

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



11 2020  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 11 (301) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

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

*Редакционная коллегия:*

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

*Международный редакционный совет:*

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

---

---

**Н**а обложке изображен *Александр Абрамович Гринберг* (1898–1966), советский химик-неорганик, академик, лауреат Государственной премии.

Александр Гринберг родился в Санкт-Петербурге, в семье горного инженера. По окончании гимназии он поступил в Петроградский университет в медицинскую группу Физико-математического факультета. Большой интерес к химии побудил его перейти на химическое отделение того же факультета.

Первые шаги в исследовательской работе по химии были сделаны Александром Абрамовичем в лабораториях 1-го Петроградского медицинского института под руководством профессоров И. А. Залесского и Б. И. Слоцова. Будучи еще студентом, он выполнил экспериментальное исследование по хемилюминесценции. В то же время Л. А. Чугаев привлек Гринберга к работе (в качестве младшего научного сотрудника) в Институте по изучению платины и других благородных металлов Академии наук СССР. Здесь он выполнил свое первое экспериментальное исследование в области химии комплексных соединений. Это исследование было удостоено премии имени Бутлерова. По окончании университета Гринберг продолжил работать в Платиновом институте. У него появились ученики и сотрудники, круг проводимых ими работ расширился; так постепенно была сформирована научная школа Александра Абрамовича Гринберга.

Его научные работы посвящены химии комплексных соединений. Он исследовал строение и стереохимию комплексных солей платины; изучал совместно с Б. В. Птицыным термическое разложение аммиакатов двухвалентной платины, а также изомерию производных двухвалентных платины и палладия, в частности предложил новый метод определения строения геометрических изомеров (метод Гринберга); объяснил механизм возникновения окислительных потенциалов комплексных

соединений платиновых металлов. Гринберг анализировал кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений в растворах. В результате исследования магнитной восприимчивости платины и палладия он выяснил характер связей в их комплексных соединениях. Ученый исследовал комплексные соединения урана, тория и других элементов. Совместно с Ф. М. Филипповым применил меченые атомы для изучения строения и свойств комплексных соединений. Объяснил закономерность транс-влияния Черняева с помощью поляризационных представлений. Обнаружил (совместно с Ю. Н. Кукушкиным) кинетическое цис-влияние лигандов, расположенных рядом в молекуле комплекса.

Гринберг был назначен заведующим кафедрой аналитической химии Ленинградского технологического института им. Ленсовета, а затем — кафедрой общей и неорганической химии. В 1941 году он был эвакуирован с другими сотрудниками Ленинградского технологического института в Казань. Он был профессором, а затем заведующим кафедрой общей химии Казанского химико-технологического института имени С. М. Кирова и профессором Казанского государственного университета. По возвращении в Ленинград Гринберг возобновил деятельность в Технологическом и Радиовом институтах. С этого времени он принимал деятельное участие в развитии новой техники и участвовал в организации соответствующих специальностей в Технологическом институте.

Александр Абрамович был заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, а также действительным членом Академии наук СССР, лауреатом Сталинской премии II степени. Ему была присуждена Государственная премия за монографию «Введение в химию комплексных соединений».

*Екатерина Осянина, ответственный редактор*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

- Иванова О. М., Скосарев А. В., Пономарев Д. А.**  
 Моделирование при изучении колебательных процессов по теме «Квантовые свойства излучения и вещества» .....1

### ХИМИЯ

- Динь Ван Так (Dinh Van Tac), Ву Тхи Зуен (Vu Thi Duyen)**  
 Синтез нанопорошков  $Zn_{1-x}Mn_xO$  и применение разложения Родамина Б в водной среде..... 4

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Арико И. В.**  
 Моделирование объектов окружающей среды на основе технологии Google Tango .....7
- Гонов Ш.Х., Самойленко Р. М.**  
 Совершенствование использования полиграфа в управлении персоналом органов внутренних дел Российской Федерации ..... 11
- Джураев Р.Х., Ботиров С. Р., Таштемиров Т. К.**  
 Анализ влияния показателей контролепригодности на надёжностные характеристики сетей передачи данных .....15
- Зинаков В. И.**  
 Обзор сервиса для разработки дистанционных образовательных ресурсов «Google Класс»..... 20
- Пискулин Д. Е.**  
 Применение интерактивного генетического алгоритма для поиска оптимального дизайна web-сайтов на основе CSS.....24

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аль Гбури Заидун Халаф Махмуд, Мансор Мухаммед Ф. Мансор**  
 Исследование и разработка двухосевой системы слежения за Солнцем с датчиками с помощью Arduino .....29
- Андосов И. С., Багдасарян Т. Ф., Борзунов А. А., Гнездилов М. В., Кучерявый А. С., Леонтьев О. Э., Мтиралишвили М. Д., Кузьмин Н. А.**  
 Анализ систем послеаварийной безопасности..32
- Гасанов И. Р., Джамалбеков М. А.**  
 К вопросу фильтрации газа при двучленном законе фильтрации с учетом влияния начального градиента давления.....35
- Гребенкин А. А., Константинов М. А., Ахмедов М.Х., Худяков Н. А., Кутепов И. А., Холощак А. А., Асанов Б. М., Кузьмин Н. А.**  
 Анализ антиблокировочной системы ..... 37
- Кусанов С. К., Ананьев М. В., Алибейков А. Р., Чусов П. В., Панченко А. С., Колесников Н. В., Бийгишиев М.Х.**  
 Анализ антипробуксовочной системы ..... 40
- Минченко А. В., Кузьмин Н. А., Протасов В. И., Рогачев А. А., Плетнев А. С., Рожков Д. А., Иванов И. А., Киселев Е. А.**  
 Анализ систем пассивной безопасности .....44
- Наумова Е. Р., Ударцева О. В.**  
 Проблемы электробезопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли северных территорий ... 47
- Наумова Е. Р.**  
 Оптимизация системы учета и перемещения электрооборудования с помощью кодирования .....49

**Нгуен Суан Чыонг**

Применение системы фазовой автоподстройки частоты при отслеживании частоты и фазы сигнала..... 51

**Пархоменко К. В., Ситюков Д. Р.,**

**Максимов О. В., Тюхтин И. Н., Сухарев А. К.,**  
**Погосов М. И., Чернов Е. А., Кузьмин Н. А.**  
Анализ методов экологической безопасности ..54

**Поджигайло Р. Ю., Забелин Р. Р., Кузьмин Н. А.,**

**Севастьянов В. А., Аветисян А. А., Качко В. О.,**  
**Чусов П. В., Медведев И. А.**  
Анализ систем активной безопасности..... 57

**Савочкин А. А., Костин И. С., Чумаев Р. М.,**

**Еноктаев Ю. В., Улитин А. А., Пудов А. В.,**  
**Ананьев М. В., Константинов М. А.**  
Топливная система КАМАЗ-740: устройство и принцип работы ..... 60

**Самаджонов М. А.**

Определение оптимальных условий сепарации при подготовке попутного нефтяного газа (ПНГ) к использованию на газопоршневой электростанции (ГПЭС) .....63

**Самаджонов М. А.**

Теплотворность и определение теплотворности попутного нефтяного газа при заданных давлении и температуре.....66

**Самаджонов М. А.**

Выбор оптимальной теплоты сгорания для газотурбинных электростанций .....68

## АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Барвина А. Я.**

Экономическая целесообразность повторного использования быстровозводимых зданий ..... 71

**Боровской А. В.**

Анализ основополагающих технологий капитального ремонта автомобильных дорог ...74

**Ищенко Д. М., Барышникова К. К., Кусаев В. Г.**

Эволюционное развитие современного строительного материаловедения .....76

## МЕДИЦИНА

**Суркова С. А.**

Особенности диагностики инвазивной кандидозной инфекции полости рта .....78

## ФИЗИКА

### Моделирование при изучении колебательных процессов по теме «Квантовые свойства излучения и вещества»

Иванова Ольга Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Скосарев Александр Владимирович, курсант;

Пономарев Даниил Александрович, курсант

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

*Модель гармонического осциллятора позволяет изучать малые колебания атомов в молекулах твердых тел около положений устойчивого равновесия и получать информацию для решения различных технических задач создания новых материалов с заданными физическими свойствами. В статье показана возможность изучения квантовых систем с помощью метода идеализации, не прибегая к решению уравнения Шредингера для гармонического осциллятора.*

**Ключевые слова:** физическая модель, молекулярный осциллятор, спектр, дипольный момент.

Новые виды вооружений и техники, их защита от разнообразных излучений опираются на физические закономерности, особенности структуры веществ, изучаемые в военных вузах в курсе физики. Информацию о концентрации веществ, их структуре позволяет получить спектральный анализ, базирующийся на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, в том числе спектров электромагнитного излучения, акустических волн, распределения по массам и энергиям элементарных частиц.

Строение молекул и их физические свойства проявляются в молекулярных спектрах, определяемых структурой энергетических уровней квантовых систем. Молекулярные спектры имеют вид полос, каждая из которых представляет множество тесно расположенных определенных спектральных линий. С ростом числа атомов в молекуле спектры усложняются. Сложность молекулярных спектров по сравнению с атомными спектрами объясняется многообразием доступных молекуле способов изменения ее энергетического состояния. Тип молекулярного спектра (электронно-колебательный, вращательный, колебательно-вращательный) обуславливается изменением вида (колебательной, вращательной, электронной) энергии. Возникновение электронно-колебательных спектров не зависит от симметрии молекул. У несимметричных молекул, имеющих отличный от нуля дипольный момент, наблюдаются вращательный и колебательно-вращательный полосатые спектры. Нулевой дипольный момент симметричных молекул запрещает появление у них этих типов спектров.

