость продукции и увеличивается производительность всего предприятия в целом.

Информационные системы сегодня являются одним из главных инструментов для ведения качественного торгового бизнеса. Их применение дает возможность торговым предприятиям получать огромные преимущества среди конкурентов на рынке.

Активное формирование торговых операций влечет увеличение конкурентной борьбы среди организаций торговли. Организации вынужденно прибегают к повышению эффективности деятельности, что зависит от «способностей» программных средств. Увеличение требований компаний приводит в дальнейшем к возникновению новых специальных программных средств с более широкими возможностями.

В то же время, разработчики программных продуктов предлагают более совершенное программное обеспечение для торговых компаний, при этом обеспечивая эффективное управление основными бизнес-процессами

торговой организации: продажи, бухгалтерский и управленческий учет, логистика, закупки, ценообразование.

### Взаимодействие программных средств

Важная задача, решаемая во время разработки информационной системы для предприятия торговли — осуществление обмена информацией между программами главного офиса и сети магазинов. Передача информации происходит именно между данными частями системы. Из торговых точек поступает информация о продажах товаров из кассы. Из главного офиса в точки продаж передаются данные об ассортименте товаров, ценах на них, а также различных условиях продажи товаров.

Концентрация в главном офисе информационной системы схем, призванных управлять ассортиментом товаров, его единообразному ценообразованию, сведения о предоставляемых скидках и т.д. характерна для основной части крупных торговых организаций [1]. Часть системы, которая обеспечивает функционирование отдельных магазинов, нацелена на автоматизацию бизнес-процессов, таких как заказ, поступление, инвентаризация товаров и другие процессы.

Опыт показал, что обмен информацией между программами главного офиса и сетью магазинов информационной

системы приводит к значительному снижению расходов в отдельно взятых торговых точках и предприятия в целом.

### **Стратегия бизнес-адаптации процессов и информационной системы**

Один из вопросов, интересующий торговые предприятия в процессе модернизации существующей или внедрения новой информационной системы, чаще всего является выбор решения, в какой степени адаптировать систему к уже действующим бизнес-процессам, а в какой — улучшить процессы в соответствии с функциями разработанной информационной системы.

Реорганизация бизнес-процессов связана с механизмом взаимодействия работников и подразделений, что на первых этапах внедрения информационной системы может сказаться на их результативности. Также, затраты на модернизацию информационной системы, интегрированной с бизнес-процессами предприятия, в перспективе зависят от тех решений, которые были приняты на стадии внедрения [2].

Дальнейшее усовершенствование торговой информационной системы, проводимое самостоятельно, предполагает ощутимые затраты на содержание IT-центра в составе предприятия, что под силу только лишь крупным торговым компаниям. Для средних и малых организаций доступно использование систем, обновляемых их разработчиком.

В итоге, информационные системы с уникальными свойствами для крупных торговых предприятий будут являться одним из основных преимуществ среди конкурентов на рынке, а для средних и малых торговых предприятий — сами бизнес-процессы и режимы работы системы, которые основываются на стандартных программных продуктах.

### **Основные возможности информационных систем**

Информационные системы в настоящий момент определяют самые актуальные направления формирования предприятия и оценивают результативность деятельности каждой торговой единицы. Получение и анализ данных в режиме реального времени позволяет своевременно скорректировать деятельность предприятия, и учесть изменение факторов из внешней среды раньше конкурентов.

Информационные системы сегодня позволяют планировать основные показатели работы пунктов торговли, анализировать производительность работы сотрудников, результативность эксплуатации торговых площадей, оценить соотношение между запланированными показателями и реальными показателями. Такой параметр предъявляет высокие требования к процессу сбора и обработки информации.

Финансовой и бухгалтерской отчетности отводится важное место в процессе автоматизации системы. К информационной системе торговой организации предъявляется требование гибкости и способности приспосабливаться к изменениям в налоговом законодательстве

и системах отчетности, которые предоставляются в различные государственные органы.

Серьезные затруднения вызывает внутренний контроль всех финансовых потоков торговой организации среднего или крупного масштаба без применения информационных систем.

При проведении взаиморасчетов необходимо четкое взаимодействие сторонних организаций с информационными системами.

Для повышения результативности программ, поддерживающих лояльность, которые функционируют в торговле, необходима автоматизация анализа состава покупок и динамики среднего чека.

### **Классификация товаров и руководство категориями товаров**

Возможность работы с достаточно большим и быстро меняющимся ассортиментом товара является главной чертой информационных систем, созданных для торговли.

Выявление закономерностей, общих для всех товаров, принятие решений на стадии управления отдельными товарами становится возможным при объединении товаров, имеющих аналогичные традиции потребления и физические свойства.

Правильная выбранная схема классификации товаров наделяет информационную систему конкурентным преимуществом.

Результативность управления различными группами товаров для наибольшего удовлетворения покупательского спроса зависит от однородности товаров, объединенных в группы.

Сегодня информационная система дает возможность результативно распоряжаться огромным перечнем товаров, собранных на 3-х-5 уровнях.

Наиболее целесообразное регулирование ассортимента товара, объединение сведений о ходе формирования групп товаров, результативность использования торговых площадок и анализ эффективности различных категорий товаров становится возможным в связи с внедрением информационных систем в торговле.

Сопоставление показателей продаж, доходов и занимаемого торгового участка среди «проблемных» товаров помогают управлять вводом и выводом из общего перечня отдельных групп товаров.

Интеграция внешних данных о покупательских предпочтениях, динамике и потенциале товарных категорий необходима для определения самих «проблемных» категорий товаров.

Изменения спроса по сезонам, приемлемый перечень товаров, стоимостной гибкости и политики цен конкурентов на сегодняшний день с использованием банка данных рассчитывает информационная система. Цены розничной торговли и общий перечень для различных рекламных акций используемая информационная система предоставляет в торговые точки.

### Системы безопасности в торговле

Объединение автоматизированных компонентов системы обеспечения безопасности с иными бизнес-процессами отдельной фирмы может привести к взаимному увеличению их производительности.

Таким образом, покадровое изучение видеонаблюдения в торговых павильонах за покупателями может применяться в качестве механизма, с целью определения действий потребителей при покупках отдельных категорий товаров, а анализ видеозаписей деятельности работников торговых центров значительно увеличить результативность их деятельности.

Исследование маловероятных покупок дает возможность обнаружить открытые участки в системе безопасности. Свойствами маловероятных покупок являются, к примеру, осуществление приобретения сверхбольшого числа единиц продукта, осуществление значительного количества покупок в сверхкороткое период в одной кассе, либо осуществление значительного числа покупок с применением одной дисконтной карты в течение одного дня. С целью данного исследования понадобятся сведения с терминалов торговых центров.

### Цена и действенность информационной системы

Бесспорно, чем наиболее безупречна информационная система, тем больше цена её внедрения и поддержки.

Литература:

1. Маркетинговые информационные системы в розничной торговле //studme.org. URL: [http://studme.org/33816/informatika/marketingovye\\_informatsionnye\\_sistemy\\_rozничной\\_torgovle](http://studme.org/33816/informatika/marketingovye_informatsionnye_sistemy_rozничной_torgovle) (дата обращения: 27.03.2017).
2. Информационные технологии в розничной торговле // imspm.spb.ru. URL: <http://imspm.spb.ru/articles/271655.php> (дата обращения: 25.03.2017).

Чаще всего перед введением в работу единой информационной системы, либо отдельных модулей рационально сравнивать их цену с ценностью тех конкурентных преимуществ, какие в итоге приобретает отдельная фирма. В данном случае результатом внедрения смогут рассматриваться равно как снижение операционных издержек, так и приобретение дополнительной прибыли в результате повышения оборота и/или инвестиционной привлекательности фирмы.

На сегодняшний день в качестве одного из главных инструментов для торгового бизнеса утвердились информационные системы. Их результативное использование значительно повышает конкурентоспособность предприятия на рынке товаров и услуг.

Одним из факторов усиления конкуренции в торговом бизнесе является активное продвижение розничной торговли, что вызывает необходимость предприятию постоянно увеличивать эффективность своей деятельности. Не малую роль в этом играет уровень возможностей используемого программного обеспечения по работе с большими объемами данных.

Рынок специализированного программного обеспечения так же не стоит на месте. Появляются новые все более совершенные программы, предоставляющие широкие возможности по управлению различными бизнес-процессами предприятия и по оперативной обработке поступающей информации.

## Разработка модуля прогнозирования продаж и оптимизации складских остатков информационной системы управления предприятием

Иващенко Игорь Георгиевич, кандидат технических наук, доцент;  
Шурыгин Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент, профессор;  
Ишматова Шахзода Шахобиддиновна, студент  
Московский политехнический университет

*В работе рассматривается прогнозирование продаж с помощью нескольких моделей прогнозирования, задачи связанные с несвоевременным пополнением магазинов, а также анализ возникновения излишних остатков на складе и их оптимизация.*

**Ключевые слова:** модель прогнозирования Хольта, Брауна, Уинтерса, Байесовский алгоритм, сезонность, авторегрессия, фактические и плановые продажи, оптимизация

На данный момент мировой опыт показывает необходимость наличия финансово доступной и мобильной системы прогнозирования рынка, товаров и услуг, как важный механизм адаптации и планирования перспективного развития любой торговой сферы. В условиях интенсивно развивающихся рыночных отношений и глобализации очень

важно проводить анализ, прогноз и планирование взаимоотношений с клиентами, а также резервов складских помещений и сетевого распределения товаров, в зависимости от множества переменных данных. Зачастую малые торговые учреждения осуществляют прогноз и оптимизацию товаров на основе накопленного опыта. Но для начинающего бизнеса решение этих вопросов может вызывать значительные трудности в связи с недостаточностью знаний или отсутствием опыта. Подобные модули уже существуют в системе 1С, SAP и Microsoft. Однако их стоимость может быть препятствием для использования в малом бизнесе. Более эффективным и доступным будет создание автономного модуля, который будет учитывать следующие математические модели:

- тренд;
- сезонность;
- факторы, влияющие на спрос: праздничные дни, рекламные акции, изменение цены, местные события, детерминированные потребности.

Также анализировать успешность:

- прогноз продаж за этот, предыдущий и следующий год;
- анализ продаж за этот, предыдущий и следующий год.

При управлении процессом продаж в любой компании во главу угла ставится вопрос о том, как продать товара как можно больше по выгодной цене, минимизировать издержки на транспортировку и хранение товара и получить большую прибыль. Существуют несколько прогнозных моделей:

- в простейшей прогнозной модели рассматривается реакция на импульс, линейное и параболическое воздействие;
- модели Хольта и Брауна используются тогда, когда временной ряд имеет тенденцию временного роста;
- Байесовский алгоритм используется для при внутрисезонном прогнозировании, т.е. когда по фактическим продажам в течение текущего сезона уточняется ранее найденные с помощью других методов предсезонным прогноз на будущую часть текущего сезона. Отметим, что название алгоритма (в оригинале «Bayesian algorithm») к классической в теории вероятностей формуле Байеса никакого отношения не имеет [1].

В данном модуле используются 3 модели прогнозирования:

- Линейная регрессия
- Регрессия второго порядка
- Регрессия третьего порядка.

Линейная регрессия предназначена для получения прогноза непрерывных числовых переменных.

Достоинства линейной регрессии:

- Скорость и простота получения модели.
- Интерпретируемость модели. Линейная модель является прозрачной и понятной для аналитика. По полученным коэффициентам регрессии можно судить о том, как тот или иной фактор влияет на результат.
- Широкая применимость. Большое количество реальных процессов в экономике и бизнесе можно с достаточной точностью описать линейными моделями.
- Изученность данного подхода.

Регрессия — это условное математическое ожидание непрерывной зависимой (выходной) переменной при наблюдаемых значениях независимых (входных) переменных. Линейная регрессия основана на гипотезе, что искомая зависимость — линейная. Каждая независимая переменная вносит аддитивный вклад в результирующее значение с некоторым весом, называемом коэффициентом регрессии.

Математическое уравнение, которое оценивает линию простой (парной) линейной регрессии:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x_i \tag{1}$$

Для получения вида математической модели необходимо определить коэффициенты уравнения регрессии  $b_0$  и  $b_1$ . Для этого применяется метод наименьших квадратов.

$$F = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x_i)^2 \rightarrow \min. \tag{2}$$

Таким образом, процедура нахождения коэффициентов регрессии сводится к задаче определения минимума функции. Необходимое условие минимума функции является равенство нулю частных производных функции по исходным величинам (коэффициентам).

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial b_0} = -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x_i) \cdot 1 = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial b_1} = -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x_i) \cdot x_i = 0. \end{cases} \tag{3}$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i - b_0 \cdot n - b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i = 0, \\ \sum_{i=1}^n (y_i \cdot x_i) - b_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i - b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0. \end{cases} \tag{4}$$

$$\begin{cases} b_0 \cdot n + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i, \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i). \end{cases} \tag{5}$$

Решая систему уравнений (5), выражаем коэффициенты  $b_0$  и  $b_1$ .

$$b_0 = \frac{\begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n y_i & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2} \tag{6}$$

$$b_1 = \frac{\begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2} \tag{7}$$

После вычисления коэффициентов необходимо провести статистический анализ полученного уравнения регрессии с целью проверки модели на адекватность.

На рисунке 1 отображена таблица количество продаж товара по месяцам, также изображены два графика. С левой стороны отображен график продаж на 2016 год, а справа — линейная регрессия по последним пяти месяцам. По ли-

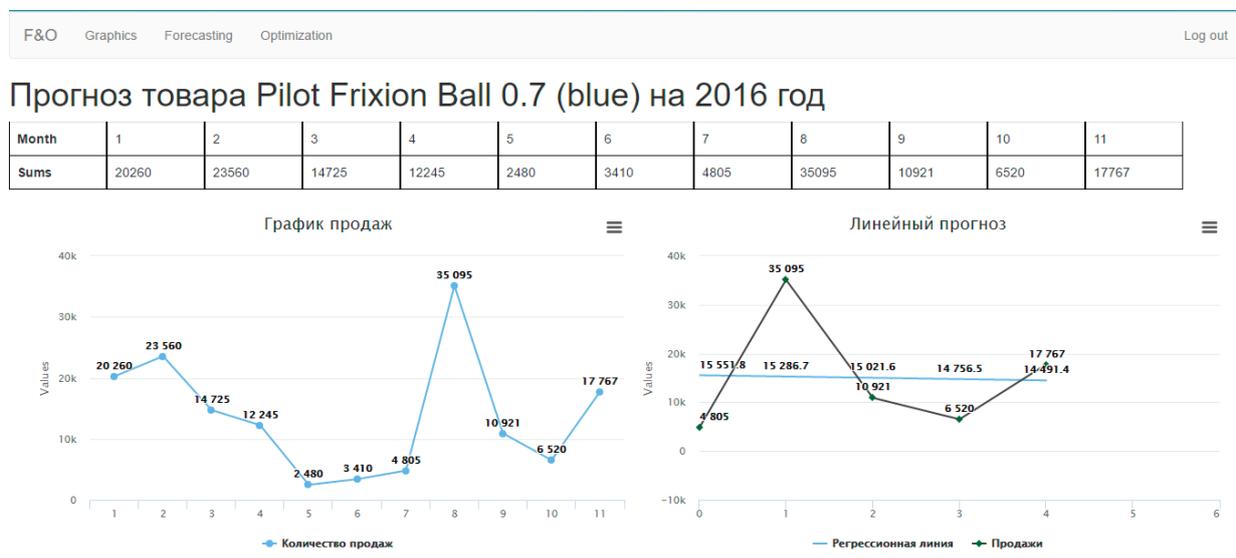


Рис. 1. График продаж и линия линейной регрессии

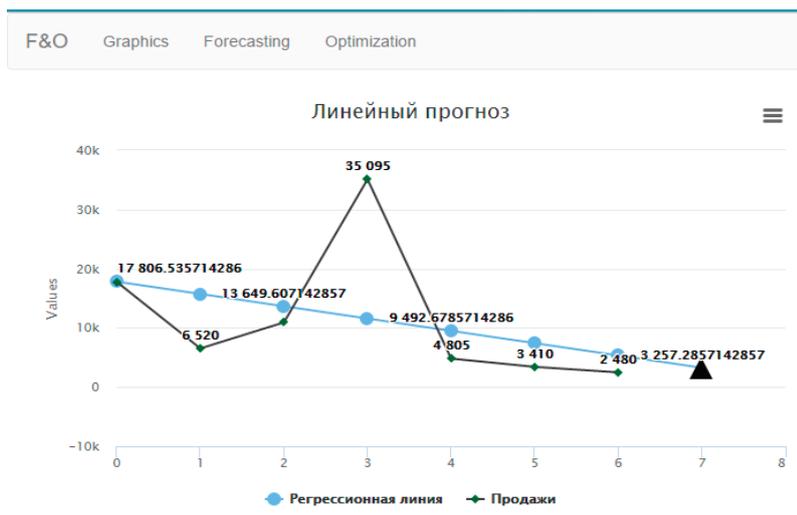


Рис. 2. Линия линейной регрессии по семи точкам

нейной регрессии можно сделать вывод об увеличении или уменьшение продаж. В данном случае линия и не возрастает, и не убывает. Для того, чтобы уточнить возрастают или убывают продажи построим линейную регрессию по последним 7 ми точкам рис. 2

На рисунке 2 по линии линейной регрессии видно, что продажи убывают. Последняя выделенная точка — это прогноз на следующий месяц.

Для выявления точности прогноза необходимо сравнить несколько методов. Рассмотрим метод регрессии второй степени. Математическое уравнение, которое оценивает линию регрессии второго порядка:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 \tag{8}$$

Коэффициенты регрессии определяем по методу наименьших квадратов.

$$F = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x_i - b_2 \cdot x_i^2)^2 \rightarrow \min. \tag{9}$$

Приравняем к нулю частные производные функции по коэффициентам  $b_0, b_1, b_2$ .

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial b_0} &= -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 + b_1 \cdot x_i - b_2 \cdot x_i^2) \cdot 1 = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial b_1} &= -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x_i - b_2 \cdot x_i^2) \cdot x_i = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial b_2} &= -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x_i - b_2 \cdot x_i^2) \cdot x_i^2 = 0. \end{aligned} \tag{10}$$

Выполнив преобразования (10), получим систему линейных уравнений с тремя неизвестными ( $b_0, b_1, b_2$ ).

$$\begin{cases} b_0 \cdot n + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i, \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i), \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + b_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^4 = \sum_{i=1}^n (x_i^2 \cdot y_i). \end{cases} \tag{11}$$

Введем обозначения:

$$S_1 = \sum_{i=1}^n x_i; \tag{12}$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n x_i^2; \tag{13}$$

$$S_3 = \sum_{i=1}^n x_i^3; \tag{14}$$

$$S_4 = \sum_{i=1}^n x_i^4; \tag{15}$$

$$S_5 = \sum_{i=1}^n y_i; \tag{16}$$

$$S_6 = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i); \tag{17}$$

$$S_7 = \sum_{i=1}^n (x_i^2 \cdot y_i). \tag{18}$$

С учетом принятых обозначений система будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} b_0 \cdot n + b_1 \cdot S_1 + b_2 \cdot S_2 = S_5, \\ b_0 \cdot S_1 + b_1 \cdot S_2 + b_2 \cdot S_3 = S_6, \\ b_0 \cdot S_2 + b_1 \cdot S_3 + b_2 \cdot S_4 = S_7. \end{cases} \tag{19}$$

Определим неизвестные коэффициенты  $b_0, b_1, b_2$ .

$$b_0 = \frac{\begin{vmatrix} S_5 & S_1 & S_2 \\ S_6 & S_2 & S_3 \\ S_7 & S_3 & S_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & S_1 & S_2 \\ S_1 & S_2 & S_3 \\ S_2 & S_3 & S_4 \end{vmatrix}} = \frac{S_5 S_2 S_4 + S_6 S_3 S_2 + S_7 S_1 S_3 - S_7 S_2 S_2 - S_6 S_1 S_4 - S_5 S_3 S_3}{n S_2 S_4 + S_1 S_3 S_2 + S_2 S_1 S_3 - S_2 S_2 S_2 - S_1 S_1 S_4 - n S_3 S_3} \tag{20}$$

$$b_1 = \frac{\begin{vmatrix} n & S_5 & S_2 \\ S_1 & S_6 & S_3 \\ S_2 & S_7 & S_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & S_1 & S_2 \\ S_1 & S_2 & S_3 \\ S_2 & S_3 & S_4 \end{vmatrix}} = \frac{n S_6 S_4 + S_1 S_7 S_2 + S_2 S_5 S_3 - S_2 S_6 S_2 - S_1 S_5 S_4 - n S_7 S_3}{n S_2 S_4 + S_1 S_3 S_2 + S_2 S_1 S_3 - S_2 S_2 S_2 - S_1 S_1 S_4 - n S_3 S_3} \tag{21}$$

$$b_2 = \frac{\begin{vmatrix} n & S_1 & S_5 \\ S_1 & S_2 & S_6 \\ S_2 & S_3 & S_7 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & S_1 & S_2 \\ S_1 & S_2 & S_3 \\ S_2 & S_3 & S_4 \end{vmatrix}} = \frac{n S_2 S_7 + S_1 S_3 S_5 + S_2 S_1 S_6 - S_2 S_2 S_5 - S_1 S_1 S_7 - n S_3 S_6}{n S_2 S_4 + S_1 S_3 S_2 + S_2 S_1 S_3 - S_2 S_2 S_2 - S_1 S_1 S_4 - n S_3 S_3} \tag{22}$$

После решения системы уравнений (11) и вычисления коэффициентов  $b_0, b_1, b_2$  проводится статистический анализ полученного уравнения регрессии. Аналогичным образом будут определяться коэффициенты параболы любого порядка. Исследование уравнения проводится по статистическим критериям. Однако в этом случае не требуется вычислять выборочные коэффициенты корреляции. Адекватности уравнения регрессии эксперименту можно добиться, повышая степень полинома. Однако при этом все коэффициенты следует вычислять заново, так как существует корреляция между коэффициентами.

На рисунке 3 слева изображен график регрессии второго порядка, справа — третьего. По изображению регрессии второго порядка можно сделать вывод, что продажи убывают, так как парабола смотрит вниз, а в регрессии третьего

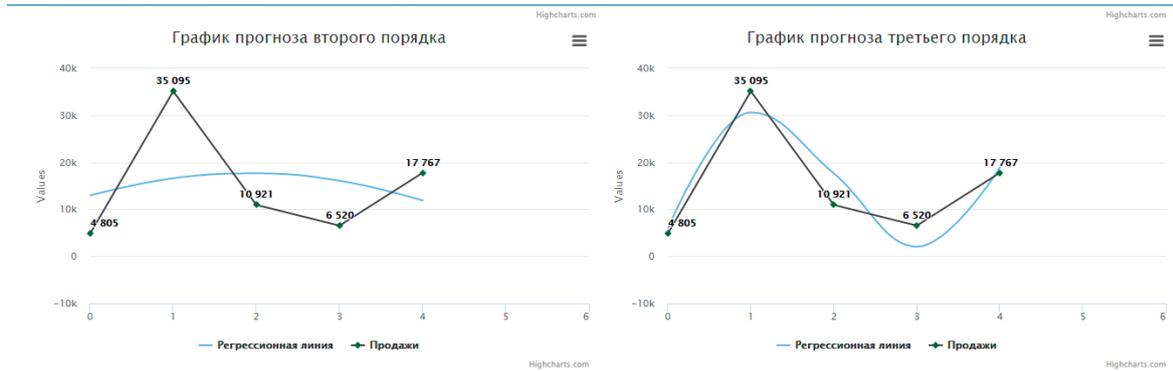


Рис. 3. Линия регрессии второго и третьего порядка

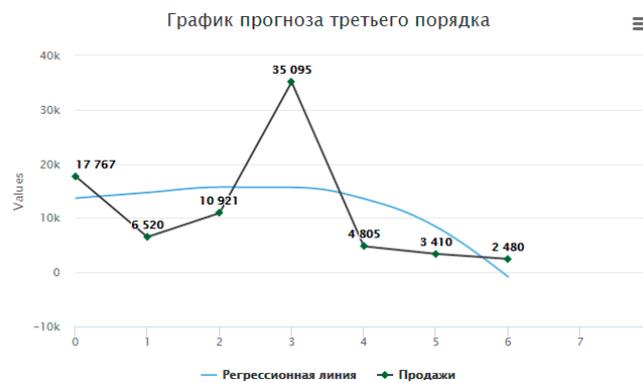


Рис. 4. Линия регрессии третьего порядка для семи точек

порядка линия проходит через каждую точку и не совсем понятно, куда стремится линия. Поэтому необходимо рассмотреть линию по семи точкам рис. 4.

На рисунке 4 по линии регрессии видно, что продажи убывают.

Для того, чтобы узнать какая из данных моделей осуществляет более точный прогноз на следующий месяц, необходимо рассчитать ошибку аппроксимации. Чем меньше ошибка, тем точнее прогноз.

На рисунке 5 показано, что наименьшая ошибка у третьей модели, т. е. регрессии третьей степени.

На рисунке 6 показано, что наименьшая ошибка у первой модели, т. е. линейной регрессии.

Для того, чтобы узнать какие из графиков точнее прогнозируют, необходимо осуществить верификацию данных, т. е. сделать прогноз для старых данных, например, для 2015 года, и сравнить и нынешними данными.

В модели Хольта коэффициенты линейной модели

$$\bar{x}_t(\tau) = a_{1,t} + a_{2,t} \cdot \tau \tag{23}$$

модифицируются по следующим соотношениям:

$$a_{1,t} = a_{1,t-1} + a_{2,t-1} + \alpha_1 e_t \tag{24}$$

$$a_{2,t} = a_{2,t-1} + \alpha_1 \alpha_2 e_t$$

Начальные значения параметров модели находятся по МНК на основе нескольких первых наблюдений. Оптимальные значения параметров сглаживания  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  находятся в пределах от нуля до единицы. Они определяются методом многомерной численной оптимизации и являются постоянными для всего периода наблюдений.

Аналогично модели Брауна, модель Хольта в терминах APCC-моделей представима в виде:

$$(1-B)^2 x_t = (1 - (2 - (\alpha_1 + \alpha_1 \alpha_2)B + (1 - \alpha_1)B^2)) e_t. \tag{25}$$

Формулировка адаптивных моделей в терминах линейных параметрических моделей авторегрессии — скользящего среднего позволяет трактовать их как подмножество класса линейных параметрических моделей. Таким образом, устанавливается соответствие между двумя, вообще говоря, различными подходами к моделированию временных рядов.

Ошибка линейной регрессии	Ошибка регрессии второй степени	Ошибка регрессии третьей степени
46167.8	48783.942857143	17911.314285714

Рис. 5. Расчет ошибки для пяти точек

Ошибка линейной регрессии	Ошибка регрессии второй степени	Ошибка регрессии третьей степени
47047.714285714	53589	53589

Рис. 6. Расчет ошибки для семи точек

В таблице параметров модели для модели Хольта отображаются оптимальные значения коэффициентов  $\alpha_1, \alpha_2$ . Пусть  $X(t), t=1, \dots, n$  — временной ряд наблюдений. Прогноз в момент времени  $t$  на  $\tau$  шагов вперед может быть получен по формуле:

$$\hat{x}_t(\tau) = a_{1,t} + a_{2,t} \cdot \tau \tag{26}$$

где  $a_{1,t}$  и  $a_{2,t}$  — текущие оценки коэффициентов адаптивного полинома.

В модели Брауна модификация (адаптация) коэффициентов линейной модели осуществляется следующим образом:

$$a_{1,t} = a_{1,t-1} + a_{2,t-1} + (1 - \beta^2)e_t \tag{27}$$

$$a_{2,t} = a_{2,t-1} + (1 - \beta)^2 e_t$$

где  $\beta$  — коэффициент дисконтирования данных;

$e_t$  — ошибка прогнозирования,

$$e_t = x_t - \hat{x}_{t-1} \tag{28}$$

Начальные значения параметров модели определяются по МНК на основе нескольких первых наблюдений. Оптимальное значение параметра дисконтирования находится в пределах от нуля до единицы, определяется методом численной оптимизации и является постоянным для всего периода наблюдений.

Оператор  $\mathbf{B}$  сдвигает всю последовательность на один шаг назад:  $\mathbf{Bx}(t) = \mathbf{x}(t-1)$ . Применение оператора  $\mathbf{B}$  к наблюдениям и к коэффициентам адаптивного полинома позволяет выразить модель Брауна в виде:

$$(1 - \mathbf{B})^2 x_t = (1 - 2\mathbf{B}\beta + \mathbf{B}^2 \beta^2) e_t \tag{29}$$

из чего следует, что модель Брауна можно трактовать как модель авторегрессии — скользящего среднего  $\text{ARС}(p,d,q)$  с  $p=0, d=2, q=2$  и коэффициентами скользящего среднего  $-2\beta$  и  $\beta^2$ .

прогнозные модели Уинтерса предназначены для прогнозирования временных рядов, содержащих периодические сезонные составляющие;

Мультипликативная модель Уинтерса аналогична с той лишь разницей, что расчетные по линейной модели значения корректируются путем их умножения на сезонные коэффициенты. Прогноз на  $\tau$  шагов вперед строится по формуле:

$$\hat{x}_t(\tau) = (a_{1,t} + a_{2,t} \cdot \tau) \cdot g_{t-s+\tau} \tag{30}$$

а модификация параметров производится по соотношениям:

$$\begin{aligned} a_{1,t} &= \alpha_1 (x_t / g_{t-s}) + (1 - \alpha_1) \cdot (a_{1,t-1} + a_{2,t-1}), \\ a_{2,t} &= \alpha_3 (a_{1,t} - a_{1,t-1}) + (1 - \alpha_3) \cdot a_{2,t-1}, \\ g_t &= \alpha_2 x_t / a_{1,t} + (1 - \alpha_2) g_{t-s} \end{aligned} \tag{31}$$

где  $g$  — фактор сезонности,  $s$  — период сезонного цикла.

Для несезонных временных рядов вычислительные формулы упрощаются за счет исключения сезонной компоненты. При построении модели производится численная оптимизация параметров адаптации, значения которых изменяются от нуля до единицы [3].

Все описанное выше относится только к продуктам, которые уже имеют историю продаж. Если же продукт новый, то истории, очевидно, нет. Поэтому применяют другие методы, одним из которых является перемножение off-take и АКБ. Под термином off-take понимается объем продаж продукта конкретного магазина конечным потребителем. Понятно, что оба эти показателя надо каким-то образом вычислять. Для определения off-take обычно используют либо данные агентств, собирающих такую информацию, либо собственного аудита розницы. Если компанию интересует вычисление off-take собственного продукта, то можно исходить из предложения, что магазин закупает в среднем примерно столько продукции, сколько и продает. Таким образом, выбрав из собственной аналитической системы средние продажи продукта в торговые точки определенного типа, мы получаем аппроксимацию off-take в точках данного типа. Очевидно, что умножив этот показатель на число магазинов, т.е. на АКБ, мы снова получим объем продаж. Данные можно выбрать как из первичных, так и из вторичных продаж. Но это применимо к уже продающимся продуктам, а нам нужно оценить off-take продукта нового. Для этого придется обратиться к данным агентства [3].

В случаях, когда продукта нет у конкурентов или в данных аудита, и в других случаях, когда нет четкого ответа на интересующий нас вопрос, проводятся исследования, и на основании результатов делаются расчеты. При этом важно не забыть, что если продукт продается через дистрибуторов, первые отгрузки будут значительно выше прогнозируемых продаж, так как происходит заполнение их складов. Затем следует резкое падение, и только потом продажи постепенно выходят на планируемый уровень.

Прогнозирование новых продуктов почти всегда отличается низкой точностью, так как является крайне сложным. Тем не менее, первые несколько месяцев продаж, пока не будет накоплено достаточно данных для экстраполяции тренда, компании придется довольствоваться такой точностью.

Любая солидная компания планирует объем продаж на предстоящий сезон. Этот план определяет закупочную стратегию компании. Если фактические продажи от плановых, то компания вынуждена вводить дополнительные скидки на товар, чтобы избежать затоваривания складских помещений и обеспечить место под новые коллекции товара. Возникает вопрос об определении этих скидок и моментов времени, в которые эти скидки нужно вводить.

Целевым образом можно установить, что:

- Скидки могут вводиться не чаще, чем раз в две недели;
- Скидки с течением времени не могут уменьшаться.

Задача, которая касается продажам сезонных коллекций товара и связана с поиском оптимального распределения торговой площади между старыми и новыми коллекциями товаров в период межсезонья, под критерием оптимальности выступает как максимизация выручки от продаж.

Проблема связанная с анализом и управлением остатками товара межсезонья состоит в том, что поступление коллекций нового сезона происходит не одномоментно, а распределено во времени. В связи с этим в магазинах всегда должен быть некоторый запас старых коллекций, чтобы не допустить такой ситуации, когда нечего будет выложить на прилавок, если процесс продаж старых коллекций будет опережать процесс поступления новых. Другими словами в период межсезонья должен существовать некий баланс между остающимися в магазине старыми коллекциями и вновь поступающими новыми.

Также есть задачи связанные с несвоевременным пополнением магазинов. Дело в том, что из-за транспортных, таможенных, политических и других проблем товар не может поступать в магазины с отставанием от планового графика. Поэтому возникает задача оценки прогнозируемых остатков товара на какой-либо определенный момент, а также оценки оптимального объема завозимого товара в зависимости от режима пополнения товара.

Для осуществления бесперебойного производственного процесса, для начала, необходимо проанализировать предпосылки возникновения излишних остатков на складе [5]:

- Приобретение предпринимателем заведомо превосходящего необходимого количества товара в связи с риском неполной доставки или задержки в пути.
- Наличие привлекательных акционных цен на оптовые партии товаров
- Экономия на транспортных расходах: намного дешевле обходится привезти один раз большую партию, чем несколько раз мелкие.

Кроме того, нужно учесть такие факторы:

- Скачкообразное увеличение товарного спроса в ходе всего срока его реализации.
- Непостоянство сроков восполнения запасов.

Оптимизация складских процессов осуществляется в следующем порядке.

Анализ конкретной компании с целью выяснения его «уязвимых мест. Анализ взаимодействия складского и смежных с ним процессов (сбыт, закупки, доставка, информационное обеспечение) позволяет выявить проблемы и ранжировать их по значимости, подобрав наиболее оптимальный способ их устранения.

Таким образом, были рассмотрены графические отображения нескольких моделей прогнозирования: линейная регрессия, регрессия второго порядка и регрессия третьего порядка, где определяется наиболее точный метод прогноза. Выявлено, что в зависимости от истории продаж, один и тот же метод может давать разные варианты прогноза. В конечном итоге следует отметить, что точность прогноза имеет прямую корреляцию с объемом истории продаж. Чем длиннее история продаж, тем точнее происходит прогнозирование.

#### Литература:

1. Семаков С. Л., Семаков А. С. Прогнозирование и управление продажами в торговых сетях. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 144 с.
2. Горчелс Л. Управление каналами дистрибуции. — М.: Издательский Дом Гребенников, 2005. — 248 с.
3. Гусаков И. Анализ и планирование продаж в компаниях рынка FMCG/Игорь Гусаков. — М.: Книга по Требованию, 2014. — 272 с.
4. Википедия [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki>
5. Управление запасами [Электронный ресурс]. — URL: <http://upravlenie-zapasami.ru/statii/optimizaciya-poshtuchnoy-sborki-tovara-na-sklade/>

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Экспериментальные исследования напряженно деформированного состояния керамических дренажных труб

Абдумунинов Э., доцент;  
Раджабов Мансур Рустамович, старший преподаватель  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Основной задачей настоящей работы является исследование подземных керамических дренажных труб. Однако, в целях последующего сравнения результатов, часть труб испытаны в воздушной среде по схеме двух сил.

Испытания труб в воздушной среде проводились по схеме двух сил под прессом на испытательной машине УММ-5.

После подготовке трубы к испытаниям, она укладывалась в горизонтальном положении между деревянными брусками. Бруски сечением 10x10 см имели длину, равную длине трубы. Поверхности брусков специально не обрабатывались и оставлены плоскими.

Нагрузка на трубы передавалась ступенями по 0,5 кН и трубы доводились до разрушения.

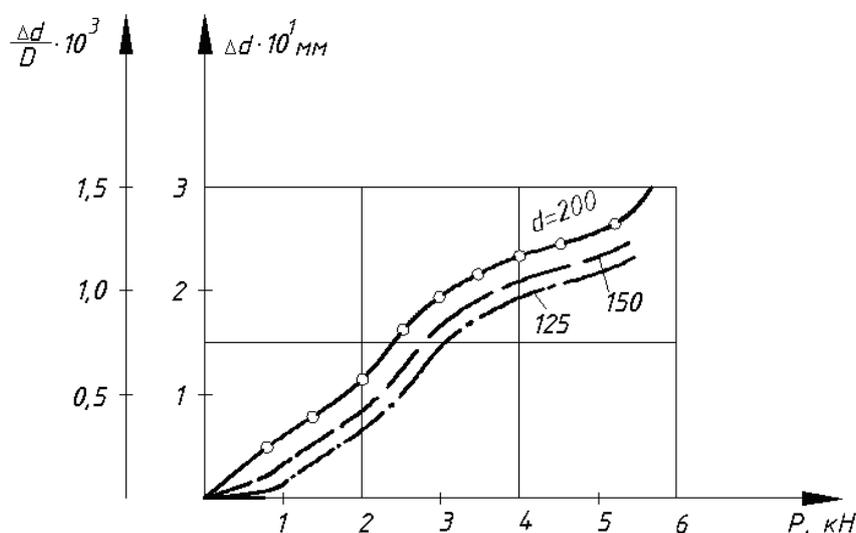


Рис. 1

По результатам опыта построены графики зависимости изменения вертикального и горизонтального диаметров трубы от нагрузки  $\Delta d = f(P)$ . На графиках (рис. 1) можно различить три участка деформации. Четко выражен участок упругих деформаций, слабо выражены участки условной текучести и упрочнения.

Из графика видно, что изменение диаметров трубы тем значительнее, чем больше диаметр.

Изменения вертикального диаметра трубы при испытании ее по схеме двух сил составляет:

$$\Delta d = 1,788 \left( \frac{r}{\delta} \right)^3; \xi_d = A \left( \frac{r}{\delta} \right)^3, \quad (1)$$

где  $A$  — некоторые постоянные числа;  $r$  — радиус трубы;  $\delta$  — толщина стенки.

В наших опытах соотношение  $(r/\delta)^3$  для трубы большого диаметра составляет  $(10:2,4)^3 = (4,166)^3$ , для трубы малого диаметра  $(10:2,4)^3 = (4,166)^3$ . А также соотношение  $(r/\delta)^3$  соответственно:  $10^2:2,4^3 = 7,234$  и  $6,25^2:1,8^3 = 6,698$ . В формуле (1) сокращения вертикального диаметра трубы прямо пропорциональны соотноше-

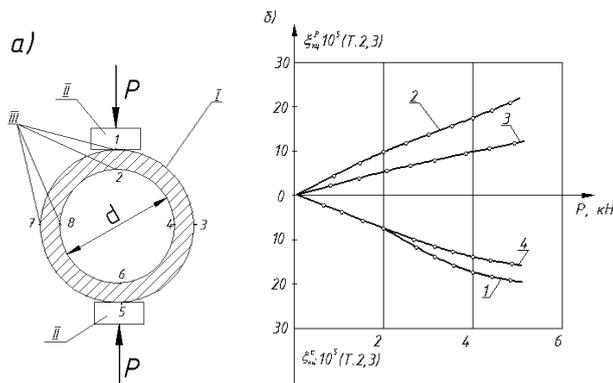


Рис. 2. Загружение трубы по схеме двух сил в воздушной среде:  
 а) схема нагружения — I — труба; II — бруски; III — тензодатчики;  
 б) относительные деформации для трубы  $d = 200$  мм

ниям  $(r\delta)^3$  и  $(r^2 : \delta^3)$ , что соответствует результатам испытаний, показанных на рис. 1.

Результаты испытаний труб в воздушной среде в виде графиков зависимости деформации стенки трубы по кольцевому направлению в растянутых зонах ( $\xi_{\tau,2,3}^P$ ) и в сжатых зонах ( $\xi_{\tau,4}^P$ ) от нагрузки ( $P$ ) представлены на рис. 2.

Из графиков видно, что деформация на растянутой поверхности стенки по концам вертикального диаметра (точка 2 и 6) трубы больше, чем по концам горизонтального диаметра (точки 3 и 7) трубы при одних и тех же нагрузках. Деформации в сжатых зонах поверхности стенки трубы (точки 1 и 4) почти одинаковы (рис. 2, б). Первое обстоятельство объясняется тем, что расчетный изгибающий момент под местом приложения нагрузки значительно больше, чем в сечениях по концам горизонтального диаметра (отношение 0,318:0,182). Деформации в

сжатых зонах почти одинаковы поэтому, что в сечении на уровне горизонтального диаметра действие момента сопровождается с действием продольной сжимающей силы.

Зависимость относительных деформаций от нагрузки  $\xi = f(P)$  на рис. 2 близка к линейной.

Трещины появляются при нагрузках, составляющих примерно 0,8 от разрушающих нагрузок, сначала на внутренней поверхности стенки трубы в вертикальном створе и позднее на наружной поверхности — в горизонтальном, что соответствует очертанию эпюры моментов. Разрушение трубы происходило путем развала ее на четыре части.

В некоторых работах деформативная способность уменьшается с увеличением их диаметра, что не получило надлежащего растяжения. На наших испытаниях оказалось, что чем больше диаметр трубы, тем меньше деформации стенки трубы при одних тех же нагрузках.

#### Литература:

1. Абдумуминов Э., Виноградов С. В. Исследование напряженно-деформированного состояния подземных керамических труб мелиоративного назначения. М., МГМИ, 1988
2. Берген Р. И., Фролов М. И. Яхшнев Р. Д. Вертикальное давление грунта на жесткие трубопроводы в высоких насыпах. Сб. «Расчет сооружений, взаимодействующих с окружающей средой». Сб. научных трудов МГМИ, М., 1984, с. 99–105.

## Прочность и устойчивость ограждающих конструкций котлованов на примере возведения подземного комплекса УрФУ методом «стена в грунте»

Безгодов Евгений Сергеевич, магистрант  
 Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

На основе системного анализа проблем, таких как нехватка парковочных мест, рост автомобильных заторов около УрФУ, сужение проезжей части за счет припаркованных автомобилей, парковка машин в неподходящем месте, а также, исходя из идей сохранения статуса Федерального Университета и значимости его облик для города Екатеринбург, была поставлена задача решения данных проблем посредством проектирования подземного 5-этажного комплекса методом «стена в грунте», содержащий в себе 4 уровня подземной парковки

на 550 машиномест, помещение для проведения научных конференций, семинаров, мастер-классов и репетиций студентов УрФУ. На поверхности будет расположен просторный транспортный узел, необходимый вследствие увеличения проходимости людей, столовые, типография и другие необходимые для института организации.

Проект является флагманским для Свердловской области и города Екатеринбурга в частности, ибо подземный комплекс имеет возможность присоединения к станции метро «Технический Университет» в перспективе построения новой синей ветки посредством подземных переходов, присоединенных к существующим в подземном пространстве УрФУ.

**Ключевые слова:** уральский, федеральный, подземный, метро, стена в грунте, крепление котлованов, парковки, мегаполисы

## 1. Введение

С каждым годом в крупных городах и мегаполисах становится все больше автомобилей. Из-за опережения темпов роста автомобилизации населения, в частности студентов, возникает проблема нехватки машиномест для парковки транспортных средств не только в центре города, но и в жилых массивах и на прилегающих территориях уральского федерального университета (УрФУ), происходит сужение проезжей части, автомобили припаркованы на газонах и на непредназначенных для этого местах, создавая трудности для пешеходов и жителей, чьи придомовые территории превратились в «проходной двор».

Эта проблема приводит к поискам новых эффективных решений, обладающих инвестиционной привлекательностью. Одним из способов решения этой проблемы является устройство паркингов, а в данном случае подземных комплексов, которые позволят значительно сократить площадь застройки, в то же время, обеспечивая большое количество парковочных мест. [1]

## 2. Актуальность

Таким образом, для любой части города, а в конкретнее для УрФУ, паркинг является жизненной необходимостью (must have) — ключевым элементом инфраструктуры, от характеристик которого в значительной степени зависит качество основных услуг, генерируемых объектом, а значит, и уровень его рыночной привлекательности, проявляющийся в размере арендных ставок [2]. Необходимость постоянного увеличения крытых паркингов и числа машиномест в них в целом для удовлетворения растущих потребностей населения в парковочных местах, начиная с конца восьмидесятых лет в США и в Европе, а в последние десятилетия это стало актуально для большинства развитых стран и не только крупные города России постоянно борются с нехваткой автостоянок. Для строительства многоуровневых подземных гаражей используют самые разные места в городской среде и предлагают самые разные варианты решений [3].

## 3. Концепция проекта

Этим эффективным и выгодным для города и университета решением как с экономической точки зрения, так и со сто-

роны общественной значимости и повышения уровня жизни горожан будет являться 5-этажный подземный комплекс УрФУ, расположенный на ул. Мира напротив главного корпуса университета на месте центральной парковки (рис. 1).

В комплекс включены и запроектированы 550 машиномест, помещение для проведения научных конференций, семинаров, мастер-классов и репетиций студентов, а также для офисных помещений, расположенных на –1 этаже (рис. 2, 3).

На поверхности будет расположен просторный транспортный узел, необходимый вследствие увеличения проходимости людей, столовые, типографские мастерские и другие необходимые для института организации.

Такое сочетание видов помещений и их функциональности обусловлено окупаемостью проекта в течение 7–8 лет и эффективным использованием «стены в грунте», которую следует возводить в данном случае на глубину порядка 15 метров в соответствии с геологическими условиями места строительства.

По реализации этой идеи открываются возможности построения новых перспективных I, II очередей проекта, включающих в себя выставочные площадки, подобно комплексу EXPO в Екатеринбурге, для показа научных разработок, выставок передового оборудования и проведения форумов всероссийского масштаба, а также спортивные площадки, библиотеки и другие значимые для университета заведения. Потенциал проекта колоссален.

## 4. Геологические условия

На основе геологических условий университета, предоставленных отделом капитального строительства, было выявлено, что одним из основных грунтов является малопрочный, выветрелый и трещиноватый грунт туфов и порфиров серого цвета, разработка которого будет возможна благодаря передовому оборудованию фирмы BAUER, в частности, предназначенное для разработки грунта в траншее и устройства «стены в грунте» в соответствии с заданными геологическими условиями.