Молекула как квантовая система описывается уравнением Шредингера, учитывающим разнообразные виды движения: 1) движение электронов в молекуле относительно ядер; 2) колебание атомов в молекуле, приводящее к изменению относительного положения ядер; 3) вращение молекулы, меняющее ее ориентацию в пространстве; 4) поступательное движение центра масс молекулы как целого. Величина энергии этого движения не квантуется, поэтому ее изменение не приводит к возникновению молекулярных спектров. Решение уравнения Шредингера сложно, оно упрощается, если находится только относительно ядер или только электронов.

Важнейшим методом современной физики является моделирование (физическое, математическое), позволяющее проводить исследование явлений природы, процессов или систем объектов через построение и изучение их моделей. Физическая модель представляет собой упрощенную копию описания процесса или явления, которая отражая их отдельные существенные черты и взаимосвязи, позволяет понять механизм явления или процесса.

Основными особенностями физической модели являются: 1) аналогия существующему физическому объекту; 2) репрезентация, разрешающая применение модели при изучении физического объекта; 3) экстраполирование информации о модели на объект; 4) тривиальность и наглядность [1, с. 94].

Если физический эксперимент невозможен, затруднен, то используют математическое моделирование, дающее приближенное описание явлений или объектов реального мира на языке математики (уравнения, формулы).

Моделирование позволяет изучать спектры молекул в курсе физики. В частности можно использовать физические модели «гармонический осциллятор» и «электрический диполь», а не решать уравнение Шредингера.

Осциллятор – это физическая система, совершающая колебания, в результате ее параметры периодически меняются во времени [2, с. 505]. Если на колебательную систему действует только одна сила, то систему называют консервативным гармоническим осциллятором [3].

Электрический диполь – это совокупность двух равных по абсолютной величине разноименных точечных зарядов, расположенных друг от друга на расстоянии, равном плечу диполя [2, с.161]. Его дипольный момент, коллинеарный однонаправленному вектору плеча диполя, периодически меняется во времени. Вследствие чего электрический диполь является простой физической моделью источника электромагнитных волн, излучающего исключительно в направлениях, ортогональных к его оси. В этой модели атомы рассматривают как системы, содержащие колеблющихся около положения равновесия электроны. Практическая ценность применения физической модели диполя как источника изучения велика, так как для объяснения электромагнитного излучения можно использовать законы классической электродинамики.

Таким образом, целью нашей работы является моделирование спектра молекулярного осциллятора.

Представим молекулу вещества как систему двух электрических диполей, векторы дипольных моментов которых неколлинеарны. Амплитуда колебаний, возбуждаемых в этой системе диполей, пропорциональна двум тригонометрическим функциям: 1) косинусу угла между направлением распространения волны и осью диполей ( $\cos \alpha$ ); 2) косинусу угла между направлением вектора электрического поля падающей волны и осями диполей ( $\cos \beta$ ).

Периодическое движение молекулы как целого физически реально. Оно появляется вследствие трансформаций положения осей молекул под воздействием соударений [4, с. 99]. Изменение частоты молекул, происходящие вследствие этого движения, относительно и зависит от состояния движения наблюдателя:

- 1) если система отсчета жестко связана с молекулой, то изменение частоты в такой системе не наблюдается;
- 2) если система отсчета неподвижна, то молекула совершает периодическое движение и является гармоническим осциллятором. Сложное движение молекулы с упруго связанным электроном даст сложный спектр.

Рассмотрим два возможных варианта траектории движения молекулы (круговая и эллиптическая плоские орбиты).

Движение по плоской круговой траектории (рис.1) совершается молекулярным осциллятором под действием центральной силы.

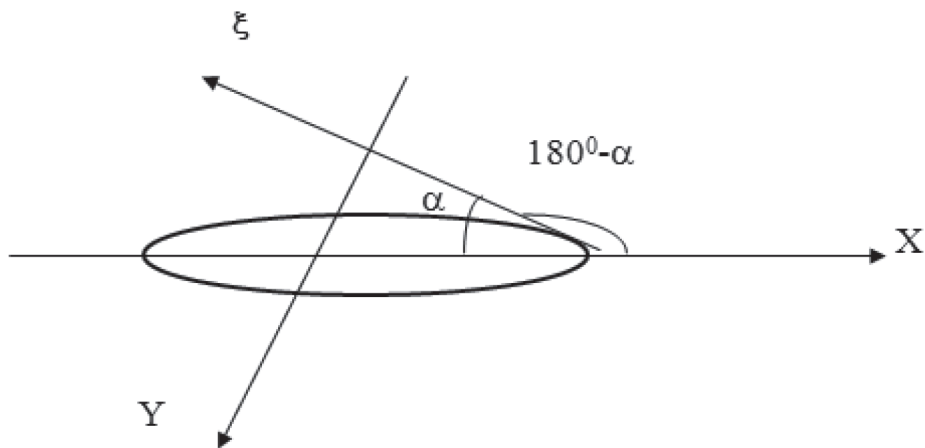


Рис.1. Плоская круговая орбита движения молекулярного осциллятора

Если наблюдение производится вдоль оси Y неподвижной системы отсчета, то собственные колебания электрона происходят вдоль оси  $\xi$ , проведенной по касательной к орбите:

$$\xi = A \cos \omega_0 t. \quad (1)$$

В этом случае неподвижный наблюдатель видит только компоненту X колебания:

$$x = A \cos \omega_0 t \cos \alpha, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – угол между направлением распространения волны и осью диполей, т. е. между касательной к орбите и осью X в данный момент времени (рис.1),

$$\cos \alpha = \frac{dx}{dt} / \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \quad (3)$$

Из математики известно [5, с.70], что формирование линии окружности, по которой движется молекулярный осциллятор, полярным радиусом  $R$  и полярным углом  $\varphi = \omega t$  на плоскости декартовой системы координат XOY определяется соотношениями:



$$x = R \sin \omega t ; y = R \cos \omega t, \quad (4)$$

где  $\omega$  – частота колебаний.

Перепишем выражение (2), подставив в него равенство (3):

$$x = A \cos \omega_0 t R \cos \omega t / \sqrt{R^2 (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t)}. \quad (5)$$

Преобразовав выражение (5), получим:

$$x = A \cos \omega_0 t \cos \omega t = 0,5 A [\cos(\omega_0 + \omega)t + \cos(\omega_0 - \omega)t]. \quad (6)$$

Из равенства (6) следует, что движение молекулярного осциллятора в системе отсчета наблюдателя имеет линейчатый спектр с частотами  $(\omega_0 \pm \omega)$ .

Рассмотрим второй случай: движение молекулярного осциллятора происходит по эллиптической траектории. Формирование линии эллипса полярными радиусами  $a, b$  ( $a \neq b$ ) и полярным углом  $\varphi = \omega t$  на плоскости декартовой системы координат XOY определяется формулами:

$$x = a \sin \omega t ; y = b \cos \omega t, \quad (7)$$

где  $\omega$  – частота колебаний.

Как и в первом случае, собственные колебания упруго связанного электрона происходят вдоль оси  $\xi$  (1). Неподвижный наблюдатель видит только компоненту X колебания (2), косинус угла, образованного касательной к орбите и осью X в данный момент времени определяется выражением (3). Координата X будет меняться по закону:

$$x = A \cos \omega_0 t \cdot a \cdot \cos \omega t / \sqrt{a^2 \cos^2 \omega t + b^2 \sin^2 \omega t}. \quad (8)$$

Преобразовав соотношение (8), получим:

$$x = A \cos \omega_0 t \cdot \cos \omega t / \sqrt{1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \sin^2 \omega t}. \quad (9)$$

Сделаем замену в выражении (9):

$$\frac{a^2 - b^2}{a^2} = u. \quad (10)$$

Подставив равенство (10) в выражение (9) и разложив полученный бином, найдем временную зависимость изменения компоненты X колебания:

$$x = A \cos \omega_0 t \cdot \cos \omega t / \sqrt{1 - u \cdot \sin^2 \omega t},$$

$$x = A \cos \omega_0 t \cos \omega t \left( 1 + \frac{1}{2} u \cdot \sin^2 \omega t + \frac{3}{8} u^2 \cdot \sin^4 \omega t + \frac{5}{16} u^3 \sin^6 \omega t \dots \right). \quad (11)$$

Из равенства (11) следует, что сложное движение молекулярного осциллятора в неподвижной системе отсчета, связанной с наблюдателем, разложится в бесконечный линейчатый спектр с частотами  $(\omega_0 \pm (2k + 1)\omega)$ . Число  $k$  принимает неотрицательные значения:  $k = 0, 1, 2 \dots$

Таким образом, молекулярный осциллятор остается идеальным квазиупругим, подчиняется законам классической электродинамики и одновременно представляет собой источник сложного линейчатого спектра. Наблюдается расширение полос линейчатого спектра вследствие периодического движения молекулы как целого.

#### Литература:

1. Штофф, В. А. Введение в методологию научного познания. — Л.: Ленинградский университет, 1979. — 191 с.
2. Физический энциклопедический словарь / Главный редактор А. М. Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1983. — 928 с.
3. Гармонический\_осциллятор. URL: [http://www.ru.wikipedia.org/wiki/Гармонический\\_осциллятор](http://www.ru.wikipedia.org/wiki/Гармонический_осциллятор)
4. Вавилов, С. И. Собрание научных трудов / С. И. Вавилов. — М.: Наука, 1962. — Т. 1. — с. 99–101.
5. Корн, Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. — М.: Наука, 1978. — 832 с.

## ХИМИЯ

### Синтез нанопорошков $Zn_{1-x}Mn_xO$ и применение разложения Родамина Б в водной среде

Динь Ван Так, кандидат химических наук, преподаватель;

Ву Тхи Зуен, кандидат химических наук

Университет Дананга (Вьетнам)

#### Введение

Существует много методов обработки токсичных органических соединений, трудно разлагающихся в воде, в которых широко используются полупроводниковые фото каталитические методы, поскольку высокоэффективны [1].

В последнее время некоторые полупроводники используются в качестве фотокатализаторов, таких как  $ZnO$ ,  $TiO_2$ ,  $Zn_2TiO_3$ ,... Среди них  $TiO_2$  был изучен очень много. По сравнению с  $TiO_2$  оксид цинка ( $ZnO$ ) имеет большую запрещенную зону (3,27 эВ), что эквивалентно запрещенной зоне  $TiO_2$  (3,3 эВ), и его фотокаталитическая реакция аналогична  $TiO_2$ , но  $ZnO$  имеет более широкий спектр поглощения солнечного света [2–3]. Поэтому  $ZnO$  является перспективным фотокатализатором для разложения токсичных органических соединений.

Показано, что наиболее эффективным способом увеличения фотокаталитической активности  $ZnO$  в видимой области путем уменьшения ширины запрещенной зоны является уменьшение размера материалов или замещение цинка в  $ZnO$  некоторыми металлами [1–3].

Цель настоящей работы — синтез нанопорошков  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x=0; 0,01; 0,02; 0,03$ ) и применение разложения Родамина Б в водной среде

#### Экспериментальная часть

**Синтез нано  $Zn_{1-x}Mn_xO$ :** нанопорошки  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x = 0; 0,01; 0,02; 0,03$ ), синтезированы методом сжигания геля лимонной кислоты с  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и  $Mn(NO_3)_2$  согласно соответствующему соотношению молей. Перемешивают и нагревают полученный раствор при  $60^\circ C$  в течение 4 ч, пока раствор не приобретет высокую вязкость, затем сушат при температуре около  $70-80^\circ C$  в течение 12 ч. Затем, прокаленный при температуре  $500^\circ C$  в течение 3 ч, мы получаем нанопорошки  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x = 0; 0,01; 0,02; 0,03$ ).

Материалы после синтеза характеризуются рентгенофазовым анализом (РФА).

*Исследование фотокаталитической способности нанопорошков  $Zn_{1-x}Mn_xO$  для реакции разложения Родамина Б:*

Добавляли 100 мл раствора Родамина Б 10 мг/л в 4 стеклянных стаканов по 250 мл. Регулировали pH раствора 4. Затем добавляли 120 мг нанопорошков  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x = 0,00; x = 0,01; x = 0,02; x = 0,03$ ) соответственно в 4 стакана, помешивая в темноте в течение 30 минут. Эти растворы освещаются непосредственно компактной лампой 40Вт при постоянном перемешивании в течение 120 минут. Определение содержания Родамина Б в растворе, полученном после центробежной фильтрации, фотометрическим методом при 553 нм.

Эффективность фотокаталитического процесса  $H$  (%) рассчитывали по формуле:

$$H = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100\%$$

где  $C_0, C$  — концентрации Родамина Б в растворе до и после фотокаталитического разложения.

#### Обсуждение результатов

##### 1. Фазовый состав материалов — спектр РФА

По данным РФА (рис. 1), образцы номинального состава  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x=0; 0,01; 0,02$ ), термообработанные при  $500^\circ C$  в течение 3 ч, являются однофазными и имеют гексагональную структуру (такой же, как у структуры wurtzite  $ZnO$ ). Основные пики соответствуют гексагональной структуры wurtzite  $ZnO$  (JCPDS No. 01–089–1397). По данным рентгеноструктурного спектра ( $x=0,03$ ) появляются 3 пика новой фазы  $MnO_2$ .

Расчет размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) образцов  $Zn_{1-x}Mn_xO$  проводили по формуле Шеррера по ширине дифракционных максимумов 101. Все результаты приведены в таб. 1.

По среднему размеру кристаллов образцов  $Zn_{1-x}Mn_xO$  было обнаружено, что все полученные частицы были наноразмерными. При увеличении содержания замещения Zn на Mn ( $x$ ) с 0,00 до 0,03 размер частиц  $Zn_{1-x}Mn_xO$  уменьшился с 25,5 до 16,5 нм. Такая закономерность связана с

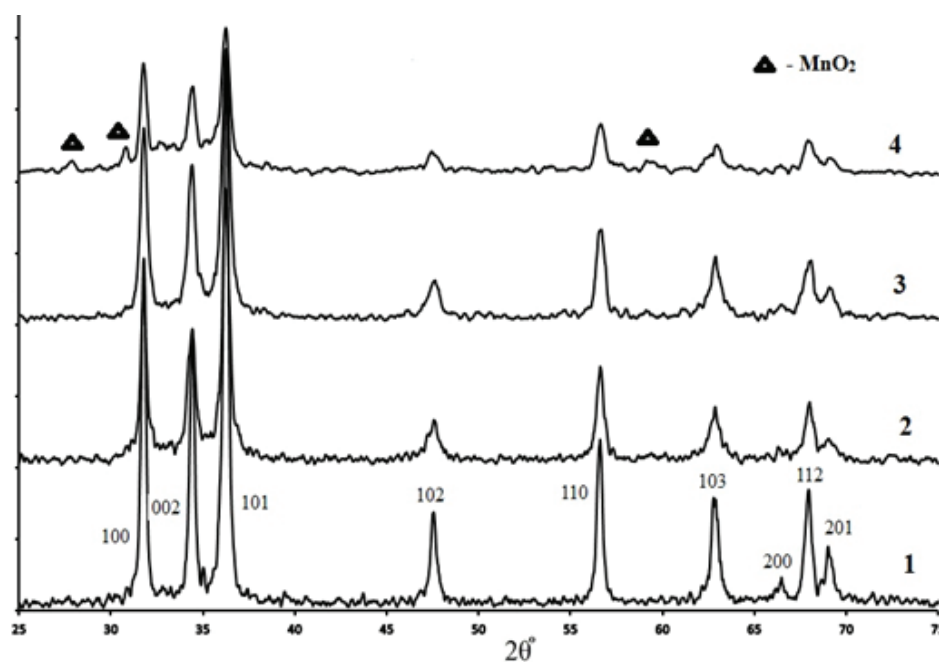


Рис. 1. Дифрактограммы образцов  $Zn_{1-x}Mn_xO$ :  $x=0$  (1),  $x=0,01$  (2),  $x=0,02$  (3),  $x=0,03$  (4)

Таблица 1. Размер нанопорошков  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x=0,00 \div 0,03$ )

Образцы $Zn_{1-x}Mn_xO$	$2\theta$ , градусов	Пик	$\beta$ , градусов	$V$ , нм
$x=0,00$	36,269	101	0,328	25,5
$x= 0,01$	36,244	101	0,432	19,4
$x= 0,02$	36,268	101	0,501	16,7
$x= 0,03$	36,244	101	0,507	16,5

заменой цинка марганцем и, соответственно, с искажением кристаллической решетки, в результате чего создается внутреннее напряжение, приводящее к ограничению роста кристаллов.

## 2. Влияние массовой доли Mn на эффективность разложения Родамина Б

Экспериментальные результаты были представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Эффективность фотокаталитического процесса

$Zn_{1-x}Mn_xO$	$x= 0,00$	$x= 0,01$	$x= 0,02$	$x= 0,03$
$C$ , мг/л	2,65	2,57	0,85	2,38
$H$ , %	73,5	74,4	91,5	76,2

Этот результат можно объяснить тем, что когда концентрация  $Mn^{2+}$ , легированного в  $ZnO$ , мала (менее 0,02), ион  $Mn^{2+}$  будет частично замещать положение иона  $Zn^{2+}$  в гексагональной структуре  $ZnO$ , создавая точечные дефекты из-за странных ионов в структуре  $ZnO$ . Это уменьшило ширину запрещенной зоны материала, что привело к увеличению каталитической активности. Поскольку концентрация легирующего  $Mn^{2+}$  продолжает увеличиваться до определенного значения (более 0,02), могут происходить реакции окисления с образованием  $MnO_2$  на поверхности  $ZnO$ , которые препятствуют поглощению света оксида цинка, что приводит к снижению фотокаталитической активности  $ZnO$ .

Ясно, что энергия запрещенной зоны оксида марганца (4,2 эВ) намного больше, чем у  $ZnO$  (3,27 эВ), поэтому при увеличении концентрации Mn энергия запрещенной зоны увеличивается, что приводит к снижению фотокаталитической активности материалов. На основании этих результатов было обнаружено, что  $Zn_{1-x}Mn_xO$  с  $x = 0,02$  обладает наибольшей фотокаталитической активностью.

### Заключение

Таким образом, методом сжигания геля с использованием лимонной кислоты синтезированы нанопорошки  $Zn_{1-x}Mn_xO$  ( $x=0; 0,01; 0,02$ ). По данным РФА, образцы имеют однофазными и имеют гексагональную структуру wurtzite  $ZnO$  и наноразмеры.