## 5. Целесообразность проекта

Главные предпосылки для рождения идеи реализации подземного комплекса сформированы под влиянием следующих факторов:

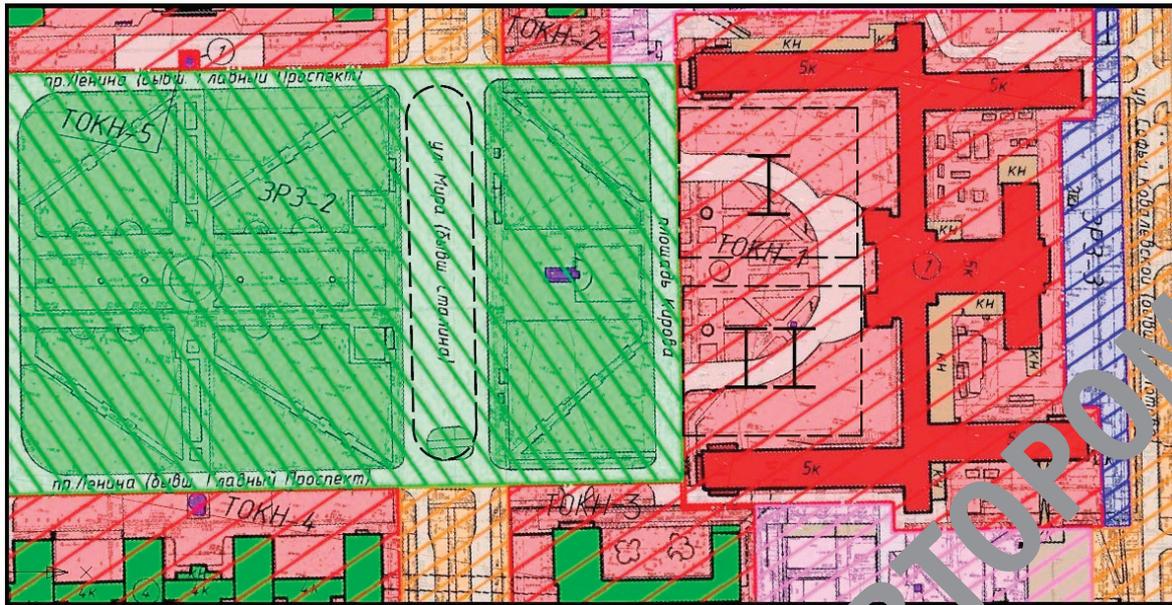


Рис. 1. Сводная схема границ территорий

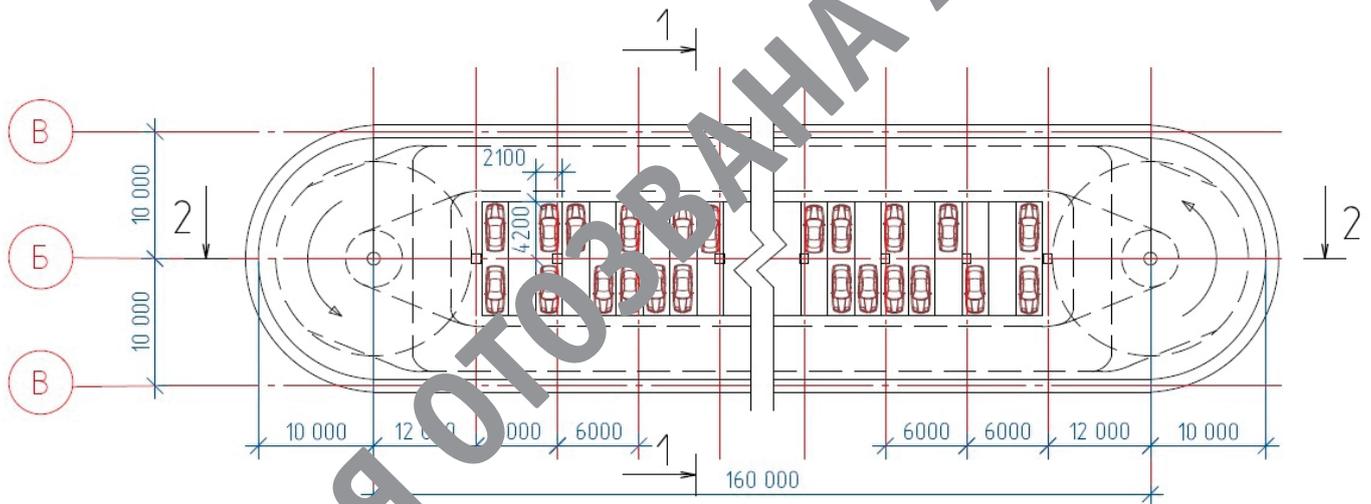


Рис. 2. План типового этажа

- необходимость выделить площади для организации учебного процесса;
- нехватка парковочных мест для студентов, преподавателей и гостей университета;
- сужение проезжей части и, в частности, лишение возможности в полной мере использовать потенциал транспортных сетей, запроектированных как двухполосные дорожные полосы;
- автомобили мешают пешеходам, занимая предназначенную для прогулок зону;
- двory прилегающих территорий жилых домов переполнены автомобилями студентов, что подвергает опасности прогулки с детьми и передвижение жителей становится все менее и менее свободным;
- нехватка помещений для проведения больших конференций, мастер-классов, семинаров, форумов и репе-

тиций студентов для различных общественно значимых мероприятий.

Реализация проекта подземного комплекса УрФУ позволит *решить следующие задачи:*

- проведение конференций, семинаров, мастер-классов и организация учебного процесса станут более возможными и доступными не только в рамках образования, но и для проведения мероприятий, особо значимых для города, например как встреча иностранных гостей и высоких руководящих должностных лиц, что повышает инвестиционную привлекательность проекта;
- расчистка дворов и придомовых территорий, соседних с университетом от автомобилей студентов и работников УрФУ;
- разгрузка трафика вследствие увеличения ширины проезжей части;

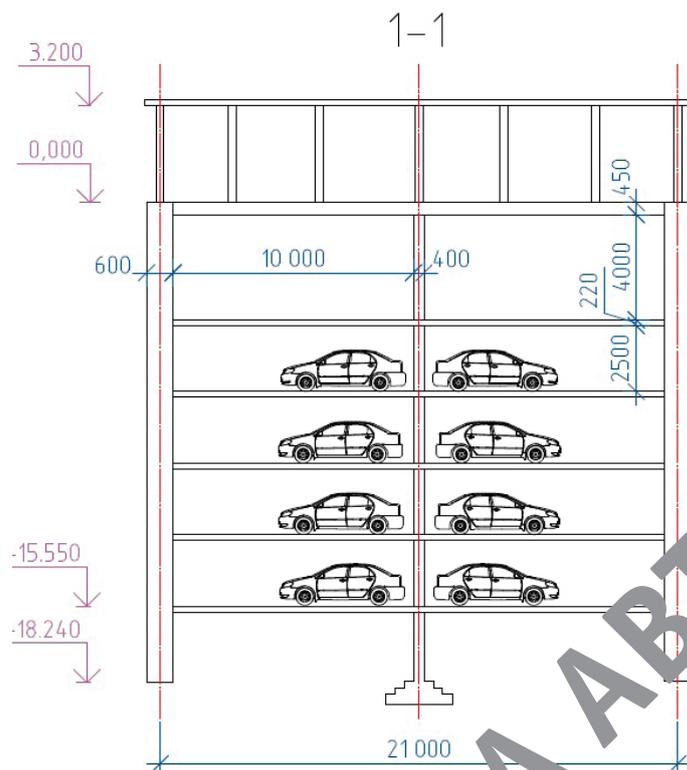


Рис. 3. Поперечный разрез 1–1 подземного комплекса

- соединение со станцией метро, что удобно для повышения уровня жизни населения г. Екатеринбурга и студентов, проживающих на отдаленных территориях;
- реализация данной идеи позволит нарабатывать опыт строительства подобных, ранее не реализованных, подземных объектов в строительную сферу Екатеринбурга;
- проект является флагманским и особо значимым для статуса Екатеринбурга и Уральского федерального университета, поскольку повышает уровень жизни не только своих студентов, работников и преподавателей, но и жителей Екатеринбурга, выводя строительство подземных сооружений города на более высокий уровень.

### 6. Эффективность реализации проекта методом «стена в грунте»

Для возведения подобного подземного комплекса наиболее эффективным методом строительства будет являться «стена в грунте». Несмотря на то, что данный метод является трудоемким, требует больших материальных и финансовых затрат, необходимо сначала взглянуть на его достоинства прежде, чем судить о его нецелесообразности:

- при производстве работ не происходит сотрясения строительного грунта;
- не зависит от вида грунта;
- нет необходимости производить косметический ремонт;
- высокая пожаробезопасность сооружения;

- возможность проектировать и строить новые здания в непосредственной близости к существующим;
- отпадает необходимость обратной засыпки фундамента;
- и др. [4].

Для подобного метода необходимо четко понимать цель возводимого подземного сооружения, его необходимость и какие необходимы начальные вложения и срок окупаемости проекта [5]. В случае с возведением подземного комплекса на территории УрФУ проект является не только доходным и окупаемым затраты, но и имеет большую значимость и статус для города.

### 7. Зарубежный опыт и отечественные проекты-аналоги

Зарубежный опыт организации парковочного пространства говорит нам о том, что по стандартам Евросоюза проблема парковок в пределах города считается решенной, если местами обеспечены, по крайней мере, 60% зарегистрированных в городе автомобилей [6].

Актуальность проблемы парковок доказывается результатами исследования IBM «Global Parking Survey», в котором было опрошено 8042 автомобилиста в 20 городах мира [1].

Было выявлено, что:

- более 30% пробок в городах всего мира возникают из-за того, что водители в поисках места для парковки создают препятствия на дороге;

– 6 из 10 опрошенных водителей по крайней мере один раз были вынуждены отказаться от поиска места для временной стоянки своего автомобиля и поехать в другое место;

– свыше четверти респондентов вступали в спор с другими водителями за парковочное место [7].

Основная проблема с парковкой кроется в огромном количестве автомобилей на дорогах, которые строились десятки лет назад и не были рассчитаны под такое число машин. К тому же конструкция зданий в большинстве городов не всегда позволяет создать парковку на цокольном этаже и ниже, как это сделано в городах европейского уровня. Помимо прочего, в России совершенно иная культура вождения: мало кто опасается штрафов, как в Европе (возможно, из-за небольшой стоимости российского наказания), еще один фактор — это специфика менталитета [8].

Если говорить о реализации подобных проектов и о целесообразности подобного строительства вообще, то можно сказать, что на Тургеневской площади в Москве методом «стена в грунте» сооружен шестиэтажный подземный гараж. Работы проводились в сложных гидрогеологических и планировочных условиях. Капитальные перекрытия, усиленные инвентарными конструкциями, использовались для размещения тяжелого оборудования, складирования материалов, устройства бытового городка.

Аналогично методом «стена в грунте» также построены нулевой цикл с автоматизированным подземными пар-

кингом в Б. Строченовском пер., нулевой цикл здания на ул. Лефортовский Вал глубиной 20 м и другие объекты. [9]

## 8. Заключение

В ходе данной работы были выявлены основные аспекты для целесообразной реализации подземного комплекса УрФУ методом «стена в грунте», проблемы кратко и доходчиво дают понять необходимость в этом проекте для города и общества, а пути решения и достоинства предлагаемой концепции позволяют в полной мере вернуть в жизнь данную идею, выводя строительство в Екатеринбурге на новый уровень, соответствующий развитым городам мира.

По итогу самым эффективным методом, который мог бы создать подземное пространство, удерживать вес грунта и одновременно быть подземными стенками котлована и фундаментом является метод возведения «стены в грунте» [10].

Проект подземного комплекса УрФУ существует на стадии концепции. При успешной реализации будет являться одним из главных достопримечательностей и ключевых объектов для города Екатеринбурга и уральского федерального университета в частности, поскольку подземный комплекс имеет возможность присоединения посредством подземных тоннелей и переходов со станцией метро «Технический Университет» в перспективе построения новой синей ветки.

## Литература:

1. Дуванова Ирина Александровна. Автолюбительские стоянки и парковки в мегаполисах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 12. С. 44–46
2. Морозов К. Е., Рябкова Е. В. Использование транспортных развязок для строительства многоуровневых гаражей. / Новые идеи нового века – 2010: материалы Тринадцатой международной научной конференции ИАС ТОГУ: в 2 т. / Тихоокеан. гос. ун-т. — Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. — Т. 1. С. 312–316.
3. Вавринчук П.А., Рябков Е. В. Паркинг — основное решение дефицита парковочных мест материалы Тринадцатой международной научной конференции ИАС ТОГУ: в 2 т. / Тихоокеан. гос. ун-т. — Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. — Т. 1. С. 312–316.
4. Р. А. Мамгушев, Д. А. Сапин. Определение и обоснование параметров безопасного устройства траншейной стены в грунте в плотной застройке // Строительные материалы. 2016. № 9. С. 27–33
5. Игнатев И. В. Возведение автомобильных стоянок и парковок в крупных городах // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. № 17 (276). С. 68–72.
6. Самарова О. С., Мордвин А. С. Концепция комплексного освоения подземного пространства на примере территории в районе станции метро «Сокольники» в городе Москве // Сб. докладов к конференции «Техника и технологии XXI века». 2016. С. 89–95.
7. Факки М. Ф. Направления и принципы архитектурно-композиционного решения паркингов в структуре высотных многофункциональных жилых комплексов // Актуальные проблемы современной науки. 2010. № 1 (51). С. 57–61.
8. Соколянский В. В., Глушкин А. Н. Проблемы паркинга // Актуальные проблемы современной науки. 2015. № 4 (83). С. 192–193.
9. С. О. Зеге, Е. В. Щекудов. Подземные автостоянки для Москвы/ Подземное пространство городов. 2012. 41–42 с.
10. И. Н. Тихонов, В. С. Гуменюк, В. А. Казарян. Несущая способность сжатых железобетонных элементов с холоднодеформированной рабочей арматурой класса В500С // Строительные материалы. 2016. № 10. С. 25–30.

## Организационные вопросы развития электроэнергетики с учетом новых форм хозяйствования в аграрном секторе Республики Узбекистан

Бокиев Абдужолло Абдулхамитович, кандидат технических наук, доцент;

Нуралиева Нодира Абдукамиловна, магистр;

Ботиров Аббор Нуъмонович, магистр, ассистент

Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

*В статье предлагается организация центра под юрисдикцией соответствующих гос. органов. В компетенцию центра входит:*

- гарантированное и качественное снабжения электроэнергией сельскохозяйственного производства;
- запуск на местах малых электрических станций на основе гидро-, гелио-, ветро- и других источников, исходя из региональных возможностей;
- повышение эффективности использования передаваемой энергии;
- организации разветвленной сети службы современного сервиса для электрооборудования применяемого в сельскохозяйственном производстве.

*In article we suggest the organizational aspects of issue considered:*

- guaranteed and qualitative supply by the electric power of agricultural production;
- start on places of small power plants basics on a hidro, helio, wind and other sources, depending in regional opportunities;
- increasing the efficiency of transmitted energy;
- Organizing the ramified service network for service modern electric equipments which using in an agricultural producing.

Развитие электроэнергетики в аграрном секторе служит надежной основой комплексной электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, роста производительности труда, улучшения культурно-бытовых условий жизни сельского населения. Проводимые реформы по переводу на промышленную основу аграрного сектора, появление на местах различных форм собственности, создание множеств малых предприятий, оснащенных современными технологиями в настоящее время ставит задачи по коренному улучшению уровня электрификации и автоматизации аграрного сектора Республики Узбекистан.

Первостепенными задачами являются такие вопросы, как внедрение на местах новых современных проектов по использованию нетрадиционных источников энергии с учетом региональных возможностей, снабжение гарантированной и качественной электрической энергией сельских потребителей, повышение эффективности использования передаваемой электрической энергии. [1]

Природно-климатические условия Узбекистана позволяют шире использовать малые гидро-, ветро- и гелиоисточники электрической энергии на местах. В результате всемерной поддержки со стороны государства за последние годы существенно выросли показатели электрооборуженности аграрного сектора. Осуществляется постепенный переход к полной автоматизации управления водным хозяйством по части водоснабжения. Если раньше производители в основном занимались только выращиванием сельскохозяйственной продукции, то сейчас они постепенно осваивают новые направления по переработке,

хранению и транспортировке выращенной продукции. Появляются все новые виды услуг в сельской местности. Все это в совокупности приводит к повышению требований со стороны потребителей передаваемой электрической энергии в количественном и качественном плане. [2]

В этой связи, в новых условиях хозяйствования наиболее актуальными становятся такие вопросы, как соблюдение правил потребления электрической энергии представителями различных форм собственности, объединенных в одну единую систему служб по сервисному обслуживанию современного электрооборудования. В настоящее время над решением этих вопросов, занимаются соответствующее Управление Министерства сельского и водного хозяйства республики, специализированное объединение «Узсувэнерго», АО «Сельэнергопроект», АО «Гидропроект», отдельные организации и предприятия Ассоциации «Агромашсервис» и некоторые частные предприниматели. Но между ними нет координированных связей. Их деятельность не охватывает весь спектр проблем электроэнергетики аграрного сектора. Рис. 1.

Вместе с тем фермерским хозяйствам и другим учреждениям аграрного сектора требуется квалифицированная помощь по эксплуатации, монтажу, подготовке к работе, устранению аварий, внедрению системы планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания электрооборудований. На основании обобщения и анализа условий использования электрооборудования в сельскохозяйственном производстве, оценки соответствия их технологическим процессам, а также опыта производственной эксплуатации в вопросах надежности работы



Рис. 1. Состояние координации вопросов электроэнергетики в аграрном секторе

и рентабельности электрооборудования выявлена необходимость создания на государственном уровне специального координирующего межведомственного Центра по вопросам электроэнергетики в аграрном секторе.

В связи с вышеизложенными основными задачами Центра являются:

- Проведение государственной политики по электроэнергетике в аграрном секторе. Разработка рекомендаций по широкому внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, передовых технологий.
- Совершенствование механизма по рациональному использованию электроэнергии в аграрном секторе в со-

трудничестве с Министерством сельского и водного хозяйства республики, ГАК «Узбекэнерго», «Узстандарт» и других заинтересованных организаций и ведомств.

- Организация выбора и эксплуатации электроустановок, разветвленных служб по сервисному обслуживанию современных электрооборудований, а также энергетической службы в сельскохозяйственном производстве. Решение вопросов подготовки и переподготовки высококвалифицированных специалистов.

- Подготовка рекомендаций по внесению соответствующих изменений в законодательно-нормативные документы.

Литература:

1. Раджабов А., Эргашева Г., Зокиров А., Агроинженерияда энергия тежамкорликнинг илмий методологик асослари. «Агроинженерияда таълим, фан ва иллаб чиқариш интеграцияси». Республика илмий-амал. конф.материал. Тошкент ТошДАУ 2007–182–187 б.
2. А. Ж. Исаков, Х. М. Муратов, Агросаноат мажмуи тизимларида электр энергиясидан самарали фойдаланишни ташкил этиш. ТошДУ хабарлари. № 1–2. Тошкент, 2009. с 67–70

## Обобщенная формула Дюпюи

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

В статье предложена более общая формула, подобная формуле Дюпюи, которая учитывает также влияние начального градиента и инерционных сил.

**Ключевые слова:** скорость, инерционные силы, начальный градиент

*In this article more general formula is proposed. It is similar to the Dupee formula, which also takes into account the influence of the initial gradient and inertial forces.*

**Keywords:** speed, inertial forces, initial gradient

Основной задачей рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений является полнота извлечения промышленных запасов нефти.

При разработке залежей с аномальными свойствами нефтей возникает ряд сложных и специфических задач, связанных с изучением физических и гидродинамических основ проявления неньютоновского характера фильтрации в пористой среде.

Анализ индикаторных линий, снятых при фильтрации однофазной нефти, указывает на структурно-механические свойства нефтей. На оси  $\Delta p$  индикаторных линий отсекается отрезок  $\Delta p_0$  который идет на преодоление начального градиента давления.

Существуют различные факторы, влияющие на начальный градиент [1–5].

Приведенные факты показывают, что многие жидкости (нефть, пластовая вода), не проявляющие аномальных свойств вне контакта с пористой средой, при малых скоростях фильтрации, могут образовывать неньютоновские системы, взаимодействуя с пористой породой. Наличие начального градиента давления  $\gamma_0$ , при достижении которого начинается фильтрация, было обнаружено и при движении флюидов в газонасыщенных пористых средах.

При этом было установлено, что  $\gamma_0$  изменяется в широких пределах и в большинстве случаев тем выше, чем больше глинистого материала содержится в пористой среде и чем выше остаточная водонасыщенность газовой смеси.

Наряду с этим неньютоновские свойства пластовых нефтей с повышенным содержанием высокомолекулярных компонентов (смола, асфальтенов, парафина и т.д.) могут проявляться в широком диапазоне изменения скоростей.

Таким образом, при малых скоростях течения природа нелинейности закона фильтрации иная, чем в области больших скоростей фильтрации.

Следует также отметить, что наличие у жидкости релаксационных (неравновесных) свойств определяет характер сопротивления при движении в пористой среде. Течение через сужения и расширения поровых каналов сопровождается деформацией жидких частиц. Поскольку релаксирующая жидкость реагирует на изменение условий с некоторым запаздыванием, то в зависимости от скорости движения характер сопротивления будет меняться. Когда течение достаточно медленное, соответственно медленно происходят деформации жидких частиц, и жидкость успевает реагировать на эти изменения. С увеличением скорости движения время прохождения через сужение уменьшается, и жидкие частицы не успевают деформироваться. Это приводит к увеличению сопротивления движения [3].

Следовательно, проведенные исследования показывают, что наличие начального градиента имеет место не только на нефтяных, но и на газовых месторождениях. Кроме того, начальный градиент в основном не остается неизменным в процессе разработки, а часто изменяется. Он может как исчезать, так и возрастать во времени.

В работе делается попытка обобщения закона фильтрации при учете влияния начального градиента и инерционных сил при фильтрации нефти с аномальными свойствами в пористой среде.

В наиболее общем случае закон фильтрации можно представить следующим образом:

$$\nabla p > \gamma_0 \Rightarrow av^3 + bv^2 + v - \frac{\kappa}{\mu}(\nabla p - \gamma_0) = 0, \tag{1}$$

$$\nabla p < \gamma_0 \Rightarrow v = 0.$$

$$\text{Здесь } b = \frac{\rho\beta\sqrt{\kappa}}{\mu}, \quad \beta = \frac{12 \cdot 10^{-5}}{m} \left( \frac{d_{эф}}{\sqrt{\kappa}} \right), \quad d_{эф} = 4\sqrt{\frac{2\kappa}{m}}, \quad a > 0,$$

$$\gamma_0 = \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{\kappa}}, \quad \alpha = 0,0162 \div 0,018, \quad \gamma_0 = 0,0012 \div 0,015 \text{ МПа/м.}$$

Следует отметить, что все процессы, которые искривляют диаграмму, увеличивают коэффициенты  $a$ ,  $b$  и наоборот. Как известно, в 1901 г. Форхгеймер, ссылаясь на исследования Мазони, рекомендовал выражать зависимость градиента давления от скорости (при больших градиентах) формулой:

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = au + bu^2,$$

где  $a$  и  $b$  — эмпирические коэффициенты. Будем считать это выражение моделью 1. Однако ученый отметил, что еще лучше зависимость  $\Delta p$  от  $u$  будет выражаться трехчленным законом (модель 2):

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = au + bu^2 + cu^3,$$

где  $c$  — эмпирический коэффициент.

Для проверки этого положения были обработаны индикаторные диаграммы некоторых скважин Уренгойского месторождения. Результаты обработки показали, что для прогноза модель 2 дает результаты значительно точнее, чем модель 1.

Таким образом, использование кубического слагаемого в уравнении  $v - \nabla p$  связано с необходимостью увеличения точности. Однако это необходимо также и для учета неравновесных свойств фильтрационного потока и влияния инерционных сил. Как видно, при  $a = b = \gamma_0 = 0$  из формулы (1) получается закон Дарси. При  $a = \gamma_0 = 0$  получается двучленный закон Форхгеймера. А при  $a = b = 0$  получается общий закон фильтрации Мирзаджанзаде. Подставляя в уравнение (1)

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{2\pi rh}, \quad \nabla p = \frac{dp}{dr} \text{ получаем:}$$

$$dp = \frac{\mu}{\kappa} \left( \frac{aQ^3}{8\pi^3 r^3 h^3} dr + \frac{bQ^2}{4\pi^2 r^2 h^2} dr + \frac{Q}{2\pi rh} dr \right) + \gamma_0 dr.$$

Интегрируя левую часть этого равенства от  $p_c$  до  $p_\kappa$ , а правую часть от  $p_c$  до  $p_\kappa$ , получаем:

$$\left( \frac{Q \ln \frac{r_\kappa}{r_c}}{2\pi h} \right)^3 - \frac{a}{2 \left( \ln \frac{r_\kappa}{r_c} \right)^3} \left( \frac{1}{r_c^2} - \frac{1}{r_\kappa^2} \right) + \left( \frac{Q \ln \frac{r_\kappa}{r_c}}{2\pi h} \right)^2 - \frac{b}{\left( \ln \frac{r_\kappa}{r_c} \right)^2} \cdot \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_\kappa} \right) + \left( \frac{Q}{2\pi h} \ln \frac{r_\kappa}{r_c} \right) - \frac{\kappa}{\mu} \Delta p - \Delta p_0 = 0,$$

где  $\Delta p = p_\kappa - p_c$ ,  $\Delta p_0 = \gamma_0 (r_\kappa - r_c)$ .

(2)

Сделаем подстановки  $\frac{Q \ln \frac{r_\kappa}{r_c}}{2\pi h} = z$ ,  $A = \frac{a}{2 \ln^3 \frac{r_\kappa}{r_c}} \left( \frac{1}{r_c^2} - \frac{1}{r_\kappa^2} \right)$ ,  $B = \frac{b}{\ln^2 \frac{r_\kappa}{r_c}} \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_\kappa} \right)$ ,  $C = 1$ ,  $D = -\frac{\kappa}{\mu} (\Delta p - \Delta p_0)$ ,

мы получаем кубическое уравнение в виде  $Az^3 + Bz^2 + Cz + D = 0$ . Для решения этого кубического уравнения используем подстановку  $y = z + \frac{B}{3A} = z + \xi_1$ , где  $\xi_1 = \frac{B}{3A}$ . Тогда данное кубическое уравнение представится в виде:

$$y^3 + p_1 y + q_1 = 0. \text{ Здесь } p_1 = \frac{1}{A} - 3 \xi_1^2,$$

$$q_1 = 2 \xi_1^3 - \frac{1}{A} \xi_1 - \frac{1}{A \mu} \Delta p - \Delta p_0, \quad \xi_1 = \frac{B}{3A} = \frac{2b}{3a} \cdot \frac{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}}{\frac{1}{r_c} + \frac{1}{r_\kappa}}.$$

Для поставленной задачи  $p_1 > 0$ ,  $q_1 > 0$ ,  $D_1 > 0$  и данное уравнение имеет всего один действительный корень, который можно найти по формуле Кардано.

Решение уравнения (1) по формуле Кардано имеет вид:

$$y = \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1}} + \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} - \sqrt{D_1}}, \quad D_1 = \left( \frac{q_1}{2} \right)^3 + \left( \frac{p_1}{3} \right)^3.$$

Последнее можно преобразовать в следующий вид:

$$z = -\xi_1 + \frac{-2A\xi_1^3 + \xi_1 + \frac{\kappa}{\mu} (\Delta p - \Delta p_0)}{A \left( \sqrt[3]{\left( -\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1} \right)^2} + \sqrt[3]{\left( \frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1} \right)^2} + \frac{p_1}{3} \right)}.$$

Делая подстановку  $\eta_1 = A \left( \sqrt[3]{\left( -\frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1} \right)^2} + \sqrt[3]{\left( \frac{q_1}{2} + \sqrt{D_1} \right)^2} + \frac{p_1}{3} \right)$ , мы получаем:

$$z = \frac{1}{\eta_1} \cdot \frac{\kappa}{\mu} (\Delta p - \Delta p_0) - \xi_1 \left( 1 - \frac{1}{\eta_1} \right) - \frac{2A\xi_1^3}{\eta_1}.$$

(3)

Здесь  $\eta_1$  — безразмерный параметр, величина которого приблизительно равна единице ( $\eta_1 \approx 1$ ). Однако она — пе-

ременная величина. Учитывая в (3)  $z = \frac{Q \ln \frac{r_\kappa}{r_c}}{2\pi h}$ , мы получаем:

$$Q = \frac{2\pi \kappa h}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \Delta p - \Delta p_0 - \frac{2\pi h}{\ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \xi_1 \left( 1 - \frac{1}{\eta_1} \right) - \frac{2\pi}{\eta_1 \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} Q_0 = \frac{2\pi \kappa h}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} \Delta p - \Delta p'_0.$$

(4)

Здесь  $\Delta p'_0 = \Delta p_0 + \frac{\mu}{\kappa} \xi_1 (\eta_1 - 1) + \frac{\mu Q_0}{h\kappa}$ ,  $Q_0 = 2A\xi_1^3 \cdot h$ . (5)

Учитывая, что  $\lim_{b \rightarrow 0} \eta_1 = 1$ ,  $\lim_{b \rightarrow 0} a = 0 (\xi_1 \neq 0)$ ,  $\lim_{b \rightarrow 0} B = 0$ ,  $\lim_{b \rightarrow 0} A = 0$ ,  $\lim_{b \rightarrow 0} Q_0 = 0$ , то из формулы (4) получается формула  $Q = \frac{2\pi\kappa h}{\mu \ln \frac{r_\kappa}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_0)$ .

Как видно из (5), градиент давления, который направлен против движения состоит из трех составляющих. Первая — это начальное пластовое давление  $\Delta p_0$ , вторая  $-\left(\Delta p' = \frac{\mu Q_0}{\kappa h}, Q_0 = 2A\xi_1^3 h\right)$  и третья  $-\Delta p_v = \frac{\xi_1 \mu(p)}{\kappa(p)} (\eta_1(\Delta p) - 1)$ .

Первая составляющая в основном связана со свойствами флюида, пористой среды и их взаимодействием на призабойной зоне. Вторая составляющая связана с коэффициентами  $a, b$ , характером изменения  $\kappa(p), \mu(p)$  в процессе разработки  $\left(a = \frac{2b^2}{9(1-\eta'_1)} \text{ где } \eta'_1 = \eta_1 /_{\Delta p = \Delta p_0}\right)$ . А третья составляющая учитывает влияние инерционных сил.

Графики изменения  $\eta_1(\Delta p)$  и  $\Delta p'_0(\Delta p) = Q(\Delta p)$  схематично имеют следующий вид:

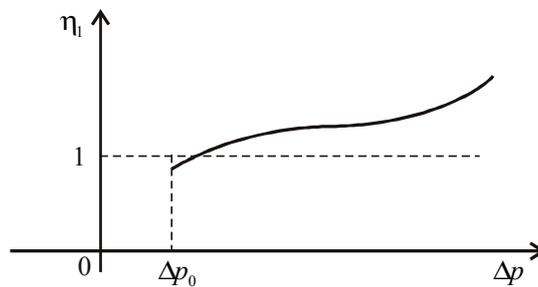


Рис. 1

График изменения параметра  $\eta_1$  от депрессии  $\Delta p$ .

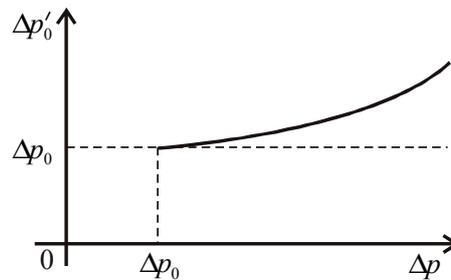


Рис. 2

График изменения  $\Delta p'_0$  от депрессии  $\Delta p$ .

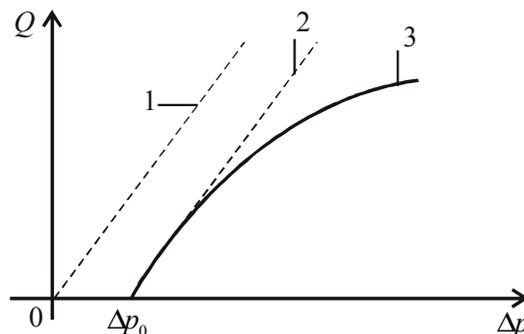


Рис. 3

График изменения  $Q$  от  $\Delta p$

1 — по формуле Дюпюи; 2 — по формуле  $Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_0)$ ; 3 — по формуле

$$Q = \frac{2\pi kh}{\eta_1 \mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_0') \quad (\kappa = const, \mu = const).$$

Эта задача актуальна, потому что увеличение градиента, направленное против движения, отрицательно влияет на количество извлекаемых запасов. Со временем актуальность этой задачи будет увеличиваться в связи с тем, что открываемые новые месторождения находятся на все более больших глубинах. А с увеличением глубины увеличивается и скорость, и градиент давления. Поэтому увеличиваются и сопротивления, связанные с влиянием инерционных сил.

Таким образом, в статье получена более общая формула, учитывающая начальный градиент и влияние инерционных сил. В связи с этим ее можно назвать обобщенной формулой Дюпюи.

Литература:

1. А. Х. Мирзаджанзаде, О. Л. Кузнецов, Х. С. Басниев, З. С. Алиев. Основа технологии добычи газа. — М.: Недра, 2003, 880 с.
2. А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. Физика нефтяного и газового пласта. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005, 280 с.
3. А. Х. Мирзаджанзаде, А. Г. Ковалев, Ю. В. Зайцев. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. — М.: Недра, 1972, с. 200.
4. А. Х. Мирзаджанзаде, Р. С. Гурбанов. Обзор работ по гидродинамике вязкопластичных сред в бурении. — Баку: 1968, 83 с.
5. А. Т. Горбунов. Разработка аномальных месторождений. — М.: Недра, 1981, 240 с.

## Проблема снижения энергоёмкости машин и орудий для глубокой обработки почвы

Гаффаров Хасан Равшанович, доцент;

Тохиоров Музаффар Зокиржон угли, студент;

Латипов Маъмуржон Гани угли, студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Гаффаров Лазиз Хасанович, старший преподаватель

Каракульский сельскохозяйственный колледж (г. Бухара, Узбекистан)

Возможности увеличения производства хлопка за счет увеличения посевных площадей в большинстве хлопкосеющих областей республики исчерпаны, а орошаемые площади в пересчете на душу населения уменьшаются. В этих условиях единственный путь увеличения продукции сельского хозяйства — это интенсификация земледелия, повышение плодородия освоенных земель, вовлечение в сельскохозяйственный оборот-подпочвы.

Вовлечь эти ресурсы путем глубокой обработки одна из важных задач в орошаемом земледелии хлопкосеющих районов.

За время возделывания и уборки урожая машины и агрегаты совершают многократные проходы по хлопковому полю, из-за этого пахотный и подпахотный слои чрезмерно уплотняются, затрудняется проникновение

в нижней слой поливной воды, питательных веществ (азот, фосфор и др.), корней хлопчатника. Кроме того, в этих условиях ухудшаются микробиологические процессы, следовательно, снижается плодородия почвы.

Таким образом, плотные подпахотные слои на огромных площадях староорошаемых земель зоны хлопкосеяния недостаточно полно участвуют в создании урожая хлопка-сырца/1/, урожайность хлопчатника снижается до 40% при значительном увеличении трудовых, материальных затрат.

Для увеличения производства хлопка-сырца многие исследователи рекомендуют глубокое рыхления уплотненных подпахотных слоев почвы.

Под обработкой понимают механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих

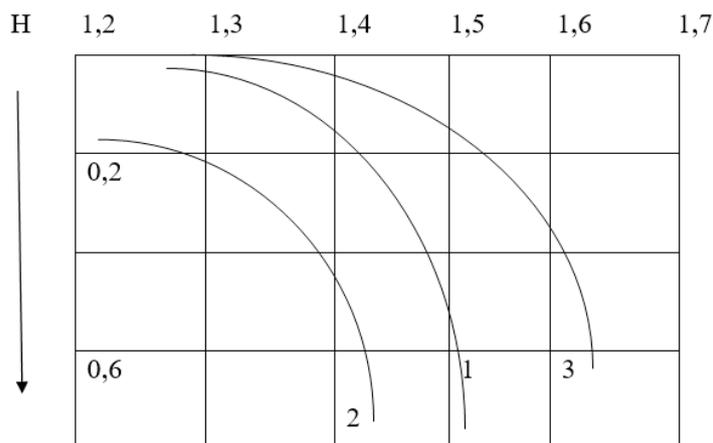


Рис. 1. Плотность почв разных типов по глубине до ее обработки: 1-серозем орошаемый (А. К. Игамбердиев); 2-Темно-каштановая неорошаемая (А. К. Игамбердиев); 3-старопашка давнего орошения (Х. Р. Гаффаров)

машин и орудий в целях создания оптимальных почвенных условий для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и, главное, поддержания хорошего состояния почвы и посевов. Способом качественное обработки почвы, мы повышаем эффективное плодородие и урожайность почвы.

Основным задачам обработки почвы является:

Создание мощного культурного пахотного слоя, поддержание в нем высокого культурного пахотного слоя, поддержание в нем высокого эффективного плодородия, благоприятного для растений водно-воздушного, теплового и питательного режимов путем изменения его строения и структурного состояния, периодического оборачивания и перемешивания слоев почвы, полное уничтожение сорняков, снижение засоренности, повышение противозерозионной устойчивости почвы и защита ее от эрозии.

Многолетние агротехнические опыты, проведенные в передовых фермерских хозяйствах Бухарской, Андижанской, Джизакской областей, показали, что периодическое (один раз в 2–3 года) глубокое рыхление подпахотного слоя почвы на глубине 50...55 см в сочетании с двухъярусной вспашкой на глубину 30 см обеспечивают повышение урожайности хлопчатника от 2 до 5 ц/г.

Окультуриванию подпахотного слоя почвы исследователи уделяли и уделяют большое внимание. Изучение этого вопроса началось с появлением плугов в середине XIX века. В почвенно-климатических условиях Европейской части России, позднее-в Средней Азии, в зоне орошаемого хлопководства. Интерес к этому вопросу был вызван желанием повысить урожай сельскохозяйственных культур, в частности хлопчатника, путем увеличения мощности пахотного слоя.

На значение глубокой обработки почвы обратили внимание такие ученые, как Д. И. Менделеев, К. Т. Тимирязев и др. Они, в частности, рекомендовали глубокую обработку почвы в качестве меры борьбы засухой/2/, средство регулирования запасов влаги, улучшения теплового режима и дыхания почвы и, наконец, как средство увеличения мощности пахотного слоя.

В условиях Средней Азии с жарким сухим летом глубина обработки играет огромную роль, прежде всего

Как средство накопления и сохранения влаги в обоботанном слое почвы. Хлопчатник в период вегетации потребляет большое количество воды, поэтому важным неиспользованным резервом в повышении его урожайности остается окультуривание подпахотного слоя путем разрушения уплотненной плужной подошвы.

Установлено, что 90% площадей под посевами хлопчатника в зоне хлопководства ежегодно подвергается воздействию колес, гусениц тракторов и рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий, в результате теряется около 20...50% урожая, так как происходит разрушение структуры почвы, ухудшается ее влагоёмкость и водопроницаемость. Уплотненный подпахотный слой залегают на глубине 0,35...0,60 м, его плотность доходит 1,7 г/см<sup>3</sup>, а скважность уменьшается до 6% в сравнении с аналогичными показателями почвы пахотного слоя.

По данным А. К. Игамбердиева/3/ и Х. Р. Гаффарова, исследовавших изменения плотности почвы по глубине до ее обработки(рис 1) видно, как интенсивно возрастает плотность почв при переходе от пахотного к подпахотному слою.

Можно утверждать, что в условиях жаркого климата Средней Азии подпахотный уплотненный слой почвы отрицательно влияет на урожайность хлопчатника. Увеличить урожайность хлопчатника представляется возможным за счет его рыхления.

Литература:

1. Мухамеджанов М. В. Корневая система и урожайность хлопчатника. Ташкент.: Узбекистан. 1978.

2. Гаффаров Х. Р. Совершенствование технологического процесса и обоснование параметров орудия для разуплотнения подпахотного слоя почвы в зоне хлопководства. Автореферат дисс... канд.тех.наук. Янгиюль, 1993. 18 с.
3. Игамбердиев А. К. Обоснование технологии и технических средств для глубокой обработки почв при производстве хлопчатника. Автореферат дисс... канд.тех.наук. Мелитополь. 1988, 18 с.

## Рецептурные факторы создания благоприятных условий для гидратации вяжущего в тонких растворных слоях

Гиш Мурат Русланович, аспирант;

Сурмач Тимофей Игоревич, студент;

Мацнева Анастасия Олеговна, студент

Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

*Современное строительство немислимо без применения сухих строительных смесей широкого назначения. При этом условия твердения таких растворов имеют важную отличительную особенность — гидратация минерального вяжущего протекает в жестких условиях тонкого слоя (2–30 мм), когда влага из раствора стремится испариться или мигрировать в пористое основание. Для обеспечения благоприятных условий твердения применяют различные рецептурно-технологические методы: нанесение пленкообразующего покрытия, введение в состав растворов минеральных и органических водоудерживающих добавок, суперабсорбирующих веществ и др. Положительное влияние на условия гидратации оказывает также использование различных пористых заполнителей (например, вулканический туф или отходы производства ячеистого бетона), которые не только в какой-то мере обеспечивают «внутренний уход», но и могут значительно улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства растворов.*

**Ключевые слова:** раствор, тонкий слой, гидратация, сухие смеси, эфир целлюлозы, пористый заполнитель

Распространенные в современном строительстве сухие строительные смеси весьма разнообразны как по составу, так и по области применения. Так, только в ГОСТ 31189 «Смеси сухие строительные. Классификация» выделяет около десятка различных смесей по функциональному назначению: кладочные, штукатурные, шпаклевочные, клеевые, затирочные, напольные, ремонтные, изоляционные и др. Несмотря на существенные различия как по назначению, так и по составу и свойствам, можно выделить некоторые обстоятельства, которые характерны для большинства смесей. В частности, можно утверждать, что в большинстве случаев растворы из сухих строительных смесей схватываются, твердеют и набирают прочность в относительно тонком слое (2–30 мм). Такие условия твердения далеки от оптимальных с точки зрения полноценного твердения минерального вяжущего вещества. Вода, необходимая для гидратации вяжущего, в этих условиях очень быстро испаряется с открытых поверхностей (шпаклевочные, штукатурные смеси) либо впитывается в пористое основание, на которое нанесена смесь (кладочные, клеевые, ремонтные). Перед технологиями встает задача предотвратить удаление необходимой для твердения вяжущего воды из тонкого слоя растворной смеси.

С точки зрения предотвращения испарения одним из эффективных современных методов является обработка больших открытых поверхностей пленкообразующими со-

ставами, которые, после нанесения на открытую поверхность свежешелюженного раствора образуют тонкий полимерный слой, значительно предотвращающий испарение влаги из раствора. Однако, данный способ имеет ряд недостатков: увеличение стоимости покрытий за счет материала и работ по нанесению, необходимость учета последующих работ по проекту с данным покрытием при выборе состава пленкообразующего покрытия, а самое главное, этот способ решает проблему испарения воды с открытых поверхностей, но не предотвращает миграцию влаги из растворного слоя в пористое основание. Способ хорошо зарекомендовал себя при работе с толстостенными бетонными конструкциями, но недостаточно эффективен в случае работы с растворными слоями. Для решения этой задачи в технологии сух строительных смесей применяют разнообразные методы рецептурного характера.

В большинстве случаев для решения этой задачи применяются так называемые водоудерживающие добавки, которые чаще всего являются органическими полимерами на основе эфиров целлюлозы. Молекулы эфиров целлюлозы Ван-дер-Ваальсовыми силами удерживают воду в составе раствора. Этой силы достаточно для того, чтобы предотвратить испарение влаги или миграцию в пористое основание, при этом позволяя протекать реакции гидратации [1].

Некоторые виды эфиров целлюлозы выпускаются отечественной промышленностью, например На-

карбоксиметилцеллюлоза ( $- [C_6H_7(OH)_3-x(OCH_2COONa)_x]_n$ ), оксипропилметилцеллюлоза ( $- [C_6H_7O_2(OH)_3-x(OC_2H_4)_m(OC_2H_5)_x]_n$ ), метилцеллюлоза водорастворимая ( $- [C_6H_7O_2(OH)_3-n(OCH_3)_n]_m$ ), этилоксиэтилцеллюлоза ( $- [C_6H_7O_2(OH)_3-x(OC_2H_4)_m(OC_2H_5)_x]_n$ ). К сожалению, отечественная продукция все еще уступает по качественным показателям зарубежным аналогам и практически не применяется в производстве сухих строительных смесей. Необходимым требованиям отвечают большинство импортных эфиров целлюлозы, например, добавки «Mecellose», «Tylose», «Walocel-M» и др. Но цена их на порядок выше отечественных аналогов, что напрямую влияет на себестоимость сухих смесей.

Другой рецептурный способ эффективного удержания влаги в твердеющем растворе заключается в создании эффекта «внутреннего ухода» за счет применения супераб-

сорбентов — химические вещества, чаще всего, органического происхождения, способных в большом количестве впитывать воду из свежеприготовленной смеси и затем отдавать ее в раствор в процессе твердения. Наверное, единственный и главный недостаток таких добавок, ограничивающих их применение — высокая стоимость.

Ценовой фактор перечисленных эффективных, но дорогостоящих компонентов, заставляет исследователей обратиться к более доступным минеральным компонентам, положительно влияющим на свойства растворов, твердеющих в тонких слоях. Многие исследователи отмечают, например, некоторую водоудерживающую способность извести [2]. На рисунке 1 показана частная зависимость увеличения водоудерживающей способности раствора на пористом заполнителе от содержания гидратной извести в составе.

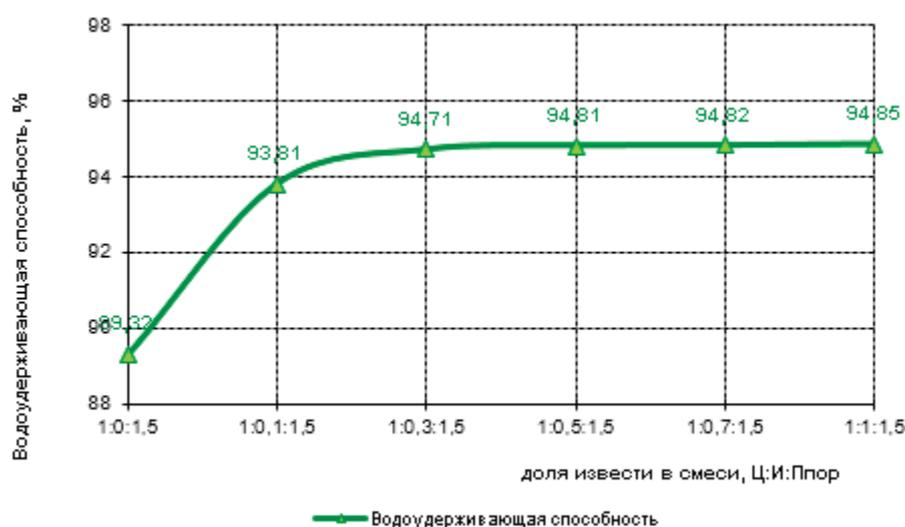


Рис. 1. Зависимость водоудерживающей способности раствора от содержания извести [3]

Способность различных пористых заполнителей впитывать при приготовлении смеси значительное количество воды и затем отдавать ее при твердении, обеспечивая «внутренний уход», также является важным полезным свойством.