Исследована фотокаталитическая активность материалов  $Zn_{1-x}Mn_xO$  под действием видимого света компактной лампы 40Вт. Результаты показали, что 2 % Mn, легированный ZnO, обладал самой высокой фотокаталитической активностью.

Литература:

1. Chen, C., J.Liu, P.Liu and B.Yu. Investigation of Photocatalytic Degradation of Methyl Orange by Using Nano-Sized ZnO Catalysts. // *Adv. Chem. Engi. Sci.* — 2011. Vol. 1. — P. 9–14.
2. R. Velmurugan, M. Swaminathan. An efficient nanostructured ZnO for dye sensitized degradation of Reactive Red 120 dye under solar light. // *Solar Energy Materials & Solar Cells.* — 2011. Vol. 95. — P. 942–950.
3. A. Jagannatha Reddy, M. K. Kokila, H. Nagabhushana. EPR and photoluminescence studies of ZnO:Mn nanophosphors prepared by solution combustion route. // *Spectrochim. Acta Part A.* — 2011. Vol. 79. — P. 476–480.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Моделирование объектов окружающей среды на основе технологии Google Tango

Арико Илья Витальевич, студент магистратуры

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

*В статье автор пытается показать актуальность получения 3D объектов окружающей среды с помощью технологии Google Tango.*

**Ключевые слова:** Google Tango, дополненная реальность.

Развитие технологий привело к появлению новых направлений в исследовательской деятельности разработчиков аппаратной и программной частей. Одним из таких популярных направлений можно выделить технологию дополненной реальности. В эту популярную на сегодняшний день технологию уже вложено огромное количество средств и сил разработчиков, что привело к её росту популярности на сегодняшний день. Дополненная реальность уже внесла свой вклад в производственную деятельность и быстрыми темпами заполняет повседневную жизнь людей. Большинство людей уже прямо сейчас могут опробовать различные очки дополненной реальности, читать детям книжки и показывать оживших героев с помощью смартфона. Однако, чаще всего на сегодняшний день эта технология применяется в развлекательной сфере, хотя найти ей можно большое количество других применений. На сегодняшний день разрабатывается много различных устройств для дополненной реальности в других сферах, таких как медицина, производство, логистика. Среди таких устройств особенно можно выделить специальные дисплеи, встроенные в лобовое стекло. Тестовые устройства уже могут в реальном времени показывать направления поворотов, оценивать ситуацию на дороге, что может уменьшить количество аварий. Также, одна компания, занимающаяся строительством авианосцев, использует умные очки в конце производства для проверки кораблей и отметки лишних деталей конструкции. Такое использование технологии ускоряет этап проверки корабля на 96 %. Также компания Amazon использует данную технологию на своих складах для ускорения поиска предметов. Таким образом данная технология становится популярной в использовании даже в производстве.

В качестве наиболее популярных примеров дополненной реальности в повседневной жизни можно выделить такие, как фильтры и маски для лица в социальных сетях, игры «Pokemon Go» или «Harry Potter AR», сме-

шение реальных и вымышленных объектов в кинофильмах и компьютерных играх, оживление экспонатов в музеях и другие.

По подсчётам многих аналитиков в ближайшие пять лет дополненная реальность сможет существенно расширить области своего применения и стать неотъемлемой частью жизни общества.

Дополненная реальность — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир цифровыми данными с помощью каких-либо устройств и программной части. Исследователь Рональд Азума в 1997 году определил её как систему, которая совмещает виртуальное и реальное, взаимодействует в реальном времени и работает в 3D.

Первые упоминания о системах дополненной реальности датируются второй половиной 20 века. В 1968-м году компьютерный специалист и профессор Гарварда Айван Сазерленд со своим студентом Бобом Спрауллом разработали устройство, получившее название «Дамоклов Меч». Это была первая полноценная система дополненной реальности на основе головного дисплея. Очки приходилось крепить к потолку, так как они были очень тяжелыми. Конструкция угрожающе нависала над испытуемым, отсюда устройство и получило своё название. В очки со стереоскопическим дисплеем транслировалась простая картинка с компьютера. Перспектива наблюдения за объектами менялась в зависимости от движений головы пользователя, поэтому понадобился механизм, позволяющий отслеживать направление взгляда. Это устройство показано на рис. 1. В последующие годы было разработано много различных прототипов устройств дополненной реальности, однако они все были похожи на очки или шлемы, только более усовершенствованные. Также, в 1982-м году один из ученых использовал радар и камеры в космосе для того, чтобы показать движение воздушных масс, циклонов и ветров в телепрогнозах погоды [1].

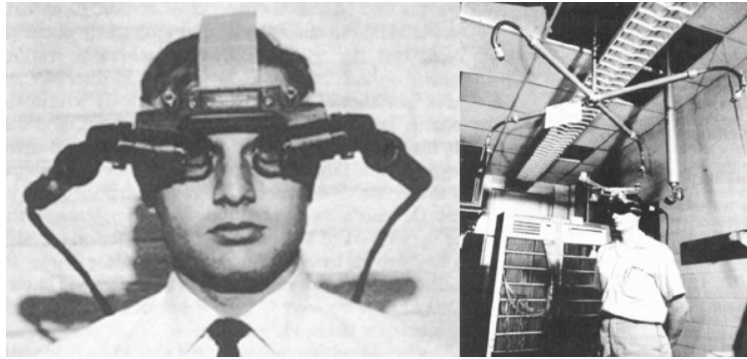


Рис. 1. Первые очки дополненной реальности

Актуальность темы, в первую очередь, обусловлена повышением популярности технологии дополненной реальности. Количество смартфонов с поддержкой этой технологии постоянно растёт, что приводит к увеличению числа возможных потребителей продуктов дополненной реальности. Также в некоторых секторах экономики существует необходимость расчётов различных измерений. Например, в сельском хозяйстве существует необходимость высчитать приблизительный вес и объём животного зная его некоторые характеристики, такие как длина холки, длина ног и другие, что приведёт к существенному ускорению проверки и фильтрации животных по здоровью и качеству. Собрать такие данные можно с помощью дополненной реальности, так как эта технология позволяет узнать, например, длину объекта с достаточно минимальной погрешностью. Также данная разработка может ускорить процесс создания различных моделей. Так, например, после моделирования объекта с помощью дополненной реальности, дизайнер может достаточно быстро получить каркас для разрабатываемого 3D объекта.

Общая схема работы технологии дополненной реальности

Рассмотрим общую схему работы дополненной реальности, которая показана на рис. 2. Для того, чтобы начать работать с дополненной реальностью на смартфонах, необходимо провести все настройки над камерой, инициализировать и получить видеопоток. После того, как пользователь начал снимать объекты окружающей среды с помощью камеры происходит покадровая программная обработка видеопотока. Совместно с специальными датчиками, установленными в смартфоны, такими как гироскоп, акселерометр, GPS-приёмник, компас, определяется местоположение и направление камеры в пространстве, ориентация устройства. С помощью полученных данных можно определить поверхности объектов окружающей среды и их размеры, найти ключевые точки, к которым могут «приклеиться» объекты, или специальные маркеры-контексты. На заключительных стадиях обработки пространства можно наложить необходимые цифровые объекты поверх кадра. В качестве таких объектов могут быть картинки, видеоматериалы, 3D объекты, аудио. Эти цифровые объекты могут обрабатывать нажатия, менять

размер, положение и ориентацию в пространстве. Основная же сложность на данных этапах заключается в том, что человек может двигать камеру и, соответственно, ключевые точки могут менять своё местоположение. Поэтому алгоритмы машинного зрения должны работать достаточно быстро [2].

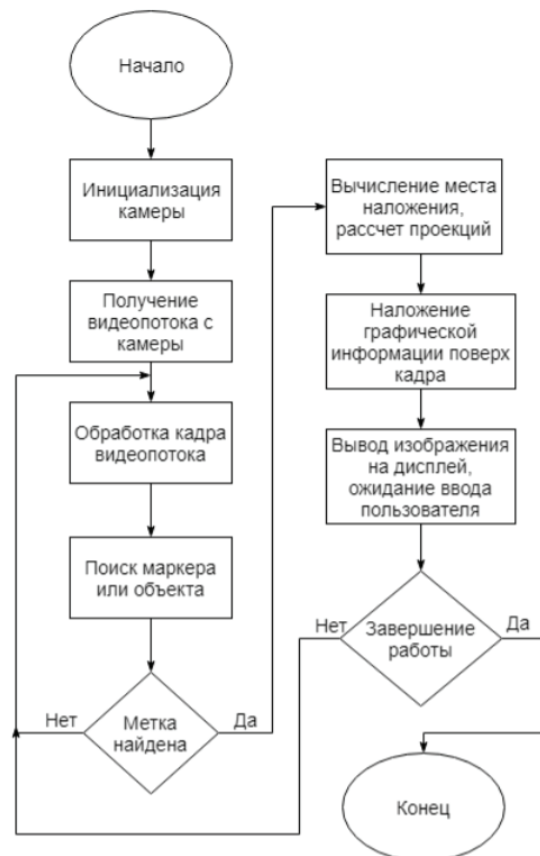


Рис. 2. Схема работы дополненной реальности

Одной из самых важных и сложных задач в функционировании дополненной реальности является идентификация объекта. Как видно из схемы выше, невозможно разместить цифровой объект в любую позицию мобильного устройства. Для этого необходимо привязаться к исследуемому объекту с помощью другого объекта, который будет идентифицировать исследуемый объект. Такими объектами привязки служат специальные метки — мар-

керы, относительно которых будет строиться дополненная реальность. В качестве такого маркера может выступать практически любой объект, например, QR-код, картинка, фасад здания. Успех поиска такого маркера зависит от сложности и разнородности такого объекта.

В теории маркером может быть любая фигура, но на практике существуют ограничения, связанные с разрешением камеры смартфона, особенностями цветопередачи, освещением и вычислительной мощностью. Поэтому на практике обычно используют простые изображения или QR-коды. Пример маркера дополненной реальности в виде изображения показан на рис. 3.



Рис. 3. Пример маркера в виде изображения

Кроме метода маркеров также существует безмаркерный метод, при котором необходимо привязаться непосредственно к самим объектам окружающего мира, например, здание. В таком случае дополнительно с изображением или моделью здания используются дополнительные данные, такие как координаты здания в пространстве, координаты устройства в пространстве, окрашивание здания в определённый цвет, ключевые точки.

### Обзор технологии Google Tango

Project Tango — проект исследовательского подразделения Google, цель которого дать мобильным устройствам человеческое понимание пространства и движения [3]. В основе технологии — точное соединение данных от всех сенсоров и их быстрая обработка. Данные устройство получает от инфракрасных датчиков, нескольких фотокамер, точных акселерометров, гироскопов и барометров. Все вместе это позволяет создать точную трехмерную картину мира вокруг устройства, обновлять в режиме реального времени, определять положение внутри нее, передавать эти данные всем приложениям, и накладывать слои с информацией поверх. Сама технология дополненной реальности Google Tango подразделяется на три технологии:

1) отслеживание движений, которое позволяет смартфону понимать позицию, ориентацию и движения

в трехмерном пространстве. С помощью этой технологии можно получить координаты и вектор движения. Для достижения этих целей используются акселерометр и гироскоп и при движении ранее размещённые виртуальные объекты остаются на том же месте;

2) изучение области, при котором устройство использует визуальные подсказки для распознавания реального мира, самостоятельно исправляя ошибки в отслеживании движений и переопределяет себя в тех местах, где оно уже было. Tango-устройство ищет опорные точки или кластеры, которые лежат на различных поверхностях и создаёт относительно них плоскость, на которой можно разместить свои виртуальные объекты;

3) восприятие глубины, которое помогает определить формы реального мира вокруг смартфона, выстраивая взаимодействие с виртуальным миром. Помогает определить размеры и формы объектов, определяет границы и уровни плоскостей и участвует в их образовании.

Все эти технологии в совокупности объединяются в общую технологию для работы с дополненной реальностью Google Tango.

Также, для работы с дополненной реальностью на основе технологии Google Tango используются некоторые инструменты, такие как опорные точки, позы и другие. Описание этих инструментов будет предложено ниже.

Вся работа Tango устройства руководствуется позами. По мере того, как устройство движется сквозь трехмерное пространство, оно до 100 раз в секунду высчитывает, где оно находится, а именно позицию, и ориентацию. Одна единица таких объединенных данных называется позой. Это ключевая часть работы со всеми тремя концепциями, входящими в технологию — отслеживание движения, изучение области и восприятие глубины. Поза используется для преобразования локального координатного пространства объекта в реальное. В то время, как поза является описанием положения и ориентации объекта на сцене, якорь — фиксированное местоположение и ориентация в реальном мире. Якорный узел — узел, который автоматически позиционирует себя в реальном мире и устанавливается при обнаружении новой плоскости.

Также важен ещё один инструмент в описании платформы — события. По сути, это уведомление о важных для устройства событиях, таких как, например, слишком яркая или темная картинка, которая не дает возможности системе определить положение.

Для определения ровных поверхностей, таких как полы, стены, столы выделяется понятие плоскость. Обнаруженные поверхности помечаются как плоскости, и, после этого, можно размещать различные объекты именно на плоскости. Сцена — набор из одной и более плоскостей, где будут отображаться все 3D модели объектов. Пример плоскостей и сцены показан на рис. 4.

Изучение области — достаточно трудоёмкая затрата для технологии Google Tango. С ее помощью можно запоминать ключевые визуальные элементы физического пространства, такие как грани и углы, распознавая их в по-

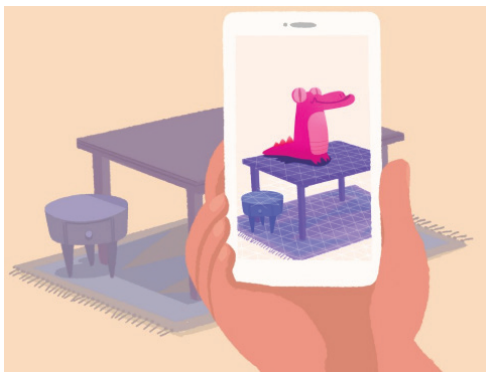


Рис. 4. Пример плоскостей и сцены в Google Tango

следующих сканированиях. Для этого смартфон создаёт и хранит математическое описание всех этих визуальных особенностей в своей базе данных. Полученные данные используются для улучшения отслеживания движений — улучшая аккуратности (корректировка дрефта) и позиционируя себя в ранее изученных областях (локализация). Математическое описание мест хранится в специальном файле Area Description File. Это необходимо для сохранения ключевых точек, чтобы виртуальные объекты появлялись у пользователя в том же месте, в котором он их оставил, или, передать данные другим пользователям.

Чувство глубины даёт возможность смартфону измерять расстояние между объектами, определять расстояние до объекта, помогает улучшить восприятие формы. С помощью инфракрасного датчика технологии Google Tango позволяет получать данные об окружающем пространстве с помощью облака точек. Это набор координат  $x, y, z$  для максимально возможного количества точек в сцене.

Для взаимодействия с пользователем используется метод хит-тестирования. Пользователь касается экрана и из этих координат касания проецируется луч в заданном направлении в видимую область, возвращая все плоскости и точки объектов, которые пересекаются с этим лучом. В результате такого нажатия является набор плоскостей, поз и объектов, с которыми можно взаимодействовать различным образом.

#### Актуальность рассматриваемой темы

Актуальность темы, в первую очередь, обусловлена повышением популярности технологии дополненной реальности. Количество смартфонов с поддержкой этой технологии постоянно растёт, что приводит к увеличению числа возможных потребителей продуктов дополненной реальности. Также в некоторых секторах экономики существует необходимость расчётов различных измерений. Например, в сельском хозяйстве существует необходимость высчитать приблизительный вес и объём животного зная его некоторые характеристики, такие как длина

холки, длина ног и другие, что приведёт к существенному ускорению проверки и фильтрации животных по здоровью и качеству. Собрать такие данные можно с помощью дополненной реальности, так как эта технология позволяет узнать, например, длину объекта с достаточно минимальной погрешностью. Также данная разработка может ускорить процесс создания различных моделей. Так, например, после моделирования объекта с помощью дополненной реальности, дизайнер может достаточно быстро получить каркас для разрабатываемого 3D объекта.

Основная ценность разработки приложения для быстрого создания 3D моделей объектов особенно видна для различных дизайнеров. Им не нужно теперь тратить много времени на создание полной модели с нуля, достаточно создать такую модель с помощью дополненной реальности и немного отредактировать её. Такой подход очень сильно снижает стоимость и скорость создания таких моделей.

Пример полученной с помощью дополненной реальности модели можно увидеть на рис. 5.



Рис. 5. Пример объекта, смоделированного с помощью дополненной реальности

#### Литература:

1. AR — Дополненная Реальность // Habr. URL: <https://habr.com/ru/post/419437/> (дата обращения: 11.03.2020).



2. Технология дополненной реальности // Сайт кафедры ДГНГ. URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2017/papers/110/> (дата обращения: 11.03.2020).
3. Device Lab от Google: Project Tango // Habr. URL: <https://habr.com/ru/article/304762/> (дата обращения: 11.03.2020).

## Совершенствование использования полиграфа в управлении персоналом органов внутренних дел Российской Федерации

Гонов Шамиль Хасанович, старший преподаватель;  
Самойленко Роман Михайлович, слушатель  
Академия управления МВД России (г. Москва)

*В статье авторы пытаются раскрыть методологические принципы исследования психофизиологических показателей человека в оценке достоверности получаемых сведений при опросе.*

**Ключевые слова:** управление персоналом, полиграф в деятельности органов внутренних дел, использование полиграфа.

Оперативный работник или следователь, проводящий опрос (допрос), постоянно сталкивается с потребностью оптимального выбора направлений работы при дефиците необходимой информации. В процессе опроса, как правило, фиксируются различные вербальные (словесные) и невербальные (покраснение, побледнение покровов кожи лица, тремор рук, выступающий пот и т. д.) сигналы от опрашиваемого. На основании анализа таких сигналов оперативный следователь или следователь делает заключение о значимости (незначимости) обсуждаемой темы. Это дает ему возможность определить наиболее перспективные направления расследования. Практика показывает, что такой анализ основан, в основном, на интуитивном подходе, что делает невозможным его объективизацию и описание, часто грешит ошибками.

Полиграф позволяет зарегистрировать изменения в психофизиологическом состоянии опрашиваемого значительно точнее, чем с помощью визуальной оценки и представляет собой специальное программно-техническое средство для объективного исследования физиологических показателей, характеризующих эмоциональное состояние человека в процессе опроса.