Применение пористых заполнителей в бетонах и растворах имеет ряд преимуществ перед плотными. По мнению авторов [4], добавление пористого заполнителя в бетонную смесь на плотном, дает возможность эффективно регулировать структурообразование последнего, а также повысить такие показатели, как истираемость и ударная прочность, морозостойкость и химическая стойкость. В работе [5] приводятся сведения о прочности сцепления пористого заполнителя с растворной частью, которая в 1,7–3,5 раза выше, чем у плотного заполнителя. По данным И.Н. Ахвердова, удельная площадь поверхности пористого заполнителя на 1,5–2 порядка выше, чем у такого же по крупности плотного, что также способствует более полному контакту цементного камня с заполнителем. При твердении растворная часть будет обжимать

заполнитель, увеличивая сцепление и повышая прочность контактной зоны. Одновременно повышается водостойкость и водонепроницаемость бетонов и растворов. Благодаря уплотнению растворной части вокруг пористого заполнителя, водонепроницаемость легких бетонов может достигать марки W12 и более.

Область применения пористых заполнителей в бетонах в настоящее время расширяется. Так, в работе [6] приводятся сведения об успешном применении пористого вулканического туфа для получения легкого самоуплотняющегося бетона. Применение пористых заполнителей в растворах и сухих строительных смесях ограничено, пожалуй, только предельной крупностью заполнителя и структурой его порового пространства. Важно, что в качестве таких заполнителей могут применяться и отходы производства. Так в работах [7–9] описан положительный опыт применения отходов ячеистого бетона (рисунок 2) в качестве заполнителя для получения сухих строительных смесей пониженной плотности.

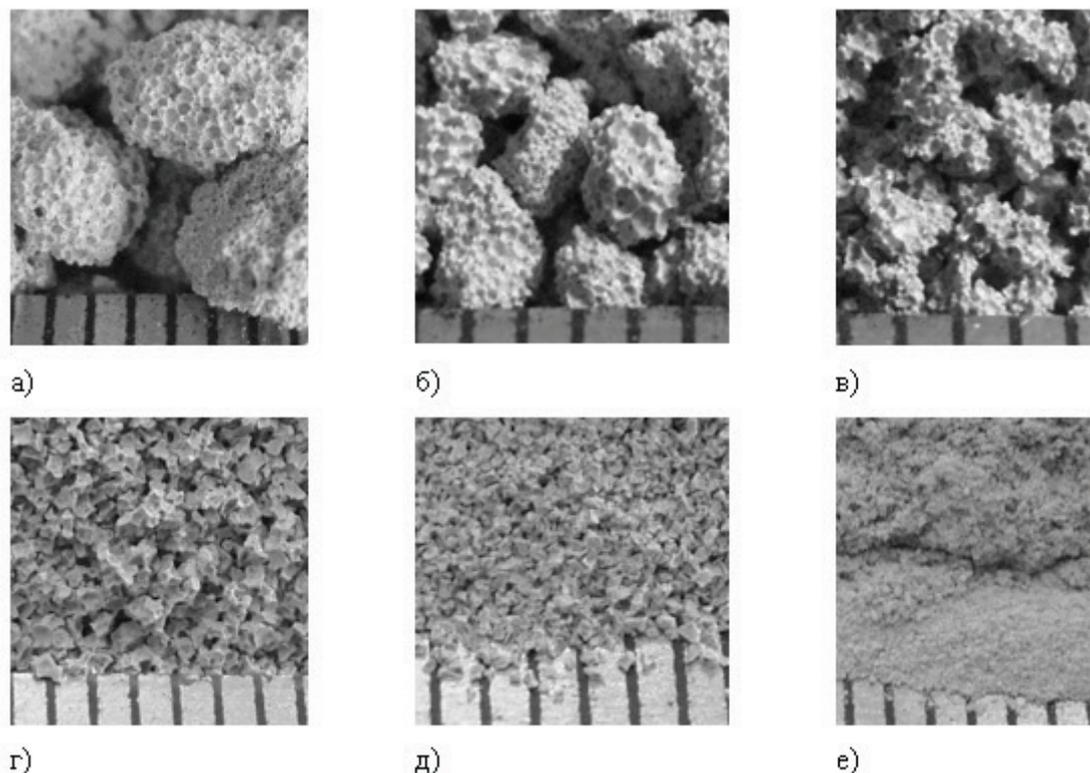


Рис. 2. Вид зерен заполнителя из пенобетона плотностью 250–300 кг/м<sup>3</sup>: а) фр. 2,5–5 мм; б) фр. 1,25–2,5 мм; в) фр. 0,63–1,25 мм г) фр. 0,315–0,63 мм; д) фр. 0,14–0,315 мм; е) фр. 0–0,14 мм (увеличение 7х) [3]

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что развитие научных представлений о влиянии пористых минеральных компонентов на свойства бетонов и рас-

творов, твердеющих в тонких слоях, является актуальной как с научной, так и с практической точки зрения.

#### Литература:

1. Мешков П. И. Реология модифицированных строительных растворов. Сб. докладов 2-й международной научно-технической конференции «Современные технологии сухих смесей в строительстве», С.-Петербург, 2000.
2. Баженов Ю. М., Коровяков В. Ф., Денисов Г. А. Технология сухих строительных смесей. — М.: изд-во АСВ, 2003 г. — 96 с.
3. Удодов С. А. Штукатурные и кладочные составы пониженной плотности для ячеистого бетона // Автореф. дис. канд. техн.: 05.23.05. — Ростов-н-Д, 2006. — 24 с.
4. Ткаченко Г. А. и др. Роль пористого заполнителя в структурообразовании тяжелых бетонов различного назначения/ Ткаченко Г. А., Дахно С. Н., Лотошникова Е. О., Романенко Е. Ю., Магatte С. Н. // Изв. Ростов. гос. строит. ун-та. 2009. № 13. С. 61–71.
5. Орендлихер Л. П. Некоторые особенности контактного слоя легкого бетона на пористых заполнителях// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. № 9. С. 14–15.
6. Бычков М. В., Удодов С. А. Легкий самоуплотняющийся бетон как эффективный конструкционный материал // «Наукоедение» (электронный журнал), 2013, № 4. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/42tvn413.pdf>.
7. Удодов с. А., Черных В. Ф. Особенности свойств сухих смесей с применением пористых заполнителей // Строительные материалы / Москва, 2006, № 3. — С. 15–17.
8. Удодов с. А., Черных В. Ф. Штукатурные составы для ячеистых бетонов // Строительные материалы / Москва, 2006, № 6. — С. 31–33.
9. Удодов с. А., В. Ф. Черных, А. Е. Дуров Сухая смесь для штукатурного раствора по ячеистому бетону // Патент № 2309133 РФ. Заявка 2006105946/06. Дата регистрации 26.02.2006.

## Факторы, влияющие на эффективность работы строительной техники

Глухова Лилия Рамильевна, старший преподаватель;  
Фетисова Мария Александровна, кандидат технических наук, доцент  
Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина

**П**арк строительных машин (ПСМ) — это сложная техническая система, характеризующаяся высокой размерностью, множественностью и сложностью зависимостей, динамичностью.

Парк строительных машин строительного предприятия — это совокупность машин, для механизации выполнения строительного-монтажных работ с максимальной эффективностью. На выбор ПСМ влияет ряд факторов, имеющих различную природу и степень влияния на результаты производства. Оценка работы строительных машин, входящих в парк, может производиться, только с учётом объединения их в системы машин, оптимальные по численности и структуре, характерных для конкретного предприятия.

Поэтому в различных условиях могут выступать природные, производственные, технико-экономические факторы.

В условиях изменения выполняемых работ, динамичности условий существования предприятия, ПСМ претерпевает значительные изменения.

Одним из наиболее важных показателей при формировании парка строительных машин является производительность строительной техники.

Производительность строительной техники, машин и механизмов каждого вида зависит от влияния нескольких факторов. К их числу относятся:

1. Параметры, конструктивные свойства и техническое состояние механизмов, тип рабочего оборудования, используемый на данном виде техники. Немаловажную роль здесь играет возрастная структура парка строительных машин. Под возрастной структурой парка понимается количественное или процентное распределение парка машин по возрастным группам. В процессе эксплуатации, поступления и списания подвижного состава возрастная структура парка машин меняется. При длительном периоде отсутствия поступления новых машин показатели парка машин падают, а объём работ по обслуживанию и ремонту возрастает. При интенсивном поступлении новых машин улучшается качество парка и, соответственно, уменьшается объём ремонтных работ. При этом интенсивное обновление не позволяет быстро окупить капитальные вложения. Задержка темпов обновления приводит к увеличению числа машин с истекшим сроком службы. Отсюда увеличение затрат на эксплуатацию и содержание, снижение наработки, увеличение плановых и неплановых простоев, а также увеличение капитальных вложений в обновление парка машин. Во многих регионах значительная доля машин имеют истекший срок службы свыше 13 лет. В большинстве стро-

ительных предприятий преобладают машины со значительной степенью износа свыше 63%, вследствие чего несут большие расходы на эксплуатацию и содержание строительной техники.

2. Тип строительного объекта, сооружения или конструкции, на котором применяются данные машины и механизмы.

3. Производственные условия, в которых применяются строительные машины или их комбинации. Для землеройных машин такими показателями будут являться: работа в отвал или на загрузку транспорта, высота или глубина выработки; для кранов и подъёмных механизмов — монтаж с площадки, склада или с транспортного средства, расположение сборных элементов на приобъектном складе; для бетонного оборудования — производятся ли работы на открытой площадке или в закрытом помещении, цеху и т.д.

4. Климатические условия и сезонность. Объём строительно-монтажных работ в регионе, а соответственно и эффективность использования строительной техники имеет сезонные колебания под влиянием смены времени года. От этого зависит необходимость дополнительного прогрева машин и механизмов, строительных материалов. Для землеройной техники от этих факторов зависит состояние разрабатываемого грунта. На рис. 1 представлено, распределение времени работы строительных машин (экскаваторов, бульдозеров, автокранов) в течение одного года.

Как видно из рисунка 1, с апреля по июль происходит увеличение спроса на все типы строительных машин. Особенно остро этот вопрос встает в сезон наибольшего спроса в связи с возможностью парка строительных машин выполнять объём работ. Особенно резко увеличивается доля землеройных машин (экскаваторов, бульдозеров). Достигнув своего наибольшего значения в июле, начинают снижаться, затем вплоть до ноября начинают падать. Что касается бульдозеров, то их доля практически не подвергаются значительным изменениям в течение года. Таким образом, возникает проблема обоснования планов выполнения работ в течении года и использования возможностей адаптации парка строительных машин к периодическим изменениям. [3, 4]

5. Вид и реологические свойства (текучесть и деформация материалов под воздействием приложенных сил) обрабатываемого материала, в случае транспортировки — перемещаемого материала. Тип и характеристики материала конструкций, монтируемых на объекте.

6. Уровень организации строительных работ на объекте, дисциплины и организации труда работников.

7. Квалификация рабочих, управляющих техникой и механизмами, а так же персонала, занимающегося их

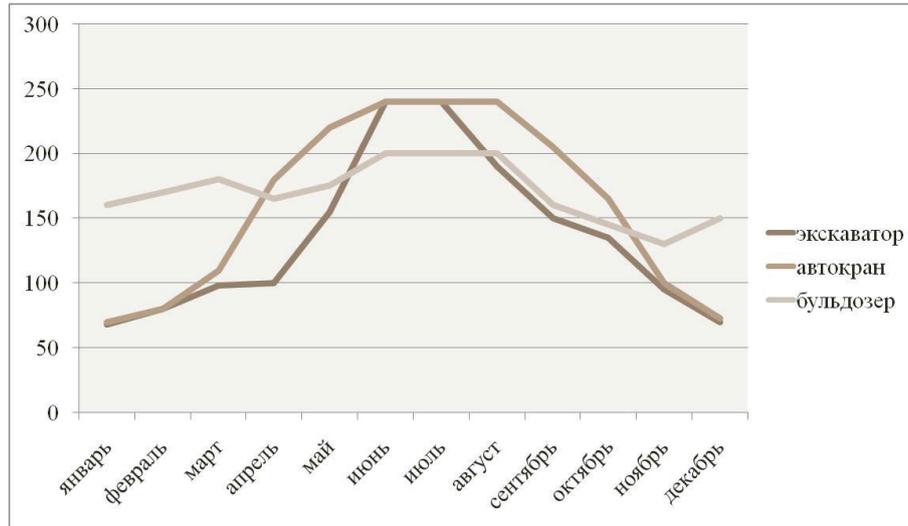


Рис. 1. Распределение времени работы машин по месяцам

обслуживанием. Уровень подготовки и умение рабочих полноценно использовать эффективные характеристики и конструктивные свойства машины, обеспечивать взаимодействие нескольких механизмов.

8. Обеспеченность ремонтной базой, так и обслуживающих их предприятий. В условиях рыночной экономики, когда ощущается острый дефицит строительной техники и оборудования, повышается значение технического обслуживания и ремонта. Техничко-экономические показатели строительных машин во многом зависят от своевременного и качественного проведения технического обслуживания и ремонта (в соответствии с действующими нормативами) для предупреждения износа деталей. Использование изношенных машин является весьма неэкономичным, поскольку строительные организации в этом случае несут прямые убытки из-за снижения производительности машин, увеличения затрат на их эксплуатацию, а также из-за относительного повышения капитальных вложений на ремонтную базу. В условиях, когда финансовые средства ограничены для обновления ПСМ, возрастает роль ремонта (текущего, восстановительного), который является закономерной необходимостью, способного продлить сроки эксплуатации и работоспособность парка машин. Значительная часть парка строительных машин находится в средних и мелких строительных предприятиях. Ремонтно-эксплуатационными базами оснащены не все предприятия и в целом развитие ремонтно-эксплуатационных баз отстает от современного уровня. Возможности ремонтных мощностей использовались недостаточно в связи с резким падением платежеспособности строительных, дорожных и автотранспортных предприятий, владельцев строительных машин, а также ростом цен за ремонт. На предприятиях наметилась тенденция проводить весь ремонт строительных машин, в том числе и капитальный ремонт, своими силами, хотя не имеется соответствующего технологического оборудования. Для экономики средств и загрузки работников предприятия стара-

ются делать капитальный ремонт собственными силами, что снижает качество ремонта. Технологическое оборудование эксплуатационных предприятий устарело и требует обновления. Кооперация между отдельными эксплуатационными предприятиями в регионах развита слабо, что негативно сказывается на качестве эксплуатации и затратах. На предприятиях отсутствует применение специализированных информационных систем управления эксплуатацией и ремонтами, что также влияет на эффективность использования строительной техники. [5,6]

Перечисленные факторы влияют на показатель эффективности и использования машин по времени. Этот режим распределяет время нахождения машины в ведении строительной организации на промежутки, в течение которых она выполняет свои основные функции или имеет перемены в их выполнении по различным причинам.

К основным функциям относятся: обработка или перемещение материала, загрузка, выдача, транспортировка строительных изделий или элементов конструкций. В некоторых случаях, как, например, при использовании грузопассажирских подъемников, к этим функциям может относиться и перемещение людей — монтажников, отделочников, другого строительного персонала. [1]

На основании собранной статистики определяется коэффициент использования строительных машин и механизмов по времени, определяется их производительность и, если необходимо, разрабатываются мероприятия по увеличению загрузки машины и её выработки, уменьшению простоев и перерывов в работе. Перерывы в использовании строительных механизмов и машин по их непосредственному назначению классифицируют в зависимости от тех причин, которые их вызывают. К ним относятся: технологические (зависят от принятой технологии выполнения работ и особенностей строительного производства) время, необходимое на приведение в порядок рабочего места машины, смены машин и транспортных средств при переходе от одного процесса к другому, пе-

редвижение самоходных машин (кранов, экскаваторов) в пределах строительной площадки и др.), конструктивно-технические (перерывы связаны с конструкцией, степенью и характером загрузки машины, повышение ее технической готовности обеспечивается качественным плановым ремонтом, своевременной заменой износившейся сменной оснастки), организационно-технологиче-

ские, организационные (вызываются нарушениями нормального хода производственного процесса, обусловленными поломкой оборудования, прекращением подачи энергии, отсутствием задания и другими причинами) и метеорологические (простои машин, работающих на открытом воздухе, в результате неблагоприятных погодных условий (дождь, метель, сильный ветер и др.)). [2]

Литература:

1. Факторы, влияющие на производительность строительной техники [Электронный ресурс] Точка доступа: <http://www.str-t.ru/articles/659/>, Дата обращения 09.04.2017
2. Организационные перерывы [Электронный ресурс] Точка доступа: <http://economy-ru.info/info/2411/>, Дата обращения 09.04.2017
3. Паняев С. С., Борисова Н. В. Малоэтажное панельное строительство с применением композитной арматуры и полистиролбетона/ инновационные технико-технологические решения для строительной отрасли, ЖКХ и сельскохозяйственного производства Сборник материалов. 2015. С. 51–57;
4. Фетисова М. А., Глухова Л. Р. Организационно-производственная характеристика строительства Орловской области / Фундаментальные исследования. 2016. № 9–1. С. 80–83;
5. Ховалыг, Н-Д. К. Методика формирования структуры парка строительных машин на основе анализа жизненного цикла / А. В. Зазыкин, Н-Д. К. Ховалыг // Актуальные проблемы современного строительства. 64-я Международ. научно-технич. конф. молодых ученых, посвященная 300-летию со дня рождения М. В. Ломоносова. — СПб: СПбГАСУ, 2011. — 4.1. — С. 167–17;
6. Айдын Е. В., Кузнецов С. М., Холмоеева Н. В. Оптимизация парков, комплексов и комплектов строительных машин с учетом надежности их работы Научно-исследовательские публикации. 2014. № 3 (7). С. 11–16.

## Характеристика продуктов аварии при радиоактивном загрязнении местности при авариях на АЭС и других РОО

Данилов Павел Владимирович, старший преподаватель;  
 Жиганов Константин Вячеславович, преподаватель;  
 Пронин Артем Викторович, преподаватель;  
 Титова Елена Станиславовна, старший преподаватель  
 Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Длительные наблюдения за радиационной обстановкой в необслуживаемых и обслуживаемых помещениях АЭС показали, что запроектированная и сооруженная защита реактора и технологического оборудования обеспечивает нормальную радиационную обстановку в период всего времени эксплуатации АЭС [1].

Однако вследствие появления протечек в оборудовании контура (при плановых и неплановых ремонтах, аварийных ситуациях и др.) возможно изменение радиационной обстановки в основных помещениях АЭС и окружающей среде.

Для выработки и принятия эффективных мер защиты, особенно в случаях радиационных аварий, при выявлении радиационной обстановки необходимо знать радиационные характеристики продуктов, возникающих при работе реактора. Далее мы рассмотрим наиболее радиационно опасные продукты работы реактора: актиноиды, продукты деления, продукты активации, продукты коррозии.

### Актиноиды

На современном этапе развития ядерной энергетики в качестве основного ядерного топлива используется природный уран.

Природный уран состоит из трех изотопов, при этом, где бы на нашей планете не добывали уран, его изотопный состав всюду одинаков:

- уран-238 99,2831%  $T_{1/2}=4,51 \times 10^9$  лет;
- уран-235 0,7115%  $T_{1/2}=0,713 \times 10^9$  лет;
- уран-234 0,0054%  $T_{1/2}=27,0 \times 10^6$  лет

Большинство проектируемых и действующих АЭС с реакторами на тепловых нейтронах работают на уране, обогащенном ураном — 235, с обогащением от 1,8 до 4,4%.

Поглощая тепловые нейтроны, естественный изотоп урана-235 переходит в возбужденное составное ядро урана-236. Спустя короткое время ( $10^{-14}$ с) оно распа-

дается на два ядра-осколка с испусканием от 2 до 3 нейтронов и высокоэнергетических гамма-квантов.

За счет ( $n, g$ ) реакций здесь возможен и процесс последовательных превращений с образованием ряда актиноидов, не встречающихся в природе: урана-237; нептуния-237, -238; плутония-238; плутония-239; плутония-241 и др.

В целом, в результате ( $n, g$ ) и ( $n, 2n$ ) реакций, спонтанного испускания нейтронов и других реакций, а также ради-

оактивных превращений в твэлах накапливается более 50 актиноидов — изотопов урана, нептуния, плутония, америция, кюрия, берклия, калифорния, энштейния и фермия.

Масса и активность наиболее важных и радиационно опасных актиноидов, образующихся на 1 тонну облученного топлива в течение кампании, равной 3 года, приведены в таблице 1 (кассеты реактора ВВЭР — 1000; 4,4% обогащения; активность и масса указаны на время после выгрузки,  $t=0$ ).

Таблица 1. Радиационные характеристики некоторых актиноидов

Нуклид	T1/2, лет	Масса, г/т	Активность, Бк/т	Группа радиационной опасности
Уран-235	6,85+8	1,23+4	1,02+9	4
Уран-238	4,47+9	9,42+5	1,18+10	4
Плутоний-239	2,41+4	5,42+3	1,26+13	1
Плутоний-241	1,52+1	1,48+3	6,35+16	1
Плутоний-240	6,54+4	2,42+3	2,06+12	1
Америций-241	4,33+2	7,16+1	9,16+12	1
Америций-243	7,38+3	7,16+1	8,9+11	1
Кюрий-242	4,46-1	7,82	9,69+14	1
Кюрий-244	1,81+1	4,5+1	1,35+14	1
Калифорний-252	2,64	3,8-8	7,66+5	1

В целом, за кампанию 3 года на одну тонну облученного топлива реактора ВВЭР-1000 образуется 16,35 кг трансурановых и трансплутониевых элементов (здесь не учтены массы урана-235 и урана-238 как основных элементов топлива, выгорающих по мере работы реактора на номинальной мощности). На всю загрузку реактора масса нагоревших актиноидов составит ~1079,1 кг (загрузка по урану 66 тонн), из них 630,3 кг составляют трансплутониевые элементы, суммарная активность которых достигает  $4,7 \times 10^{17}$  Бк.

До 1980 г. идентифицировано 58 ядер актиноидов в диапазоне массовых чисел 72—166.

### Продукты деления

Отличительной особенностью ядерных энергетических реакторов является то, что, находясь в поле нейтронов работающего реактора, стабильные и некоторые радиоактивные продукты деления, в свою очередь, захватывают тепловые нейтроны, образуя новые радионуклиды и новые радиоактивные цепочки.

В зависимости от физико-химического состояния и особенностей поведения в технологических системах АЭС и окружающей среде продукты деления разделяют на следующие группы:

1. благородные газы (аргон, криптон, ксенон).
2. летучие вещества (йод, цезий).
3. Тритий и углерод.
4. Нелетучие вещества (лантан, стронций, рубидий и др.).

Радионуклиды, которые могут оказывать значимое воздействие на окружающую среду при работе АЭС и других предприятий ядерного топливного цикла, принято называть биологически значимыми радионуклидами.

При нормальной работе АЭС к группе биологически значимых газообразных нуклидов относят те, период полураспада которых превышает несколько минут. В таблице 2 приведены некоторые характеристики данной группы радионуклидов.

С точки зрения радиационной опасности для персонала АЭС и населения, кроме нуклидов криптона, ксенона и йода, наибольшее значение имеют радионуклиды стронций-89, стронций-90, цезий-134, цезий-137, а также цирконий-95, ниобий-95, церий-144, празеодим-143 и др.

Радиационные характеристики этой группы радионуклидов приведены в таблице 3 (реактор ВВЭР-1000, кампания 3 года, удельная активность на одну тонну облученного топлива).

В целом суммарная активность отработанного топлива в реакторе на всю загрузку по актиноидам и продуктам деления может достигать значения  $4,2 \times 10^{20}$  Бк ( $\sim 1,2 \times 10^{10}$  Ки). Активность теплоносителя по продуктам деления может достигать  $3 \times 10^9$  Бк/л (0,08 Ки/л), в том числе по РБГ  $1,5 \cdot 10^9$  Бк/л (0,04 Ки/л), суммы изотопов йода- $3,7 \times 10^8$  Бк/л ( $10^{-2}$  Ки/л). Значительный вклад (до  $7,4 \times 10^8$  Бк/л) в активность водного теплоносителя вносят короткоживущие изотопы рубидия-88 и -89; цезия-138 и -139, которые являются дочерними продуктами соответствующих изотопов криптона и ксенона.

Таблица 2. Удельная активность наиболее значимых изотопов РБГ и йодов в облучаемом топливе ВВЭР-1000, Бк/т

Нуклид	T <sub>1/2</sub>	Выдержка после остановки реактора			
		0	1 ч	12 ч	24 ч
<sup>85m</sup> Kr	4,84 ч	9,94+15	8,62+15	1,57+15	2,45+14
<sup>85</sup> Kr	10,7 лет	5,78+14			5,78+14
<sup>88</sup> Kr	2,8 ч	2,96+16	2,33+16	1,62+15	8,83+13
<sup>133m</sup> Xe	2,19 сут	1,53+15	1,52+15	1,46+15	1,35+15
<sup>133</sup> Xe	5,24 сут	9,17+16	9,17+16	9,08+16	8,83+16
<sup>133m</sup> Xe*	9,08 ч	1,95+16	2,42+16	3,47+16	2,15+16
<sup>131</sup> I	8,04 сут	4,49+16	4,49+16	4,35+16	4,19+16
<sup>133</sup> I	20,8 ч	9,13+16	8,98+16	6,31+16	4,23+16
<sup>135</sup> I	6,61 ч	8,53+16	7,73+16	2,44+16	6,93+15

Таблица 3. Радиационные характеристики низколетучих радионуклидов

Нуклид	T <sub>1/2</sub>	Удельная активность, Бк/т (t=0), кампания 3 года	Средняя энергия, МэВ	
			E <sub>b</sub>	E <sub>g</sub>
<b>Стронций-89</b>	50,5 сут	4,04+16	0,583	0,915
Стронций-90	28,5 лет	3,51+15	0,2	—
Цирконий-95	63,9 сут	7,29+16	0,115	0,74
Ниобий-95	35,1 сут	7,23+16	0,046	0,768
Рутений-103	39,5 сут	7,08+16	0,06	0,5
Рутений-106	368 сут	2,27+16	0,009	0,55
Теллур-132	78 ч	6,41+16	0,05	0,23
Цезий-134	2,06 г	7,5+15	0,152	0,67
Цезий-137	30,1 лет	4,69+15	0,195	0,661
Барий-140	12,7 сут	7,93+16	0,282	0,5
Церий-144	284 сут	5,44+16	0,08	0,135
Празеодим-143	13,6 сут	6,77+16	0,314	—

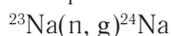
### Продукты активации

Некоторая часть оборудования контура находится под воздействием интенсивного нейтронного облучения. Вследствие этого в материалах конструкции в поверхностных отложениях, в массе циркулирующего теплоносителя происходит образование и накопление радиоактивных продуктов неосколочного происхождения.

На АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой высокой степени очистки, основная активность теплоносителя образуется в результате активации кислорода воды. При этом образуются радионуклиды азот-16, азот-13, фтор-18, которые являются бета- и гамма-излучателями.

Кроме того, возможна активация примесей, недостаточно полно удаленных в процессе водоподготовки. Это изотопы: натрий-23, калий-41, алюминий-27, аргон-40.

При использовании на АЭС в качестве теплоносителя первого контура металлов активность теплоносителя определяется активацией металла. Например, теплоноситель натрий активируется по реакции:



В газообразных теплоносителях — углекислом газе, гелии, азоте — основной вклад в активность теплоносителя образуют реакции активации кислорода.

### Продукты коррозии

Весьма важным источником активности теплоносителя всех реакторов являются продукты коррозии.

Основная доля радионуклидов, определяющих радиационную обстановку за счет отложений продуктов коррозии на внутренних поверхностях контура, приходится на изотопы хром-51, марганец-54, кобальт-60 и кобальт-58, железо-59.

Объемная активность продуктов коррозии в теплоносителе первого контура может достигать  $1 \times 10^7$  Бк/л ( $3 \times 10^{-4}$  Ки/л). Активная пленка на поверхностях оборудования первого контура может иметь удельную активность до  $10^{-2}$  Ки/м<sup>2</sup>.

Все внутрикорпусные устройства, находящиеся в поле нейтронов, сохраняют длительное время наведенную активность и представляют собой источники повышенной опасности при демонтаже, обслуживании и ремонте.

Перечисленные обстоятельства необходимо учитывать при выполнении аварийно-спасательных работ подразде-

лениями и частями ликвидации последствий, участвующими в работах на аварийном блоке.

Литература:

1. Использование ионизирующих излучений в промышленности, медицине и других областях. / Данилов П. В., Жиганов К. В., Пронин А. В. // Молодой ученый. — 2016. — № 23 (127). — с. 40–43.

## Сравнительная оценка листовых кровельных материалов для индивидуальных жилых домов

Денисов Сергей Геннадьевич, студент;  
Богданов Максим Александрович, студент;  
Мясоедов Василий Максимович, студент;  
Романова Надежда Владимировна, студент  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Данная работа представляет собой описание и сравнение характеристик листовых кровельных материалов друг с другом. В результате сравнительной оценки пришли к выводу: еврошифер является наиболее ком-промиссным материалом, профнастил является самым дешевым и самым долговечным, металлочерепица является самым дорогим и одним из самых долговечных.*

**Ключевые слова:** листовые кровельные материалы, скатные кровли, еврошифер, металлочерепица, профнастил, стоимость, долговечность

### Введение

Для любого здания и сооружения крыша является одним из важнейших конструктивных элементов, защищающих их от воздействий окружающей среды. Поэтому особое внимание следует уделить выбору кровельных материалов. Кровельными материалами называются строительные материалы, обладающие водонепроницаемостью и удовлетворяющие техническим требованиям по прочности, деформативности, теплостойкости, морозостойкости, водонепроницаемости, звукопоглощению, хрупкости, гибкости, химической стойкости и другими параметрами [1,2], среди которых особое внимание потребителей обращено на стоимость и срок службы. Плохо выполненная крыша и неправильно подобранные кровельные материалы сводят на нет все строительство, поэтому весьма сложно переоценить значимость выбора того или иного кровельного покрытия в наше время.

В связи с развитием строительства индивидуальных жилых домов и увеличением спроса на данные объекты вопрос о выборе кровельных материалов для скатных кровель стоит очень актуально.

Целью данной работы является выбор кровельного материала, использование которого экономически более выгодно и характеристики которого, в особенности — срок эксплуатации кровли, выполненной из данного материала, наиболее полно удовлетворяют требованиям владельцев индивидуальных жилых домов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить основные характеристики выбранных материалов.
2. Рассчитать стоимость покупки материалов для облицовки скатной кровли.
3. Провести анализ характеристик выбранных материалов. Особенный упор сделать на долговечность и стоимость кровли, выполненной из того или иного материала.

### Объекты исследования

В работе рассматриваются следующие кровельные материалы: еврошифер, металлочерепица и профилированные стальные листы (профнастил), которые можно отнести к категории листовых материалов. Данные материалы были выбраны исходя из их актуальности на рынке России по данным исследования ABARUS Market Research [3].

Еврошифер, металлочерепица и профнастил не занимают лидирующие позиции в общем рейтинге, однако, эти материалы наиболее активно используются в малоэтажном жилом строительстве, которое активно развивается на окраинах и в пригороде Санкт-Петербурга. Материалы завоевали рынок, своей относительной дешевизной, простотой монтажа и выбором толщин, профилей и цветов. Результаты данных ABARUS Market Research приведены в таблице (табл. 1).

Таблица 1. Рейтинг кровельных материалов в Российской Федерации

Класс материалов	Материал	Доля на рынке, %	Доля в устройстве скатных крыш, %
Рулонные кровельные материалы	Битуминозные материалы	38,5	-
Листовые материалы	Оцинкованный металл (в т.ч. профнастил)	10,3	16,8
	Металлочерепица	3,4	5,6
	Шифер	44,4	72,2
	Еврошифер	2,8	4,5
Штучные материалы	Битумная черепица	0,1	0,8
	Керамическая черепица	0,1	0,2

Еврошифер — кровельный материал, изготавливаемый высокотемпературной обработкой под давлением из волокон целлюлозы, стекловолоконных элементов и наполнителя из минералов, которые пропитываются специальными смолами, очищенным битумом и пигментами. Выпускается в виде волнистых листов типичного размера (0,95x2 м) толщиной 3 мм и весом в 6 кг. Существует 3 разновидности еврошифера: ондулин, нулин (Nuline) и ондура (Ondura), также известная как ондалюкс [4].

Данный материал характеризуется экологичностью используемых при производстве материалов, химической и биологической стойкостью, легкостью, простотой установки, шумоизоляцией (40 Дб [5]), сроком службы (эксплуатационный срок службы составляет около 25 лет, а гарантийный — 15 лет), устойчивостью к ветровым (устойчивость к ураганному ветру скоростью до 50 м/с) и снеговым (способность выдерживать до 300 кг/м<sup>2</sup> снега при разрушающей нагрузке 960 кгс/м<sup>2</sup> [6]) нагрузкам, прочностью (более 1800 кПа [7] и до 170 кПа/м<sup>2</sup> [8]), упругостью ( $E_{\max} = 8,16 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{м}^2$  [9]), защитой от попадания молнии (материал не накапливает статическое электричество), термостойкостью (эксплуатация при температурах от  $-40^\circ\text{C}$  до  $110^\circ\text{C}$  [10]), морозостойкостью (25 циклов замораживания/оттаивания в воде [11,12]), возможностью вторичной переработки, широким спектром расцветок и шириной применения (применяется для облицовки кровель со уклоном  $12-90^\circ$ , может устанавливаться поверх старого покрытия кровли) [6].

Недостатками данного материала являются его высокая пожароопасность, шероховатость поверхности (задерживание снега на покрытии), затраты на обрешетку, плохие теплоизоляционные свойства, перерасходование материала для облицовки кровель со сложной геометрией и из-за установки материала внахлест (до 15% от общей площади кровли), высокая стоимость доборных элементов [6].

Стоимость еврошифера колеблется от 520 до 850 руб./лист ( $\approx 2 \text{ м}^2$ ) в зависимости от производителя [6].

Металлочерепица — кровельный материал, представляющий собой листы типового размера 1,1x1,1 м, изготовленные из тонколистовой (толщиной 0,4–0,6 мм) стали, алюминия или меди, покрытые полимерным за-

щитным слоем [13], профилированные методом холодного давления. [14], в результате чего получают различные формы профилей [15].

Металлочерепица характеризуется экологичностью, легкостью (удельный вес 1 м<sup>2</sup> металлочерепицы составляет около 4,5–5 кг), простотой монтажа, термостойкостью (эксплуатация при температурах от  $-50^\circ\text{C}$  до  $+120^\circ\text{C}$ ), применением в качестве материала для облицовки кровель со скатом более  $7^\circ$ , устойчивостью к снеговым нагрузкам (до 130 кгс/м<sup>2</sup> [16]), устойчивостью к ультрафиолетовому излучению сроком службы в 50 лет, пожаробезопасностью [17].

Недостатками металлочерепицы являются его низкая звукоизоляция (требуется дополнительная установка звукоизоляционного слоя [18]), подверженность коррозии при повреждении защитного слоя [19]

Стоимость металлочерепицы колеблется от 200 до 1100 руб./лист [6] в зависимости от производителя и толщины цинкового и полимерного слоя.

Профнастил — кровельный материал, представляющий собой тонкие стальные листы размерами 1,15x1,1 м, изготавливаемые из оцинкованного листа без полимерных покрытий [20] и из проката с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием [21], покрытого защитным слоем из полимера, после чего их сгибают таким образом, чтобы образовались ребра жесткости высотой до 100 мм, которые придают листам дополнительную прочность. В России выпускается и используется в строительных целях профнастил различных марок, соответствующих стандартам [22,23] и различных цветов по каталогу RAL и RR.

Данный материал характеризуется универсальностью (используется в качестве несущих и ограждающих конструкций в промышленном и гражданском строительстве. [24]), легкостью (1 м<sup>2</sup> материала весит от 3,9 до 24,1 кг в зависимости от марки), простотой монтажа, устойчивостью к снеговым (способность выдерживать до 180 кг/м<sup>2</sup>) и ветровым (ветровая нагрузка до 9,6 кгс/м<sup>2</sup>) нагрузкам (при этом предельная нагрузка определяется в зависимости от марки профнастила и расчетной схемы и колеблется от 86 кг/м<sup>2</sup> до 1005 кг/м<sup>2</sup> [22]), гидроизоляционными свойствами, сроком службы до 50 лет (при гарантии от производителя от 2 до 20 лет)

Недостатками профнастила являются подверженность коррозии (при повреждении защитного слоя), уровень шума во время осадков (так называемый «эффект барабана»), тщательной герметизацией отверстий при монтаже (для предотвращения нарушений гидроизоляции) [25]

Цена данного материала колеблется от 170 до 600 руб./м<sup>2</sup> и зависит от марки, толщины и покрытия профнастила [6].

### Результаты и их обсуждение

Данный анализ кровельных материалов был проведен с учетом основных требований и потребностей покупателей.

В нем рассматривались следующие параметры:

- Положительные качества материала
- Отрицательные качества материала
- Стоимость
- Долговечность

Данные полученные в ходе анализа были учтены в конечных таблицах отражающих общую ситуацию на рынке кровельных материалов России.

По основным критериям оценки рассматриваемых материалов, а именно — цены данных материалов и сроку службы данных материалов, были составлены табл. 2 и табл. 3.

Таблица 2. Средняя стоимость рассматриваемых материалов

Материал	Единица изм.	Стоимость, руб	Средняя стоимость, руб	Средняя стоимость, руб./лист
Еврошифер	1,9 м <sup>2</sup>	520–850	685	387,5
Металлочерепица	1 м <sup>2</sup>	200–1100	650	650
Профнастил	1 м <sup>2</sup>	170–600	385	385

Таким образом, самым дешевым из рассматриваемых материалов является профнастил, самым дорогим — металлочерепица.

Таблица 3. Долговечность рассматриваемых материалов.

Материал	Единица изм.	Показатель
Еврошифер	лет	≤25
Металлочерепица	лет	≤50
Профнастил	лет	≤50

Таким образом, самым долгим сроком службы обладают профнастил и металлочерепица, а самым коротким по сроку службы является еврошифер.

На основании рейтинга кровельных материалов (табл. 1), характеристик рассматриваемых материалов, а также их стоимости (табл. 2) и сроку службы (табл. 3) можно сделать следующие выводы:

Сравниваемые кровельные материалы характеризуются легкостью, длительным сроком эксплуатации, простотой монтажа и экологичностью.

Профнастил является самым дешевым и самым долговечным из сравниваемых материалов, что объясняет его лидирующие позиции на рынке листовых кровельных материалов для скатных кровель.

Металлочерепица является самым дорогим и одним из самых долговечных среди рассматриваемых материалов.

Еврошифер является наиболее компромиссным материалом и при выборе данного материала потребителю

следует руководствоваться своими эстетическими соображениями.

### Заключение

Рынок материалов для скатных кровель, в том числе и для скатных кровель индивидуальных жилых домов, в отличие от рынка материалов для плоских кровель, постоянно движется вперед и не является безальтернативным, и покупателям есть из чего выбирать.

Несмотря на все характеристики и современность описанных кровельных материалов, жители нашей страны отдают предпочтение асбестоцементным плитам, так как данный материал является самым дешевым и проверен временем, несмотря на то, что в его состав входит вредный для здоровья человека асбест.

### Литература:

1. Панасюк М. В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Ростов н/Д.: Феникс, 2005. 4 с.
2. СП 17.13330.2011. «Кровли».

3. Новая кровля. Современные кровельные материалы [Электронный ресурс]. URL: <http://novakrovlya.ru/materialy/sovremennye-krovelnye-materialy.html> (Дата обращения 11.11.2014).
4. Шереметьев А. С. Кровельная система «Ондулин» // Международная научно-практическая конференция (Развитие науки и образования в современном мире). Люберцы: АР-Консалт, 2014. С. 50–52.
5. Стандарт Deutsches Institut für Normung 52210.
6. Метгар. Современные кровельные и отделочные материалы [Электронный ресурс]. URL: [http://www.profil-stroy.ru/krov\\_mat/](http://www.profil-stroy.ru/krov_mat/) (Дата обращения 11.11.2014).
7. Стандарт NFQ 03–54.
8. Стандарт OFIC.
9. Стандарт Deutsches Institut für Normung 53457.
10. Стандарт Deutsches Institut für Normung 5212.
11. Стандарт Deutsches Institut für Normung 52103.
12. Стандарт Deutsches Institut für Normung 52104.
13. Кикин А. И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н., Уваров Б.Ю. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1984. 24 с.
14. Симонов Е. В. Большая книга строительства и ремонта. СПб: Питер, 2010. 177–178 с.
15. СНиП II-26–76\* «Кровли».
16. Стандарт EN10169–1.
17. Г. И. Горчаков Ю. М. Баженов Строительные материалы. Учебник для высших учебных заведений. В.: Владимирская типография Союзполиграфпрома, 1986. 686 с.
18. ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».
19. А. Г. Комар. Строительные материалы и изделия. Учебник для студентов специальности «Экономика и управление». Я.: Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома, 1988. 528 с.
20. ГОСТ 14918–80\*. «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия».
21. ГОСТ 30246–94\*. «Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций. Технические условия».
22. ГОСТ 24045–2010. «Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия».
23. ТУ 5285–001–78334080–2006.
24. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии. Том 1(2). М.: Техносфера. 2007. 115 с.
25. Несветаев Г. В. Строительные материалы. Ростов н/Д: Феникс. 2005. 25 с.

## Воздействие сейсмической волны на цилиндрическую трубу с жидкостью

Джумаев Зокир Фатиллоевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Фатиллоев Сардор Зокирович, студент;  
 Абдумуродов А., студент  
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*Рассматривается задача динамической теории линейной упругости при падении сейсмической волны, перпендикулярной к оси длинной трубы, уложенной в высокой насыпи и заполненной идеальной сжимаемой жидкостью.*

## Influence of the seismic wave on cylindrical pipe with liquids

Djumaev Z. F.;  
 Fatilloev S. Z., student;  
 Abdumurodov A., student

*Let's consider a task of the dynamic theory of linear elasticity at fall of a seismic wave perpendicularly to an axis of the long pipe stacked in high and a filled ideal compressed liquid.*

**Р**ассмотрим задачу динамической теории линейной упругости при падении сейсмической волны перпендикулярно к оси длинной трубы, уложенной в высокой насыпи и заполненной идеальной сжимаемой жидкостью. Расчетная

схема представлена на рис. 1. Известное из динамической теории упругости уравнение движения в векторной форме для изотропного тела имеет вид:  $\Delta \vec{u} = \text{grad} \text{div} \vec{u} - \text{rot} \text{rot} \vec{u}$

$$(\lambda + 2\mu) \text{grad} \text{div} \vec{u} - \mu \text{rot} \text{rot} \vec{u} = \rho \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2}, \tag{1}$$

где  $\rho$  — плотность среды, а все остальные обозначения имеют тот же смысл, что и в уравнении статической теории упругости [1]. Произведем стандартное преобразование уравнения следующим образом. Представим вектор перемещений в виде:

$$\vec{u} = \text{grad} \varphi + \text{rot}(\vec{\Psi}) \tag{2}$$

Подставив (2) в (1) и учитывая, что движение частицы имеет установившийся характер, а также пренебрегая массовыми силами,  $\rho = 0$  т.к. в соответствии с принципом суперпозиции их можно учесть отдельно при решении статической задачи, получим в случае плоской деформации следующую систему волновых уравнений Гельмгольца для потенциалов:

$$\Delta \varphi + \alpha^2 \varphi = 0; \Delta \Psi + \beta^2 \Psi = 0, \tag{3}$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  волновые числа  $\alpha^2 = w^2 \rho / (1 + 2\mu)$ ,  $\beta^2 = w^2 \rho / \mu$ .

В полярной системе координат уравнение Гельмгольца запишется в виде:

$$V_{rr} + r^{-1} V_r + r^2 V_{\theta\theta} + k^2 V = 0, V = (\varphi, \Psi); k = \alpha; \beta. \tag{4}$$

Решение уравнения (4) ищется в виде ряда:

$$V = \sum_{n=0}^{\infty} [V_n^a(r) \cos n\theta + V_n^b(r) \sin n\theta] e^{-i\omega t}. \tag{5}$$

Подставив (5) в (4) и приравняв коэффициенты при соответствующих гармониках, получим обыкновенное дифференциальное уравнение Бесселя

$r^2 V_{rr} + r V_r + (k^2 r^2 - n^2) V = 0$ , которое имеет частное решение в виде цилиндрической функции  $Z_n(kr)$ . Тогда окончательное решение системы (1) запишется в виде:

$$U_r = \sum_{n=0}^{\infty} A_n Z_n(\alpha r) \cos n\theta e^{-i\omega t}, U_\theta = \sum_{n=0}^{\infty} B_n Z_n(\beta r) \sin n\theta e^{-i\omega t}. \tag{6}$$

Решения уравнение (4) при  $r \rightarrow \infty$  удовлетворяет условия излучения Зоммерфельда [1]. Для решения поставленной задачи ставятся граничные условия жесткого контакта при  $r=R$  и  $r=R_0$ . Учитывая полученные соотношения, выведем решение краевой задачи для случая падения на подземную трубу волны сжатия. Волновой потенциал такой волны имеет вид

$$\varphi_1^{(i)} = A \sum_{n=0}^{\infty} \epsilon_n i^n I_n(\alpha_2 r) \cos n\theta e^{-i\omega t}, \text{ где } \epsilon_n = \{1, n = 0; 2, n \geq 1\}, I_n \text{ — цилиндрическая функция Бесселя}$$

первого рода [1]. Потенциалы волн, отраженных от трубы в грунт, дальше имеют вид (6) и в то же время удовлетворяют условиям излучения, поэтому согласно [1] записываются в виде:

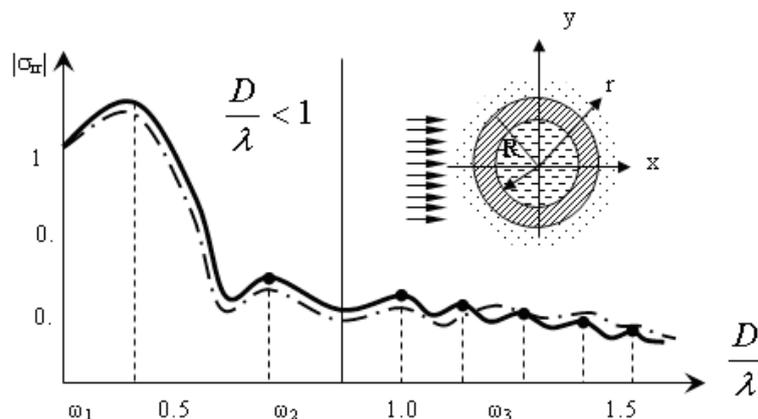


Рис. 1. Зависимость напряжения от волновых чисел

$$\varphi_1^{(r)} = \sum_{n=0}^{\infty} A_n H_n^{(1)}(\alpha_1 r) \cos n\theta e^{-i\omega t}; \quad \psi_1^r = \sum_{n=0}^{\infty} B_n H_n^{(1)}(\beta_1 r) \sin n\theta e^{-i\omega t};$$

где  $H_n^{(1)}$  — цилиндрическая функция Ханкеля первого рода [1]. Суммарные потенциалы в грунте равны:  $j_1 = j_1^{(i)} + j_1^{(r)}$ ;  $y_1 = y_1^{(r)}$ .