Многолетняя практика использования полиграфа в развитых странах показала, что он дает возможность объективно установить отношение конкретного человека к тем или иным сведениям и фактам, интересующим следствие. В правоохранительной практике проверки на полиграфе, как правило, используются не в интересах получения судебных доказательств для вынесения решения по делу, а для содействия оперативно-следственным работникам в обосновании выбора более перспективного направления их работы.

В частности, в США, Канаде, Израиле, Японии, Индии, Венгрии и других государствах традиционными задачами, решаемыми с помощью полиграфа, являются сужение круга подозреваемых, установление факта совершения преступления, идентификация виновного и создание ус-

ловий для дачи им правдивых показаний, выявление пропусков или преувеличений в сообщаемых показаниях, сбор дополнительной информации о расследуемом преступлении.

По данным Американской ассоциации операторов полиграфа, в зависимости от обстоятельств дела, в 87–96 % случаев имел место положительный для расследования эффект использования полиграфа, при этом достоверность полученной информации составила величину порядка 92 %.

Применение полиграфа за рубежом регламентируется как Законами (США, Япония), так и ведомственными инструкциями (Польша, Венгрия).

Первым экспериментатором, проводившим научные опыты с целью определения с помощью аппаратуры правдивости показаний испытуемого, принято считать Ч. Ломброзо. В 1895 году он опубликовал отчет о своих экспериментах с лицами, подозреваемыми в совершении преступления, с целью установления обмана в их показаниях. Для этого он измерял у испытуемого колебания давления крови с помощью гидросфигмографа.

Первый полиграф, пригодный для криминалистических нужд, сконструировал в 1921 году Дж.А. Ларсон. Регистрация пульсовых и дыхательных колебаний производилась на закопченной бумаге кимографа. В дальнейшем Ларсон ввел методику измерения давления крови, которая до сих пор используется в современных полиграфах. Он оценил также эффективность гальванометра, но считал, что этот прибор дублирует показатели сфигмографа. Более того, Ларсон был уверен, что кожно-гальваническая реакция (КГР) слишком чувствительный показатель, и его применение необоснованно в случаях, когда задаются эмоционально сильно окрашенные вопросы.

В итоге прибор Дж.А. Ларсона был способен записывать три показателя: давление крови, пульс и дыхание.

Первый серийно выпускаемый полиграф был создан в 1935 году фирмой «Столтинг» («Stoelting»). Это был трех-

канальный полиграф Дж.А. Ларсона, к которому был добавлен гальванометр, регистрирующий КГР. Физиологические показатели регистрировались на движущейся бумаге с помощью нескольких самописцев. Каждый самописец был подключен к одному каналу снятия информации. Бумага двигалась со скоростью 15 см/мин. Это так называемый чернильно-пишущий полиграф.

В 1945 году Дж.Э. Рид создал полиграф, записывающий, наряду с показателями давления крови, пульса, дыхания и КГР, незаметные движения мышц предплечья, бедер и ног. С тех пор диагностическая аппаратура в принципе не изменилась.

Богатейший опыт и данные, накопленные со времени создания полиграфной техники, определили как перечень снимаемых физиологических кривых, так и тактику проведения тестирования и методы оценки вероятности лжи.

Несмотря на то, что современные исследования предлагают и другие методы оценки физиологических изменений в организме испытуемого при различной смысловой стимуляции (например, при помощи съема энцефалограммы, фиксации изменений различных характеристик в биологически активных точках и др.), традиционные физиологические кривые остаются основополагающими.

Мы рассматривали возможность снятия дополнительных физиологических характеристик, однако на данном этапе отказались от их использования по следующим причинам:

— Зарубежными исследователями проведен большой объем исследований по интерпретации полученных данных, способам их обсчета, достоверности получаемых результатов. На первом этапе внедрения, пока не наработан собственный опыт применения полиграфа, который позволит более точно оценить сильные и слабые стороны этих подходов, целесообразно опираться на зарубежный опыт. Это позволит сэкономить значительные силы и средства.

— Традиционные физиологические показатели можно снимать с помощью датчиков, не требующих специальной, достаточно длительной подготовки к их размещению. И напротив, размещение датчиков для снятия, к примеру, энцефалограммы, при проведении опросов с использованием полиграфа в отношении женщин, вообще становится в некоторых случаях проблематичным. Кроме того, наши исследования показали, что имеется сильное психологическое неприятие проведения опроса с использованием любых датчиков, размещаемых на голове, вплоть до категорического отказа от проведения опроса.

Современная компьютерная техника, современное системное и прикладное математическое обеспечение создают мощную программно-инструментальную базу широкомасштабных психофизиологических исследований.

Компьютерные полиграфы обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с иными средствами или методами психофизиологических исследований. Эти базисные преимущества могут быть сформулированы следующим образом:

1. Одним из важнейших достоинств является резкое упрощение обсчета физиологических параметров, полученных в ходе опроса. Чтобы показать сложность задачи, стоящей перед специалистом, приведем пример. При использовании чернильно-пишущего полиграфа регистрируемые параметры выводятся на бумажную ленту. Длина такой ленты, полученной в ходе одного опроса, составляет порой 15 метров и более. Специалист должен принять решение после тщательного анализа полиграммы. В обычных условиях на это уходит не менее 4–6 часов. При использовании компьютерного полиграфа процесс собственно обсчета в большинстве случаев составляет несколько минут, причем специалист получает в свое распоряжение полный набор таблиц, на основании анализа которых он может выяснить обоснованность решения, принятого полиграфом по результату проведенного теста (тестов).

2. Компьютерный полиграф позволяет проводить корреляционный анализ данных, полученных в результате опроса. Как известно, собственно опрос с использованием полиграфа состоит из нескольких повторов (не менее двух) нескольких тестов (их число может доходить до 20). Число вопросов, входящих в один тест составляет, как правило, не более 20. Проведение повторов необходимо для того, чтобы получить доказательство устойчивости реагирования опрашиваемого на вопросы теста, причем порядок вопросов при проведении повтора (повторов) меняется (если необходимо, то автоматически). При использовании же чернильно-пишущего полиграфа полиграмму каждого теста специалист оценивает практически как независимую. Ручной обсчет корреляции даже двух повторов одного теста практически невозможен ввиду трудоемкости данного процесса.

3. При проведении опроса наибольшее влияние на результативность опроса оказывает квалификация специалиста. Уровень квалификации связан и с умением проводить обсчет полиграммы. Процесс анализа полиграммы можно разбить на два этапа — этап предварительного визуального анализа и этап более точного обсчета параметров (по формулам). Практика показывает, что вдумчивые специалисты по использованию полиграфа с достаточным опытом работы (не менее 50–100 проведенных опросов) при визуальном анализе полиграммы начинают воспринимать «паттерн» (совокупность рисунков по всем параметрам или по одному из них), соответствующий наибольшему уровню стресса опрашиваемого, поэтому к проведению детального обсчета полиграмм прибегают в сложных случаях, поскольку это, как указывалось, чрезвычайно трудоемкий процесс. Начинаящий оператор не обладает достаточным опытом, чтобы с самого начала качественно проводить анализ полиграмм. Дело усложняется также тем, что специалисты такого профиля в региональных подразделениях отсутствуют, особенно на этапе внедрения данного вида мероприятия. Следовательно, специалист, проводя обсчет, может «консультироваться» только с компьютером. Если же учесть, что алгоритм обработки данных разработан с участием наиболее квали-

фицированных специалистов и проверен на практике, то начинающий специалист никогда не остается один. У него есть помощник — полиграф. Это очень важно с психологической точки зрения, поскольку ответственность за принятое решение всегда лежит на специалисте.

4. Компьютерный полиграф позволяет после проведения опроса получить решение относительно причастности или непричастности опрашиваемого, в том числе к совершению расследуемого преступления.

5. В компьютерном полиграфе при подготовке тестирования для получения достоверных результатов используются, как правило, стандартные форматы тестов. Это дисциплинирует начинающего специалиста и заставляет его более вдумчиво подходить к формулированию вопросов теста, более четко достигать поставленной цели.

6. Компьютерный полиграф имеет встроенную программу предварительной оценки состояния опрашиваемого (по Баевскому методу), на основании которой специалист может принять решение о целесообразности проведения дальнейшего тестирования. Это очень важно для начинающего специалиста.

7. В зарубежных компьютерных полиграфах отсутствует автоматизированная оценка параметров по шкале Бакстера. Все необходимые расчеты для этого проводятся с помощью перевода данных в таблице в балльную оценку.

Исходя из функциональных особенностей компьютерных полиграфов и целевой функции областей их применения, можно сформулировать основные требования к построению такого многофункционального автоматизированного комплекса.

Цель разработки минимальных требований к полиграфу заключается в необходимости определения минимального набора качеств полиграфа с целью проведения предварительной оценки различных компьютерных полиграфов, предложенных для оснащения в органы полиции. Практика показывает, что количество производителей компьютерных полиграфов постоянно растет. Проведение всесторонних испытаний представляемых полиграфов требует длительного периода и отвлечения сил квалифицированных специалистов по проведению опросов с применением полиграфа. Для упрощения такой работы нами предлагается проведение предварительного отбора компьютерных полиграфов по принципу соответствия минимальным требованиям. Только полиграф, имеющий минимально необходимый набор качеств, может быть рекомендован для проведения дальнейших испытаний.

Одним из самых важных требований является требование к непрерывности регистрации физиологических показателей человека в ходе опроса, так и непрерывность отображения зарегистрированной полиграммы в процессе печати.

Такая непрерывность необходима по следующим причинам.