Потенциал скоростей в сжимаемой жидкости имеет вид:

$$\varphi_3 = \sum_{n=0}^{\infty} [G_n I_n(\alpha_3 r)] \cos n\theta e^{-i\omega t}.$$

Компоненты с индексом «3» (жидкость) получены согласно [1,2] с помощью линейризованного интеграла Коши-Лагранжа для гидродинамического давления идеальной жидкости. Неизвестные коэффициенты  $A_n, B_n, C_n, D_n, E_n, F_n, G_n$  определяются из системы линейных уравнений седьмого порядка. Кроме того, в случае отсутствия жидкости в трубе:  $\sigma_r = 0$ . На рис. 2 проведена изменение радиальных напряжений в зависимости от безразмерной волновых чисел при различных соотношениях параметров

$$\eta_1 = \frac{\rho_0}{\rho_2} = 0,4; \nu = 0,25; E = \frac{E_1}{E_2} = 0,5, h_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2}.$$

Из анализов полученных результатов выявлено, что в области коротких волн распределение напряжение в трубе с жидкостью отличается до 40% (рис. 1). Расчеты показывает, что при фиксированных значениях амплитуды и длительности действия падающей волны с увеличением акустических параметров жидкости, прогибы и усилия также увеличиваются. Увеличение жесткости тоннеля или ее толщины приводит к снижению прогибов и к увлечению усилий. Причем с увеличением толщины усилия растут быстрее, чем изгибающие моменты, а изгибающие моменты быстрее, чем поперечные силы.

Литература:

1. Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. // Ташкент: Фан, 1992. — С. 250.
2. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. Изд. «Фан», Ташкент. 1973 й, 180 с.
3. Жарий О. Ю., Улитко А. Ф. Введение в механику нестационарных колебаний и волн. — Киев: Высшая школа Головное изд-во, 1989. — 184 с.

### Статические расчеты подземных параллельных труб, взаимодействующих с грунтовой средой

Джумаев Зокир Фатиллоевич, кандидат технических наук, доцент;

Фатиллоев Сардор Зокирович, студент;

Озотов Б., студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В работе изучается статистическое взаимодействие параллельных цилиндрических труб с грунтом.*

### Statical calculation of effect of parallel pumps and sand each other

Z. F. Djumaev, S. Z. Fatilloev, Ozotov B.

*In this calculation parallel cylindrical pumps' and sand's effect to each other is learned.*

При определении давления грунта на трубы необходимо учитывать такие факторы, как количество ниток, рельеф насыпи, условия опирания труб и другие факторы, встречающиеся в проектной практике.

В качестве расчетной модели принимается весома упругая среда, содержащая подкрепленные круговыми цилиндрами отверстия и другие включения. На внешнем контакте трубы со средой краевые условия имеют следующий вид:

- на вертикальных границах сдвигающие напряжения, горизонтальные перемещения либо равны нулю, либо эти границы свободные;
- на нижней горизонтальной границе, примыкающей к основанию насыпи, отсутствуют вертикальные и горизонтальные перемещения;
- верхняя поверхность либо свободна от внешних воздействий, либо загружена поверхностной нагрузкой.

Разбивку выбранной расчетной области проводим в виде тетраэдральных конечных элементов. При этом разбивочная сетка должна сгущаться по мере приближения к трубе, так как именно вокруг труб возникает наибольшая концентрация давления грунта. На основе метода конечных элементов разработан алгоритм и составлена программа на языке Фортран.

При оценке сходимости полученного приближенного решения, соответствующего данной разбивке, для точного решения необходимо производить более мелкую разбивку расчетной области. Затем следует провести сравнение решений, соответствующих обеим разбивкам. Если они отличаются друг от друга на величину, большую наперед заданной точности вычислений, то необходимо сделать еще более мелкую третью разбивку области и соответствующее ей решение сравнить с решением для второй разбивки и т.д.

Следует отметить, что при плотном расположении труб в местах их соприкосновения возникают «особые точки», в малой окрестности которых нельзя добиться необходимой точности вычислений ни при какой самой мелкой разбивке (в этих точках теория упругости не применима). Такие же точки возникают в местах опирания труб на плоское основание. При определении давления грунта на жесткие круглые трубы, каковыми и являются в частности железобетонные трубы [1] эта трудность легко преодолевается следующим приемом: с помощью МКЭ определяется вертикальное и горизонтальное давление грунта во всех точках трубы, кроме особой; в особой точке прикладывается сосредоточенная сила, направленная вертикально в точку опирания труб или горизонтально в точку их соприкосновения, равная по величине площади эпюры соответственно вертикального и горизонтального давления грунта, действующего на трубы.

Собственный вес грунта насыпи распределяем согласно [2] по узлам разбивки следующим образом: в каждом узле данного треугольного конечного элемента прикладываем направленную вниз сосредоточенную силу, равную по величине весу части грунта, ограниченной этим элементом, деленной на число узлов. Поверхностная нагрузка распределяется по узлам верхней границы в виде сосредоточенных сил. Если же нужно получить матрицы влияния (функцию Грина), то необходимо провести рас-

четы на единичную сосредоточенную силу, прикладывая ее последовательно в каждом узле верхней границы. Моделирование материалов грунта, труб и других включений осуществляется с помощью соответствующих им значений упругих констант ( $E$ ,  $\nu$ ) и удельного веса. Это позволяет учитывать условия опирания труб, неоднородность и многослойность грунта насыпи и основания, многониточность укладки.

Вводимая информация содержит минимально необходимые данные высоты насыпи размеры труб, их количество и расстояние между ними: тип опирания труб; характеристики материала трубы и грунта насыпи: форма и положение поверхностной нагрузки.

Выводимая информация содержит величины вертикальных и горизонтальных перемещений узлов сетки, а также характеристики напряженного состояния внутри каждого элемента.

Для оценки достоверности полученных результатов было произведено тестирование программы МАС на задачах линейной теории упругости (плоская деформация), имеющих аналитическое решение:

- а) растяжение пластинки с одним подкрепленным отверстием;
- б) сжатие пластинки, с двумя подкрепленными круговыми отверстиями.

Расхождение результатов аналитических расчетов с результатами, полученными по МКЭ не превышает 3–5%.

Кроме того, производилось сравнение с экспериментальными данными, полученными другими авторами для одиночной трубы. В этом случае расхождение составляет 15%.

Далее, во втором параграфе, приведены численные результаты расчетов статического напряженно-деформированного состояния многониточных труб, находящихся в упругой среде.

Исследовано влияние количества ниток на напряженно деформированное состояние механических систем (рис. 1). Давление на крайние и средние трубы многониточной укладки ( $n \leq 3$ ) практически не зависит от количества ниток и для плотно уложенных труб составляет 15–20%. Кроме того, с ростом коэффициента Пуассона грунта величина  $\sigma_{\max}$  на крайнюю трубу снижается. При числе ниток  $n \geq 4$  величина  $\sigma_{\max}$  на среднюю трубу практически не зависит от коэффициента  $\nu$ . Результаты анализа максимального давления грунта на трубы двух и трех ниточной укладки в свету ( $d$ ) между ними представлены на рис. 1.

Графики на рис. 2 показывают, что с увеличением расстояния между трубами величина  $\sigma_{\max}$  возрастает. При  $0 \leq d/D \leq 0.5$  увеличение  $\sigma_{\max}$  незначительно (3%), а при  $0.5 \leq d/D \leq 2.0$  наблюдается существенный рост максимального давления грунта, затухающий при  $d/D > 2$ . При  $d/D \geq 3$  максимальное давление грунта на трубы, уложенные в несколько ниток, соответствует максимальному давлению на одиночно уложенную трубу и совпадает с величиной, определяемой по СНиП 2.05.03–90.

Таким образом, взаимное влияние труб многониточной укладки имеет место при расстоянии в свету между

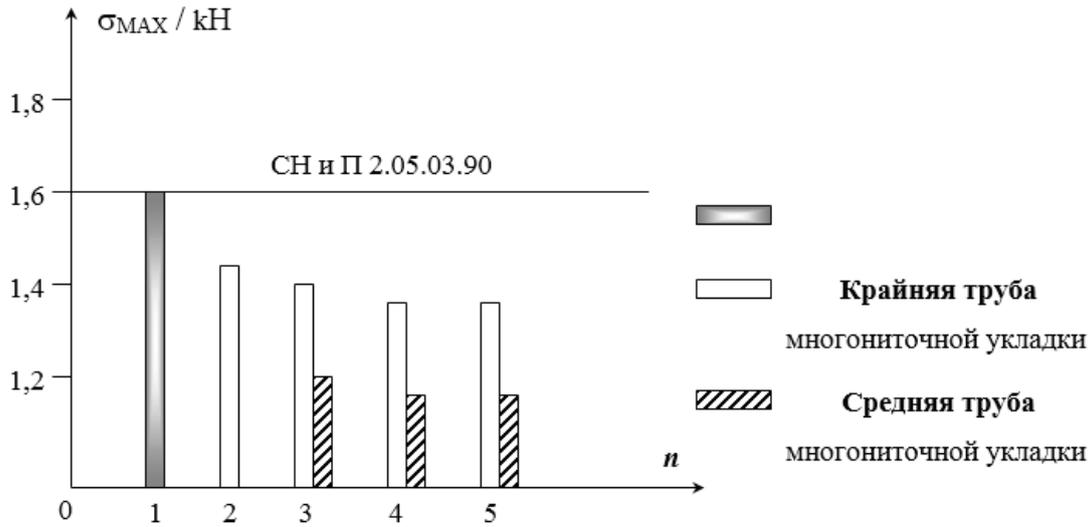


Рис. 1. Зависимость максимального давления на трубы ( $\sigma_{\max}$ ) от количества ниток ( $n$ )

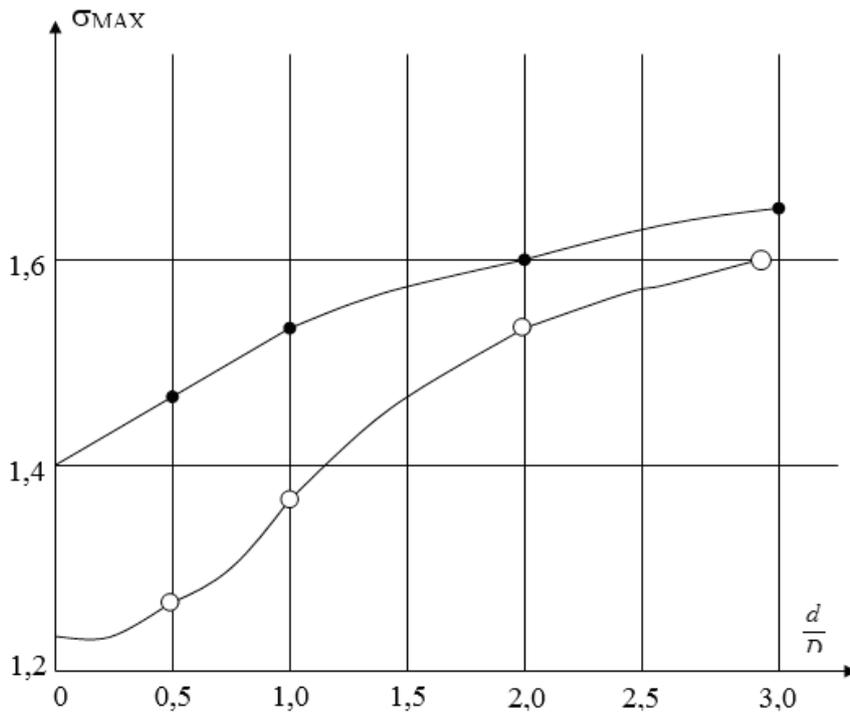


Рис. 2. Графики зависимости максимального давления грунта ( $\sigma_{\max}$ ) на трубы от расстояния в свету ( $d$ ) между ним:  
 ● — одиночная труба;  
 ○ — средняя труба многониточной укладки

ними  $d < 3D$  и приводит к снижению максимального давления грунта на них по сравнению с одиночно уложенной трубой.

Давление  $\sigma_{\max}$  на среднюю и крайнюю трубу достигает минимального значения при  $d=0$  труб, уложенных вплотную, и составляет соответственно 0,74 и 0,85 от максимального давления на одиночно уложенную трубу. На основе полученных зависимостей величины давления от расстояния между трубами выведены следующие фор-

мулы для определения коэффициентов давления грунта на трубы многониточной укладки при  $0 \leq d/D \leq 2.5$

$$K_M^C = 0.1 d/D + 0.75;$$

$$K_M^K = 0.01(d/D)^2 + 0.02 d/D + 0.9'$$

при  $d/D > 2.5$

$$K_M^C = K_M^K = 1,$$

где  $K_M^C, K_M^K$  — коэффициенты, учитывающие снижение максимального давления грунта соответственно

на крайнюю и среднюю трубу многониточной укладки по сравнению с одиночно уложенной трубой.

Также исследовано влияние расстояния между трубами на напряженно деформированное состояние механической системы.

Для более полного анализа давления грунта на трубы многониточной укладки рассмотрены эпюры радиальных ( $\sigma_r$ ) и касательных ( $\tau$ ) давлений грунта при различных параметрах укладки многониточных труб на плоское твердое основание.

Литература:

1. И. И. Сафаров. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Ташкент: ФАН, 1992й., 250с.
2. С. С. Қаюмов, И. И. Сафаров. Распространение и дифракция волн в диссипативно-неоднородных цилиндрических деформируемых механических системах. Ташкент: ФАН, 2004й., 218с.

## Методы оценки рисков нарушения целостности информации в сетях передачи данных

Джураев Рустам Хусанович, старший преподаватель;

Умирзаков Баходир Мамадиёрович, ассистент;

Абдуллаев Диёр Бахтиёрович, магистрант

Ташкентский университет информационных технологий имени аль-Хорезми (Узбекистан)

*В статье проводится анализ методов защиты от нарушения целостности информации в сетях передачи данных. На основе анализа случайных и преднамеренных угроз рассмотрены имитационная модель для исследования методов контроля целостности информации.*

**Ключевые слова:** уязвимость, угроза, риск, информационная безопасность, оценки информационной безопасности, целостность

### Введение

Широкое использование в сетях ПД зарубежных технологий и оборудования, они делают их зависимыми от уровня информационной безопасности, так как наличие скрытых уязвимостей усиливают опасность несанкционированного вмешательства в их функционирование.

Поэтому проблемы информационной безопасности сетей ПД становятся все более важными и актуальными.

Отсутствие методов оценки информационной безопасности сетей ПД не позволяет их оператором проводить сравнительный анализ затрат на обеспечение информационной безопасности с рисками информационной безопасности, возникающими при отсутствии системы обеспечения информационной безопасности.

В настоящее время развиваются два основных методических направления, которые могут быть использованы для оценки информационной безопасности сетей телекоммуникации:

— первое направление основывается на использовании для оценки информационной безопасности совокупности строго определенных требований, которым должны удовлетворять сети ПД (качественные критерии).

— второе направление основывается на оценке рисков нарушения отдельных составляющих информационной

безопасности позволяющее определить количественные характеристики информационной безопасности сетей ПД (количественные критерии)

Анализ рисков состоит в том, чтобы выявить существующие риски информационной безопасности и оценить их величину (дать им качественную или количественную оценку). В результате выявляются угрозы информационной безопасности с большой вероятностью реализации, приводящие к существенным размерам ущерба.

Оценка риска нарушения целостности СПД является важным методом обеспечения реализации выбранных механизмов обеспечения целостности информации.

Основной задачей оценки риска нарушения целостности СПД является разработка методологии задания угроз СПД и определения потерь вследствие реализации той или иной угрозы нарушения целостности.

Методы реализации потенциальных возможностей защиты процесса передачи данных от угроз нарушения в решающей степени определяются показателями эффективности использования различных механизмов защиты.

В области оценки ИБ СПД развивается в настоящее время два основных методических подхода.

Первый подход основывается на использовании для оценки ИБ СПД совокупности строго определенных требований и свойств, которым должны удовлетворять СПД

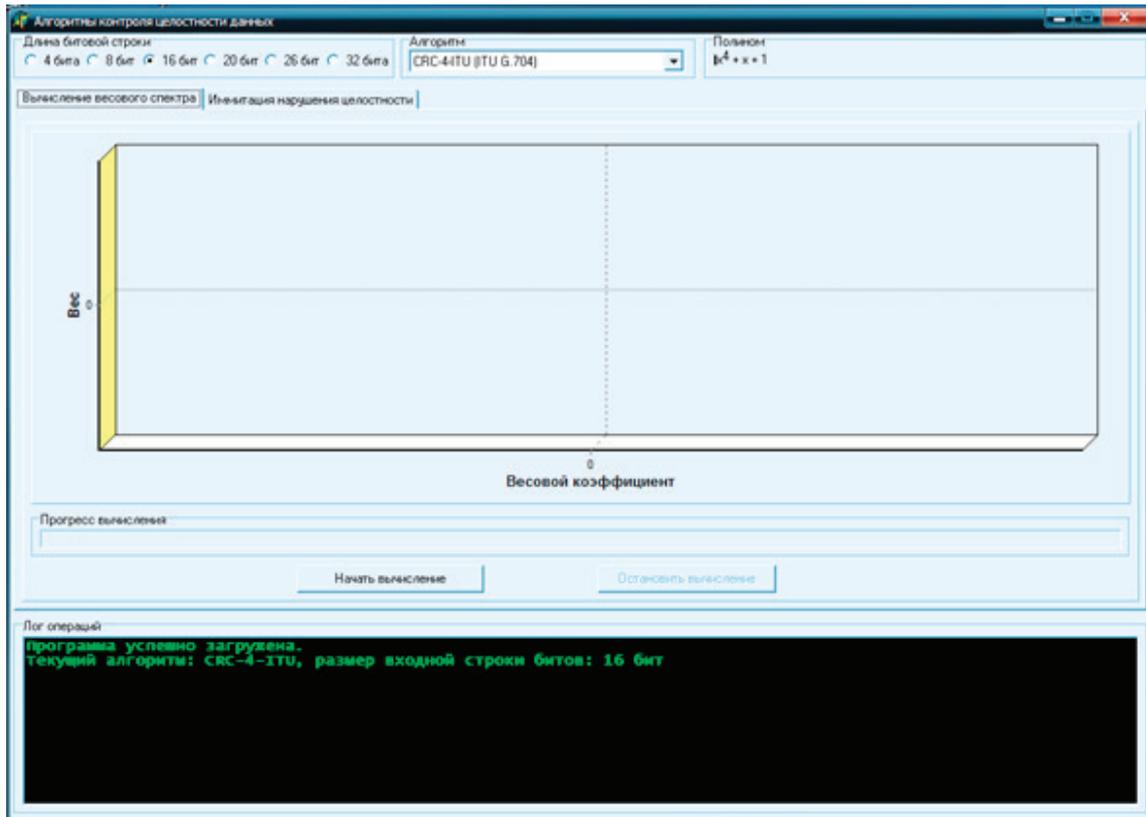


Рис. 1. Общий вид программы расчета весового спектра для циклических кодов

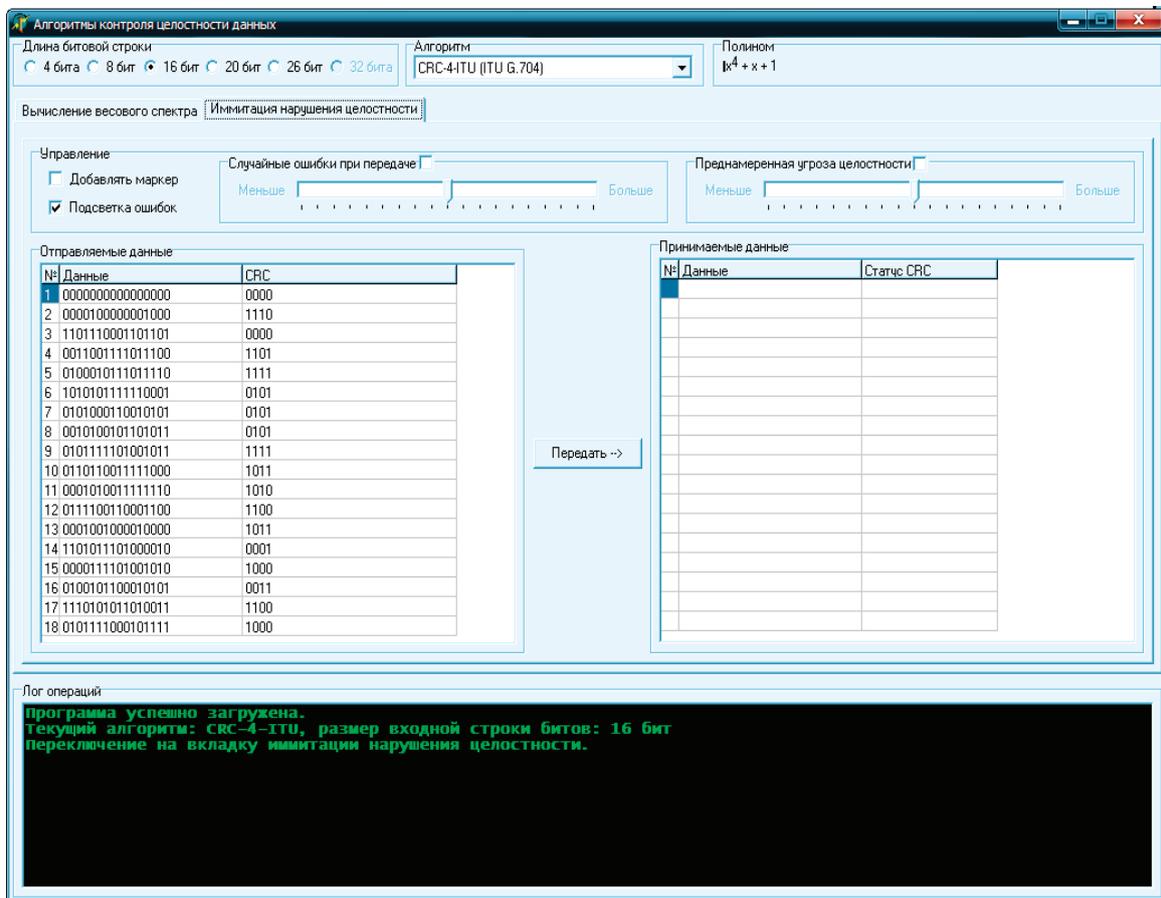


Рис. 2. Вид имитационной модели для исследования методов контроля целостности



Рис. 3. Вид сформированного сообщения

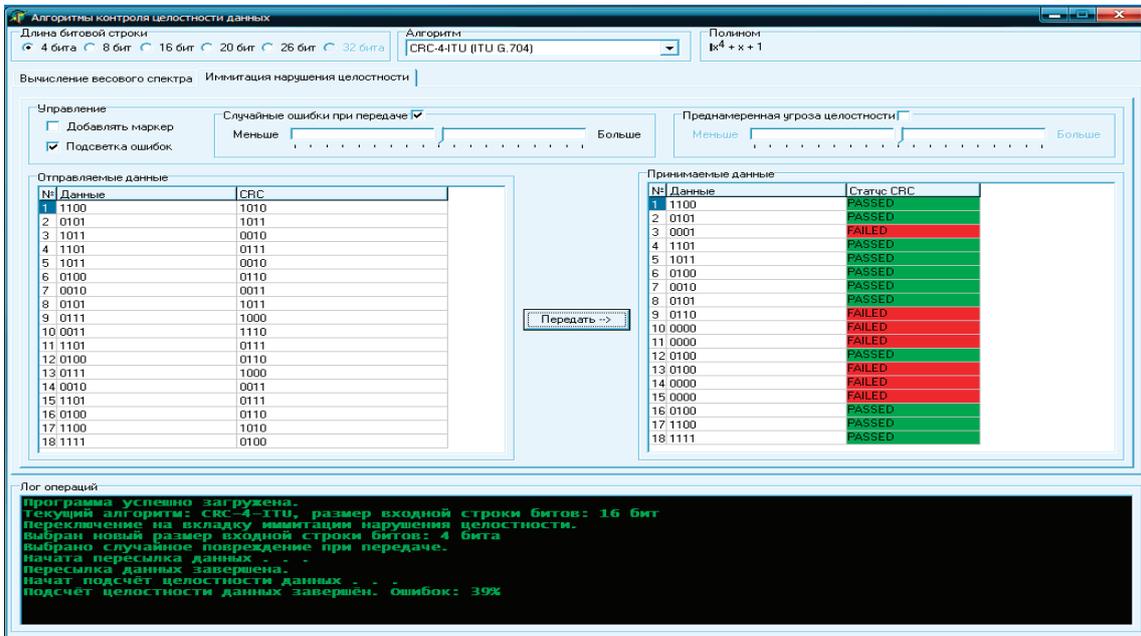


Рис. 4. Вид имитационной модели оценки безопасности при случайных нарушениях целостности

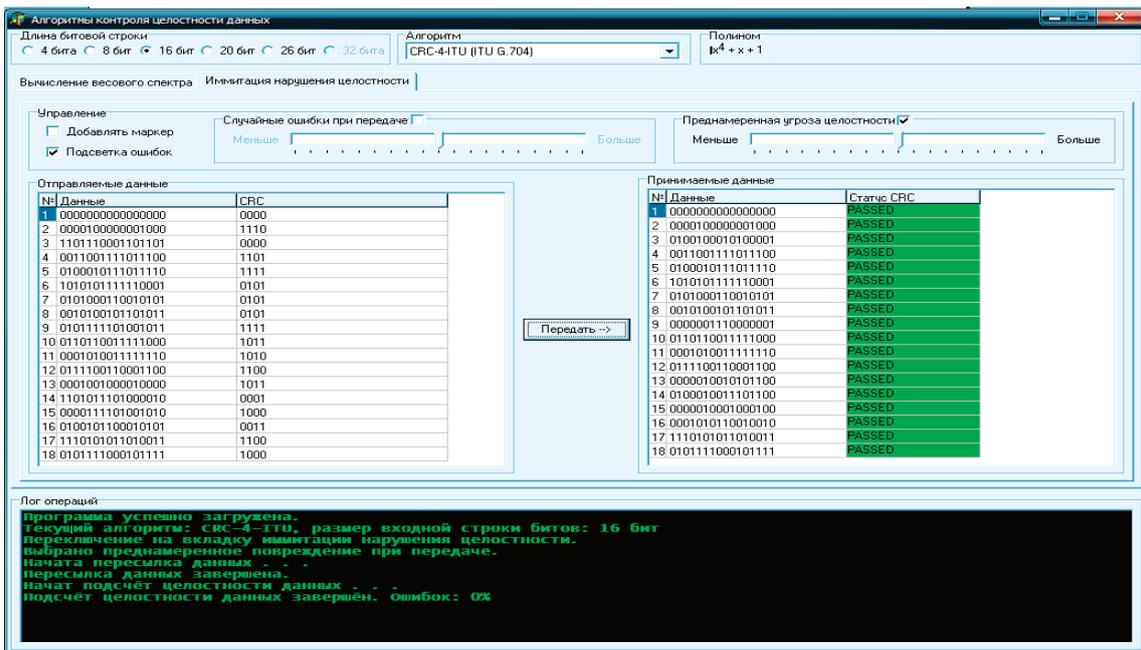


Рис. 5. Вид имитационной модели оценки безопасности при преднамеренных нарушениях целостности

(качественные критерии). Удовлетворение определенной совокупности требований и свойств определяет соответ-

ствие СОИБ определенному фиксированному уровню ИБ СПД.

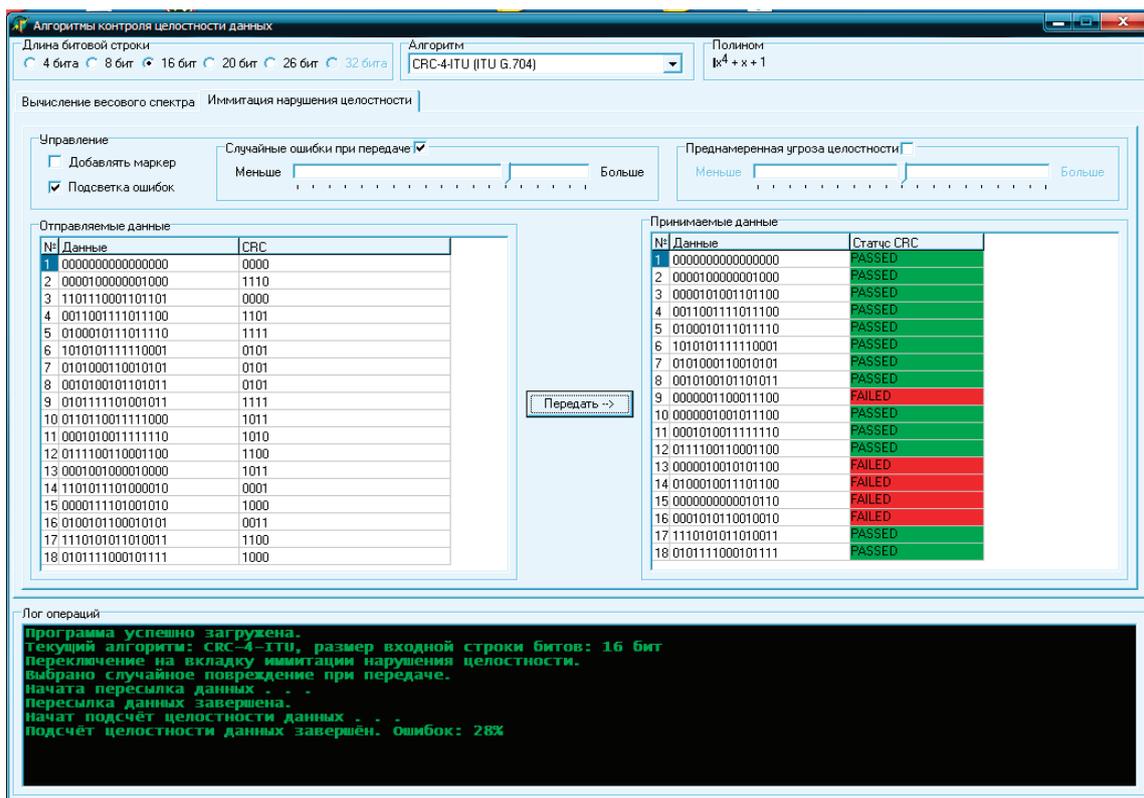


Рис. 6. Вид имитационной модели оценки безопасности при случайных нарушениях целостности с использованием циклического избыточного кода CRC-4-ITU и выведенными результатами

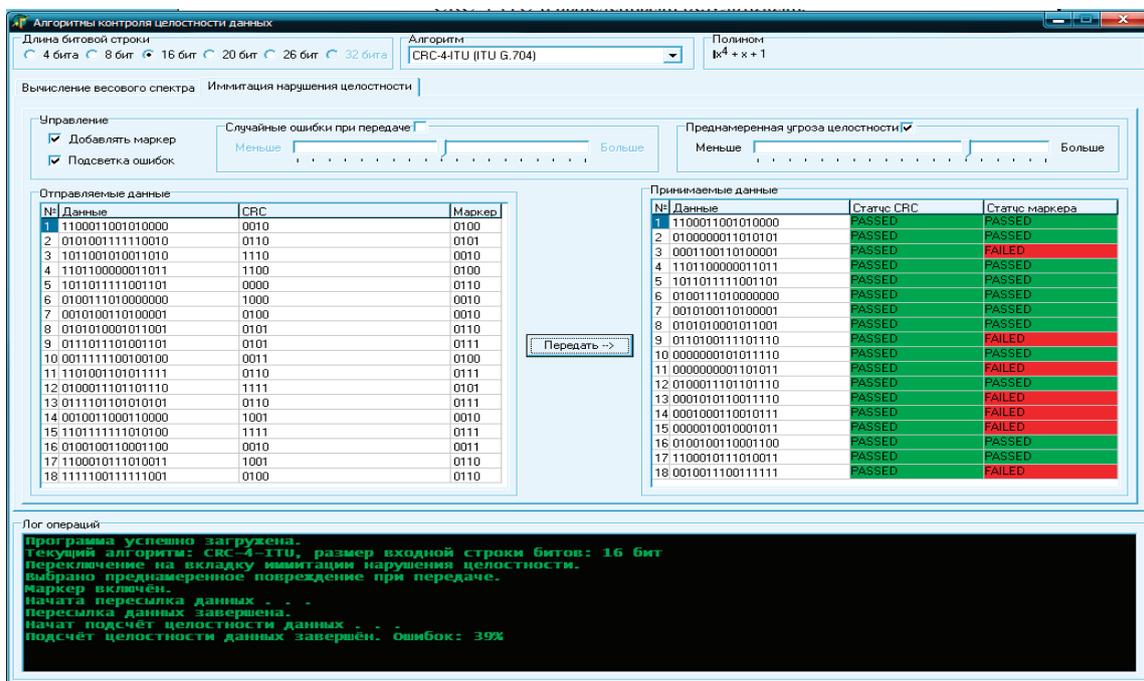


Рис. 7. Вид имитационной модели с использованием метода маркирования сообщения при действии преднамеренной угрозы безопасности

Второй подход оценки ИБ СПД основывается на анализе рисков нарушения безопасности, предусматривает оценку рисков, связанных с осуществлением угроз безопасности (количественные оценки).

Признавая важность и необходимость использования первых трех из указанных методов, в настоящее время основное внимание уделяется методу имитационного моделирования, в соответствии с которым и могут быть полу-

чены характеристики определенных механизмов защиты в условиях тех или иных угроз безопасности.

Для исследования методов оценки риска нарушения целостности была разработана имитационная модель для исследования оценки безопасности при случайных и преднамеренных нарушениях целостности. Для разработки данной программы выбрана среда разработки Borland Delphi.

Имитационная модель позволяет реализовать методы оценки рисков и получить результаты не обнаружения ошибок при случайных и преднамеренных угрозах нарушения целостности передаваемых данных. Общий вид программы определения разрешенных комбинации для циклических кодов представлен на рисунке 1 и вид имитационной модели для исследования методов оценки безопасности средств контроля целостности на рисунке 2.

В программе используются алгоритмы проверки нарушения целостности информации при использовании циклических кодов. Также используется алгоритм построения разрешенных комбинаций циклических кодов и определения и их весового спектра. Используется метод маркирования передаваемого сообщения для повышения защищенности от нарушения целостности при преднамеренных угрозах.

Порядок выполнения этапов в имитационной модели нарушения контроля целостности:

- 1) Выбор длинны строки в битах;
- 2) Выбор алгоритма проверки нарушения целостности;
- 3) Формируются выбранное количество строк с проверочным кодом контроля целостности;
- 4) Выбор варианта нарушения целостности:
  - 4.1) Случайные ошибки при передаче;
  - 4.2) Преднамеренная угроза целостности;
- 5) Нажать кнопку «Передать»;
- 6) Вывод результатов на форму.

Алгоритм для анализа методов контроля целостности представляет собой:

- генератор случайных строк данных;
- алгоритм вычисления циклических избыточных кодов;
- метод маркирования передаваемого сообщения;
- имитацию нарушения целостности информации при случайных и преднамеренных угрозах безопасности;
- приемную часть, определяющую возможность не обнаружения ошибки.

Литература:

1. Новиков А. А., Устинов Г. Н. Уязвимость и информационная безопасность телекоммуникационных технологий. Москва Радио и Связь 2003. — 290 с.
2. Г. Н. Устинов «Основы информационной безопасности систем и сетей передачи данных». — М: Синтег, 2000 год, 248 стр.;
3. В. О. Шварцман. «Актуальные вопросы теории и практики обеспечения информационной безопасности сетей общего пользования». — Электросвязь, 2007 год, 348 стр.;
4. Кулаков М. В., Гаранин А. В., Информационная безопасность телекоммуникационных систем (технические аспекты) Учеб. пособие для вузов М.: Радио и Связь 2004

Метод маркирования сообщения позволяет выявить действия злоумышленника. Если злоумышленник знает, что передаваемое сообщение проверяется на целостность одним из алгоритмов контроля целостности, при вычислении контроля целостности для этого сообщения будут использоваться 4 лишних бита (маркер), что в свою очередь будет выявлено программой при анализе сообщения, так как в программе используются расчётные данные контроля целостности без учёта последних 4 битов. Вид сформированного сообщения представлен на рисунке 3.

К сообщению добавляется маркер, состоящий из 4-х бит вычисленный суммой каждого 2-го бита блока динных, т.е. если сообщение состоит из 8-и бит то  $M = 2\text{-й бит} + 4\text{-й бит} + 6\text{-й бит} + 8\text{-й бит}$ , где  $M$ -маркер.

В случаях действия преднамеренных воздействий рассмотренные методы кодирования должны использоваться совместно с методами криптографического преобразования информации создающими условия, при которых лучшей стратегией действия нарушителя, например для внесения не обнаруживаемых ошибок в передаваемое сообщение, обеспечивающей ему наибольший выигрыш, будет стратегия воздействия случайными помехами.

Анализ результатов имитационной модели для исследования методов оценки безопасности при случайных и преднамеренных нарушениях целостности.

### Заключение

При имитационном моделировании угроз нарушения целостности информации было выявлено следующее:

– При случайных угрозах безопасности есть возможность в 10–15% передаваемых пакетов получить необнаруженную ошибку, что может привести к нарушению целостности. Для понижения вероятности необходимо использовать образующие полиномы с более высоким кодовым расстоянием — это достигается путем выбора полиномов с более высокой степенью.

– При преднамеренных угрозах злоумышленник может получить пакет, изменить данные и если он знает алгоритм используемый для контроля целостности — может пересчитать циклический избыточный код, в следствии чего при приеме ошибка не выявится.

– При использовании метода маркирования сообщения значительно увеличивается вероятность обнаружения ошибок.

5. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий: методология создания систем защиты / В.В. Домарев. — М.: СПб; Киев: DSDifSoft, 2001—688с.
6. Б. Б. Фомин, С. Г. Харченко. «Современные подходы к методологии оценки риска», М: РАГС, 2006 год, 161 стр.;
7. Фунтиков Д.А. Обеспечение ИБ в сетях с коммутацией пакетов. Москва «Радио и связь» 1999. — 155с.

## Оценка тормозных свойств малотоннажного автопоезда

Железнов Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор;  
 Поротиков Александр Леонидович, магистрант;  
 Железнов Роман Евгеньевич, кандидат технических наук, старший преподаватель  
 Волгоградский государственный технический университет

*В статье приведены результаты исследования тормозных свойств одиночного автомобиля и автопоезда на его базе. Установлено влияние весовых и конструктивных параметров прицепа на показатели эффективности торможения и устойчивости движения малотоннажного автопоезда в условиях неравномерности действия тормозных механизмов и сформулированы задачи дальнейших исследований.*

**Ключевые слова:** автомобиль, малотоннажный автопоезд, тягач, прицеп

На современных легковых и малотоннажных грузовых автомобилях устанавливают высокоэффективные тормозные системы, которые позволяют реализовать сцепной вес даже полностью груженого автомобиля на дорогах с высоким коэффициентом сцепления. В случае же их эксплуатации в составе автопоезда, совместно с одноосным прицепом, изменяются условия движения автомобиля. Появляется дополнительное воздействие со стороны прицепа, меняются закономерности изменения силовых и кинематических параметров процесса торможения, возникает необходимость согласования тормозных характеристик тягача и прицепа. Положение усугубляется тем, что тормозная система такого тягача проектируется, исходя из условий торможения одиночного автомобиля, а эксплуатируются автомобили и автопоезда по одним и тем же дорогам. К тому же большинство одноосных прицепов не имеет собственной рабочей тормозной системы. Поэтому влияние прицепа на тормозные свойства автопоезда должно укладываться в определенные пределы, задаваемые параметрами транспортного потока и регламентированные в нормативных документах.

С целью оценки тормозных свойств одиночного автомобиля и малотоннажного автопоезда на его базе были проведены расчетные исследования с использованием математических моделей, описанных в работах [1, 2]. Учитывая, что наибольшее распространение, по крайней мере, в нашей стране, получили малотоннажные автопоезда, сформированные на базе легковых автомобилей и одноосных, не оснащенных тормозами (пассивных), прицепов, основное внимание было уделено рассмотрению именно этой категории транспортных средств (ТС). Ниже в качестве примера показана расчетная схема (рис. 1) и приведены уравнения математической модели малотоннажного автопоезда, описывающие плоскопараллельное движение центров масс звеньев, колебания их поддресоренных и неподдресоренных масс и самоповорот управляемых колес тягача.

$$\begin{aligned}
 m_a \ddot{x}_a &= -R_{x1} - R_{x2} + P_{ax}; \\
 m_a \ddot{y}_a &= -R_{y1} - R_{y2} + R_{x1} \theta + P_{ay}; \\
 J_{az} \ddot{\gamma}_a - J_{xz} \dot{\phi}_a &= M_{n1} + M_{n2} + aR_{y1} - bR_{y2} + P_{ay} (b + l_c); \\
 m_n \ddot{x}_n &= -R_{x3} f - R_{nx}; \\
 m_n \ddot{y}_n &= -R_{y3} - R_{ny}; \\
 J_{nz} \ddot{\gamma}_n - J_{xz} \dot{\phi}_n &= -R_{y3} d + R_{ny} (l_n - d); \\
 m_{a1} \ddot{z}_a &= -Z_0 - k_a \dot{z}_a + k_{az} \dot{\alpha}_a - c_a z_a + c_{az} \alpha_a + \sum_j c_j \dot{\xi}_j + \sum_j k_j \dot{\xi}_j; \\
 m_{n1} \ddot{z}_n &= R_{z0} - k_n \dot{z}_n - k_{nz} \dot{\alpha}_n - c_n z_n - c_{nz} \alpha_n + k_3 \dot{\xi}_3 + c_3 \xi_3; \\
 J_{ay}^n \ddot{\alpha}_a &= (R_{x1} + R_{x2}) h_{ga} - P_{ax} (h_{ga} - h_{ka}) - Z_0 (b + l_c) - k_{ax} \dot{\alpha}_a + \\
 &+ k_{az} \dot{z}_a - c_a \alpha_a + c_{az} z_a - k_1 a \dot{\xi}_1 + k_2 b \dot{\xi}_2 - c_1 a \xi_1 + c_2 b \xi_2; \\
 J_{ax}^n \dot{\phi}_a - J_{xz}^n \ddot{\gamma}_a &= (R_{y1} + R_{y2}) h_{ga} - R_{x1} \theta h_{ga} - P_{ay} (h_{ga} - h_{ka}) - \\
 &- k_{a\phi} \dot{\phi}_a + c_{a\phi} \phi_a + k_1 d_{k1} (\dot{\xi}_{1n} - \dot{\xi}_{1n}) + k_2 d_{k2} (\dot{\xi}_{2n} - \dot{\xi}_{2n}) + \\
 &+ c_1 d_{k1} (\xi_{1n} - \xi_{1n}) + c_2 d_{k2} (\xi_{2n} - \xi_{2n}); \\
 J_{ny}^n \ddot{\alpha}_n &= R_{f3} h_{gn} + R_{ny} (h_{gn} - h_{kn}) - R_{z0} (l_n - d) - k_{na} \dot{\alpha}_n - \\
 &- k_{nz} \dot{z}_n - c_{na} \alpha_n - c_{nz} z_n + k_3 d \dot{\xi}_3; \\
 J_{nx}^n \dot{\phi}_n - J_{xz}^n \ddot{\gamma}_n &= R_{y3} h_{gn} + R_{ny} (h_{gn} - h_{kn}) - k_{n\phi} \dot{\phi}_n - c_{n\phi} \phi_n + \\
 &+ k_3 d_{k3} (\dot{\xi}_{3n} - \dot{\xi}_{3n}) + c_3 d_{k3} (\xi_{3n} - \xi_{3n});
 \end{aligned}$$

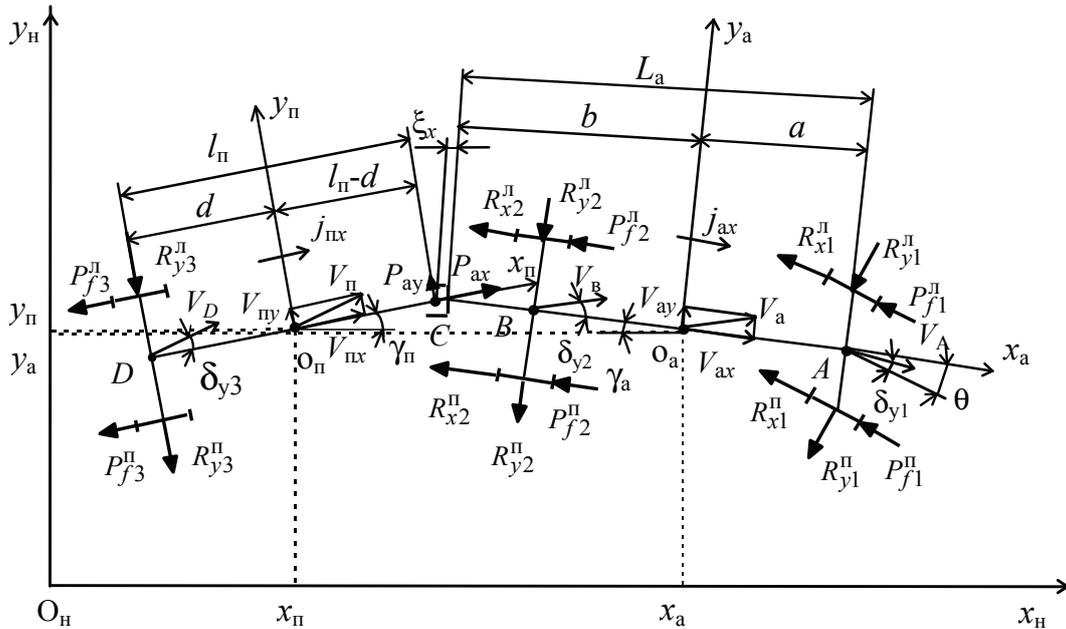


Рис. 1. Расчетная схема плоскопараллельного движения автопоезда

$$\begin{aligned}
 J_{ny}^n \ddot{\alpha}_n &= R_{f3} h_{gn} + R_{ny} (h_{gn} - h_{kn}) - R_{z0} (l_n - d) - k_{na} \dot{\alpha}_n - \\
 &- k_{nz} \dot{z}_n - c_{na} \alpha_n - c_{nz} z + k_3 d \xi_3; \\
 J_{nx}^n \ddot{\phi}_n - J_{xz}^n \ddot{\gamma}_n &= R_{y3} h_{gn} + R_{ny} (h_{gn} - h_{kn}) - k_{n\phi} \dot{\phi}_n - c_{n\phi} \phi_n + \\
 &+ k_3 d_n (\xi_{3n} - \xi_{3n}) + c_3 d_n (\xi_{3n} - \xi_{3n}); \\
 m_{1j} \ddot{\xi}_{1j} &= k_1 (\dot{z}_{1j} - \xi_{1j}) - k_{w1} \xi_{1j} + c_1 (z_{1j} - \xi_{1j}) - c_{w1} \xi_{1j}; \\
 m_{2j} \ddot{\xi}_{2j} &= k_2 (\dot{z}_{2j} - \xi_{2j}) - k_{w2} \xi_{2j} + c_2 (z_{2j} - \xi_{2j}) - c_{w2} \xi_{2j}; \\
 m_{3j} \ddot{\xi}_{3j} &= k_3 (\dot{z}_{3j} - \xi_{3j}) - k_{w3} \xi_{3j} + c_3 (z_{3j} - \xi_{3j}) - c_{w3} \xi_{3j}; \\
 \ddot{\theta} &= \frac{1}{i_k} [M_x - \sum R_{y1} r_{\kappa} \gamma_w - \sum k_{\delta 1} \delta_{y1} - h_{\bullet} \dot{\theta} - c_p \theta - M_T \operatorname{sgn} \dot{\theta}],
 \end{aligned}$$

где  $R_{xj}, R_{yj}, R_{zj}$  — суммарные касательные, боковые и нормальные реакции, действующие на колеса соответствующих осей автопоезда;  $P_{ax}, P_{ay}$  — продольная и поперечная составляющие усилия наката;  $\ddot{x}_{a,n}, \ddot{y}_{a,n}$  — ускорения центров масс звеньев автопоезда;  $M_{ni}$  — поворачивающие моменты, действующие на тягач;  $a, b, B_{1-3}, h_{ga,n}, h_{ka}, l_c, l_n, d, c_a, c_{az}, c_{aa}, c_{a\phi}, k_a, k_{az}, k_{aa}, k_{a\phi}, c_{n2}, c_{na}, c_{nj}, k_n, k_{nz}, k_{na}, k_{nj}$  — размерные и конструктивные параметры звеньев автопоезда;  $x_1$  — суммарные вертикальные перемещения неподрессоренных масс автопоезда;  $q$  — угол самоповорота управляемых колес тягача;  $i_k$  — суммарный момент инерции колес и рулевой трапеции относительно шкворней;  $M_x = (R_{x1}^n - R_{x1}^1) l_{об}$  — поворачивающий момент, действующий на управляемые колеса;  $l_{об}$  — плечо обкатки;  $k_{d1}$  — коэффициент угловой жесткости шин;  $c_p, h_p$  — приведенные характеристики жесткости и демпфирования в рулевом управлении;  $M_T$  — момент сухого трения.