— При проведении визуальной оценки полученной полиграммы специалист должен быть уверен в том, что зарегистрированная реакция является следствием задан-

ного вопроса (предъявленного стимула), а не каким-либо другим фактором, который мог иметь место до вопроса.

— Специалист должен убедиться, что физиологические параметры опрашиваемого между вопросами и перед вопросом находились в покое (норме).

— Только наличие непрерывной полиграммы дает возможность проведения контроля за работой специалиста с помощью проведения независимой экспертной оценки полиграммы (полиграмм), проведенных опытным специалистом — контролером.

Другим важным требованием является возможность регистрации как фазической (быстрой), так и тонической (медленной) составляющих КГР, что соответствует режимам «автоматический» и «ручной», имеющимся на чернильно-пишущем полиграфе (в зарубежных компьютерных полиграфах представлена только быстрая компонента КГР). Практика показывает, что это необходимо для того, чтобы повысить достоверность получаемого результата, поскольку при регистрации двух составляющих КГР мы можем отследить как быстрые изменения КГР, вызванные заданным вопросом (предъявленным стимулом), так и медленные изменения, вызванные повышением или понижением общего напряжения опрашиваемого в процессе одного теста. Как правило, напряжение опрашиваемого медленно нарастает к значимому вопросу теста, что соответствует росту величины медленной компоненты КГР. После же значимого вопроса теста величина медленной компоненты убывает. Значимый вопрос при использовании быстрой компоненты КГР вызывает быстрый всплеск величины КГР, которая затем так же быстро убывает. При этом величина и/или длительность реакции КГР на значимый вопрос превышает реакцию КГР на нейтральный или контрольный вопрос.

В основе использования полиграфа лежит тот факт, что чем важнее для человека какая-либо информация, тем большее состояние стресса, проявляющееся в изменении физиологических показателей, он испытывает, когда такую информацию скрывает. Иначе говоря, у человека повышается уровень эмоциональной напряженности. Задавая человеку специально подготовленные вопросы и регистрируя физиологические реакции опрашиваемого в моменты ответа на них, можно с большой вероятностью (80–95 %) определить — скрывает (или не скрывает) этот человек информацию, интересующую специалиста при проведении опроса.

Процесс опроса с применением полиграфа может быть условно разбит на несколько этапов.

На первом этапе специалист осуществляет сбор и анализ информации об опрашиваемом и о преступлении, выясняет его психическое и физическое состояние.

На втором этапе проводится предварительная беседа, целью которой является выяснение степени информированности опрашиваемого о расследуемом преступлении. На этом этапе опрашиваемый дает письменное согласие на проверку.

На третьем этапе специалист формирует информативные признаки и обучающие семантические выборки, снимает семантическую неопределенность по исследуемой проблеме и формулирует вопросы тестов.

На четвертом этапе проводится опрос с применением полиграфа. На пятом этапе специалист проводит анализ полученных полиграмм и дает заключение по сути поставленных перед ним вопросов.

Продолжительность всего мероприятия зависит от сложности расследуемого дела и составляет, как правило, от нескольких часов до трех суток. Продолжительность собственно опроса составляет, как правило, не менее 2 и не более 4 часов.

Полиграф в деятельности полиции может быть использован по следующим направлениям:

1. Определение степени причастности опрашиваемого лица к подготавливаемым, совершаемым или совершенным противоправным деяниям; оценка достоверности информации, сообщаемой опрашиваемым лицом (источником, свидетелем и др.).

2. Получение от опрашиваемого лица фактических данных, имеющих значение для своевременного проведения оперативно-розыскных мероприятий (местонахождение трупа, похищенного, количество лиц, совершивших преступление и т. д.).

3. Решение вопросов собственной безопасности (проверка фактов утечки служебной информации, наличия несанкционированных связей и т. д.).

4. Проведение отбора кандидатов на службу в полицию и решение других кадровых задач.

Многолетний зарубежный опыт использования полиграфа показал, что опрос с применением полиграфа может проводиться только в отношении лиц, которые в физическом, психическом и эмоциональном состоянии пригодны для этого. Решение по этому вопросу принимает специалист по работе с полиграфом.

Также разработаны научно-обоснованные методики проведения опросов граждан с использованием полиграфа и требования по техническому обеспечению стационарной базы для проведения опросов граждан.

#### Литература:

1. Денисов, А. С., Постников В. С., Зерин С. Н. «Некоторые проблемы внедрения специальных технических средств для определения изменения психофизиологического состояния человека». /Доклад на Первой научно-практической конференции «Нетрадиционные методы расследования преступлений» (октябрь 2007 г.).
2. Примерные требования по техническому обеспечению стационарной базы по проведению опросов граждан с использованием полиграфа.
3. Временные методические рекомендации по работе с полиграфными устройствами при опросе граждан.
4. Андриянова, О. Ю. Процессуальные возможности применения полиграфа при расследовании уголовных дел / О. Ю. Андриянова // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. — 2013. — № 23.
5. Грицаев, С. И. Использование полиграфа при опросе граждан или психофизиологическая экспертиза с использованием полиграфа / С. И. Грицаев, В. В. Помазанов // Современные проблемы уголовного права, уголовного процесса и криминалистики: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф, 29 марта 2013 года. — Краснодар, 2013.
6. Грицаев, С. И. Проблемы применения полиграфа в расследовании преступлений / С. И. Грицаев, В. В. Помазанов, Д. В. Шевель // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра: сб. научных трудов. — 2014. — Вып. 5.
7. Грошиков, В. А. Актуальные вопросы использования возможностей полиграфа при раскрытии умышленных убийств / В. А. Грошиков // Вестник Волгоградской академии МВД России. — 2015. — № 2 (33).
8. Джафаров, К. В. Применение полиграфа при подготовке допроса / К. В. Джафаров // Право: теория и практика = Law: theory & practice. — М., 2002. — № 10.
9. Дубинин, Л. Г. К вопросу о психофизиологическом исследовании и его значении для расследования преступлений / Л. Г. Дубинин // Вестник криминалистики. — 2012. — № 1 (41).
10. Емельянова, Н. В. Применение полиграфа в доказывании по уголовным делам / Н. В. Емельянова, О. П. Копылова // Science Time. — 2015. — № 12 (24). —
11. Жадяеват, М. А. О применении полиграфа в расследовании преступлений / М. А. Жадяева // Роль и значение науки в вузе и ее влияние на образовательный процесс: мат-лы Междунар. заочной науч.-практ. конф. — 2015.
12. Иващенко, М. А. Нетрадиционные способы получения необходимой информации для расследования преступлений: полиграф / М. А. Иващенко // Молодой ученый. — 2015. — № 9 (89).
13. Ищенко, Е. П. О перспективах использования полиграфа / Е. П. Ищенко // Правовые проблемы борьбы с организованной преступностью. — Екатеринбург, 1992.
14. Карпенко, Л. Л. Применение полиграфа при производстве психофизиологической экспертизы / Л. Л. Карпенко // Проблемы современного российского права: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, посвященной памяти Ф. Н. Плевако, 15–16 апреля 2011 года. — Челябинск: ЮУрГУ, 2011.
15. Комиссарова, Я. В. Актуальные проблемы использования специальных знаний в области полиграфологии / Я. В. Комиссарова // Вестник криминалистики. — 2011. — № 4 (40).

16. Комиссарова, Я. В. Ошибки при производстве судебных психофизиологических экспертиз с применением полиграфа / Я. В. Комиссарова // Судебная экспертиза: типичные ошибки / Е. Р. Россинская [и др.]; под ред. Е. Р. Россинской. — М., Проспект. — 2012.
17. Комиссарова, Я. В. Практика использования полиграфа в целях сужения круга лиц, подозреваемых в совершении преступления / Я. В. Комиссарова // Бюл. М-ва юстиции РФ. — М., 1999. — № 5.
18. Кочергина, М. С. Использование полиграфа в раскрытии и расследовании преступлений / М. С. Кочергина // Социально-политические и экономико-правовые проблемы общества: история и современность: мат-лы XVII Междунар. науч.-практ. конф. магистрантов и студентов. — 2014.
19. Лантух, Э. В. Современные возможности и проблемы производства психофизиологических экспертиз с использованием полиграфа при производстве по уголовным делам / Э. В. Лантух // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. — 2012. — Т. 54. — № 2.
20. Ларин, А. Полиграф и права личности: (Продолжая начатую тему) / А. Ларин // Правозащитник. — 1998. — № 2.
21. Левицкая, Е. И. Проблемы использования при допросе информации, полученной при испытании на полиграфе / Е. И. Левицкая // Южно-Уральские криминалистические чтения. — Уфа, 2000. — Вып. 8.
22. Лешкович, Т. А. Естественнонаучные основания проведения психофизиологической экспертизы с использованием полиграфа / Т. А. Лешкович // Вестник криминалистики. 2012. — № 3 (43). — с. 95–101.
23. Петров, И. Ю. Расследование преступлений с применением полиграфа / И. Ю. Петров // Использование криминалистической и специальной техники в противодействии преступности: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. — 2013. —
24. Петрухина, А. Д. Проблемы использования результатов опроса, полученных с помощью полиграфа при расследовании преступлений / А. Д. Петрухина // Актуальные проблемы современного права и политики (К 90-летию со дня рождения Ю. И. Малышева (1924–2009): сб. научных трудов по мат-лам Всеросс. студенч. науч. конф. — 2014.
25. Применение полиграфа в России: современный уровень и перспективы развития // Российский следователь. — 2003. — № 10.
26. Соколова, О. А. Некоторые проблемы диагностирования человека с помощью полиграфа при раскрытии и расследовании преступлений / О. А. Соколова, Н. П. Майлис // Вестник Московского университета МВД России. — 2011. — № 10.