Эффективность тормозной системы оценивают [3, 4] по величине тормозного пути  $S_T$ , отнесенного к начальной скорости  $V_0$  транспортного средства и/или среднему значению замедления  $j_x$  в ходе испытаний. Для ТС категории  $M_1$  при испытаниях типа «0» с отсоединенным двигателем нормативы эффективности составляют:  $j_x \geq 5,8 \text{ м/с}^2$ ;  $S_T \leq 0,1V_0 + 0,0067V_0^2$ . Предписанная эффективность должна достигаться без бокового заноса ТС в полосе движения шириной  $B_d = 3,5 \text{ м}$  и превышения курсового угла  $g = 15^\circ$ , а задние колеса не должны блокироваться раньше передних колес при коэффициенте торможения  $z = j_x/g$  от 0,15 до 0,8.

Эффективность торможения автопоезда с неоснащенным тормозами прицепом должна соответствовать минимальной эффективности торможения автомобиля-тягача при испытаниях типа «0», а среднее замедление автопоезда определяется расчетным путем

$$j_{ан} = j_a \frac{M_a}{M_a + M_n}.$$

Если в качестве тягача используется легковой автомобиль категории  $M_1$ , то величина  $j_{ан}$  должна составлять не менее  $5,4 \text{ м/с}^2$  как с нагрузкой, так и без нагрузки. Причем проведение дорожных испытаний не требуется.

Учитывая указанные рекомендации, при проведении расчетных исследований в качестве оценочных показателей были приняты показатели эффективности торможения  $S_{\tau}$ ,  $j_x$  и показатели  $h_{yi}$  устойчивости, представляющие собой отношение необходимой для торможения ширины проезжей части к минимально допустимой по условиям безопасности движения,

$$\begin{cases} \eta_{yai} = 1 - \frac{2|y_a + a_r(-b_r)\sin\gamma_a|}{|B_d - B_{ar}|}, \\ \eta_{yn} = 1 - \frac{2|y_n - d_r\sin\gamma_n|}{|B_d - B_{nr}|}, \\ \eta_{yan} = \text{Min}(\eta_{yai}, \eta_{yn}), \end{cases} \quad (2)$$

где  $B_{ar}$ ,  $B_{nr}$  — габаритная ширина звеньев;  $a_r$ ,  $b_r$ ,  $d_r$  — расстояния от центров масс до крайних точек кузова тягача и прицепа.

Показатель устойчивости может принимать как положительные, так и отрицательные значения, причем положительные значения  $h_y$  обуславливают область устойчивого, а отрицательные — неустойчивого движения.

Нарушение устойчивости ТС при торможении может быть вызвано появлением поворачивающих моментов  $M_{ni}$  вследствие неодинаковой эффективности действия тормозных механизмов на колесах одноименных осей, которая характеризуется коэффициентами начальной неравномерности « $k_{ni}$ ». Назовем колесо с большей эффективностью торможения «отстающим», а с меньшей — «забегающим». Тогда

$$k_{ni} = 1 - R_{x3} / R_{xот},$$

где  $R_{x3}$ ,  $R_{xот}$  — касательные реакции на «забегающем» и «отстающем» колесах.

В качестве объектов исследования были приняты легковой автомобиль малого класса с параметрами:  $M_a = 1420$  кг,  $L_a = 2,4$  м,  $a = 1,34$  м,  $b = 1,06$  м,  $h_{ga} = 0,65$  м,  $p_{ам} = 8,1$  МПа,  $t_d = 0,3$  с и малотоннажный автопоезд в составе этого автомобиля и одноосного прицепа. Расчеты проводились для случая торможения ТС на горизонтальном участке дороги с покрытием хорошего качества ( $j = 0,8$ ) с начальной скорости  $V_0 = 80$  км/ч. В ходе исследований изменялись: загрузка ( $m_{тр}$ ) и высота центра масс прицепа ( $h_{gn}$ ), коэффициенты  $k_{ni}$  неравномерности и коэффициенты сопротивления боковому уводу  $k_{yi}$ .

С целью поэтапного изучения влияния различных факторов на тормозные свойства в данной работе не учитывалось влияние самоповорота управляемых колес автомобиля и АБС на устойчивость движения ТС. Эти вопросы будут рассмотрены позже.

Расчеты показали, что при заданных исходных значениях параметров торможение одиночного автомобиля и автопоезда с пассивным прицепом при  $m_n = 300$  кг, что соответствует допустимой массе прицепа, заявленной заводом изготовителем данной категории автомобилей, происходит достаточно эффективно и соответствует требованиям нормативных документов. Значения показателей эффективности составили: для одиночного автомобиля —  $S_{\tau} = 37,2$  м,  $j_a = 7,6$  м/с<sup>2</sup>, а для автопоезда —  $S_{\tau} = 46,3$  м,  $j_{ан} = 5,9$  м/с<sup>2</sup>. При этом торможение одиночного автомобиля происходит без блокирования колес, а у автопоезда блокируются передние колеса, что вызвано снижением сцепного веса передней оси тягача, вследствие перераспределения вертикальных нагрузок между звеньями автопоезда. Интересно, что устойчивость малотоннажного автопоезда оказалась выше устойчивости одиночного автомобиля (рис. 2), несмотря на появление в сцепном устройстве толкающего усилия, средняя величина которого составила  $\bar{P}_k = 1,66$  кН, а максимальная —  $P_{км} = 1,85$  кН. Причем устойчивость, как одиночного автомобиля, так и автопоезда определялась габаритными отклонениями передней части автомобиля, а величина курсовых отклонений центров масс составила: для одиночного автомобиля —  $y_a = 0,43$  м,  $g_a = 0,036$  рад и для звеньев автопоезда —  $y_{\tau} = 0,30$  м,  $g_a = 0,013$  рад,  $y_n = 0,25$  м,  $g_a = 0,011$  рад. С ростом неравномерности действия тормозных механизмов величина показателей устойчивости (рис. 3) снижается и при значениях коэффициентов неравномерности  $k_{n1,2} > 13\%$  для одиночного автомобиля и  $k_{n1,2} > 15\%$  для автопоезда становится отрицательной, что свидетельствует о нарушении устойчивости движения ТС.

С увеличением загрузки прицепа длина тормозного пути автопоезда растет (рис. 4), а замедление снижается и при  $m_{тр} = 330$  кг ( $m_n = 430$  кг) становится ниже нормативного  $j_n$  значения. В то же время величина показателей устойчивости (рис. 5) с ростом  $m_{тр}$  также растет, что говорит о повышении курсовой устойчивости автопоезда.

Анализ закономерностей изменения касательных  $R_{x1,2}$  и нормальных  $R_{z1,2}$  реакций, а также поворачивающих моментов  $M_{n1,2}$ , действующих на осях тягача, показал, что с ростом  $m_{тр}$  увеличивается перераспределение вертикальных нагрузок между осями автопоезда — нормальные реакции на колесах задней оси тягача растут, а на колесах передней оси наоборот снижаются. В результате блокируется «отстающее» колесо передней оси, что приводит к уменьшению, действующей на него касательной реакции, а также поворачивающего момента  $M_{n1}$ , вплоть до изменения направления

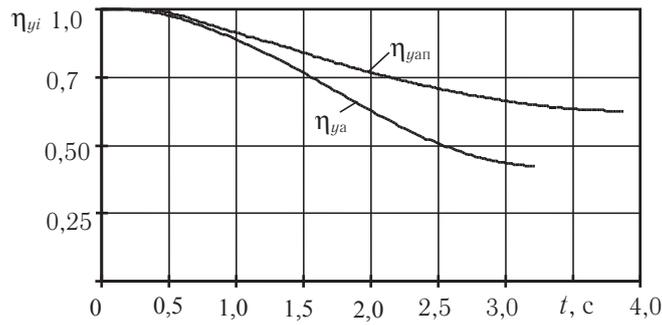


Рис. 2. Изменение показателей устойчивости автомобиля  $h_{ya}$  и автопоезда  $h_{yan}$  при торможении:  $k_{n1} = k_{n2} = 10\%$ ;  $m_n = 300$  кг

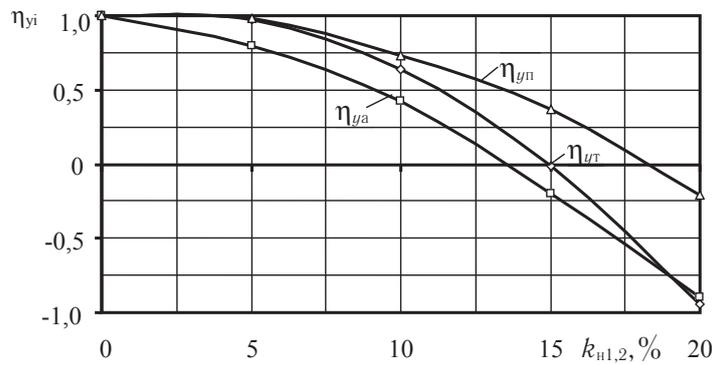


Рис. 3. Влияние коэффициентов неравномерности на устойчивость автомобиля  $h_{ya}$  и звеньев автопоезда  $h_{yт, н}$  при торможении:  $m_n = 300$  кг

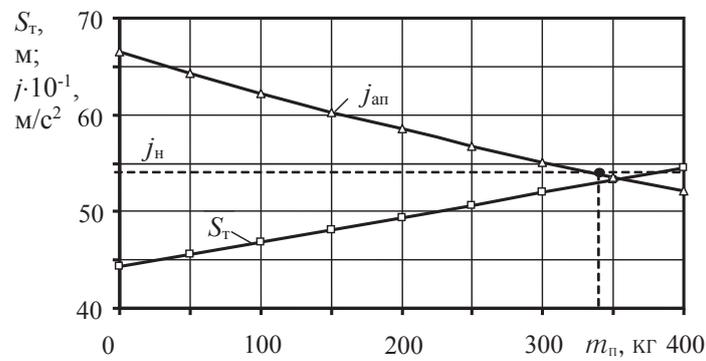


Рис. 4. Влияние загрузки прицепа на показатели эффективности торможения автопоезда:  $k_{n1} = k_{n2} = 10\%$

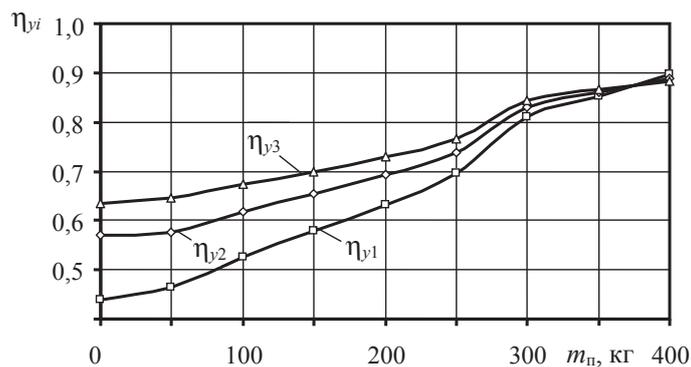


Рис. 5. Влияние загрузки прицепа на показатели устойчивости автопоезда при торможении:  $k_{n1} = k_{n2} = 10\%$

его действия. Это, в свою очередь, снижает величину суммарного поворачивающего момента  $M_n$  и оказывает положительное влияние на устойчивость движения тягача и автопоезда в целом, несмотря на существенное увеличение толкающего усилия  $P_k$  в сцепном устройстве. По той же причине повышается курсовая устойчивость автопоезда с увеличением высоты центра масс прицепа (рис. 6), но при этом величина усилия  $P_k$  немного снижается. С увеличением коэффициентов неравномерности  $k_{ni}$  этот процесс нивелируется.

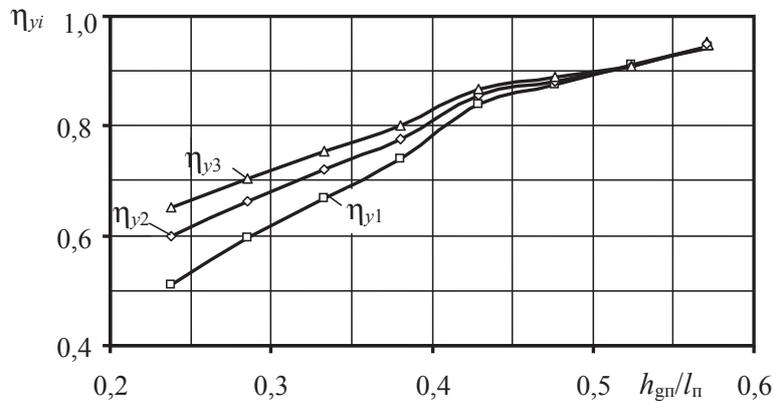


Рис. 6. Влияние высоты центра масс прицепа на показатели устойчивости автопоезда при торможении:  
 $m_n = 300 \text{ кг}; l_n = 2,1 \text{ м}$

Коэффициенты сопротивления уводу  $k_{yi}$  влияют на «шинную поворачиваемость» ТС. Расчеты показали (рис. 7), что снижение коэффициентов  $k_y$  на колесах передней оси автомобиля  $k_{ya1}$  и тягача  $k_{yt1}$  приводит к усилению недостаточной поворачиваемости и повышению их устойчивости при торможении. Причем для автомобиля это влияние более значительно. Снижение  $k_y$  на колесах задней оси ТС наоборот усиливает их избыточную поворачиваемость, что приводит к значительному увеличению курсовых отклонений звеньев и снижению устойчивости автопоезда, а для автомобиля — к выходу за пределы «коридора безопасности» и нарушению устойчивости движения. Изменение  $k_y$  на колесах оси прицепа практически не сказывается на устойчивости автопоезда (см. рис. 7, кривая  $h_{yn}$ ).

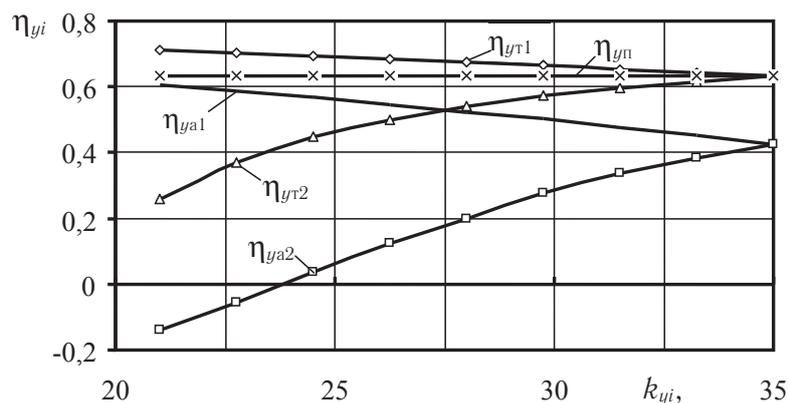


Рис. 7. Влияние коэффициентов сопротивления уводу  $k_{yi}$  на курсовую устойчивость ТС при торможении:  
 $m_n = 300 \text{ кг}; k_{y0} = 35 \text{ кН/рад}$

Проведенные исследования показали, что выполнение нормативных требований по эффективности и устойчивости торможения малотоннажных автопоездов предполагает решение, по крайней мере, двух основных задач:

- определение научно обоснованной полной массы прицепа на стадии его проектирования и контроль ее в процессе эксплуатации;
- формирование недостаточной поворачиваемости тягача в процессе торможения автопоезда.

Для решения этих задач целесообразно расширить область исследований, включив в нее не только параметры прицепа, но и конструктивно-эксплуатационные параметры тягача и его систем (рулевого управления и тормозной системы).

Литература:

1. Железнов, Е.И. Повышение тормозных свойств малотоннажных автопоездов: монография/Е. И. Железнов; ВолгГТУ. — Волгоград, 2000. — 144 с.
2. Железнов, Р. Е. О влиянии геометрических параметров автомобиля на курсовую устойчивость при торможении/Р. Е. Железнов, Д. В. Аксенов, Е. И. Железнов//Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. — 2016. — № 5. — С. 16–23.
3. ГОСТ Р 41.13–2007. Единообразные предписания, касающиеся транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения, 2009.
4. ГОСТ Р 41.13-N-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения, 1999.

## Патентный анализ современных сеялок

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора;  
Торегали Даурен, магистрант  
Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина (г. Астана)

В сельском хозяйстве важное значение отводится эффективному использованию сельскохозяйственных машин, особенно сеялок. Сеялки — машины для посева семян в почву, приводились в действие конной тягой, а сейчас с помощью трактора. До изобретения сеялки основным методом посева было разбрасывание семян руками. Из-за низкой продуктивности сеятеля, неравномерной глубины заделки, и требования к опыту сеятеля этот метод с появлением механических сеялок ушёл в историю [1]. В последние годы идет совершенствование научных исследований по разработке сеялок. Проанализируем наиболее перспективные разработки.

Интересной по своей технической сущности является сеялка зернутоковая мобильная, содержащая раму, задние несъемные и передние быстросъемные колеса, переднюю несущую рамку, установленную на середине рамы сеялки. Рамка соединена спереди с помощью вертикального опорного шарнира с траверсой для установки передних быстросъемных колес и рабочим дышлом с телескопической укосиной. Несущая рамка соединена сзади с рамой сеялки с помощью вертикального несущего шарнира и в рабочем положении фиксируется перпендикулярно раме сеялки с помощью складных или гибких растяжек с талрепами. Растяжки соединены одним концом спереди с несущей рамкой, другим — по краям с рамой сеялки. В транспортном положении несущая рамка с дышлом, поворачиваясь на вертикальном несущем шарнире, устанавливается и закрепляется вдоль рамы сеялки. На раме также смонтированы нижние и верхний бугели для соединения с тягами задней навесной системы трактора. Нижний брус рамы усилен. Агрегатирование сеялки с трактором осуществляется независимо от наличия на сеялке рабочего дышла с несущей рамкой. Изобретение обеспечивает эксплуатацию сеялки в прицепном, полунавесном и навесном вариантах при пропорциональном распределении тяго-

вого усилия по ширине сеялки с одновременным снижением металлоемкости [2].

Известна ручная сеялка для семян растений [3]. Сеялка содержит стержень, трубку для подачи семян в точку посева и дозатор семян, включающий корпус и крышку. Трубка выполнена гибкой и своим нижним концом прикреплена к стержню, соизмеримому с ростом человека, на расстоянии 5–8 см от нижнего конца стержня. Дозатор снабжен треугольной лопаткой и элементами его крепления на предплечье руки. На корпусе дозатора выполнена цилиндрическая выемка с кольцевым желобом треугольной формы на ее дне. В дне выполнено выходное отверстие, соединенное с верхним концом гибкой трубки, ось которого пересекает среднюю линию желоба. Крышка дозатора выполнена в виде установленного с возможностью свободного вращения прозрачного диска с отверстием для треугольной лопатки, ось которого совпадает со средней линией желоба. Использование изобретения позволит повысить качество посева семян.

Известна сеялка-культиватор [4]. Изобретение относится к орудиям для обработки почвы и скоростного посева различных сельскохозяйственных культур и многолетних трав. Сеялка — культиватор содержит вращающийся диск (1) сферической формы. Диск (1) обращен вогнутой поверхностью к почве и повернут в направлении движения сеялки на угол  $A$ , равный менее  $90^\circ$ . Диск (1) наклонен по отношению к плоскости почвы на угол  $B$ , равный  $\arctg(1-2k/D)$ , где  $k$  — глубина выгиба сферы диска (1),  $D$  — наружный диаметр диска (1). Такое конструктивное решение направлено на снижение расхода топлива при обработке почвы и посева. Сеялка-культиватор (рис. 1 и 2) включает в себя вращающийся вокруг точки  $O$  диск 1 сферической формы, который расположен относительно плоскости почвы 2 под углом  $B$  (рис. 2) и повернут на угол  $A$  по вектору поворота  $BC$  относительно вектора

направления движения сеялки-культиватора КР (рис. 1). Вектор поворота  $BC$  также определяет положение точки максимального заглубления  $M$  диска 1 в почву 2. Сеялка-культиватор работает следующим образом: при ее перемещении, например, трактором МТЗ-80, диск 1 входит во взаимодействие с почвой 2. Вращаясь вокруг своей оси, диск 1 погружается в нее и освобождает желоб 3 от почвы шириной  $C$ . Из устройства подачи высеваемый продукт направляется в желоб 3, образованный диском 1 во время движения сеялки. Высеваемый продукт первого ряда дисков заделывается в почву 2 дисками второго ряда и прикатывающим катком (на чертежах не показано). Могут быть применены и другие устройства заделки продукта в почву, например, загортачи. На рисунке 2 размер  $C$  желоба 3 показан шире диска, так как кроме реза происходит смещение или скалывание почвы 2 в желобе 3. При минимальном расходе топлива сеялка-культиватор способна выполнить все операции весенне-осеннего цикла работ по посеву и обработке почвы: проводить прямой широкополосный посев сельскохозяйственных культур в необработанную почву; обработку паровых полей; глубокую осеннюю плоскорезную обработку

почвы, совмещенную с мульчированием поверхности пожнивными остатками или с сохранением стерни.

Известна сеялка [5], содержащая вращающиеся на полых валах диски сферической формы, сориентированные под углом  $2^{\circ}30'$  по отношению к плоскости почвы и обращенные к ней своей вогнутой частью, при этом по отношению к направлению движения сеялки диски также установлены под нулевым градусом. Недостатком сеялки является то, что установленные под нулевым углом диски оказывают лобовое сопротивление, что приводит к повышенному расходу топлива.

Известна сеялка, включающая устройства по транспортировке, подаче и высеву семян, пневматическую систему, несущие элементы с закрепленными на них маркерными устройствами, отличающаяся тем, что маркерные устройства выполнены в виде двух автономных каналов, соединенных с выходами переключателя, вход которого соединен посредством магистрали с пневматической системой сеялки [6].

Известна сеялка-культиватор стерневая, содержащая раму, бункер, гидроцилиндр, рабочие органы и батарею прикатывающих катков, смонтированную на рамке кре-

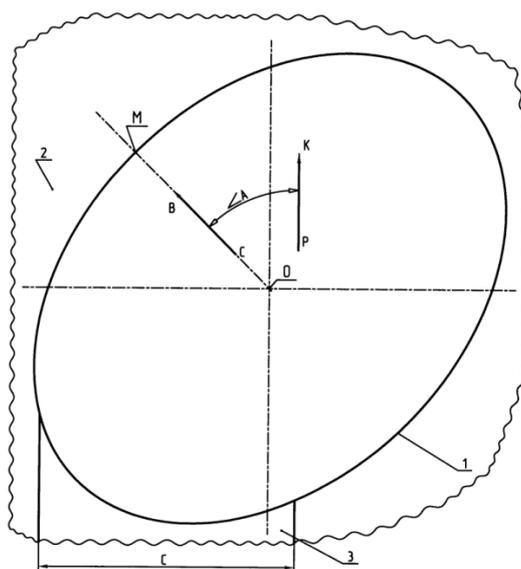


Рис. 1. Вращающийся вокруг точки  $O$  диск сферической формы сеялки-культиватора

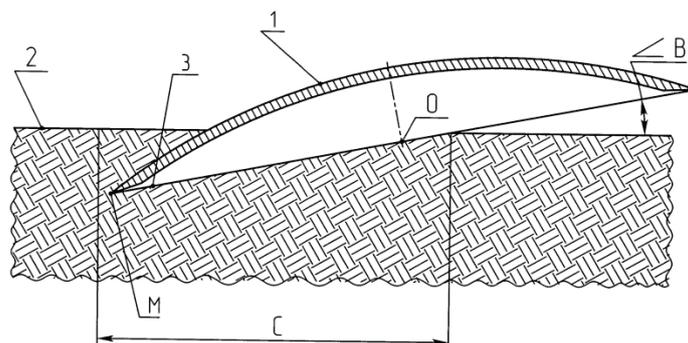


Рис. 2. Диск сферической формы сеялки-культиватора, расположенный относительно плоскости почвы под углом  $B$

пления батареи катков, идентифицируемой как ходовая рамка, при этом ходовая рамка включает связанный с рамой вал ходовой рамки и пару разнесенных по длине упомянутого вала кронштейнов, предназначенных для установки батарей катков, при этом упомянутые кронштейны жестко связаны с валом ходовой рамки, а вал ходовой рамки связан с рамой с возможностью его вращения, обеспечивающего поворот ходовой рамки между двумя положениями, одно из которых является транспортным положением сеялки, а другое — рабочим положением сеялки [7].

Известна сеялка ручная, содержащая боковины, с внешней стороны которых на валу установлены ходовые колеса с грунтозацепами, а внутри между боковинами размещены бункера, сошники и высевающие барабаны с семязаборными ячейками, установленные на одном валу с ходовыми колесами, отличающаяся тем, что бункера установлены сбоку высевающих барабанов с примыканием к их цилиндрической поверхности, а сошники установлены перед высевающими барабанами, при этом сеялка содержит загортачи, установленные за бункерами, и прикаточные колеса, установленные за загортачами [8].

Известна сеялка, включающая раму, бункер с двумя отсеками для двух видов высеваемых материалов, высевающие аппараты, вентилятор с приводом, ходовую часть с пневматическими колесами, гидравлическую систему, систему контроля параметров работы сеялки, транспортную сигнализацию, отличающаяся тем, что сеялка оснащена копирующими рабочими органами, каждый из которых представляет собой блок, состоящий из высевного сошника и подпружиненного прикатывающего катка, которые закреплены на металлической трубе-семяпроводе, а блоки с помощью параллелограммной подпружиненной подвески установлены на раме, причем каждый блок снабжен индивидуальным устройством для регулирования глубины заделки семян, а каждая подвеска —

устройством для регулирования давления высевного сошника на почву [9].

Известна сеялка [10], включающая закрепленные на раме гребне-образователи, высевающие аппараты в виде полых барабанов с установленными внутри них плунжерными выталкивателями семян, прикатывающие катки и дисковые загортачи. Высевающие аппараты расположены внутри прикатывающих катков. Прикатывающие катки имеют эластичную наружную обечайку, а плунжерные выталкиватели семян связаны с эластичной наружной обечайкой.

Известна сеялка [11], включающая закрепленные на раме гребнеобразователи, высевающие аппараты, прикатывающие катки, при этом гребнеобразователи содержат стойку, стрелчатую лапу, отвал и кронштейн, прикатывающие катки содержат раму, сферические диски, прикатывающие кольца, ось, штангу с пружиной и расположены за гребнеобразователями, причем диаметр  $d$  прикатывающих колец имеет размер, определяемый соотношением

$$d = \frac{2[h + r_{\text{кп}}(1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2))]}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)},$$

где  $h$  — величина смятия почвы прикатывающими кольцами, м;  $r_{\text{кп}}$  — радиус комка почвы, м;  $\varphi_1$  — угол трения между поверхностями прикатывающего кольца и комка почвы, град;  $\varphi_2$  — угол трения между поверхностями комка почвы и почвы, град.

Таким образом тенденции развития сеялок совершенствуются большим образом за счет разработки новых технических и конструктивных решений на основе эффективности технико-экономических показателей и параметров сеялок.

Авторы статьи всегда помнят и чтят ценные советы выдающегося ученого, отличника образования Республики Казахстан, лауреата ВДНХ СССР, автора множества научных открытий и изобретений, доктора ветеринарных наук, профессора, академика Искакова Маратбека Мухабековича.

#### Литература:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/сеялка>.
2. Патент РФ на изобретение № 2521512, кл. А01С 7/06, 27.06.2014.
3. Патент РФ на изобретение № 2415540, кл. А01С 7/02, 10.04.2011.
4. Патент РФ на изобретение № 2574116, кл. А01С 7/20, А01С5/06, 10.02.2016.
5. Патент РФ на изобретение № 2293460, кл. А01С 7/00; 7/20, 10.09.2007 г.
6. Патент РФ на полезную модель № 138172, кл. А01С7/00, 10.03.2014.
7. Патент РФ на полезную модель № 86383, кл. А01С7/00, 10.09.2009.
8. Патент РФ на полезную модель № 50748, кл. А01С7/02, 27.01.2006.
9. Патент РФ на полезную модель № 97894, кл. А01С7/00, 27.09.2010.
10. Патент РФ на изобретение № 2334385, кл. А01С7/02 27.09.2008.
11. Патент РФ на полезную модель № 155840, кл. А01С14/00, 20.10.2015.

## Реализация частотной фильтрации рентгеновских изображений в MATLAB

Куликов Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Строев Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент;  
 Долгова Юлия Николаевна, магистрант;  
 Есаулова Кристина Александровна, магистрант  
 Тамбовский государственный технический университет

Улучшение качества рентгеновских цифровых изображений можно производить как с помощью линейных преобразований [1], так и с помощью фильтрации в частотной области после выполнения преобразования Фурье. Находясь в основе методов линейной фильтрации, преобразование Фурье обеспечивает значительную гибкость при разработке и реализации алгоритмов фильтрации при решении задач улучшения, восстановления и сжатия изображений.

Основные шаги фильтрации в частотной области. Через  $f$  обозначим исходное изображение, а через  $g$  — результат фильтрации. Предполагается, что передаточная функция  $H(u, v)$  имеет те же размеры, что и исходное изображение.

1. Получить параметры расширения с помощью `paddedsize: PQ = paddedsize(size(f));`
2. Построить преобразование Фурье с расширением:  $F = \text{fft2}(f, PQ(1), PQ(2));$
3. Сгенерировать функцию фильтра  $H$  размера  $PQ(1) \times PQ(2)$  одним из описываемых далее методов. Если он был центрирован, до использования его в фильтрации следует выполнить команду  $H = \text{fftshift}(H)$ .
4. Умножить преобразование Фурье на передаточную функцию фильтра:  $G = H * F;$
5. Найти вещественную часть обратного преобразования Фурье от  $G$ :  $g = \text{real}(\text{ifft2}(G));$
6. Вырезать верхний левый прямоугольник исходных размеров:  
 $g = g(1:\text{size}(f,1), 1:\text{size}(f,2));$

Эта процедура фильтрации схематически изображена на рис. 1. Предварительная стадия обработки может состоять из определения размеров изображения, вычисления

параметров расширения и генерации фильтра. Заключительная стадия обработки состоит в выделении вещественной части результата, обрезания изображения до исходного размера и его конвертации в класс `uint8` или `uint16` для сохранения на диске.

Передаточная функция фильтра  $H(u, v)$  на рис. 1 умножается на вещественную и мнимую части  $F(u, v)$ . Если функция  $H(u, v)$  была вещественной, то фазовая часть произведения не меняется, что видно из фазового уравнения, так как при умножении вещественной и мнимой части комплексного числа на одно и то же вещественное число фазовый угол не меняется. Такие фильтры принято называть фильтрами с нулевым сдвигом фазы.

Последовательность описанных выше шагов фильтрации используется в этой главе и в части следующей, поэтому удобно иметь  $M$ -функцию, аргументами которой являются изображение и передаточная функция фильтра, которая выполняет все необходимые процедуры фильтрации и возвращает отфильтрованное и обрезанное изображение. Следующая функция как раз совершает все эти действия.

```
function g = dftfilt(f, H)
G = DFTFILT(F, H)
F = fft2(f, size(H, 1), size(H, 2))
g = real(ifft2(H.*F));
Crop to original size.
g = g(1:size(f, 1), 1:size(f, 2));
g = mat2gray(g);
```

В следующих  $M$ -функциях важную роль играет процедура вычисления расстояния между любыми точками частотного прямоугольника. Поскольку в MATLAB при выполнении FFT предполагается, что начало отсчета нахо-

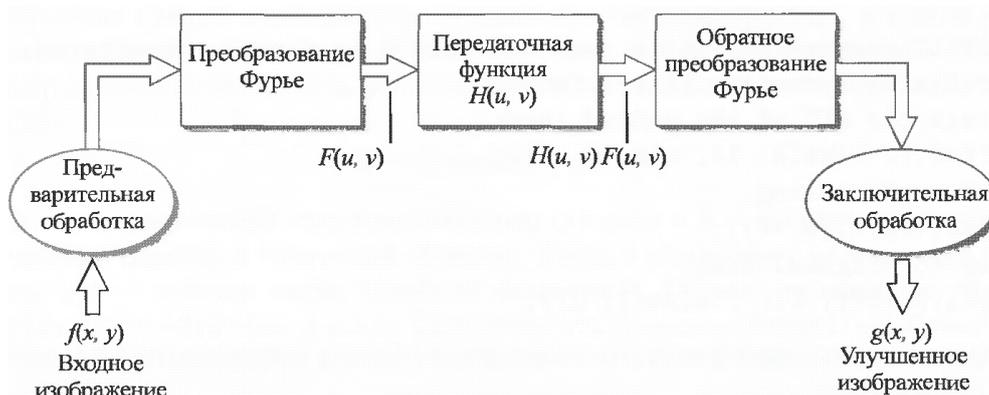


Рис. 1. Основные шаги фильтрации в частотной области

дится в верхнем левом углу частотного прямоугольника, вычисления расстояния ведутся от этой точки. Для лучшей визуализации центр данных можно смещать функцией `fftshift`.

Следующая функция `dftuv` создает сеточный массив, который используется при вычислении расстояний и при других подобных действиях.

```
function [U, V]=dftuv(M, N)
[U, V] = DFTUV(M, N) u = 0:(M-1);
v = 0:(N-1);
idx = find(u > M/2);
u(idx) = u(idx)-M;
idy = find(v > N/2);
v(idy) = v(idy)-N;
Compute the meshgrid arrays.
[V, U] = meshgrid(v, u);
```

Следующая программа генерирует передаточные функции низкочастотных фильтров, которые выделяют основное содержание изображения — фон и крупноразмерные объекты.

```
function [H, D] = lpfilter(type, M, N, D0, n)
H = LPFILTER (TYPE, M, N, D0, n) [U, V] =
dftuv(M, N);
Compute the distances D(U, V).
D = sqrt(U.^2 + V.^2);
H = double(D <= D0); case 'btw'
if nargin == 4 n = 1;
end
H = 1./(1 + (D./D0).^(2*n));
case 'gaussian'
H = exp(-(D.^2)./(2*(D0^2)));
otherwise
error('Unknown filter type.')
```

Имея передаточную функцию  $H_{lp}(u, v)$  низкочастотного фильтра, можно подучить передаточную функцию соответствующего высокочастотного фильтра с помощью формулы

$$H_{hp}(u, v) = 1 - H_{lp}(u, v).$$

Значит, функцию `lpfilter`, разработанную для низкочастотного фильтра, можно использовать для построения генератора высокочастотных фильтров:

```
function H = hpfilter(type, M, N, D0, n)
H = HPF ILTER (TYPE, M, N, D0, n)
if nargin == 4
n = 1; Default value of n.
end
Generate highpass filter.
Hlp = lpfilter(type, M, N, D0, n);
H = 1-Hlp.
```

Наилучший результат при обработке затемненных рентгеновских изображений даёт комбинация высокочастотной фильтрации с последующей гистограммной эквализацией. Команды MATLAB, реализующие эти действия при помощи разработанных выше фильтров:

```
PQ = paddedsize(size(f));
D0 = 0.05*PQ(1);
HBW = hpfilter('btw', PQ(1), PQ(2), D0, 2);
H = 0.5 + 2*HBW;
gbw = dftfilt(f, HBW);
gbw = gscale(gbw);
ghf = dftfilt(f, H);
gbf = gscale(ghf);
ghe = histeq(gbf, 256);
```

Результат фильтрации с усилением высоких частот приведён на рис. 2.

Основная сфера применения фильтрации с усилением высоких частот в задачах обработки биомедицинских изображений является повышение резкости рентгенографических изображений. Рентгеновские лучи не могут быть сфокусированы с помощью линз, как световые лучи, поэтому большинство рентгеновских снимков выглядят расплывчато. Зачастую яркость рентгенографических изображений сдвинута в темную область, поэтому также необходимо использовать методы обработки изображения для увеличения яркости контрастности изображения. Фильтрация с усилением высоких частот делает снимок более контрастным и повышает четкость.

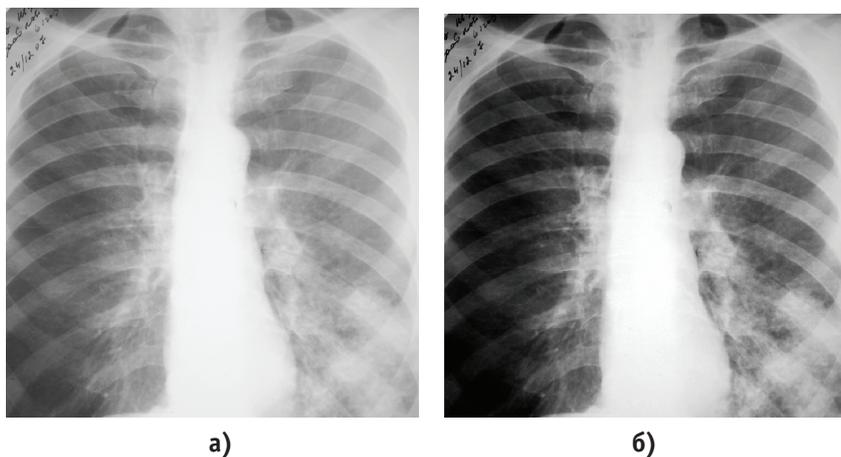


Рис. 2. Рентгеновское изображение: а) — исходное, б) после фильтрации с усилением высоких частот

Литература:

1. Куликов А. Ю., Строев В. М., Есаулова К. А., Долгова Ю. Н. Обработка рентгеновских изображений с применением оценки качества и выбора оптимальных параметров коррекции // Молодой ученый. — 2017. — № 12. — С. 63–66.
2. Методы компьютерной обработки биомедицинских изображений в среде MATLAB: учеб. пособие / А. А. Федотов, С. А. Акулов, А. С. Акулова. — Самара: Изд-во СГАУ, 2015. — 88 с.

## Проблемы системы водоснабжения и водоотведения в г. Санкт-Петербурге

Мухорин Алексей Андреевич, магистрант;  
 Сидоров Алексей Дмитриевич, магистрант  
 Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В данной статье анализируется текущее состояние системы водоснабжения и водоотведения в г. Санкт-Петербурге. Выявляются проблемы в системе водоснабжения на примере ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», комплексно учитывая технические, экономические, экологические и социальные аспекты.*

**Ключевые слова:** водоснабжение и водоотведение, регулирование тарифов, водопотребление и энергетическая эффективность, экология и охрана водных ресурсов

Вода — это один из важнейших природных ресурсов, который является источником жизни для всех живых организмов.

Раньше природные ресурсы считались общенародными и бесплатными. Рыночные отношения стали развиваться в России в связи с тем, что многие из природных ресурсов признали дефицитными. В результате этого, на воду установили цены. Частные компании получили право управления, эксплуатации и даже владения общественными системами водоснабжения.

Ежегодно на Земле тратится на водоснабжение около 5,2 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 1) [1].

Организацией, осуществляющей водоснабжение основной части потребителей Санкт-Петербурга, является ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», на долю которого приходится 97,2% реализуемой воды. Водоснабжение остальных потребителей осуществляется 16 организациями, деятельность которых подлежит тарифному регу-

лированию и состоит в основном в передаче потребителям воды, поставляемой ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [2].

Согласно Федеральному закону № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» основными задачами в системе водоснабжения и водоотведения (ВиВ) являются:

- обеспечение абонентов питьевой водой и её водоотведение;
- привлечение инвестирования в сферу ВиВ;
- установление и регулирование экономически обоснованных тарифов системы водоснабжения;
- создание условий для возможного осуществления предпринимательской деятельности в сфере ВиВ;
- доступность всего населения к ВиВ;
- открытость деятельности организаций, осуществляющих работу в сфере водоснабжения и водоотведения, а также органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ и органов мест-

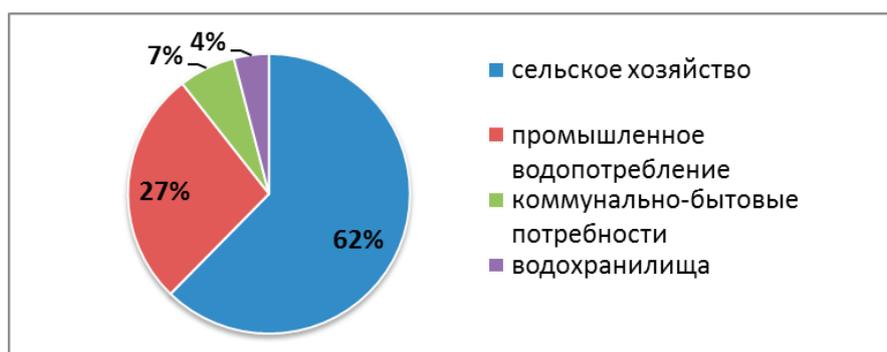


Рис. 1. Соотношение потребления водных ресурсов

ного самоуправления, осуществляющих регулирование в сфере водоснабжения и водоотведения.

За последние года резко ухудшилось техническое и финансовое состояние многих объектов коммунального хозяйства в Российской Федерации. Уменьшение финансирования из бюджетов разного уровня, отсутствие конкуренции и монополизация производства и сферы услуг в отраслях ЖКХ существенно тормозит экономическое развитие многих государственных предприятий, обеспечивающих население услугами, необходимых для создания нормальных условий граждан России.

Российская Федерация занимает первые места по протяженности водопроводных сетей, но около 60% отечественных труб, обслуживающих бытовые нужды населения, официально признаны аварийными.

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» несет высокую техническую и финансовую нагрузку, выполняя сложные задачи по предоставлению коммунальных услуг.

Инвестиции в коммунальную инфраструктуру ограничиваются в основном бюджетными источниками и осуществлялись в рамках целевых программ либо инвестиционных программ организаций коммунального комплекса за счет тарифной выручки. Необходимо отметить, что тарифы на питьевую воду с каждым годом неуклонно растут (рис. 2) [3].

Оценивая перспективу на ближайшие несколько лет с учетом сегодняшней ситуации можно с достаточной уверенностью говорить о необходимости изменения концепции функционирования отрасли коммунальной инфраструктуры. Следует перейти от ожидания бюджетных денег к формированию устойчивых структур (моделей) государственно-частного партнерства [4, с. 463–468].

Сфера ВиВ считается одной из самых энергоёмких и технологически сложных отраслей жилищно-коммунального хозяйства, поэтому государство уделяет особое внимание вопросам повышения энергетической и экологической

эффективности водопроводно-канализационного комплекса. Одними из базовых документов в этом направлении стали Указ Президента от 04.06.2008 года № 889 «О повышении экологической и энергетической эффективности Российской экономики до 2020 года» и Федеральный Закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Вопросы энергоэффективности являются очень актуальными в данной сфере деятельности. Связано это с тем, что в тарифе предприятий водоснабжения и водоотведения доля электроэнергии составляет более 35%, а приобретать её необходимо по рыночным (свободным) ценам в объеме 100% [5]. Данная ситуация возникла после установления с 1 января 2011 года свободных тарифов на электрическую энергию, поставляемую потребителям электрической энергии энергосбытовыми организациями, не являющимися гарантирующими поставщиками (Федеральный закон от 26.07.2010 N187-ФЗ). Таким образом, ещё до принятия закона об энергоэффективности многие водоканалы крупных городов активно занимались снижением потребления электроэнергии, внедряя энергосберегающие технологии, и к моменту вступления в силу указанного документа уже достигли определённого предела. Поэтому дальнейшая реализация некоторыми предприятиями ВКХ закона не может быть выполнена, так как отсутствуют возможности для дальнейшего сокращения энергопотребления.

Согласно водному кодексу Российской Федерации, вода является важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, используемым и сохраняемым в России как основа жизни и деятельности народов, обеспечивающая экономическое, социальное, экологическое благополучие населения, существование



Рис. 2. Тарифы на питьевую воду

животного и растительного мира. Водные ресурсы находятся в собственности государства.

В настоящее время в функционировании и организации системы водоснабжения существует ряд проблем. Согласно данным Росстата в России около 8% трубопроводов находится в предаварийном состоянии. Из этого следует, что в трубопроводах водоснабжения наблюдаются потери напора и снижение пропускной способности. В следствие этого санитарно-гигиенические показатели воды также ухудшаются.

В больших городах с плотной застройкой все чаще возникает проблема восстановления водопроводов систем водоснабжения. Решение данной проблемы в виде открытой перекладки труб способствует огромным капитальным затратам, а также длительным срокам строительства, нарушением движения транспортных средств и т.п.

Около 38% водопроводов в России не имеет необходимого комплекса очистных сооружений для обеззараживания воды, а также нарушаются режимы зон санитарной охраны. Около 21% воды теряется в сетях жилищного фонда из-за коррозии и износа труб.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что в настоящее время 60–65% существующей сети водоснабжения города находится в плохом состоянии, требует восстановления, ремонта и замены. Но в настоящее время из-за нехватки средств для установки дополнительного, необходимого оборудования, обработки воды и приобретения реагентов для существующих сооружений по обеззараживанию воды эти работы не проводятся, в связи, с чем можно

сделать вывод, что Санкт-Петербург стоит перед очень серьезными экологическими и социальными проблемами.

Для решения данных задач необходимы инвестиции для ремонта существующих систем, поддержания водопроводов в соответствующем СНиП состоянии, развития экологически чистых технологий.

Государственное регулирование тарифов для субъектов естественных монополий как в целом по РФ, так и в г. Санкт-Петербурге в частности в условиях реформирования должно быть направлено на:

- обеспечение прозрачности деятельности компаний путем перехода на международные стандарты бухгалтерского учета по каждому виду деятельности. Проведение независимого аудита с целью определения реальных инвестиционных потребностей;

- сохранение в отрасли небольшого числа интегрированных компаний с высокой инвестиционной привлекательностью и способностью обновлять производственные фонды, что позволит поддержать технологические связи, во многом сохранить потенциал;

- базирование тарифного регулирования на объективном анализе издержек и инвестиционных потребностей и его координации с тарифным регулированием других естественных монополий, в частности с рентабельностью других отраслей промышленности.

Таким образом, на сегодняшний день существует немало проблем, связанных с функционированием системы водоснабжения. Действующая в стране система водоснабжения находится в чрезвычайно плохом состоянии.

#### Литература:

1. Дёмина Л. А. Вода, вода, кругом вода (или коммунальное водоснабжение регионов России) // Энергия: экономика, техника, Экология. — 2010. — № 7. — С. 36–41.
2. Цифры и факты // ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». URL: [http://www.vodokanal.spb.ru/o\\_kompanii/cifry\\_i\\_fakty/](http://www.vodokanal.spb.ru/o_kompanii/cifry_i_fakty/) (дата обращения: 13.04.2017).
3. Тарифы на питьевую воду, водоотведение и очистку сточных вод // Комитет по тарифам Санкт-Петербурга. URL: <http://www.tarifspb.ru/tariffs/category/4/> (дата обращения: 13.04.2017).
4. Мацкуляк И. Д. Экономика государственных и муниципальных предприятий. — М.: Издательство РАГС, 2010. — 694 с.
5. Феофанов Ю. А., Адельшин А. Б., Нуруллин Ж. С. Пути экономии энергоресурсов в системах водоснабжения // Известия Казанского Государственного архитектурно-строительного университета. — 2012. — № 2. — С. 153–159.

## Customer response prediction and profit optimization

Nietullaeva Saxibjamal Kenesbaevna, assistant teacher

Nukus Branch of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi, Nukus city, Uzbekistan

### Introduction

#### 1. Problem Background

PVA is a not-for-profit organization that provides programs and services for US veterans with spinal cord injuries

or disease. With an in-house database of over 13 million donors, PVA is also one of the largest direct mail fund raisers in the country.

The mailing included a gift (or «premium») of personalized name & address labels plus an assortment of 10 note

cards and envelopes. All of the donors who received this mailing were acquired by PVA through similar premium-oriented appeals such as this.

One group that is of particular interest to PVA is «Lapsed» donors. These are individuals who made their last donation to PVA 13 to 24 months ago. They represent an important group to PVA, since the longer someone goes without donating, the less likely they will be to give again. Therefore, recapture of these former donors is a critical aspect of PVA's fund raising efforts.

However, PVA has found that there is often an inverse correlation between likelihood to respond and the dollar amount of the gift, so a straight response model (a classification or discrimination task) will most likely net only very low dollar donors. High dollar donors will fall into the lower deciles, which would most likely be suppressed from future mailings. The lost revenue of these suppressed donors would then offset any gains due to the increased response rate of the low dollar donors.

Therefore, to improve the cost-effectiveness of future direct marketing efforts, PVA wishes to develop a model that will help them maximize the net revenue (a regression or estimation task) generated from future renewal mailings to Lapsed donors.

**Evaluation rules**

The goal of this research is outcome prediction per customer in the database. A marketer will mail to a customer

so long as the expected return from an order exceeds the cost invested in generating the order, i.e., the cost of promotion. With package cost (including the mail cost) of \$0.68 per piece mailed the measure is: Sum (the actual donation amount — \$0.68) over all records for which the expected revenue (or predicted value of the donation) is over \$0.68.

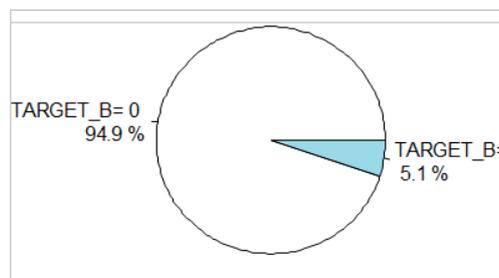
**Data exploration**

**1. Attribute selection**

The dataset contains 479 attributes. The fields TARGET\_B and TARGET\_D are target attributes and not included in the validation data set.

Basing on the expert decision and correlation matrix were select set of 64 attributes:

- ID & targets: CONTROLN, TARGET\_D;
- demographics: ODATEDW, OSOURCE, STATE, ZIP, PVASTATE, DOB, RECINHSE, MDMAUD, DOMAIN, CLUSTER, AGE, HOMEOWNER, CHILD03, CHILD07, CHILD12, CHILD18, NUMCHLD, INCOME, GENDER, WEALTH1, HIT;
- donor interests: COLLECT1, VETERANS, BIBLE, CATLG, HOMEE, PETS, CDPLAY, STEREO, PCOWNERS, PHOTO, CRAFTS, FISHER, GARDENIN, BOATS, WALKER, KIDSTUFF, CARDS, PLATES;
- promotion history: CARDPROM, MAXADATE, NUMPROM, CARDPM12, NUMPRM12;
- summary variables of giving history: RAMNTALL, NGIFTALL, CARDGIFT, MINRAMNT, MAXRAMNT,



Img. 1. Part of responsible donors in whole dataset



Img. 2. HIT attribute before and after clearing

LASTGIFT, LASTDATE, FISTDATE, TIMELAG, AVGGIFT;

- RFA status: PEPSTRFL, RFA\_2F, RFA\_2A, MDMAUD\_R, MDMAUD\_F, MDMAUD\_A;
- others: CLUSTER2, GEOCODE2.

**2. Data sampling**

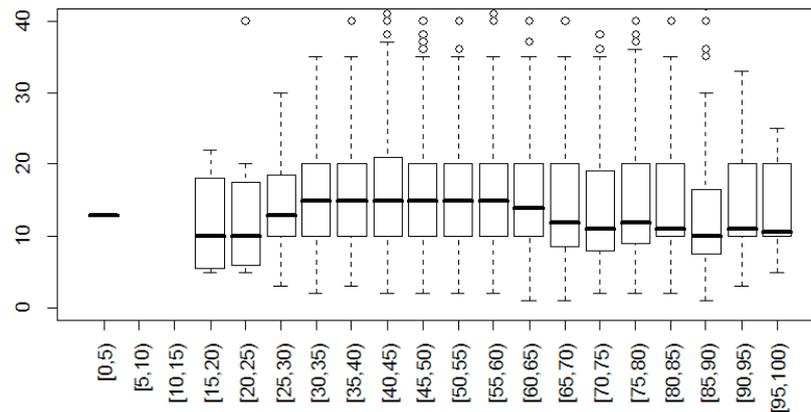
Records in learning dataset are separated in 2 classes (attribute TARGET\_B). The main part of records belongs to class 0 (img. 1), and only 5.1% (9686 records) to class 1 — responsible donors.

**3. Data clearing**

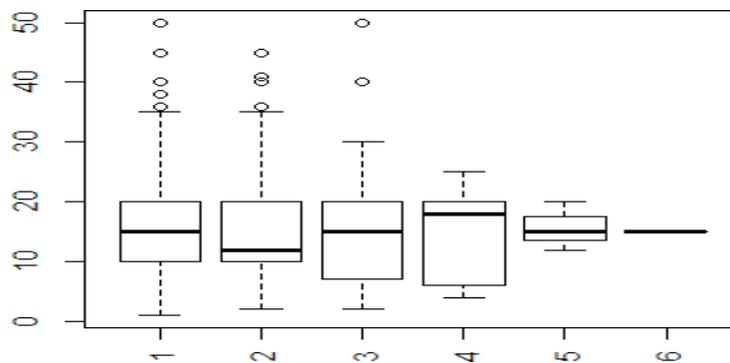
On the next stage were studied distributions of all selected attributes. For example, attribute HIT contains outliers above 100 (img. 2), which should be corrected to median value.

Illustrations of some other attributes are shown below (img. 3–5) and recommendation for outliers cleaning and exclusion of reduced data are collected in the table 1.

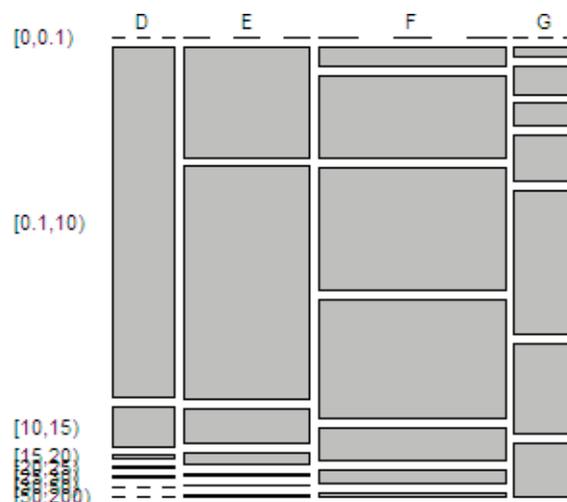
Next attributes were excluded as not representative or low correlation with the target: PVASTATE, DOB, RE-



Img. 3. AGE attribute with correlation on TARGET\_D



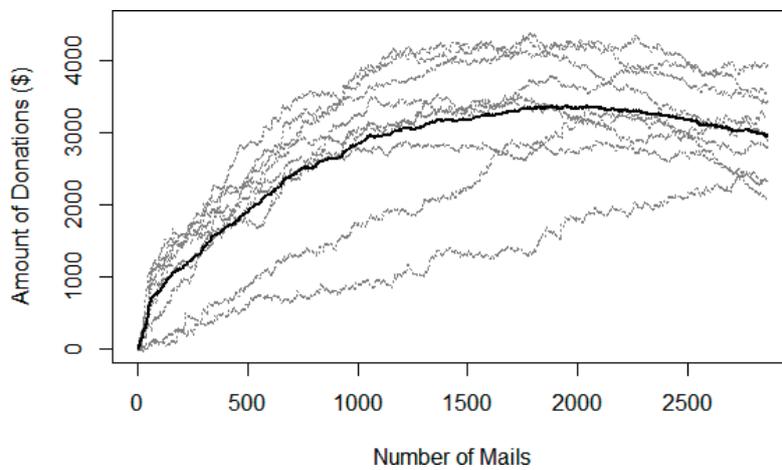
Img. 4. NUMCHLD attribute with correlation on TARGET\_D



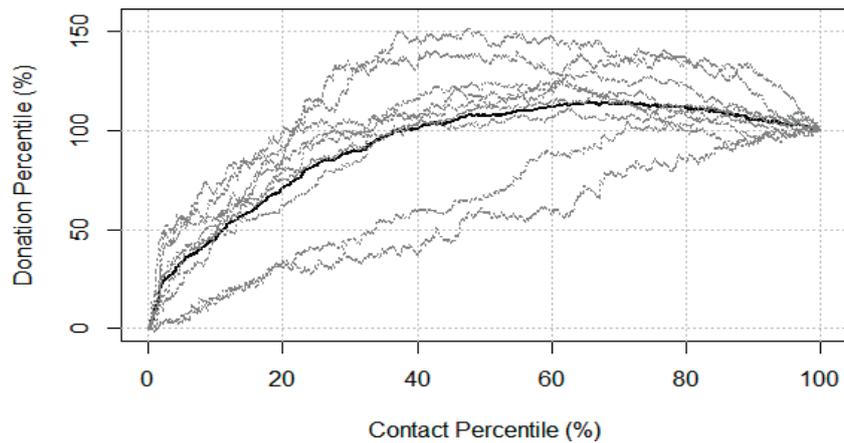
Img. 5. RFA\_2A attribute with correlation on TARGET\_D

Table 1. Outliers clearing and empty values filling

attribute	rule	replacing value
HIT	HIT > 200	mean=3.512
AGE	AGE < 15 OR AGE = ''	median=63
HOMEOWNR	HOMEOWNR = ''	'U'
NUMCHLD	NUMCHLD = ''	NULL
INCOME	INCOME = ''	median=4
GENDER	GENDER $\notin$ ('F','M','J')	'U'
WEALTH1	WEALTH1 = ''	median=6
MINRAMNT	MINRAMNT > 50	median=5
MAXRAMNT	MAXRAMNT > 500	median=16
LASTGIFT	LASTGIFT > 300	median=15
AVGGIFT	AVGGIFT > 250	median=10.88



Img. 6. Predicted income for different models. Bold line shows average value



Img. 7. Predicted income in percentile form

CINHSE, MDMAUD, CHILD03, CHILD07, MAXA-  
DATE, HPHONE\_D, MDMAUD\_R, MDMAUD\_F, MD-  
MAUD\_A.

3. Model construction

For building of model was selected method «Conditional inference trees» [1]. This method requires to define 4 parameters: MinSplit, MinBusket, MaxSurrogate and MaxDepth. Parameters can be defined by recursive building of trees with

different settings and selecting of the best combination of the parameters. Relating to our task was found that this parameters do not give perceptible difference, so were selected those parameters which let to prevent over-fitting:

- MinSplit — 1000;
- MinBusket — 400;
- MaxSurrogate — 4;
- MaxDepth — 10.

Basing on random sampling of training dataset to the learning (70%) and testing (30%) parts were constructed 9 model. Img. 6 show predicted income in cumulative sum depending on the count of sent mails. Values sorted in descending order and negotiate cost of mail sending (0.68\$).

For better analyze of the models convert diagram from the absolute values to the percentiles (img. 7). As values are sorted in descending order good model should quickly rise on the first part of contacts (big donations). Also, as the most of donation do not outreach the cost of mail sending, model achieve upper limit on 40% of contacts and begin decreasing. Basing on this reasoning was selected conforming model with the best predicted income.

#### 4. Model propagation

Now constructed model can be applied to the validation dataset.

#### References:

1. Hothorn, T., Hornik, K., Strobl, C., Zeileis, A., 2010. Party: a laboratory for recursive partitioning.
2. Yanchang Zhao, 2013. R and Data Mining.
3. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-396963-7.00001-5>

Model was constructed on the training dataset and is very sensitive to the values of nominal (categorical) attributes. So, first of all, it should be checked that new data values conform to the sets of values of training data and replace all inappropriate values with 'NA' (NULL) term.

On the second step the model was used to predict donation values. As was said before the most of donations are not exceed the cost of mailing (0.68\$), so the summary income calculated on validating dataset after diminution of the mailing cost is 10560\$. But if we limit mailing only to the high responsible donors (with predicted TARGET\_D > 0.68), income can compose 12133\$.

Effect of this work let increase in net donation on 13%. Comparing to the results of the KDD-CUP-98 competition (img. 8) our result is between 8 and 9 places.

## Прогнозирование процесса управления уровнем электромагнитного поля в системах подвижной связи с помощью математического моделирования

Пищин Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой;

Иксанова Айгуль Салимовна, магистрант  
Астраханский Государственный Технический Университет

*Статья посвящена использованию регрессионного анализа для возможности проведения прогнозирования уровня электромагнитного поля в системах подвижной радиосвязи с помощью математического моделирования. Это позволит автоматизировать процесс стабилизации параметров качества сети посредством управления уровнем электромагнитного поля в системах мобильной связи.*

**Ключевые слова:** *уровень электромагнитного поля, математическая модель, прогнозирование*

До настоящего времени процесс автоматизации контроля за уровнем электромагнитного поля в системах мобильной связи не признан актуальным лишь по причине отсутствия возможности такого контроля. В свете современных научных разработок [1–4] нацеленных на повышение качества самоконтроля систем сотовой связи через увеличение «линий обратной связи» системы в целом, задачей которых является расширение перечня контролируемых параметров сети для повышения степени её устойчивости и, как результат повышения качества предоставляемых услуг в системах беспроводного доступа. Способы мониторинга рассмотрены в работах [1, 4].

Для удалённого мониторинга предлагается установка сенсорных датчиков в зонах обслуживания каждого из секторов базовых станций (БС), которые должны измерять и передавать данные об уровне электромагнитного поля

(ЭМП), образуемого антенными системами сотовой связи на центральный контроллер БС по каналам передачи данных или линиям сигнализации системы мобильной связи. Контроллер системы сотовой связи, как система, предназначенная для управления процессами соединения абонентов, одновременно оценивает качество соединений и принимает управляющие решения о переключении каналов с целью предоставления услуг с максимальным качеством. Система также контролирует уровни мощности базовых станций.

Регрессионный анализ — способ моделирования изменяемых данных и исследования их параметров. Основная цель регрессионного анализа состоит в определении связи между некоторой характеристикой  $Y$  наблюдаемого явления или объекта и величинами  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые обуславливают, объясняют изменения  $Y$ . Переменная  $Y$  называется зависимой переменной (откликом), влияющие

переменные  $x_1, x_2, \dots, x_n$  называются факторами (регрессорами). Установление формы зависимости, подбор модели (уравнения) регрессии и оценка её параметров являются задачами регрессионного анализа [7, с. 3].

Допустим, что измеряемые значения будут представлены в виде таблицы (табл. 1), измерения сделаны одним датчиком в одном секторе зоны действия базовой станции за период времени  $t_i$  равным каждым 10 секундам.

Таблица 1. Фрагмент значений мониторинга уровня электромагнитного поля для одного датчика

Сетевой номер датчика	Время, $t_i$ , сек	Уровень электромагнитного поля $L$ , дБ
XX-UUU-1-1	10	-62
	20	-65
	30	-69
	40	-67
	50	-71
	60	-76
	70	-80
	80	-77
	90	-82
	100	-85
	110	-89
	120	-92

Проведём регрессионный анализ и прогнозирование измеряемых значений. Для проведения регрессионного анализа и прогнозирования необходимо построить график исходных данных и попытаться приблизительно определить характер зависимости (рис. 1) и выбрать вид функции регрессии, которая может описывать связь исходных данных.

Поскольку исследуется связь между двумя признаками, регрессия будет являться парной. По рисунку 1 видно, что вид функции регрессии вероятнее всего будет линейным.

Уравнение линейной парной регрессии выглядит следующим образом [6, с. 11]:

$$y = a_0x - a_1 \tag{1}$$

где [6, с. 12]:

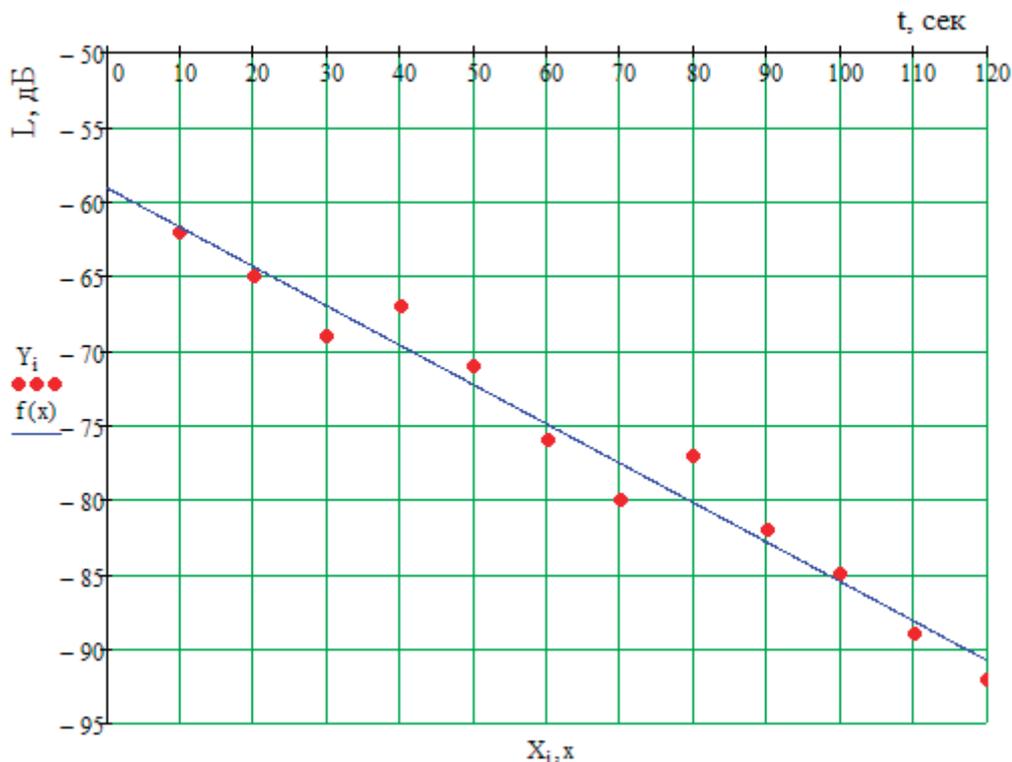


Рис. 1. График измерений, сделанных одним датчиком в одном секторе зоны действия базовой станции за период времени  $t_i$  равным каждым 10 секундам

$$a_1 = \frac{(\sum y_i x_i) - \frac{1}{N} \sum y_i \sum x_i}{(\sum x_i^2) - \frac{1}{N} (\sum x_i)^2}; \quad (2)$$

$$a_0 = \frac{1}{n} (\sum y_i - a_1 \sum x_i) \quad (3)$$

При помощи этого уравнения переменная  $y$  выражается через константу  $a_0$  и угол наклона прямой (или угловой коэффициент)  $a_1$ , умноженный на значение переменной  $x$ . Константу  $a_0$  также называют свободным членом, а угловой коэффициент — коэффициентом регрессии.

Вычислим коэффициенты линейной регрессии по формулам (2) и (3):

$$a_1 = \frac{-63200 + 59410}{65000 - 50700} = -0,265;$$

$$a_0 = \frac{1}{12} \cdot (-914 - (-0,265) \cdot 780) = -58,939.$$

Таким образом, искомая регрессионная зависимость имеет вид:

$$y(x) = -0,265x - 58,939,$$

где  $y(x)$  это спрогнозированные значения уровня (Л, дБ) электромагнитного поля за время ( $t$ , сек) измерения  $x$ . Определяем направление связи между переменными: знак коэффициента регрессии отрицательный, следовательно, связь также является отрицательной, что подтверждает графическое предположение (рис. 1).

Найденная функция  $y(x)$  и будет являться математической моделью данного процесса. С её помощью можно будет прогнозировать вероятные аварии, сбои и ошибки.

Для анализа общего качества уравнения регрессии используют коэффициент детерминации  $R^2$ , называемый также квадратом коэффициента множественной корреляции. Коэффициент детерминации (мера определённости) всегда находится в пределах интервала  $[0; 1]$ . Если значение  $R^2$  близко к единице, это означает, что построенная модель объясняет почти всю изменчивость соответствующих переменных. И наоборот, значение  $R^2$  близкое к нулю, означает плохое качество построенной модели [6, с. 13].

Вычислим коэффициент детерминации по формуле (4):

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x_{cp})(y_i - y_{cp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - x_{cp})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - y_{cp})^2}} \quad (4)$$

Литература:

1. Пищин О. Н., Хаирова А. Р. Система обратной связи контроля уровня электромагнитного поля на узлах подвижной радиосвязи. Научные тенденции: Вопросы точных наук. Сборник научных трудов по материалам международной научной конференции 12 декабря 2016 г. Изд-во ЦНК МНИФ «Общественная наука», 2016. С. 10–16.

где [6, с. 13]:

$$x_{cp} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^N x_i \right), \quad (5)$$

$$y_{cp} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^N y_i \right). \quad (6)$$

Тогда:  $R^2 = 0,98$  или 98%

Таким образом, коэффициент детерминации показывает, что построенная линейная модель объясняет почти изменчивость соответствующих переменных и подтверждает их тесную связь, тем самым доказывая, что данная модель имеет место быть.

Оценка значимости уравнения регрессии осуществляется с помощью критерия Фишера (см. формулу 7) [7, с. 4]. При условии справедливости нулевой гипотезы ( $R^2 = 0$ ) критерий имеет распределение Фишера с числом степеней свободы  $k_1 = p$ ,  $k_2 = n - p - 1$  (для парной линейной регрессии  $p = 1$ ). Если нулевая гипотеза отклоняется, как в нашем случае то уравнение регрессии считается статистически значимым. Если нулевая гипотеза не отклоняется, то признаётся статистическая незначимость или ненадёжность уравнения регрессии [7, с. 4].

$$F_{набл} = \frac{R^2(n - p - 1)}{(1 - R^2)p} \quad (7)$$

$$F_{набл} = 242,52$$

Полученное значение сравнивается с критическим значением из специальной таблицы Значения  $F$ -распределения Фишера (для уровня значимости  $P = 0,05$ ). Для степеней свободы  $k_1 = 1$  и  $k_2 = 10$  значение  $F_{кр} = 4,96$ . Т. к.  $F_{набл} = 242,52 > F_{кр} = 4,96$  можно сделать вывод, что уравнение регрессии статистически значимо.

При таком высоком значении коэффициента детерминации и успешной проверке адекватности модели по критерию Фишера, можно делать прогноз о предполагаемом значении уровня электромагнитного поля в определённый промежуток времени измерений.

### Вывод

Проведённые исследования показали возможность автоматизированного управления контролем уровня электромагнитного поля (ЭМП) в системах подвижной радиосвязи, что позволит устанавливать, контролировать и удерживать в максимально стабильном состоянии и другие наиболее критичные параметры (не только ЭМП), влияющие на уровень качества предоставляемых услуг в системах беспроводного доступа.

2. Пищин О. Н., Джамалидинова М. Е. Контроль управления качеством системы управления на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений «Наука, образование, инновации: пути развития». Материалы седьмой всероссийской научно-практ. конф. (24–26 мая 2016 г.) г. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016, С. 36–41.
3. Пищин О. Н., Залеская Л. В., Покусаев М. А. Модель стабилизации качества параметров систем подвижной радиосвязи. Материалы I международной научной конференции: «Наука в современном мире» 22–23 мая 2015 г. Научно-информационный издательский центр и редакция журнала «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук» № 6–4–2015, С. 19–22.
4. О. Н. Пищин. Альтернативные сети сигнализации и контроля функциональности систем подвижной радиосвязи. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. Выпуск 2 — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. — с. 135–140.
5. А. Н. Мелихов, Л. С. Бернштейн, С. Я. Коровин. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. М.: Наука, 1990. — 272 с.
6. Использование регрессионного анализа для исследования процессов управления сложными системами: Метод. указания / СГАУ. Сост. А. Б. Прокофьев, Е. В. Шахматов. — Самара, СГАУ, 2005. — 23 с.
7. Интернет ресурс: Парная линейная регрессионная модель // Лекции. Орг — публикация материала для обучения. URL: <http://lektsii.org/15-50232.html> (дата обращения: 7.04.2017 г.).

## Энергосберегающие способы отопления при панорамном остеклении

Рахимзянова Рината Фаритовна, магистрант;  
Жилина Татьяна Семеновна, кандидат технических наук, доцент  
Тюменский индустриальный университет

*Целью данной статьи является освещение проблемы выбора наиболее дешевого и энергосберегающего способа отопления коттеджа с панорамным остеклением в г. Москва, Московской области. Автором рассчитывается максимальное потребление энергии системой отопления и ее стоимость за месяц в данном регионе. В статье предоставлены обзор систем отопления и расчёты, а также дополнительные рекомендации по уменьшению тепловых потерь.*

**Ключевые слова:** энергосбережение, тепловые потери, расчет тепловых потерь

## Energy saving ways of heating with panoramic glazing

Rakhimzyanova R. F.  
Zhilina T. S.  
Tyumen industrial University

*The purpose of this article is to highlight the problems of choosing the cheapest and most energy efficient way of heating the cottage with panoramic glazing in Moscow, Moscow region. The author calculated the maximum energy consumption of the heating system and the cost for a month in the region. The article provides an overview of heating systems and calculations, and also recommendations to reduce heat loss.*

**Key words:** energy efficiency, heat loss, heat loss calculation.

Панорамное остекление является разновидностью светопрозрачного фасада. Различие между витражным, фасадным и панорамным остеклением незначительны. Обычно, под панорамным остеклением понимают остекление целого фасада здания, а не отдельных проемов.

Благодаря панорамному остеклению мы можем видеть множество стеклянных зданий, таких как офисные и торговые центры, автосалоны, кафе и рестораны.

Такой интерес к панорамному остеклению обусловлен рядом уникальных характеристик, среди которых:

— Обзорность — человек, находящийся внутри стеклянного здания видит панораму окружающего пространства. С другой стороны, человек находящийся снаружи стеклянного здания видит то, что происходит внутри — актуально для автосалонов, ресторанов и торговых центров.

— Дизайн — строительство стеклянных зданий и применения панорамного остекления дают интересный внешний вид строению, относят здание к категории hi-tech.

– Освещенность — здание, где используется панорамное остекление увеличивает поток естественного освещения помещения.

Помимо использования панорамного остекления для бизнеса, оно часто применяется и в индивидуальном строительстве, особенно владельцами пентхаусов, таунхаусов.

Интерес, с которым архитекторы и частные домовладельцы заказывают панорамное остекление обусловлен желанием человека приблизиться к природе, а также расширить свою жилую площадь. При близости деревьев к дому, особенно хвойных, панорамное остекление создаст ощущение «вечно зеленого леса» даже в зимнее время года.

Существует много вариантов отопления при панорамных окнах, самые популярные из них:

- использование теплого пола вдоль остекления;
- использование внутрительных конвекторов;

- использование трубчатых радиаторов;
- использование вертикальных радиаторов;
- использования традиционных панельных радиаторов.

В данной статье авторами проанализированы способы отопления двухэтажного коттеджа с панорамными окнами (см. рис. 1). В административном отношении объект исследования расположен в г. Москва, Московской области. Климатическая характеристика района исследования принята, согласно [4]. Климатические параметры:

- температура воздуха наиболее холодной пятидневки — минус 25°C (обеспеченностью 0,92);
- продолжительность отопительного периода:  $Z_{ht} = 205$  суток;
- средняя температура воздуха отопительного периода со средней суточной температурой воздуха — минус 8°C:  $t_{ht} = \text{минус } 2,2^\circ\text{C}$ ;

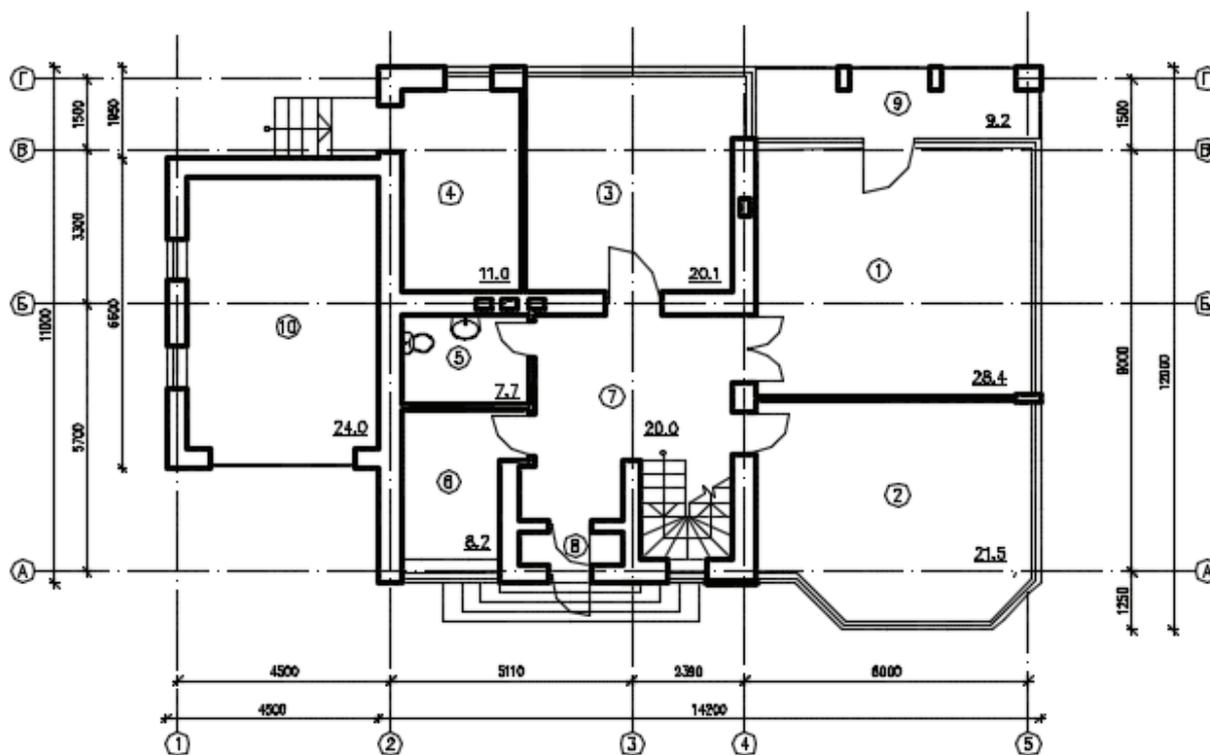


Рис. 1. План коттеджа в г. Москве

Расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях принята:

- в гараже + 5°C;

- в помещениях жилой части по [3, табл. 1];
- Принятые расчетные температуры внутреннего воздуха в помещениях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование этажа	Наименование помещения	Расчетная температура
Жилая часть 1–2 этажи	Жилая комната	+20°C, +22°C
	Кухня	+18°C
	Котельная	+5°C
	Лестничная клетка	+16°C

Двухэтажный коттедж имеет следующее объемно-планировочное решение:

- на первом этаже расположены жилые комнаты, санузел, кухня, котельная, неотапливаемый гараж;
- на втором этаже расположены жилые комнаты.

Вертикальной связью между этажами в коттедже является лестничная клетка.

Высота помещений на этаже:

- первый этаж,  $h = 4,00$  м;
- второй этаж,  $h = 3,00$  м;

Теплоснабжение здания предусмотрено от котельной. Теплоносителем для системы отопления является вода с параметрами  $95-70^{\circ}\text{C}$ .

### Теплый пол

Из всех видов отопления именно система теплых полов оказывает наиболее благоприятное воздействие на здоровье человека, ведь благодаря такой системе обогрева вы сможете правильно отапливать помещение: самая комфортная для человека температура помещения — это около  $25$  градусов возле пола (на уровне ног) и  $21$  градус на уровне головы. Именно такой температурный режим обеспечит вам установленный теплый пол. Качественный кабельный обогрев пола и кровли с помощью нагревательного, греющего кабеля для теплого пола (см. рис. 2) не только обеспечивает оптимальную температуру в помещении, но и позволяет экономить Ваши средства.



Рис. 2. Теплый пол

Расчет максимального потребления энергии электрическим теплым полом

Сделаем небольшой примерный расчет и посчитаем максимальное потребление системы в помещениях площадью  $70$  квадратных метров:

Площадь обогреваемого участка помещения —  $49$  квадратных метров. Учитываем, что систему теплого пола достаточно установить на площади в  $70\%$  от общей, чтобы обеспечить обогрев всего помещения.

Мощность системы —  $240$  Вт на  $1\text{ м}^2$ . Следовательно, общая номинальная мощность равна:

$$P = 240 \cdot 49 = 11,76 \text{ кВт.}$$

Пол у нас включен постоянно, это значит, в сутки он работает от  $6$  до  $8$  часов. Умножаем  $8$  часов на  $1,5$  кВт и получаем максимальное энергопотребление установки в день:

$$P_{\text{сут}} = 11,76 \cdot 8 = 94,08 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

В месяц получится:

$$P_{\text{мес}} = 94,08 \cdot 30 = 2822,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Стоимость  $1$  кВт·ч в Москве равна  $5,03$  рублям.

В итоге получаем:

$$C = 2822,4 \cdot 5,03 = 14196,672 \text{ руб.}$$

Это максимальная цифра. Реальный расход энергии будет намного ниже, если мы будем выключать полы летом, установим терморегулятор, который будет следить за температурой, а также отключаться, когда мы уходим и включаться по нашему возвращению.

Расчет максимального потребления энергии водяным теплым полом

Сделаем небольшой примерный расчет и посчитаем максимальное потребление системы в помещениях площадью  $70$  квадратных метров:

Площадь обогреваемого участка помещения —  $49$  квадратных метров. Учитываем, что систему теплого пола достаточно установить на площади в  $70\%$  от общей, чтобы обеспечить обогрев всего помещения.

Мощность системы —  $65$  Вт на  $1\text{ м}^2$ . Следовательно, общая номинальная мощность равна:

$$P = 65 \cdot 49 \text{ м}^2 = 3,12 \text{ кВт.}$$

Пол у нас включен постоянно, это значит, в сутки он работает от  $6$  до  $8$  часов. Умножаем  $8$  часов на  $1,5$  кВт и получаем максимальное энергопотребление установки в день:

$$P_{\text{сут}} = 3,12 \cdot 8 = 24,96 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

В месяц получится:

$$P_{\text{мес}} = 24,96 \cdot 30 = 748,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Стоимость  $1$  кВт·ч в Москве равна  $5,03$  рублям.

В итоге получаем:

$$C = 748,8 \cdot 5,03 \text{ руб.} = 3766,464 \text{ руб.}$$

Это максимальная цифра. Реальный расход энергии будет намного ниже, если мы будем выключать полы летом, установим терморегулятор, который будет следить за температурой, а также отключаться, когда мы уходим и включаться по нашему возвращению.

### Внутрипольные конвекторы

Это устройство, состоящее из корпуса (корыто, канал), изготовленного из различных материалов. Чаще всего для изготовления корпуса внутрипольного конвектора используют нержавеющую или оцинкованную сталь, обладающую повышенной стойкостью к воздействию коррозии. В корпус вмонтирован теплообменник, для изготовления

которого применяется медная трубка, изогнутая в форме подковы (см. рис. 3). Производительность конвектора зависит от температуры подаваемого теплоносителя и интенсивности воздухопотока, создаваемого вокруг теплообменника. Конвекторы могут использоваться в различных системах отопления, работающих в широком диапазоне температур теплоносителя — от 45 до 90°C.

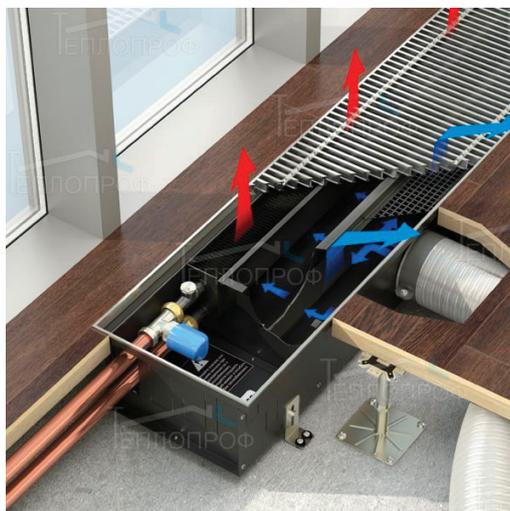


Рис. 3. Внутрипольный конвектор

Расчет максимального потребления энергии конвектором

Сделаем небольшой примерный расчет и посчитаем максимальное потребление системы в помещениях с панорамными окнами:

Суммарная мощность конвекторов для наших помещений:

$$P_{\text{сум}} = 14190 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$$

Отсюда, потребляемая мощность равна:

$$P_{\text{потр.}} = 0,6 \cdot 14190 = 8514 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$$

Пол у нас включен постоянно, это значит, в сутки он работает от 6 до 8 ча-сов. Умножаем 8 часов на кВт и получаем максимальное энергопотребление установки в день:

$$P_{\text{сут}} = 8 \cdot 8,514 = 68,11 \text{ кВт}$$

В месяц потребляемая мощность будет составлять:

$$P_{\text{мес}} = 30 \cdot 68,11 = 2043,36 \text{ кВт}$$

Стоимость 1 кВт·ч в Москве равна 5,03 рублям.

В итоге получаем:

$$C = 2043,36 \cdot 5,03 = 10278,1 \text{ ру}$$

### Теплый плинтус

Теплый плинтус — это нагревательный прибор высотой 14 см от пола и шириной 3 см, который устанавливается на стены по периметру помещения вместо плинтуса. Конструктивно плинтусная система состоит из теплообменных греющих модулей, которые представляют собой две медные трубы с насаженными на них ламелями и закрытые внешним разборным алюминиевым коробом. По способу нагрева модуля, плинтусная система разделяется на водяную и электрическую.



Рис. 4. Теплый плинтус

Принцип работы системы плинтусного отопления основан на эффекте, при котором теплый воздух как бы «прилипает» к стенам помещения, медленным потоком поднимается вдоль них, отдавая поверхностям свое тепло (см. рис. 4). Вдоль наружных стен и окон создается «тепловой экран», препятствующий оттоку тепла. Стены излучают тепловую энергию, которая передается на все предметы: пол, мебель, потолок, а воздух в комнате прогревается уже вторично, от предметов. В результате, благодаря равномерному распределению тепла по высоте и периметру помещения и отсутствию активной конвекции создается комфортный микроклимат для человека.

#### Расчет максимального потребления энергии теплым плинтусом

Сделаем небольшой примерный расчет и посчитаем максимальное потребление системы в помещениях с панорамными окнами:

Потребляемая мощность плинтуса длиной 25,54 м равна:

$$P_{\text{потр.}} = 0,6 \cdot 200 \cdot 25,54 = 0,6 \cdot 5108 = 3064,8 \text{ Вт}$$

Умножаем 8 часов на кВт и получаем максимальное энергопотребление установки в день:

$$P_{\text{сут}} = 8 \cdot 3064,8 = 24,52 \text{ кВт}$$

В месяц потребляемая мощность будет составлять:

$$P_{\text{мес}} = 30 \cdot 24,52 = 735,55 \text{ кВт}$$

Стоимость 1 кВт·ч в Москве равна 5,03 рублям.

В итоге получаем:

$$C = 5,03 \cdot 735,55 = 3699,83 \text{ руб}$$

Способы отопления с использованием жидких теплоносителей (теплый водяной пол, теплый водяной плинтус) всегда дешевле электрического отопления при российских ценах. И даже при значительных первоначальных расходах, эти вложения быстро окупаются.

Таблица 2

Способ отопления	Стоимость отопления, руб./мес.
Конвективное отопление	10278,1
Отопление водяным теплым полом	3766,46
Отопление электрическим теплым полом	14196,67
Отопление теплым водяным плинтусом	3699,83

Электрические виды отопления выбирают из-за удобства монтажа и эксплуатации, особенно, когда требуется дополнительное отопление или тепловая завеса.

Выбирая способ отопления, нужно учитывать местные расценки на энергоносители и существующие лимиты на домохозяйство. При московских расценках самым дешевым способом получилось радиаторное отопление.

Сохранение тепла зависит и от конструктивных особенностей панорамного окна, и от вида отопительных приборов, и от качества монтажа. Для уменьшения расходов надо предусматривать дополнительные приемы уменьшения теплопотерь: использование жестких рам

специальными защитными покрытиями, например, стекла с отражающим инфракрасное (тепловое) излучение покрытием. Такое остекление не выпустит лишнего тепла наружу зимой и не впустит его летом. Но «почти» написано недаром: покрытие, к сожалению, не очень-то долговечно, и через 5–7 лет стеклопакеты придется менять.

Тут надо решать: то ли постоянно и много переплачивать за отопление, то ли по мере потребности оплачивать замену стеклопакетов. Уже при существующих тарифах последний вариант предпочтительнее, а технология теплых стекол все же совершенствуется.

#### Литература:

- 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99\*. — М.: Минрегион России, 2012.
- СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003 — М.: Минрегион России, 2012
- СП 44.13330.2012. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04–87. — М.: Минрегион России, 2012.
- СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003. М.: Минрегион России, 2012.
- СП 23–101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Госстрой России, 2004.
- Справочник проектировщика. Ч. 1. Отопление. /Под ред. И. Г. Староверова и др. — М.: Стройиздат, 1990.
- «Правила предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов»: постановление Правительства РФ от 6 мая 2011 года № 354//Собрание законодательства. — 2011.

## Управление и диагностика элементов интеллектуальных датчиков давления

Рахматов Умид Ражабович, ассистент;  
Хушвахтов Алишер Чориевич, магистрант  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Датчики для измерения избыточного давления, абсолютного давления, разрежения, давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления (уровня) широко применяются для мониторинга различных технологических процессов, контроля и учета потребления природных ресурсов, учета энергоносителей и многих других задач охватывая диапазон давлений от 50 Па до 250 МПа.

Развитие датчиков давления идет одновременно по двум направлениям:

- совершенствование измерительных блоков
- совершенствование электронных устройств.

В настоящее время основная масса датчиков давления в нашей стране выпускаются на основе чувствительных элементов (рис. 1), принципом которых является измерение деформации тензорезисторов, сформированных в эпитаксиальной пленке кремния на подложке из сапфира (КНС), припаянной твердым припоем к титановой мембране.



Рис. 1. Упрощенный вид тензорезистивного чувствительного элемента

Принципиальное ограничение КНС преобразователя — неустраняемая временную нестабильность градуировочной характеристики и существенные гистерезисные эффекты от давления и температуры. Это обусловлено неоднородностью конструкции и жесткой связью мембраны конструктивными элементами датчика.

Практически все производители датчиков в России проявляют интерес к использованию интегральных чувствительных элементов на основе монокристаллического кремния. Это обусловлено тем, что кремниевые преобразователи имеют на порядок большую временную и темпе-

ратурную стабильности по сравнению с приборами на основе КНС структур.

Основным преимуществом кремниевых преобразователей давления является более высокая стабильность характеристик, по сравнению с КНС преобразователями. Они устойчивы к воздействию ударных и знакопеременных нагрузок. Если не происходит механического разрушения чувствительного элемента, то после снятия нагрузки он возвращается к первоначальному состоянию, что объясняется использованием идеально-упругого материала.



Рис. 2. Кремниевый интегральный преобразователь давления

Существенно лучшие показатели по основной погрешности, гистерезису, динамическому диапазону и временной стабильности имеют емкостные и резонансные преобразователи, выпускаемые мировыми лидерами в производстве датчиков давления как Fisher-Rosemount, MKS-Instruments, Druck, Yokogawa. Для датчиков с емкостными и резонансными чувствительными элементами типичными являются:

- основная погрешность 0,075; 0,04; 0,025 %
- межповерочный интервал не менее 3÷5 лет
- диапазон перенастройки 1:50; 1:100.

Высокие точностные характеристики делают их незаменимыми при коммерческом учете и контроле, где их высокая цена компенсируется стоимостью сэкономленных ресурсов.

Кроме упомянутых выше методов преобразования давления в электрический сигнал, следует упомянуть индукционный и ионизационный методы.

В таблице 1 приведены основные достоинства и недостатки различных методов преобразования давления в электрический сигнал.

В большинстве случаев требуется несколько параметров преобразователей: точность, стабильность выходных

Таблица 1. Основные достоинства и недостатки методов преобразования давления в электрический сигнал

Достоинства	Недостатки
<b>КНС-преобразователи</b>	
Высокая степень защиты от агрессивной среды Высокий предел рабочей температуры Налажено серийное производство 4. Низкая стоимость	Неустраняемая нестабильность градуировочной характеристики Высокие гистерезисные эффекты от давления и температуры Низкая устойчивость при воздействии ударных нагрузок и вибраций
<b>Преобразователи на монокристаллическом кремнии</b>	
Высокая стабильность характеристик Устойчивость к ударным нагрузкам и вибрациям Низкие (практически отсутствуют) гистерезисные эффекты Высокая точность Низкая цена Возможность измерять давление различных агрессивных сред	Ограничение по температуре (до 150°C)
<b>Емкостной</b>	
Высокая точность Высокая стабильность характеристик Возможность измерять низкий вакуум Простота конструкции Стойкость к перегрузкам	Зачастую, нелинейная зависимость емкости от приложенного давления
<b>Резонансный</b>	
Высокая стабильность характеристик 2. Высокая точность измерения давления	При измерении давления агрессивных сред необходимо защитить чувствительный элемент, что приводит к потере точности измерения Высокая цена Длительное время отклика Индивидуальная характеристика преобразования давления в электрический сигнал
<b>Индукционный</b>	
Возможность измерять дифференциальные давления с высокой точностью Незначительное влияние температуры на точность измерения	Сильное влияние магнитного поля Чувствительность к вибрациям и ударам
<b>Ионизационный</b>	
Возможность измерение высокого вакуума Высокая точность Стабильность выходных параметров	Нельзя использовать подобные приборы при высоком давлении (низкий вакуум является порогом) Нелинейная зависимость выходного сигнала от приложенного давления Высокая хрупкость Необходимо сочетать с другими датчиками давления

характеристик, надежность, долговечность, низкая цена. Таким требованиям, как видно из вышеприведенной таблицы, удовлетворяют пьезорезистивные датчики давления и КНС-преобразователи.

Совершенствование электронных устройств обусловлено, в первую очередь, высокими темпами развития микроэлектроники. Именно с изменением элементной базы

электронных устройств обработки сигналов первичных преобразователей (ПП) связано появление нового поколения датчиков. На рынке появились недорогие микроэлектронные устройства (в частности микропроцессоры, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи) технические характеристики которых позволили провести разработки интеллектуальных датчиков давления (ИДД).

Литература:

1. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие. Под ред. Кашарского Б.Д. — Л.: Машиностроение, 1976. — 488 с.
2. Артемьев Б. Г., Голубев С. М. Справочное пособие для работников метрологических служб. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 280 с.
3. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП). Под ред. Кавалерова Г.И. — М: ЦНИИТЭИ, 1981. — 392 с.
4. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы: Учебник для вузов. — К.: Вища шк., 1980. — 560 с.
5. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50–213–80. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 320 с.
6. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / Под ред. Черенкова В.В. — Л.: Машиностроение, 1987. — 847 с.

### Модель математической нейронной сети

Рашитов Эдмонд Эдуардович, студент;

Стоякова Ксения Леонидовна, кандидат педагогических наук, доцент;

Ибраев Рустам Рамазанович, кандидат педагогических наук, доцент

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (г. Москва)

*В статье представлен опыт изучения нейронных сетей, их реализации с помощью языка программирования Java. Определен терминологический аппарат работы с нейросетями, их свойства и функции.*

*Ключевые слова: нейрон, синапс, нейронная сеть, функция активации, линейная функция, сигмоид, гиперболический тангенс, тренировочный сет*

В этой статье хотелось бы поделиться опытом в изучении нейронных сетей и, как следствие, их реализации, с помощью языка программирования Java, на платформе Android. Первое знакомство с нейронными сетями произошло, когда появилось приложение Prisma. Оно обрабатывает любую фотографию, с помощью нейронных сетей, и воспроизводит ее с нуля, используя выбранный стиль. На удивление, нет ни одной статьи, которая четко и поэтапно расписывает алгоритм работы нейронных сетей. Информация полностью разрознена, отсутствуют ключевые моменты. Большинство авторов показывают только код на том или ином языке программирования, не прибегая к детальным объяснениям.

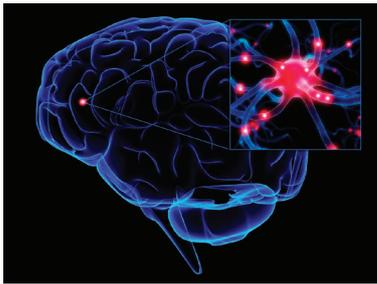
Первым и самым важным моим открытием был плейлист американского программиста Джеффа Хитона, в котором он подробно и наглядно разбирает принципы работы нейронных сетей и их классификации. После просмотра этого плейлиста, я решил создать свою ней-

ронную сеть, начав с самого простого примера. Вам наверняка известно, что когда ты только начинаешь учить новый язык, первой твоей программой будет Hello World. В мире машинного обучения тоже есть свой Hello world — нейросеть, решающая проблему «исключающего или» (XOR) [6, 7, 8]. Таблица «исключающего или» выглядит следующим образом:

a	b	c
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Нейронная сеть берет на вход два числа и должна на выходе дать другое число — ответ. Теперь о самих нейронных сетях.

### Что такое нейронная сеть?



**Нейронная сеть** — это последовательность нейронов, соединенных между собой синапсами [2]. Структура нейронной сети пришла в мир программирования из биологии. Благодаря такой структуре, машина обретает способность анализировать и даже запоминать различную информацию. Нейронные сети способны воспроизводить информацию из своей памяти. Другими словами, нейросеть — это машинная интерпретация мозга человека, в котором находятся миллионы нейронов передающих информацию в виде электрических импульсов [4, 5].

Будем рассматривать примеры на самом базовом типе нейронных сетей — сети прямого распространения (далее СПР). СПР — это сеть с последовательным соединением нейронных слоев, в ней информация идет только в одном направлении.

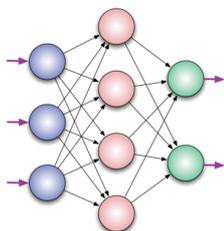
Нейронные сети используются для решения сложных задач, которые требуют аналитических вычислений подобных тем, что делает человеческий мозг [4]. Самыми распространенными применениями нейронных сетей является:

- **Классификация** — распределение данных по параметрам. Например, на вход дается набор людей и нужно решить, кому из них давать кредит, а кому нет. Эту работу может сделать нейронная сеть, анализируя такую информацию как: возраст, платежеспособность, кредитная история и т.д.

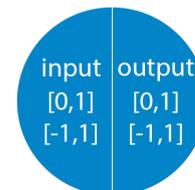
- **Предсказание** — возможность предсказывать следующий шаг. Например, рост или падение акций, основываясь на ситуации на фондовом рынке.

- **Распознавание** — в настоящее время, самое широкое применение нейронных сетей. Используется в Google, когда вы ищете фото или в камерах телефонов, когда оно определяет положение вашего лица и выделяет его и многое другое. Теперь, чтобы понять, как работают нейронные сети, давайте взглянем на их составляющие и параметры.

### Что такое нейрон?

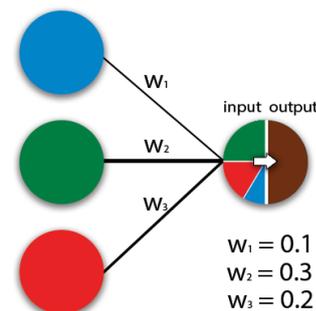


**Нейрон** — это вычислительная единица, которая получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше. Они делятся на три основных типа: входной (синий), скрытый (красный) и выходной (зеленый) [5]. Также есть нейрон смещения и контекстный нейрон о которых мы поговорим в следующей статье. В том случае, когда нейросеть состоит из большого количества нейронов, вводят термин слоя. Соответственно, есть входной слой, который получает информацию, п скрытых слоев (обычно их не больше 3), которые ее обрабатывают и выходной слой, который выводит результат. У каждого из нейронов есть 2 основных параметра: входные данные (input data) и выходные данные (output data). В случае входного нейрона:  $input=output$ . В остальных, в поле input попадает суммарная информация всех нейронов с предыдущего слоя, после чего, она нормализуется, с помощью функции активации (представим ее  $f(x)$ ) и попадает в поле output.



**Важно помнить**, что нейроны оперируют числами в диапазоне  $[0,1]$  или  $[-1,1]$ . Вы спросите, как обрабатывать числа, которые выходят из данного диапазона? На данном этапе, самый простой ответ — это разделить 1 на это число. Этот процесс называется нормализацией, и он очень часто используется в нейронных сетях [6].

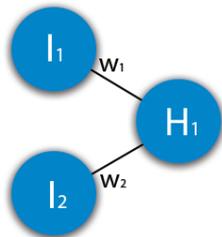
### Что такое синапс?



**Синапс** — это связь между двумя нейронами. У синапсов есть 1 параметр — вес. Благодаря ему, входная информация изменяется, когда передается от одного нейрона к другому. Допустим, есть 3 нейрона, которые передают информацию следующему. Тогда у нас есть 3 веса, соответствующие каждому из этих нейронов. У того нейрона, у которого вес будет больше, та информация и будет доминирующей в следующем нейроне (пример — смещение цветов). На самом деле, совокупность весов ней-

ронной сети или матрица весов — это своеобразный мозг всей системы. Именно благодаря этим весам, входная информация обрабатывается и превращается в результат. **Важно помнить**, что во время инициализации нейронной сети, веса расставляются в случайном порядке.

**Как работает нейронная сеть?**



$$1) H_{1input} = (I_1 * w_1) + (I_2 * w_2)$$

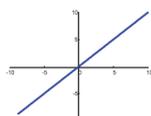
$$2) H_{1output} = f_{activation}(H_{1input})$$

В данном примере изображена часть нейронной сети, где буквами I обозначены входные нейроны, буквой H — скрытый нейрон, а буквой w — веса. Из формулы видно, что входная информация — это сумма всех входных данных, умноженных на соответствующие им веса. Тогда дадим на вход 1 и 0. Пусть  $w_1=0.4$  и  $w_2 = 0.7$ . Входные данные нейрона H1 будут следующими:  $1*0.4+0*0.7=0.4$ . Теперь, когда у нас есть входные данные, мы можем получить выходные данные, подставив входное значение в функцию активации (подробнее о ней далее). Выходные данные передаем дальше. Так мы повторяем для всех слоев, пока не дойдем до выходного нейрона. Запустив такую сеть в первый раз увидим, что ответ далек от правильно, потому что сеть не натренирована. Чтобы улучшить результаты мы будем ее тренировать. Давайте введем несколько терминов для описания свойств нейронной сети.

**Функция активации** — это способ нормализации входных данных [2]. То есть, если на входе у вас будет большое число, пропустив его через функцию активации, вы получите выход в нужном вам диапазоне. Функций активации достаточно много поэтому мы рассмотрим самые основные: Линейная, Сигмоид и Гиперболический тангенс. Главные их отличия — это диапазон значений.

**Линейная функция**

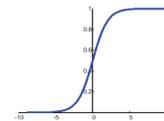
$$f(x) = x$$



Эта функция почти никогда не используется, за исключением случаев, когда нужно протестировать нейронную сеть или передать значение без преобразований.

**Сигмоид**

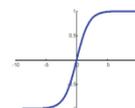
$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$



Это самая распространенная функция активации, ее диапазон значений [0,1]. Именно на ней показано большинство примеров в сети, также ее иногда называют логической функцией [1]. Соответственно, если в вашем случае присутствуют отрицательные значения (например, в банковском секторе котировка акций может идти не только вверх, но и вниз), то вам понадобится функция, которая захватывает и отрицательные значения.

**Гиперболический тангенс**

$$f(x) = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}$$



Имеет смысл использовать гиперболический тангенс, только тогда, когда ваши значения могут быть и отрицательными, и положительными, так как диапазон функции [-1,1]. Использовать эту функцию только с положительными значениями нецелесообразно так как это значительно ухудшит результаты вашей нейросети.

**Тренировочный сет** — это последовательность данных, которыми оперирует нейронная сеть. В нашем случае исключающего или (xog) у нас всего 4 разных исхода то есть у нас будет 4 тренировочных сета:  $0xog0=0$ ,  $0xog1=1$ ,  $1xog0=1$ ,  $1xog1=0$ .

Это своеобразный счетчик, который увеличивается каждый раз, когда нейронная сеть проходит один тренировочный сет. Другими словами, это общее количество тренировочных сетов пройденных нейронной сетью.

При инициализации нейронной сети эта величина устанавливается в 0 и имеет потолок, задаваемый вручную. Чем больше эпоха, тем лучше натренирована сеть и соответственно, ее результат. Эпоха увеличивается каждый раз, когда мы проходим весь набор тренировочных сетов, в нашем случае, 4 сетов или 4 итераций.

✓ for (int i=0;i<maxEpoch;i++)  
for (int j=0;j<trainSet;j++)

⊘ for (int j=0;j<trainSet;j++)  
for (int i=0;i<maxEpoch;i++)

**Важно** не путать итерацию с эпохой и понимать последовательность их инкремента. Сначала  $n$  раз увеличивается итерация, а потом уже эпоха и никак не наоборот. Другими словами, нельзя сначала тренировать нейросеть только на одном сете, потом на другом и т.д. Нужно тренировать каждый сет один раз за эпоху. Так, вы сможете избежать ошибок в вычислениях.

**Ошибка** — это процентная величина, отражающая расхождение между ожидаемым и полученным ответами. Ошибка формируется каждую эпоху и должна идти на спад. Если этого не происходит, значит, вы что-то делаете не так. Ошибку можно вычислить разными путями, но мы рассмотрим лишь три основных способа: Mean Squared Error (далее MSE), Root MSE и Arctan. Здесь нет какого-либо ограничения на использование, как в функции активации, и вы вольны выбрать любой метод, который будет приносить вам наилучший результат. Стоит лишь учитывать, что каждый метод считает ошибки по-разному. У Arctan, ошибка, почти всегда, будет больше, так как он работает по принципу: чем больше разница, тем больше ошибка. У Root MSE будет наименьшая ошибка, поэтому, чаще всего, используют MSE, которая сохраняет баланс в вычислении ошибки.

**MSE**

$$\frac{(i_1-a_1)^2+(i_2-a_2)^2+\dots+(i_n-a_n)^2}{n}$$

**Root MSE**

$$\sqrt{\frac{(i_1-a_1)^2+(i_2-a_2)^2+\dots+(i_n-a_n)^2}{n}}$$

**Arctan**

$$\frac{\arctan(i_1-a_1)+\dots+\arctan(i_n-a_n)}{n}$$

Принцип подсчета ошибки во всех случаях одинаков. За каждый сет, мы считаем ошибку, отняв от идеального ответа, полученный. Далее, либо возводим в квадрат, либо вычисляем квадратный тангенс из этой разности, после чего полученное число делим на количество сетов.

**Заключение**

У нейронных сетей много важных свойств, но ключевое из них — это способность к обучению, на сегодняшний день нейронные сети являются одним из приоритетных направлений исследований в области искусственного интеллекта.

Литература:

1. Барский А. Б. Логические нейронные сети. — Изд-во: Бином. Лаборатория знаний, 2007. — 352 с.
2. Галушкин А. И. Нейронные сети: основы теории. — Изд-во: Горячая линия — Телеком, 2012. — 496 с.
3. Дорогов А. Ю. Теория и проектирование быстрых перестраиваемых преобразований и слабосвязанных нейронных сетей. — Изд-во: Политехника, 2014. — 344 с.
4. Злобин В. К., Ручкин В. Н. Нейросети и нейрокомпьютеры. — Изд-во: БХВ-Петербург, 2011. — 256 с.
5. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 400 с.
6. Тархов Д. А. Нейросетевые модели и алгоритмы / Справочник. — Изд-во: Радиотехника, 2014. — 352 с.
7. Хайкин С. Нейронные сети. — Изд-во: Вильямс, 2016. — 1104 с.
8. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / Учебник. — Изд-во: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.

## К обоснованию кинематического режима работы измельчителя стеблей хлопчатника комбинированного плуга

Темиров Исроил Гуломович, кандидат технических наук, доцент  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Процесс измельчения стеблей складывается из двух моментов: подвода их ножом к противорежущей пластине и срезания стеблей, защемленных между лезвием и противорежущей пластиной. Для чистого среза необходимо, чтобы стебли не скользили к обоснованию ножа в процессе подвода их к противорежущей пластине. Определим, какой кинематический режим работы и параметры измельчителя должны удовлетворять указанному требованию.

Пусть лезвия ножа наклонены к оси его движения под углом  $\varphi$  (рис. 1). Скорость  $U_{аб}$  абсолютного движения любой точки ножа переменна как по численному значению, так и по направлению. В зависимости от ее направления угол  $\gamma$  между линией этой скорости и линией действия силы  $N$ , нормальной к лезвию ножа, может быть как меньше ( $\gamma < 0$ ), так и больше ( $\gamma > 0$ ).

Чтобы выяснить как движется стебель  $m$ , на который действует лезвие ножа, разложим силу  $N$  по направлению скорости  $U_{аб}$  (сила  $Q$ ) и линии лезвия ножа (сила  $T$ ). Сила  $Q$  стремится перемещать стебель по направлению скорости  $U_{аб}$ , а сила  $T$  — по лезвию ножа. Действию силы  $T$  оказывает сопротивление сила  $F$  трения стебля о лезвие ножа. Так как сила  $F$  реактивна, то она не может быть больше силы  $T$ .

Исходя из этого, имеем: при  $\gamma < 0$  возможно скольжение стебля вдоль лезвия ножа по направлению скорости  $v_t$ , что приведет к его выскальзыванию и качество работы будет неудовлетворительным (рис. 1).

Скольжение стебля по лезвию к его основанию возможно в том случае, когда абсолютная скорость  $U_{аб}$ , отклонена от нормали по ходу движения измельчителя и  $\gamma > \varphi$ .

Рассмотрим случай, если  $\gamma > \varphi$ , то  $T > F$ , то есть стебель начнет скользить вдоль лезвия ножа его основанию, где  $\varphi$  — угол трения стебля о лезвие ножа.

$$tg(\tau + \gamma) = \frac{\vartheta_t}{\vartheta_0} \tag{1}$$

С другой стороны  
 $v_t = v_n \cos \beta$  \tag{2}

Подставляя значение из выражения (2) в выражение (1), получим

$$tg(\tau + \gamma) = \frac{\vartheta_n \cos \beta}{\vartheta_0}, \tag{3}$$

где  $v_n$  — поступательная скорость движения ножа;  
 $v_0$  — окружная скорость движения ножа.

Заменив  $v_0/v_n$  через  $\lambda$ , будем иметь

$$tg(\tau + \gamma) = \frac{\cos \beta}{\lambda}$$

Отсюда  $\lambda = \frac{\cos \beta}{tg(\tau + \gamma)}$ , \tag{4}

где  $\lambda$  — показатель кинематического режима работы измельчителя.

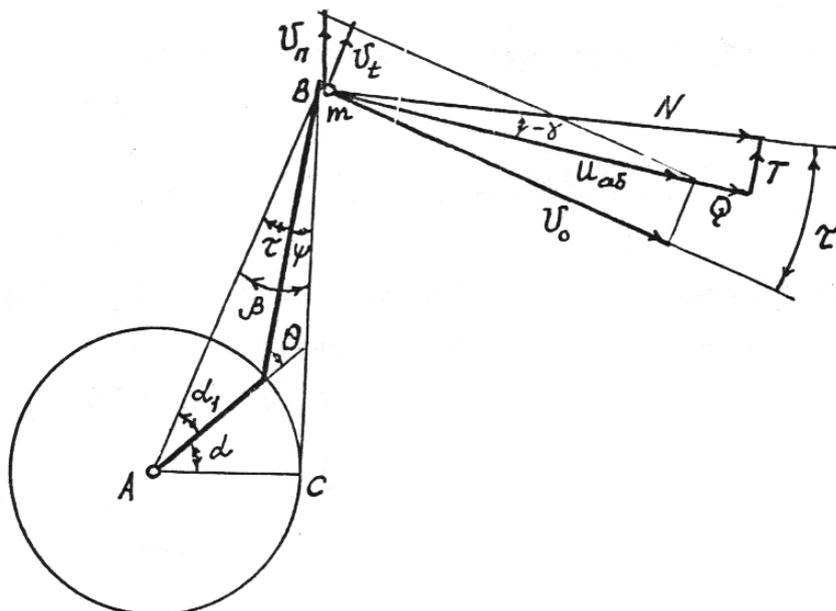


Рис. 1. Действие ножа на стебель в процессе подвода его к противорежущей пластине

Из треугольника  $ABC$

$$\frac{r_\phi}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin 90^\circ},$$

где  $r_\phi$  — радиус флянца ножа;  
 $R$  — радиус измельчителя.

Тогда  $\sin\beta = \frac{r_\phi \sin 90^\circ}{R} = \frac{70}{230} = 0,30$

$$\beta = 18^\circ$$

Исследованиями [1] установлено, что коэффициент трения стебля по стали в зависимости от чистоты обработки и влажности колеблется от 0,22 до 0,50. Принимаем

$$f = 0,30, \text{ то есть } \varphi = 16^\circ.$$

При  $\gamma > \varphi = 17^\circ$

$$\lambda = \frac{\cos 18^\circ}{\text{tg}(6^\circ + 17^\circ)} \approx 3$$

Стебли не будут скользить в том случае, если  $\gamma \leq \varphi$ .

При  $\gamma = 0$

$$\lambda = \frac{\cos 18^\circ}{\text{tg} 6^\circ} \frac{0,95}{0,105} \approx 9$$

Любая точка ножа плосковращательного дискового режущего аппарата измельчителя комбинированного плуга в процессе работы описывает траекторию удлиненной циклоиды. Так как на одном флянце измельчителя закрепляют по несколько ножей, то одноименные точки этих ножей описывают одинаковые циклоиды, но смещенные по ходу машины. Так, если предыдущий нож, своей точкой, наиболее удаленной от оси вращения, описывает траекторию 1 (рис. 2), то траектория 2 последующего ножа будет смещена по горизонтали на некоторое расстояние

$S_z$ , называемое подачей на нож, которую определяют по известной формуле [2]:

$$S_z = \frac{2\pi R}{\lambda Z},$$

где  $R$  — радиус барабана измельчителя;  $Z$  — число ножей на одном флянце, ( $Z=2$ ).

Тогда  $S_z = \frac{\pi R}{\lambda}$

С другой стороны, для обеспечения полноты измельчения стеблей хлопчатника измельчителем

$$S_z \leq m_1 = \frac{1}{n_1}, \tag{5}$$

где  $m_1$  — среднее расстояние между гнездами стеблей хлопчатника;

$n_1$  — число гнезд стеблей хлопчатника на 1 погонный метр.

От величины подачи на нож зависит число резов  $k$  ножом стебля на 1 м пути движения измельчителя

$$k \geq n_1 = \frac{1}{S_z} = \frac{\lambda}{\pi R} \tag{6}$$

Нашими исследованиями установлено, что на посевах хлопчатника с шириной междурядий  $B_M = 60$  см число гнезд стеблей на один погонный метр колеблется от 6 до 8 шт. Следовательно, число резов  $k \geq 8$ . Тогда  $m_1 \approx 13$  см.

Окончательно получим

$$\lambda_{\min} = \frac{1}{m_1} \pi R = \frac{3,14 \cdot 0,23}{0,13} \approx 5,5.$$

Отсюда можно сделать вывод о том, что при работе Оплосковращательного измельчителя кинематический

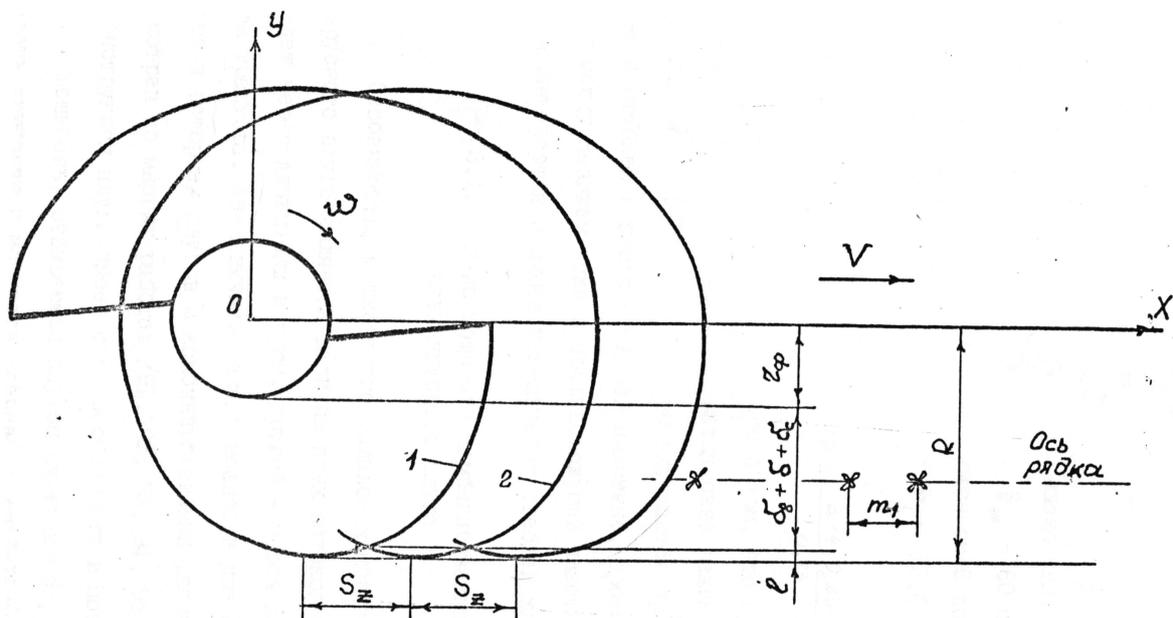


Рис. 2. Схема к определению основных показателей работы измельчителя

режим должен быть в пределах  $\lambda = 5,5...9$ . При этом улучшается процесс захвата и подвода стеблей к противорезущей пластине, происходит защемление их между лез-

вием ножа и противорезущей пластиной и чистый срез, обеспечивается полнота измельчения стеблей хлопчатника.

Литература:

1. Ганиев М. С. Технологические основы и обоснование параметров рабочих органов машин для уборки стеблей хлопчатника. Автореф. дис... д-ра техн. наук. — Ташкент, 1972. — 69 с.
2. Кленин Н. И., Сақун В. А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. — М.: Колос, 1980. — 671 с.

## Коммуникационные интерфейсы RS232, RS485 и RS422

Усманов Ахтам Усманович, кандидат технических наук, доцент;  
 Сайфуллаев Самандар Сохиб огли, магистрант  
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Наиболее применяемые последовательные интерфейсы. За долгие годы их использования разработано большое количество изделий, элементная база, программные модули.

Стандарты на эти интерфейсы имеют статус рекомендуемых, поэтому часто возникают проблемы в стыковке изделий разных производителей. Благодаря очень простой реализации, эти проблемы легко решаются.

Популярность интерфейсов RS232, RS485 и RS422 определяется невысокой стоимостью портов и кабелей, а также стабильностью использования данных стандартов в различных областях техники, в течение длительного времени, разными производителями. Поддерживаются асинхронный и синхронный режимы обмена данными.

Интерфейс RS232 построен на униполярных линиях передачи данных. Поэтому его производительность и максимальная длина кабеля невелики. RS232 применяется для подключения периферийного оборудования к пер-

сональным компьютерам. Кабельное хозяйство этого интерфейса недорогое, что даёт возможность использовать отдельные линии для квитирования, синхронизации и прерывания. RS232 является радиальным интерфейсом, поэтому понятие адреса в нём отсутствует. Эти факторы способствуют повышению эффективности работы интерфейса в системах сбора данных и с периферийным оборудованием.

Наименования указаны в соответствии с документацией на интерфейс RS232C. Аналогичные ему интерфейсы RS232 и «Стык-2» имеют менее mnemonicные наименования сигналов.

На рис. 1. показана последовательность управляющих сигналов интерфейса RS232C. Она имеет следующий физический смысл:

1. Установкой DTR контроллер указывает на желание использовать оконечное устройство.
2. Установкой DSR оконечное устройство сигнализирует о своей готовности к работе.

Таблица 1. Наименования и назначения сигналов интерфейса RS232C

Наименование*	Назначение
PG (Protected Ground)	Защитная земля
SG (Signal Ground)	Сигнальная земля
TD (Transmit Data)	Данные. От контроллера к оконечному устройству
RD (Receive Data)	Данные. От оконечного устройства к контроллеру
RTS (Request To Send)	Запрос передачи данных. Сигнал готовности данных для передачи из контроллера к оконечному устройству. В полудуплексном режиме используется для управления направлением передачи данных
CTS (Clear To Send)	Готовность регистра приёма оконечного устройства
DSR (Data Set Ready)	Готовность оконечного устройства к обмену данными
DTR (Data Terminal Ready)	Готовность контроллера к обмену данными
DCD (Data Carrier Detected)	Готовность удалённой аппаратуры оконечного устройства к обмену данными
RI (Ring Indicator)	Прерывание от оконечного устройства

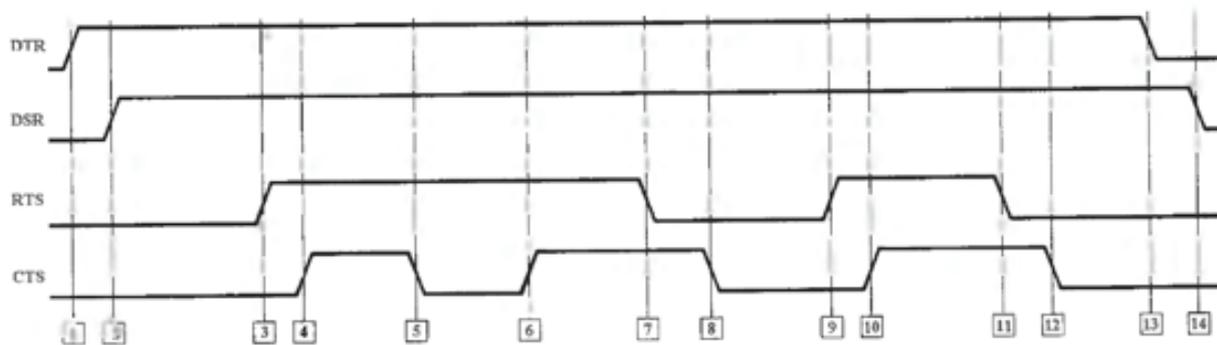


Рис. 1. Последовательность управляющих сигналов интерфейса RS232C

3. Установкой RTS контроллер запрашивает разрешение на передачу и заявляет о своей готовности принимать данные от оконечного устройства.

4. Установкой CTS оконечное устройство уведомляет о своей готовности к приёму данных.

5. Снятием CTS оконечное устройство сигнализирует о невозможности дальнейшего приёма (например, буфер приёма заполнен) — контроллер должен приостановить передачу данных.

6. Установкой CTS оконечное устройство разрешает компьютеру продолжить передачу (например, в буфере появилось место).

7. Снятием RTS контроллер информирует оконечное устройство о своей неготовности к обмену данными. Это может означать как заполнение буфера приёма контроллера, так и отсутствие данных для передачи в оконечное устройство.

8. Оконечное устройство подтверждает снятие RTS снятием CTS.

9. Контроллер повторно устанавливает RTS для возобновления обмена данными.

10. Оконечное устройство подтверждает готовность к обмену установкой CTS.

11. Снятием RTS контроллер указывает на завершение обмена.

12. Оконечное устройство подтверждает снятие RTS снятием CTS.

13. Контроллер снимает DTR для перевода оконечного устройства в автономный или «спящий» режим.

14. Оконечное устройство подтверждает снятие DTR снятием DSR.

На линиях обмена данными в промежутки времени 4–5, 6–7 и 10–11, когда разрешён обмен, циркулируют последовательные данные. Они передаются побайтно. Для синхронизации приёмника с передатчиком и отделения байтов друг от друга в поток вставляются стартовые и стоповые биты.

#### Литература:

1. Локотков А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты EIA RS-422A/RS-485 // СТА. № 3, 1997.
2. Стешенко В. Проектирование устройств обработки сигналов.
3. Интерфейсы систем обработки данных: Справочник / А. А. Мячев, В. Н. Степанов В. К. Щербо; Под ред. А. А. Мячева. — М.: Радио и связь, 1989.
4. Ольховский И. RS-протоколы.
5. Уоллэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. Вводный курс. — М.: Постмаркет, 2001.
6. Авдеев В. А., Гузик В. Ф. Компьютеры: шины, контроллеры, периферийные устройства: Учебное пособие. — М.: Радио и связь, 2001.

## Аналоговый и цифровой сигналы

Усманов Ахтам Усманович, кандидат технических наук, доцент;  
 Шокиров Лазиз Бахтиёрович, ассистент;  
 Сайфуллаев Самандар Сохиб огли, магистрант  
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Мы живем в мире аналоговых сигналов. Аналоговый сигнал подразумевает непрерывное изменение своих параметров, подобное движению конца секундной стрелки вдоль окружности циферблата часов. Голос является аналоговым сигналом, поскольку голосовые колебания могут иметь различную амплитуду в любой точке звукового диапазона. Звук также является аналоговым сигналом, поскольку может изменяться в широком диапазоне. Электронное оборудование типа передающих и принимающих устройств использует аналоговые цепи для обеспечения непрерывного изменения параметров. Аналоговое электронное оборудование было распространено до появления компьютеров. Рассмотрим электрический свет, яркость которого регулируется с помощью реостата. Вращение ручки реостата для установления необходимой яркости света является аналоговой операцией, причем яркость изменяется непрерывно. У системы отсутствуют какие-либо дискретные состояния, так что можно легко регулировать яркость, резко прибавляя или убавляя ее. Напротив, цифровой сигнала подразумевает дискрет-

ность значений параметров системы, проявляющуюся, например, в высвечивании значений времени на электронных часах. В цифровых системах вся информация существует в виде цифровых импульсов. В отличие от ламп с реостатными регуляторами яркости, лампы с трехнопочным переключателем яркости являются цифровыми устройствами. Каждому положению переключателя этих ламп соответствует определенный уровень яркости. Никаких других промежуточных уровней яркости не существует. На рис. 1. представлены примеры аналогового и цифрового сигналов. В электронных коммуникациях фундаментальной является возможность преобразования аналогового сигнала в цифровой и наоборот. Цифровые стереосистемы используют запись музыкальных произведений в цифровой форме в виде серии чисел, представляющих собой кодировку информации об аналоговом музыкальном сигнале. Электронные проигрывающие устройства цифровых стереосистем преобразуют цифровой сигнал в аналоговый, соответствующий звучанию музыки.

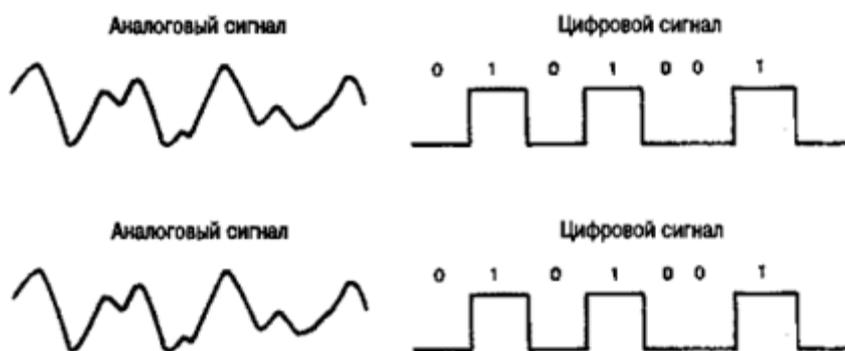


Рис. 1. Аналоговая и цифровая информация

### Основы цифрового сигнала: биты и байты

В основе любой цифровой системы лежит понятие бита (сокращение от английского binary digit — двоичный разряд). Бит является основной единицей цифровой информации, принимающей одно из двух значений: 1 или 0.

Существует много способов представления бита. В электронике достаточно общим является наличие или отсутствие некоторого уровня напряжения: наличие напряжения соответствует 1, а его отсутствие — 0. Значение одного бита 1 или 0 может представлять только одно со-

стояние системы — такое как «включено» или «выключено». Например, состояние лампы может быть представлено 0, если она выключена, и 1 во включенном состоянии: Выключена=0 Включена = 1.

Один бит информации, таким образом, имеет достаточно ограниченную емкость. Для описания состояний лампы с переключателем на три уровня яркости мы можем использовать 2 бита:

- Выключена=00 Включена=01
- Средний уровень яркости = 10
- Максимальный уровень яркости = 11

Два бита позволяют воспроизводить больший объем информации, чем один бит. В примере с лампой 2 бита позволяют различать четыре различных состояния лампы. Чем больше битов используется в одном блоке, тем больше его информационная емкость. В компьютерах обычно применяют блоки из 8 битов (либо с числами, кратными 8, такими как 16 или 32).

Восьмибитовый блок называется байтом. В одном байте можно с запасом хранить цифровую информацию о всех буквах, числах и других символах печатной машинки или клавиатуры компьютера. Использование 8 битов допускает 256 различных вариантов цепочек из 1 и 0. Число различных комбинаций или значений цепочек длиной в  $n$  бит равно  $2^n$ . Например, 16 битов дают 65536 комбинаций. При добавлении одного бита число возможных комбинаций удваивается.

Схематическое изображение цепочки импульсов представлено на рис. 2. Переход из одного состояния в другое вдоль цепочки импульсов происходит мгновенно. Подобного рода упрощенные диаграммы отражают характеристики цепочек импульсов и дают инженерам и техникам возможность сравнивать их между собой. Цепочка импульсов соответствует последовательности 1 и 0 цифровой информации и может представлять собой чередование интервалов высокого и низкого уровней напряжения, либо его наличие и отсутствие. На языке электроники цифра 1 представляет наличие напряжения, либо его максимальное значение. Цифра 0 — отсутствие напряжения, либо его минимальное значение. Таким образом, можно говорить о 1 как о состоянии включено, или максимуме, а о 0, как о состоянии выключено, или минимуме.

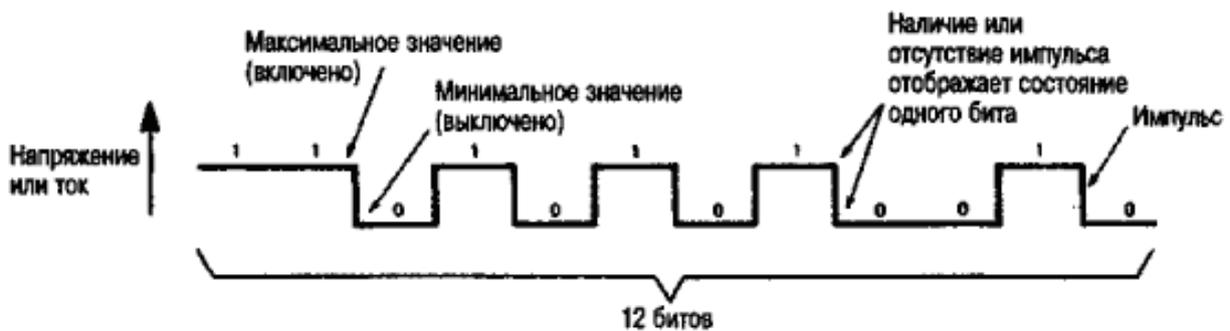


Рис. 2. Идеальная последовательность импульсов (рисунок предоставлен AMPIncorporated)

В действительности изменение амплитуды импульса не происходит мгновенно, как показано на рис. 4. Электронные системы имеют конечное время срабатывания — требуется определенное время для того, чтобы значение напряжения или мощности светового сигнала перевести из состояния включено в состояние выключено, либо осуществить переключение между максимальным (высокое) и минимальным (низкое) значениями. Имеется также

ограничение на длительность импульса. Даже в компьютерных системах, допускающих переключение от тысячи до миллиона импульсов в секунду, требуется одна миллионная или одна миллиардная доля секунды на процесс переключения. При решении инженерных задач, связанных с цифровыми системами, необходимо учитывать форму импульса. Рис. 3 показывает различные характеристики импульса.

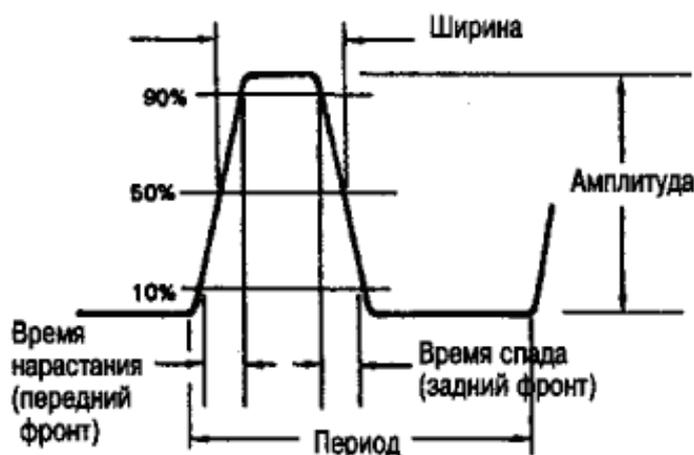


Рис. 3. Форма импульса

Амплитуда характеризует высоту импульса и уровень энергии в импульсе. Величина энергии может определяться напряжением в цифровых системах или оптической мощностью в волоконно-оптических системах. Отметим, что в различных системах используются разные виды энергии.

Время нарастания — время, в течение которого импульс увеличивается от 10% до 90% уровня максимальной амплитуды.

Время спада, противоположное времени нарастания, соответствует интервалу уменьшения амплитуды от 90% до 10%. Время нарастания и спада в ряде случаев может различаться.

— Ширина импульса соответствует временному интервалу, в течение которого амплитуда импульса превосходит уровень в 50% от максимальной амплитуды.

Время нарастания является очень важным параметром в электронике и волоконной оптике, поскольку оно

ограничивает скорость работы системы. Действительно, скорость, с которой импульс может быть включен и выключен, будет определять максимальную частоту возникновения импульсов. Наиболее простой путь увеличения скорости работы системы — уменьшение времени нарастания и спада импульса, ускоряя тем самым процесс включения и выключения импульсов. При этом через систему проходит большее количество импульсов в течение заданного интервала времени. Даже если амплитуда импульса и его ширина остаются без изменений, уменьшение времени нарастания приводит к увеличению скорости работы. Уменьшение времени нарастания и спада импульса позволяет уменьшить и ширину импульса, что приводит к еще большему увеличению скорости работы. Наоборот, при увеличении времени нарастания импульса снижается скорость работы системы.

#### Литература:

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст]: учеб. пособие / И. С. Гоноровский, М. П. Демин. М.: Радио и связь, 1994.
2. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов [Текст]: пер. с англ./ Л. Рабинер, Б. Гоулд. М.: Мир, 1979.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 1. М.: Мир, 1984.
4. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд. Л.: Энергоатомиздат, 1988.
5. Д. В. Сеньков, И. А. Запрягаев. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи / Новосибирск 2009.

## Анализ проектирования семейного культурно-досугового центра в городе Волжский

Чепурная Татьяна Алексеевна, студент  
Волгоградский государственный технический университет

*Данная статья посвящена детальному анализу темы выбранной дипломной работы «Проектирование семейного культурно-досугового центра». В статье приведен опыт мирового и отечественного проектирования и строительства культурно-досуговых центров, а также представлен краткий предпроектный анализ и концептуальная идея проектирования на территории города Волжский.*

В наше время среди всех возрастных групп населения активно идет утрата нравственных ориентиров, семейных ценностей и традиций. По статистике за последние пять лет (период с 2011 по 2015) на территории Российской Федерации половина из заключенных браков распадается. Такие показатели крайне неутешительны, но к, сожалению, данная тенденция становится обыденной. Социокультурная жизнь теряет свое былое значение, особенно среди молодежи. Все большее число людей проводят свой досуг в барах и ночных клубах за распитием алкогольных напитков или дома перед телевизором, не вставая с дивана. Как в Волгограде, так и в близлежащих

городах данной проблеме уделяется незначительное внимание. Одним из методов ее решения является организация культурно-досугового отдыха населения, что позволит развиваться социальной активности и творческому потенциалу личности, а так же объединить разновозрастные категории населения, организовать именно семейный отдых. Решить поставленные задачи могут рекреационно-оздоровительные процессы, которые являются физической активностью, интеллектуальной деятельностью, творческим процессом. Улучшение деятельности культурно-досугового центра по организации отдыха населения на сегодня является актуальной проблемой. Необ-

ходимо переходить от критической оценки существующего положения к реальным действиям — разработке грамотного проекта культурно-досугового центра. Начальным этапом решения поставленной задачи является анализ зарубежного и отечественного опыта строительства и проектирования объектов данного типа.

Мировой опыт строительства богат нестандартными проектами, несущими в себе интересное архитектурное или дизайнерское решение. Подобным сооружениям является проект Культурного центра Eemhuis, выполненный архитектурной студией Neutelings Riedijk Architects. (рис. 1)

Здание имеет весьма замысловатую форму, объем объекта насыщен функциями. Центральная площадь перед культурным центром плавно перетекает в первый этаж, который практически полностью остеклен. Со второго этажа основным материалом выступает кирпич, что придает объекту брутальность. Кафе и выставочный зал занимают площадь первого этажа, на втором этаже разместились библиотека с решением лестницы в виде широких террас. Выше — архив города, а четвертый этаж занимает Школа искусств, факультеты которой размещаются в разных объемах с рационально продуманной системой коммуникаций между ними.



Рис. 1. Проект Культурного центра Eemhuis

Другим примером может служить проект «Витра Хаус» (рис. 2), представляющий собой общественное здание, сочетающей функции офиса, выставочного пространства, объектов торговли. Без ущерба для функциональности и экономичности архитектура представленного проекта весьма выразительна — выражена концепция, которая

читается в объеме. Проект формирует композицию из призм, в основании которых лежит пятиугольник. Между собой объемы достаточно сложно сочетаются, переходы между ними нестандартны. Интерьер вторит внешнему облику здания — все его детали сделаны из архитектурных элементов.



Рис. 2. Витра Хаус

Так же интересны следующие объекты мирового строительства: Культурный центр Саїхабугит в Сарагосе, башня Samitaur Tower в Лос-Анджелесе, Общественный клуб-центр «Herstedlund» в Дании и др. Все эти комплексы несут в себе архитектурную идею, придавая уникальность объекту.

Отечественный опыт в проектировании и строительстве культурно-досуговых центров не богат, и чаще всего ограничивается небольшим набором функций. Это свя-

зано с недостаточным финансированием в данной области, да и в целом невысоким уровнем экономики. Интересен проект центра науки и культуры в Кабуле, архитекторы — С. И. Орешкин, Р. В. Андреева, О. С. Сафронова, П. Н. Кочнев. Е. А. Белят. (рис. 3) Комплекс включает себя культурный центр, бассейн, спортивные залы и даже, жилой блок.

В облике здания переплетаются восточные мотивы и орнамент зодчества Руси.



Рис. 3. Центр науки и культуры в Кабуле

Анализируя представленные выше примеры, нужно отметить, что проектирование культурно-досуговых центров является задачей интересной и в полной мере раскрывает творческий потенциал архитектора. Здесь нет четко установленных размеров помещений, как например, при проектировании физкультурно-оздоровительных комплексов или образовательных учреждений. Оправданный нестандартный подход, сохраняющий в себе функциональность и экономичность являются залогом к успешному проектированию культурно-досуговых комплексов.

Крайне важным при проектировании любого объекта является выбор места размещения сооружения. Необходимо разработать не только объект, но и провести функциональное зонирование территории. Если рассматривать вопрос о создании объекта данного типа, например, в г. Волжский, то наиболее подходящим местом проектирования культурно-досугового центра может рассматриваться территория по ул. 87-й Гвардейской. Данный участок имеет достаточно большую площадь, что позволит реализовать идею перехода от закрытого пространства



Рис. 4. Эскиз концепции разрабатываемого объекта

к открытым зонам. К другим преимуществам территории является доступное расположение участка в структуре микрорайона, непосредственная близость к центральной части города, близость автомагистрали городского значения, (улица Карбышева), что позволяет создать надежную транспортную связь с городом, плотная жилая застройка микрорайона, обеспечивающая высокую посещаемость планируемого объекта, положительная социально-экономическая ситуация района, располагающая к развитию и благоустройству.

Из выше изложенного следует, инвестиционный-градостроительный потенциал территории довольно высок.

В состав проекта самого объекта входит спортивный блок (скалодром, батутный центр), музей, учебные помещения, детский игровой комплекс, зона фудкорта. Особое внимание уделено рекреационной зоне — она

вынесена в отдельный блок и наполнена функциями. Здесь есть возможность посетить библиотеку или специально оборудованную шахматную зону, заняться практикой асан и медитацией. Пространство заполнено цветочными композициями, формируя таким образом концепцию зимнего сада или оранжереи. Основной задачей при смешивании довольно большого и разного числа функций — это возможность с интересом посещать проектируемый комплекс людям разных возрастов, а так же приходить в центр семьей, где каждый сможет найти занятие по душе.

Архитектурный облик объекта стилизован под дерево (рис. 4). Дерево — традиционный образ семьи, символизирующий жизнь и процветание. Образ дерева фигурирует и в интерьере пространства, а так же активно используется в открытых пространствах.



Рис. 5. Эскиз концепции интерьера рекреационной зоны культурно-досугового центра

В заключение, хочется еще раз отметить, что проектирование культурно-досугового центра актуально в настоящее время для всех регионов, а что касается самих раз-

работчиков, то и здесь объект данного типа может еще больше раскрыть творческий потенциал как начинающего архитектора, так и профессионала.

#### Литература:

1. Красильникова Л. Г. Методические указания к выполнению курсового проекта «Архитектура» и «Дизайн архитектурной среды». Хабаровск. Тихоокеанский государственный университет, 2014. — 31 с.
2. Вишняк А. И., Тарасенко В. И. Культура молодежного досуга. — Киев: Высшая школа, 1988. — 53 с.
3. Каменец А. В. Деятельность клубных учреждений в современных условиях: Учебное пособие. — М.: МГУК, 1997. — 41 с.
4. Стрельцов Ю. А. Методика воспитательной работы в клубе. — М.: Просвещение, 1979. — С. 27–74.

## Анализ неисправностей тормозного оборудования вагонов

Шамонова Наталия Ивановна, аспирант  
Самарский государственный университет путей сообщения

В статье показано, что оценка качества работы железнодорожной техники зависит от количества произошедших отказов деталей и узлов вагона, в том числе тормозного оборудования. Опираясь на данные из открытых источников, проанализированы причины отказов тормозной системы. Поскольку основное количество отказов вагонного оборудования приходится на зимнее время, приводятся требования по выполнению работ персоналом, обслуживающим подвижной состав.

**Ключевые слова:** отказы тормозного оборудования, неисправности, причины отказов, излом тормозной магистрали, система учетов отказов

Безаварийная и безотказная работа устройств железнодорожной техники является основной для обеспечения заданного уровня пропускной и провозной способности железных дорог и является основной задачей всех подразделений железнодорожного хозяйства. Оценка качества работы напрямую зависит от количества произошедших отказов деталей и узлов вагона.

С июля 2008 года в ОАО «РЖД» осуществлен переход на единую систему учета отказов технических средств с ис-

пользованием Комплексной автоматизированной системы учета, контроля и устранения отказов технических средств и анализа надежности (КАС АНТ) [1]. Отказ — это событие, которое заключается в нарушении работоспособного состояния объекта, в зависимости от последствий, они классифицируются по категориям:

— отказы 1-й категории — отказы, которые привели к задержке пассажирского, пригородного или грузового поезда на перегоне (станции) на 1 час и более,

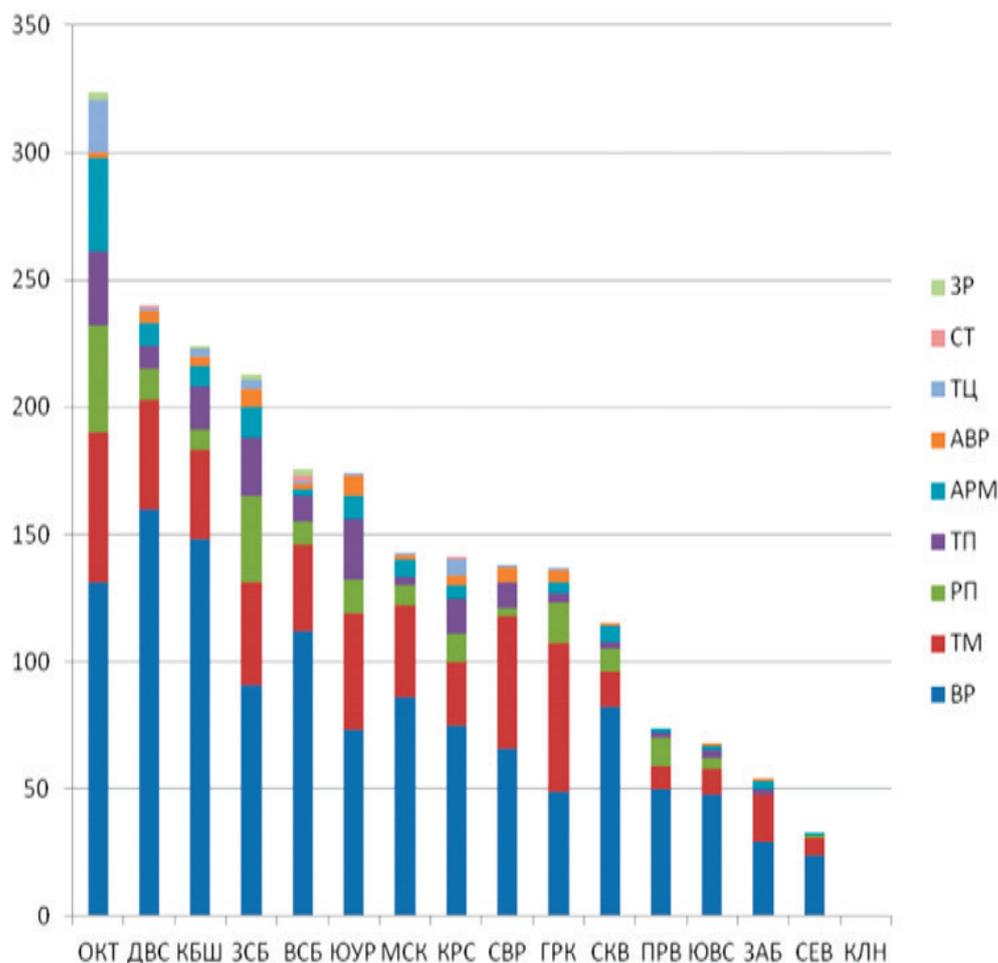


Рис. 1. Распределение отказов тормозного оборудования по всей сети железных дорог ОАО «РЖД» за 1 квартал 2016 года

либо к транспортным происшествиям или событиям, связанным с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта;

– отказы 2-й категории — отказы, которые привели к задержке пассажирского, пригородного или грузового поезда на перегоне (станции) продолжительностью от 3 минут до 1 часа;

– отказы 3-й категории — отказы, которые не имеют последствий, относящихся к отказам 1-й и 2-й категории [2].

Самое большое количество отказов, связанных с неисправностями тормозного оборудования зафиксировано на Октябрьской железной дороге — 324 случая (16,3% от общего количества отказов тормозного оборудования, зарегистрированных на сети железных дорог России), на Дальневосточной железной дороге — 240 слу-

чаев (12,11%), на Куйбышевской железной дороге — 224 случая (11,30%).

Распределение отказов тормозного оборудования по всей сети железных дорог ОАО «РЖД» за 1 квартал 2016 года представлено на диаграмме (рис. 1) [3].

Распределение отказов тормозного оборудования по железным дорогам за 1 квартал 2016 года в сравнении с тем же периодом времени 2015 года представлено на следующей диаграмме (рис. 2).

Неисправности основных элементов и деталей тормозного оборудования по отношению к общему количеству отказов грузовых вагонов из-за неисправностей тормозного оборудования приведены в табл.

Отказы чаще всего приходится на такие узлы вагона как воздухораспределитель, тормозная магистраль, рычажная передача.

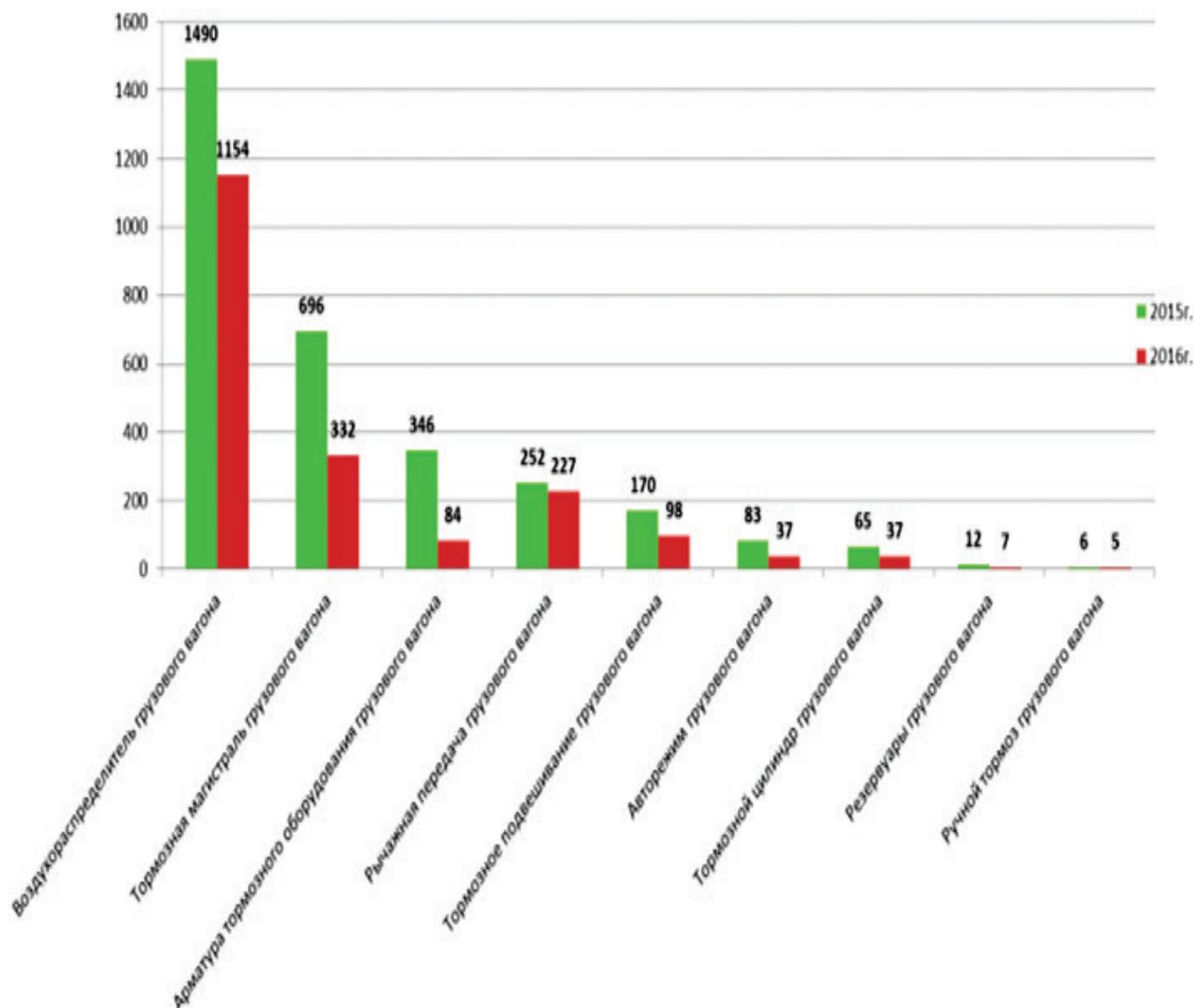


Рис. 2. Количество отказов по узлам и деталям тормозного оборудования за 1 квартал 2016 года в сравнении с аналогичным периодом 2015 года

Таблица 1. Неисправности основных элементов тормозного оборудования

Наименование узла, детали	2016 г.	
	Количество отказов	%
Воздухораспределитель (МЧ+ГЧ)	1154	58,25%
Тормозная магистраль	332	16,76%
Рычажная передача	227	11,45%
Тормозное подвешивание	98	4,94%
Арматура тормозного оборудования	84	4,24%
Авторежим	37	1,86%
Тормозной цилиндр	37	1,86%
Запасной резервуар	7	0,35%
Стояночный тормоз	5	0,25%
<b>Итого:</b>	<b>1981</b>	<b>100%</b>

Из табл. видно, что больше всего отказов тормозного оборудования за 1 квартал 2016 год приходится на неисправности воздухораспределителя — 1154 случая отказов.

На Куйбышевской железной дороге зафиксировано — 175 случаев, что составляет 15% от общего количества отказов по неисправностям воздухораспределителя (ГЧ+МЧ). Причины излома тормозной магистрали приведены на рис. 3 [3].

Основными причинами излома тормозной магистрали являются обрыв подводящей трубки к В/Р — 139 случаев (41,87% от общего количества неисправностей тормозной магистрали) и утечка воздуха из-за неплотности резьбовых соединений — 33 случая (9,94%). Прочность крепления тормозной магистрали и подводящих трубо-

проводов на раме вагона проверяется легкими ударами молотка по гайкам. Утечки оказывают вредное влияние на процесс зарядки тормозов после торможения, замедляя их готовность к повторному торможению. Большие утечки особенно опасны в длинносоставных груженых поездах — из-за них возможен значительный перепад давлений в головной и хвостовой частях тормозной магистрали поезда. При недостаточном зарядном давлении в хвостовой части поезда (ниже 0,48 МПа) не обеспечивается расчетная эффективность тормозных средств. Утечки можно обнаружить по шуму воздуха, выходящего через неплотности, по темным пятнам на трубах или скоплению пыли и грязи.

Неисправность рычажной передачи также является частой причиной отказа тормозного оборудования. На сети

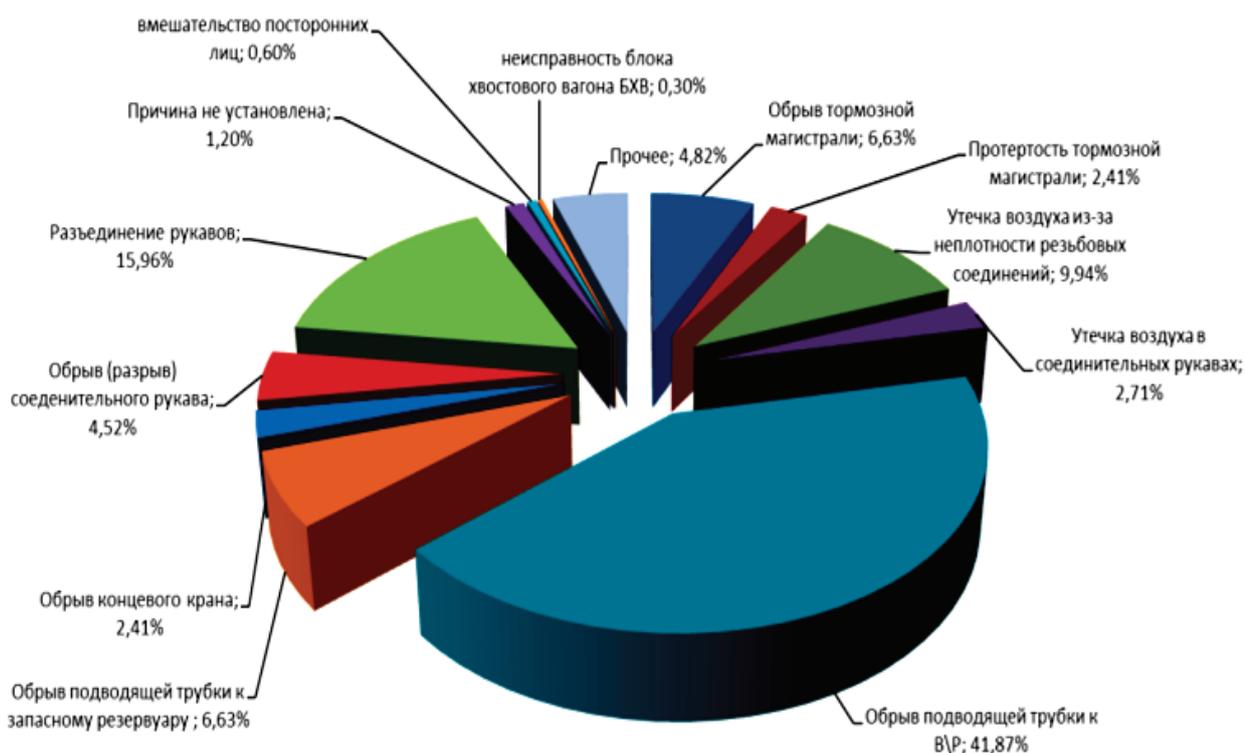


Рис. 3. Причины излома тормозной магистрали за 1 квартала 2016 г.

железных дорог России из-за данной неисправности произошло 227 случаев отказа тормозного оборудования.

На рис. 4 приведены причины отказов рычажной передачи [3].

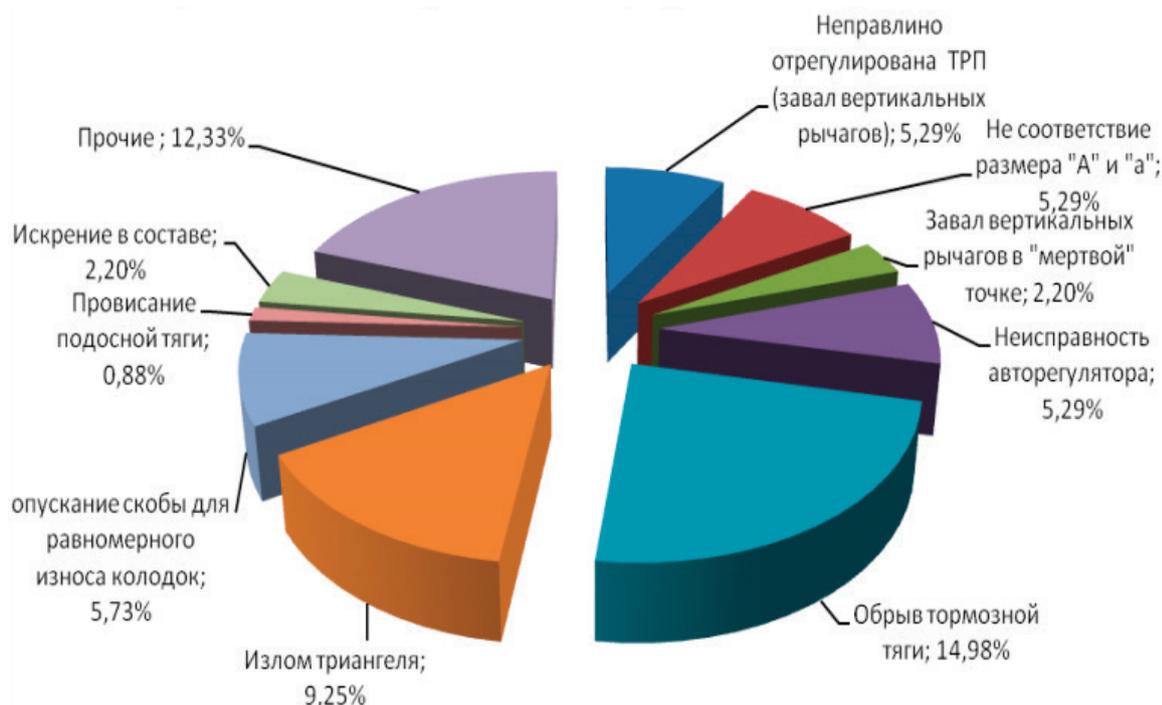


Рис. 4. Причины отказов рычажной передачи за 1 квартал 2016 г.

Причинами отказов рычажной передачи являются обрыв тормозной тяги — 34 случая (14,98%), прочие неисправности — 28 случаев (12,33%), неправильная регулировка тормозной рычажной передачи (ТРП).

Основное количество отказов вагонного оборудования приходится на зимнее время. Это объясняется тем, что при снижении температуры наружного воздуха работа тормозов на подвижном составе осложняется. У резиновых деталей и уплотнений снижается эластичность, возрастают утечки и расход воздуха, увеличивается перепад давления в тормозной магистрали (ТМ) между ее головной и хвостовой частями, чувствительность тормозных устройств падает из-за загустевания смазки. Также в зимнее время года интенсифицируется работа компрессорных установок, повышается температура воздуха, поступающего в ТМ, также возникают и другие проблемы. Сцепление колес с рельсами уменьшается из-за попадания снега или при ином, композиционные тормозные колодки обледеневают и увлажняются, что приводит к снижению их фрикционных свойств, возникают ледяные пробки в ТМ, появляется лед на рычажной передаче и т.д. Не допускается отправлять в поезде вагоны с тормозными колодками, которые не отходят от колес вследствие замораживания тормозной рычажной передачи. Надежное действие тормозов в зимних условиях обеспечивается применением в приборах морозостойких уплотнителей. Эти детали при большом сроке службы или хранения, превышающем 35 лет, теряют морозостойкость, и их несвоевре-

менная замена при ремонте может привести к отказу отдельных тормозов при температуре ниже минус 40°C, хотя согласно техническим требованиям тормозное оборудование должно нормально функционировать до температуры минус 55°C [4].

Чтобы избежать этих проблем в зимнее время от локомотивных бригад и персонала, обслуживающего подвижной состав, требуются особые навыки работы, управления и обслуживания тормозов [4].

Для исправного функционирования тормозного оборудования в зимний период времени локомотивная бригада обязана:

- не допускать запуска компрессоров без предварительного подогрева масла в их картерах на локомотивах, находящихся в отстое, при температуре воздуха ниже –30°C;
- не отключать компрессоры при длительных стоянках поезда;
- по прибытии локомотива или моторвагонного подвижного состава в депо локомотивная бригада должна выпустить конденсат из главного резервуара (ГР) и отстойников, продуть тормозную и питательную магистрали при первом положении ручки крана машиниста, открыть выпускные краны ГР и сборников и отключить компрессоры.

Локомотивная бригада также обязана в процессе эксплуатации локомотива не допускать обледенения деталей тормоза, а образовавшийся на них и тормозной рычажной передаче (ТРП) лед удалять при первой возможности [4].

Литература:

1. О переходе на единую систему учета отказов технических средств с использованием комплексной автоматизированной системы учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАС АНТ). Распоряжение ОАО РЖД от 01.07.2008 N1384р // Железнодорожные документы. URL: <http://jd-doc.ru/2008/iyun-2008/8593-rasporiazhenie-oao-rzhd-ot-01-07-2008-n-1384r> (дата обращения: 1.04.2017).
2. О нормативных документах ОАО «РЖД» по учету, расследованию и анализу отказов в работе технических средств и технологических нарушений». Распоряжение ОАО «РЖД» от 08.07.2016 N1365р // Консультант Плюс. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=669864&rnd=244973.208247407&d-st=100006&fld=134#0> (дата обращения: 1.04.2017).
3. Статистика отказов тормозного оборудования грузовых вагонов на сети ОАО «РЖД» за 1 квартал 2016 года // Проектно-конструкторское бюро вагонного хозяйства — филиал ОАО «РЖД». URL: <http://pkbcv.ru/docs/> (дата обращения: 1.04.2017).
4. Обслуживание тормозов в зимний период // Вагонник. URL: <http://vagonnik.blogspot.ru/2015/05/blog-post.html> (дата обращения: 1.04.2017).

## Рекомендации для конструирования печатных плат

Шнейдмиллер Виктор Робертович, студент;

Кузнецова Юлия Николаевна, студент

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва (г. Самара)

На современном этапе развития науки и техники очевидно, что одним из основных инструментов в любой области проектирования РЭА является контроль, лежащий в основе построения всех процессов разработки объектов и систем.

В настоящее время активно продолжают развиваться традиционные пути повышения надежности РЭА — совершенствование технологических процессов и оборудования, методов и средств контроля и диагностики изделий, выбор элементной базы по критериям максимума надежности.

Одной из важных задач в настоящее время является повышение надежности печатных плат. Это связано с тем, что печатные платы применяются практически во всех отраслях народного хозяйства, и потребность в них постоянно возрастает. Опережающие темпы развития микроэлектроники требуют непрерывного повышения их технического уровня, который определяется ростом плотности монтажа электрорадиоизделий, повышения требований к надежности, увеличением частоты следования импульсов. Обеспечение этих требований зависит от достижений в области конструирования и развития технологии производства печатных плат.

### Разработка рекомендаций для конструирования печатных плат

Разработка печатного узла (ПУ) (электронной платы печатного монтажа) и печатной платы (ПП) — единый процесс, поскольку, не сконструировав печатный узел, невозможно разработать печатную плату — деталь этого

узла, и наоборот, без чертежа печатной платы невозможно полностью завершить оформление сборочного чертежа печатного узла.

Проектирование печатного узла и печатной платы ведется в несколько этапов.

1. Формирование исходных данных на конструкторско-технологическое проектирование печатного узла или изучение и анализ технического задания (ТЗ) на изделие (печатный узел, блок, стойку), если таковое имеется.
2. Выбор варианта конструктивного исполнения печатного узла.
3. Выбор компоновочной структуры узла, вариантов установки электрорадиоизделий (ЭРИ) и поверхностно-монтажных компонентов (ПМК).
4. Выбор типа конструкции ПП.
5. Выбор класса точности и метода изготовления ПП.
6. Выбор материала ПП.
7. Разработка компоновочных эскизов ПУ и выбор габаритных размеров ПП.
8. Расчет элементов проводящего рисунка ПП.
9. Размещение ЭРИ.
10. Трассировка ПП.
11. Поверочные расчеты.
12. Окончательное оформление сборочного чертежа ПУ и чертежа.

Ниже представлены некоторые рекомендации для конструирования ПП.

Проводится анализ:

— назначение и область применения или объект установки электронной аппаратуры (ЭА), в состав которой входит разработанный печатный узел;

– условия эксплуатации, влияние воздействующих на ЭА факторов;

– назначение печатного узла (электронного модуля) и способ его крепления в модулях более высокого конструктивного уровня;

– электрическую принципиальную схему узла, его функциональную сложность; параметры, определяющие конструкцию узла и печатной платы (быстродействие, чувствительность, рассеиваемая мощность, частота и т.д.), его элементную базу.

Конструкция печатного узла (ячейки) — модуля первого уровня — в значительной степени связана с конструкцией блока, в который входит разрабатываемый узел.

Выбор варианта конструкции ячейки зависит:

– от общих требований к конструкции проектируемого изделия;

– от требований нормативно-технической документации на проектирование и изготовление изделий данной группы;

– от требований обеспечения технологичности конструкции узла. Различают рамочное и безрамочное исполнение печатного узла, с односторонним или двухсторонним расположением ЭРИ и/или ПМК на плате.

Металлические рамки (каркасы), окаймляющие плату по периметру, применяют для увеличения вибро- и ударопрочности конструкции. Моделью такой конструкции является пластина с жестким закреплением всех сторон. Такое решение находит применение в бортовой ЭА.

Широко применяется вариант закрепления с помощью направляющих вдоль двух противоположных сторон и электрического соединителя, расположенного вдоль третьей стороны. Моделью такой конструкции является пластина со свободным отпиранием противоположных сторон и жестким закреплением с третьей стороны.

Конструкция, масса, габариты ЭА, а также печатного узла и ПП во многом, если не полностью, определяются типом используемой элементной базы и способами ее монтажа.

При принятии решения об одностороннем или двухстороннем расположении ЭРИ и ПМК следует руководствоваться следующими соображениями.

Двухстороннее расположение ЭРИ и ПМК позволяет увеличить количество элементов на плате и упрощает разрешение проблемы, стоящей перед конструктором: чему отдать площадь на ПП — элементам или печатным проводникам?

Плата в таком случае оказывается более насыщенной компонентами. Однако это не приводит к значительному увеличению объемной плотности компоновки блока, т.к. расстояние между соседними платами при двухстороннем расположении ЭРИ и ПМК увеличивается.

Основными критериями при выборе класса точности ПП являются:

– конструкторская сложность — степень насыщенности поверхности ПП ЭРИ при традиционной эле-

ментной базе или число выводов ПМК и шаг их расположения;

– элементная база (дискретные ЭРЭ, ИМС, МСБ, ПМК, бескорпусные ИЭТ);

– тип, число и шаг выводов ЭРИ (штыревые, планарные, безвыводные, j — образные, матричные и пр.);

– быстродействие;

– надежность;

– массогабаритные характеристики;

– стоимость;

– условия эксплуатации;

– максимальные ток и напряжение;

– уровень технологического оснащения конкретного производства.

ПП 1 и 2 классов точности наиболее просты в исполнении, надежны в эксплуатации и имеют минимальную стоимость; для ПП 3 класса точности необходимо использовать высококачественные материалы, более точный инструмент и оборудование; для ПП 4 и 5 классов — специальные материалы, прецизионное оборудование, особые условия при изготовлении.

При выборе материала основания ПП особого внимания требуют:

– предполагаемое механическое воздействие (вибрации, удары, линейные ускорения);

– класс точности ПП (ширина проводников, расстояние между проводниками);

– реализуемые печатным узлом электрические функции;

– объект, на котором устанавливается ЭА;

– быстродействие (частотный спектр сигналов, передаваемых в пределах платы);

– климатические условия эксплуатации;

– стоимость;

– экологическая чистота и безопасность материала для человека и окружающей среды.

В практике проектирования ЭА в качестве материалов основания ПП наибольшее распространение получили следующие фольгированные и нефольгированные диэлектрики:

– гетинакс;

– стеклотекстолит;

– полиимид.

Реже используются лавсан (полиэтилентерефталат) и фторопласт.

Номинальный диаметр  $d$  монтажных металлизированных и неметаллизированных отверстий устанавливают из следующего соотношения:

$$d - |d_{\text{но}}| \geq d_s + r$$

где  $d_{\text{но}}$  — нижнее предельное отклонение диаметра отверстия (определяется по табл. 6);  $d_s$  — максимальное значение диаметра вывода ЭРИ, устанавливаемого на ПП (для прямоугольного вывода за диаметр принимается диагональ его сечения);  $r$  — разность (гарантированный зазор) между минимальным значением диаметра отвер-

ствия и максимальным диаметром вывода устанавливаемого ЭРИ; ее выбирают в пределах 0,1...0,4 мм при ручной установке ЭРИ и в пределах 0,4...0,5 мм — при автоматической).

Расчетное значение  $d$  следует округлить в сторону увеличения до целых десятых долей миллиметра из ряда предпочтительных диаметров отверстий: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5 мм.

### Проводниковые материалы для изготовления ГПП, ГПК и ГЖП

Проводниковый материал должен обладать: малым удельным электрическим сопротивлением; значительным относительным удлинением ( $\delta \geq 6\%$ ); большим пределом прочности при растяжении и разрыве ( $\sigma \geq 20$  кг/мм<sup>2</sup>); устойчивостью к перегибам; качественной поверхностью без раковин и включений и др. Важную роль в механической прочности и гибкости ГПП, ГПК и ГЖП имеет сорт меди. Наиболее широко применяется медная (катаная и электролитическая) фольга. Самую высокую износостойкость и формообразующую способность имеет катаная и отожженная медная фольга (дорогостоящая), которую применяют в условиях работы при постоянном изгибе (динамический режим). Катаная медная фольга обладает большей гибкостью, способностью к перегибам, так как ее относительное удлинение в 5–6 раз больше, чем у электролитической фольги. Преимуществом катаной медной фольги является также способность к механической обработке без расслоения, а к недостаткам следует отнести наличие раковин, что исключает ее применение без дополнительных гальванических покрытий при изготовлении проводников шириной порядка 0,1 мм. Если гибкость необходима только при сборке ЭА, то используют тянутую при высокой температуре или электролитическую недорогую медную фольгу. Электролитическая медная фольга применяется при изготовлении ГПК с высокой плотностью рисунка проводников. Она обладает более высокой разрешающей способностью при

травлении меди с пробельных мест по сравнению с катаной. Кроме медной фольги в спецаппаратуре используют никелевую, алюминиевую, нихромную, железоникелевую и другую фольгу, покрытую электрохимически осажденным олово-свинцом, золотом, никелем и другими металлами, которые обладают высокой прочностью, устойчивостью к перегибам, сравнимой с катаной медной фольгой, но имеют более высокое удельное сопротивление.

### Защитные покрытия ГПП, ГПК и ГЖП

Защитные покрытия — диэлектрические покрытия, которые применяют для защиты от внешних воздействий и обеспечения электрической изоляции печатных проводников на ГПК и гибких участках ГЖП. Защитные покрытия ГПК необходимы: для защиты от коррозии; для исключения коротких замыканий; для предупреждения непреднамеренного контакта проводников ГПК с металлическими деталями ЭА; для повышения прочности ГПК; для повышения устойчивости к перегибам.

Для защиты от внешних воздействий ГПП, ГПК и ГЖП применяют полиимидные пленки с односторонним или двухсторонним адгезионным покрытием и защитной пленкой. Эти материалы марок ПА, АПТ и ПАМ обладают хорошей адгезией, теплостойкостью, электроизоляционными свойствами, эластичностью, возможностью использовать при травлении адгезива щелочные травители, используемые при травлении полиимида. Для защиты ГПК от внешних воздействий применяется пленка с адгезионным слоем марки ПЭТ-А (наносится валковым ламинированием или прессованием), а также покрывная полиимидная пленка ППП. Желательно, чтобы покрывная пленка ГПК была выполнена из того же материала, что и ГПК. Покрывная пленка наносится при температуре 471 К и давлении  $7 \cdot 10^5$  Па. Возможно нанесение на ГПК вместо покрывной пленки нескольких слоев лака или эмали (жидкие полиуретаны, акрилаты, акрил-эпоксиды).

### Литература:

1. Н. К. Юрков, В. Б. Алмаметов, А. В. Григорьев, И. И. Кочегаров. Методы обнаружения и локализации латентных технологических дефектов. — Пенза: ПГУ, 2013. — 184 с.
2. В. Б. Алмаметов, И. И. Кочегаров. Информационные технологии проектирования. Методология разработки и проектирования РЭС. — Пенза: ПГУ, 2013. — 76 с.
3. Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских. Технология изготовления печатных плат. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. — 200 с.

## Пиролизная переработка отходов пищевых производств с целью получения биотоплива

Яценко Андрей Андреевич, студент  
Воронежский государственный университет инженерных технологий

**Ключевые слова:** биотопливо, пиролиз

Проведенный предварительный анализ состояния российского рынка переработки пищевых отходов и оборудования для переработки пищевых отходов показал их широкое многообразие и разнородность качественных и количественных характеристик.

Для выбора отходов пищевых производств в качестве объекта работы пришлось ввести следующий критерий их оценки:

– должно быть образование в течение года столь больших объемов, что даже при существующих технологиях не позволяет решить проблему их переработки в полезные вторичные продукты.

Мной предлагается переработка отходов пищевых производств методом пиролизного сжигания.

Пиролизная (без доступа воздуха) химико-термическая переработка отходов, связанная с нагревом исходного сырья до температуры 360...550 °С (в зависимости от вида сырья), его разложения на парогазовую часть и твердый остаток (в случае его образования) и последующей обработкой парогазового компонента с получением газового и жидкого топлив.

При изучении процессов утилизации и переработки отходов пищевых производств сформированы следующие требования к установке для пиролизного сжигания, которая должна обеспечить экспериментальные исследования в полном объеме в данной работе:

1. установка должна работать в непрерывном режиме;
2. иметь ручную загрузку сырья и разгрузку твердого остатка с требуемыми для герметизации затворами;

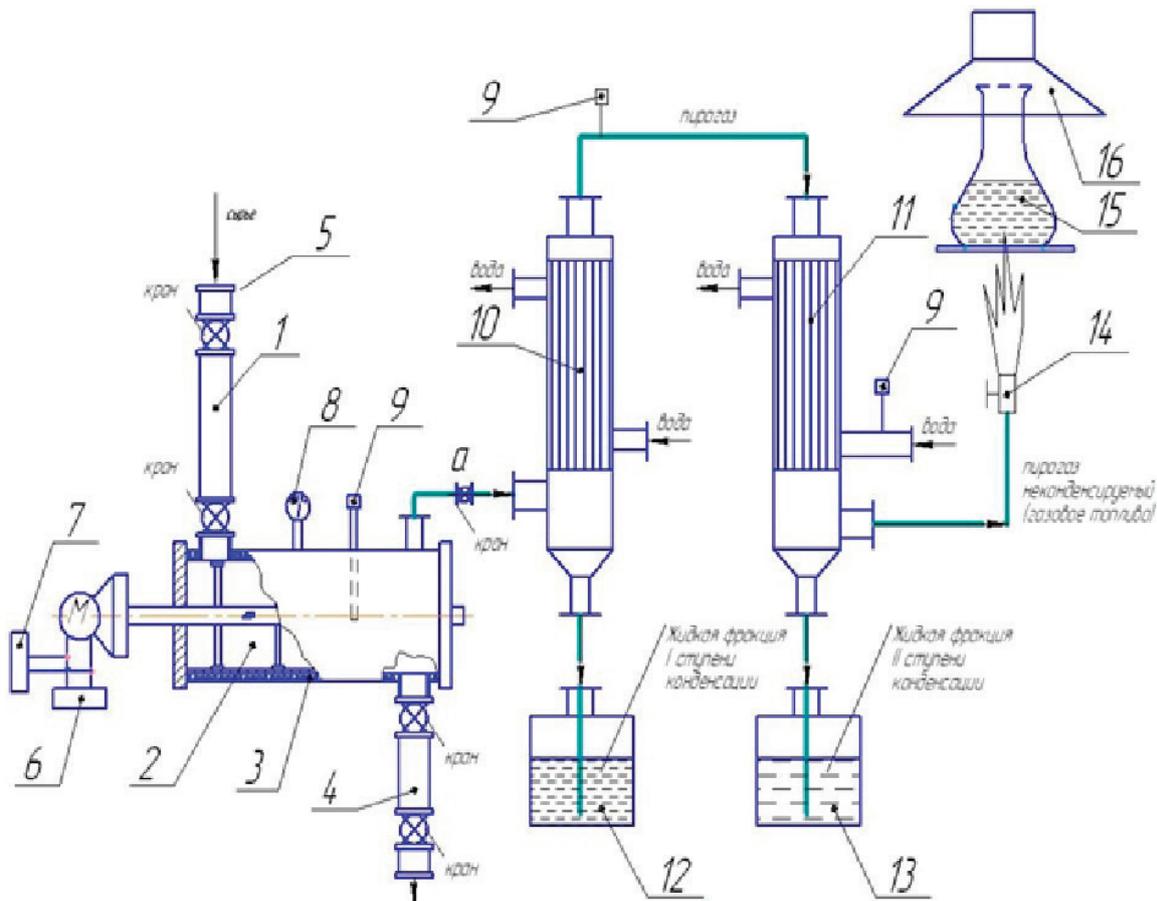


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 — питатель; 2 — реактор; 3 — электронагреватель; 4 — разгрузочное устройство; 5 — загрузочное устройство; 6 — электронный преобразователь частот; 7 — вольтметр; 8, 9 — датчики температуры и давления; 10, 11 — конденсаторы; 12, 13 — сборники фракций; 14 — горелка; 15 — колба с водой; 16 — вытяжка

3. конденсацию парогазовой смеси осуществлять по средствам водяного охлаждения;

4. быть оснащенной стандартными датчиками температуры, давления и расхода газовых сред и воды со вторичными приборами, имеющими индикацию показаний параметров.

Установка должна обеспечивать следующие технические характеристики:

Производительность (по сырью) не менее 0,5 кг/ч; интервал изменения температуры 350...550 °С; давление внутри реактора не более 0,5 МПа; частота вращения шнека — ворошителя 10...100 об/мин.

### Принцип работы

Исходное сырье в мелкокусочном виде загружается в питатель 1, где под действием собственного веса заполняет шлюзовую часть питателя при этом нижний шаровой кран закрыт, чем предотвращается выход пирогаза из реактора 2 в окружающую среду или воздуха из окружающей среды в реактор 2. Далее закрывают верхний кран и открывают нижний — сырье попадает в реактор 2. Реактор обогревается снаружи электронагревателем 3. Температура внутри реактора 2 достигает уровня 480...600°С,

при которой происходит низкотемпературный пиролиз, образующий парогазовую смесь и твердый остаток.

Парогазовая смесь поступает из реактора 2 по газоходу в конденсатор 10. Проходя через кран «а», с помощью которого изменяется расход образующегося в реакторе парогазовой смеси и соответственно ее давление внутри реактора 2. Из газохода эта смесь поступает в трубное пространство конденсатора 10, где в трубках конденсируются все высококипящие компоненты (в основном тяжёлое жидкое топливо), образующаяся здесь жидкая фракция стекает в коническое днище конденсатора 10 и далее в сборник 12. Легкокипящие компоненты пирогаза, пары воды и неконденсируемый пиролизный газ (НПГ) выходят из конденсатора 10 с температурой 110...120°С и поступают в трубное пространство конденсатора 11. В его трубках конденсируются легкокипящие компоненты (керосин, газойль, соляровые масла и пр.) и пары воды. Жидкая фракция с температурой 50...60°С стекает в сборник 13.

Неконденсируемая углеводородная смесь — газовое топливо, основу которого составляют  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ , предельные и непредельные углеводороды  $C_2 - C_5$ , отправляется на горелку 14 для подогрева воды в колбе 15 под вытяжкой 16.

### Литература:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пиролиз>
2. «Пиролиз углеводородного сырья» Мухина Т. Н., Барабанов Н. Л. и др. 1987

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал  
Выходит еженедельно

№ 15 (149) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметов И. Г.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Каленский А. В.  
Куташов В. А.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Абдрасилов Т. К.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О. Т.  
Алиева Т. И.  
Ахметова В. В.  
Брезгин В. С.  
Данилов О. Е.  
Дёмин А. В.  
Дядюн К. В.  
Желнова К. В.  
Жуйкова Т. П.  
Жураев Х. О.  
Игнатова М. А.  
Калдыбай К. К.  
Кенесов А. А.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Курпаяниди К. И.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матвиенко Е. В.  
Матроскина Т. В.  
Матусевич М. С.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Паридинова Б. Ж.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенцов А. Э.  
Сенюшкин Н. С.  
Титова Е. И.  
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Атаев З. В. (Россия)  
Ахмеденов К. М. (Казахстан)  
Бидова Б. Б. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Демидов А. А. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешиев А. М. (Кыргызстан)  
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)  
Игисинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Колпак Е. П. (Россия)  
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)  
Куташов В. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)  
Ребезов М. Б. (Россия)  
Сорока Ю. Г. (Украина)  
Узаков Г. Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А. К. (Казахстан)

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Г. А.

**Ответственные редакторы:** Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

**Художник:** Шишков Е. А.

**Верстка:** Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

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.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

**почтовый:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

**фактический:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 26.04.2017. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25