## Анализ влияния показателей контролепригодности на надёжные характеристики сетей передачи данных

Джураев Рустам Хусанович, старший преподаватель;  
Ботиров Сохибжон Рустамович, студент магистратуры;  
Таштемиров Темирбек Кодиржонович, ассистент

Ташкентский университет информационных технологии имени Мухаммада ал-Хоразмий (Узбекистан)

*В статье рассматриваются вопросы влияния показателей контролепригодности на надёжные характеристики систем передачи данных (СПД). Проведен анализ основных задач по обеспечению контролепригодности СПД и влияния объема встроенных средств контроля на показатели достоверности и безотказности систем передачи данных. Полученные результаты дают возможность оценить показатели контролепригодности на стадии проектирования систем передачи данных.*

**Ключевые слова:** система передачи данных, СПД, надёжные характеристики, контролепригодность, показатели контролепригодности.

Как показывает международная и отечественная практика широкомасштабное использование информации и созданных на ее основе информационных ресурсов и внедрение их во все сферы жизнедеятельности общества, вызвали бурное развитие спроса на разнообразные услуги передачи данных (ПД).

Современные сети передачи данных (СПД), представляют собой сложные территориально распределённые технические комплексы, выполняющие важные задачи по своевременной и качественной передаче данных [1–3]. Современные прогнозы указывают на тенденцию превращения всех сетей телекоммуникаций в СПД, по которым будут передаваться любые виды сообщений (включая данные, речь, видео и мультимедиа), преобразованные в цифровые сигналы.

Одним из важных требований, предъявляемых к СПД является требование по обеспечению их надежности, которое означает, что сеть должна обеспечивать длительное функционирование с поддержанием всех оговариваемых характеристик в заданных пределах. Трудность решения этой задачи состоит в том, что непрерывное увеличение сложности современных СПД вызывает значительные трудности в достоверной оценке их технического состояния в условиях эксплуатации [1,2,4–6].

Основным критерием надежности СПД является коэффициент готовности:

$$K_G = \frac{T_H}{T_H + T_B},$$

который характеризует вероятность того, что система будет находиться в исправном состоянии в произвольно выбранный момент времени, где

$T_H$  — средняя наработка на отказ;

$T_B$  — среднее время восстановления.

Составляющими коэффициента готовности являются среднее время наработки на отказ  $T_H$ , характеризующее безотказность системы и среднее время восстановления  $T_B$ , которое характеризует ремонтпригодность.

Необходимо, особо отметить, что односторонняя ориентация при построении СПД только на достижение высокой безотказности в ущерб ремонтпригодности может не привести к повышению коэффициента готовности  $K_G$ , так как сложность обнаружения и поиска места неисправности в условиях эксплуатации СПД приводит к росту среднего времени восстановления [2,5,6]. Поэтому в условиях эксплуатации СПД важнейшим из двух составляющих коэффициента готовности является среднее время восстановления, которое определяется в первую очередь временем обнаружения (контроля) и временем поиска места неисправности (диагностика).

Одним из основных направлений работ является улучшение технико-эксплуатационных характеристик СПД и ее технических средств путем улучшения показателей ремонтпригодности. В свою очередь, ремонтпригодность СПД в значительной степени определяется показателями контролепригодности, которые необходимо обеспечивать еще на этапе проектирования СПД [2,5,6].

Под контролепригодностью обычно понимают свойство СПД, характеризующее её приспособленность к контролю в процессе эксплуатации. Стадия проектирования СПД является стадией, на которой осуществляется формирование требований к контролепригодности и оценка показателей контролепригодности [9,10].

Рассматривая вопрос об уровне контролепригодности СПД, следует отметить, что решение этих задач должно вестись одновременно с разработкой самих технических средств СПД.

Основные задачи, решаемые на ранней стадии проектирования СПД по обеспечению контролепригодности, должны включать [6–8]:

- определение показателей, которые характеризуют контролепригодность;
- оценка показателей контролепригодности;
- разработка норм на показатели контролепригодности;
- формирование требований к контролепригодности.

СПД имеют множество технических состояний, которые можно рассматривать как совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующихся в определенный момент времени соответствующими признаками [1–3].

Каждое техническое состояние системы  $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)^T$  является некоторой функцией работоспособности в пространстве параметров состояния (относящихся к классу состояний  $C_i$ )

$$Z \in C_i \leftrightarrow \bigcap_{j=1}^l (O_j \in [O_{ijl}, O_{ijb}])$$

Информацию о текущем состоянии системы получают путем измерения выходных сигналов  $y_j$  в выбранных контрольных точках.

Основная задача диагностики определение класса состояний  $C_i$  в текущий момент времени осуществляется по следующему правилу

$$Z \in C_i \leftrightarrow p(y, \hat{y}_i) = \max_{k=1, m} p(y, \hat{y}_k)$$

где  $p(y, \hat{y}_i)$  – мера сходства сравниваемых векторов.

В этой связи поиск разумного оптимума между полной охвата встроенным контролем СПД и объемом встроенных средств контроля является актуальной задачей. Учет влияния объема встроенных средств контроля на эксплуатационные характеристики системы позволит эффективно перераспределять ресурсы между встроенными и внешними средствами контроля и диагностики.

Существуют следующие параметры эффективности встроенных средств контроля [3,5,11]:

$K_r$  — коэффициент готовности контролируемой системы со встроенным средствам контроля;

$P_{обн}$  — вероятность обнаружения неисправности контрольным устройством;

$P$  — проигрыш в безотказности контролируемой системы;

$D$  — выигрыш в достоверности при использовании встроенного контроля;

$T_0$  — среднее время наработки на отказ контролируемой системы со средством встроенного контроля;

$T_в$  — среднее время на восстановление контролируемой системы со средством встроенного контроля;

$\lambda_1$  — параметр потока отказов той части оборудования системы, которая не охвачена встроенным контролем;

$\lambda_2$  — параметр потока отказа той части системы, которая охвачена встроенным контролем;

$\lambda_0$  — параметр потока отказов всей системы ( $\lambda_0 = \lambda_1 + \lambda_2$ )

$\delta$  — величина объема встроенного контроля в процентах

$$\left(\delta = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} * 100\%\right)$$

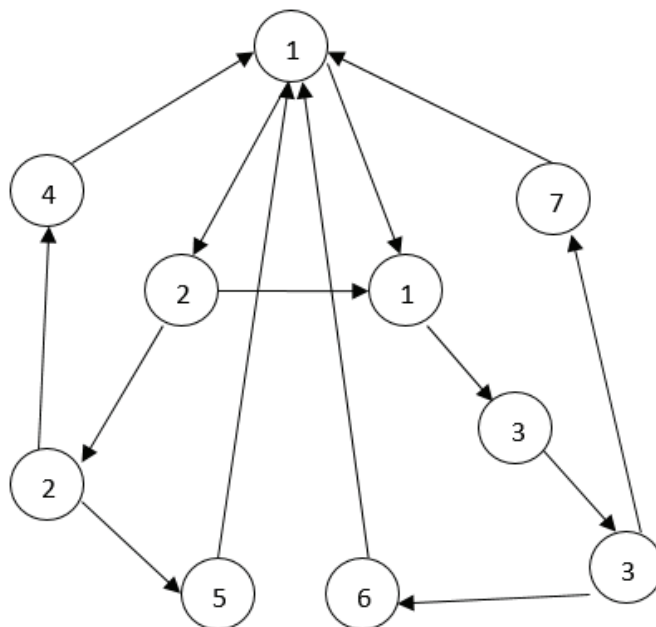


Рис. 1. Граф состояний системы со встроенным средством контроля

В состоянии 1 система полностью исправна. Из состояния 1 система переходит в состояние 2 с интенсивностью  $\lambda_1$  или состояние 1' с интенсивностью  $\lambda_2$ . Состояние 2 соответствует отказу той части оборудования, которая не охвачена встроенным контролем, состояние 1' соответствует отказу той части система, которая охвачена встроенным контролем. Из состояния 2 системы переходит в состояние 2' с интенсивностью  $\mu = 1/\tau$ , где  $\tau$  — среднее время поиска отказа оператором. Состояние 2' соответствует моменту окончания поиска неисправности оператором. Это состояние неустойчиво, так как из него система мгновенно переходит в состояние 4 с вероятностью  $\alpha$  или в 5 с вероятностью  $1-\alpha$ , где  $\alpha$  — вероятность правильного определения места неисправности оператором. Из состояния 4 система перейдет в состояние 1 с интенсивностью  $\omega_2 = 1/\tau_{Y2}$ ;

$\tau_{Y1}, \tau_{Y2}$  — среднее время устранения отказа при правильном и неправильном определении его места. Состояние 1' так же неустойчиво. Из состояния 1' система мгновенно переходит в состояние 3 с вероятностью  $P_\phi$  — или в состояние 2 с вероятностью  $1 - P_\phi$ , где  $P_\phi$  — вероятность функционирования средства встроенного контроля. Из состояния 3 система переходит в состояние 3' с интенсивностью  $\mu = 1/\tau_1$ , где  $\tau_1$  — среднее время поиска неисправности средством встроенного контроля. Из состояния 3' система переходит в состояние 6 с вероятностью  $\alpha_1$  или в состояние 7 с вероятностью  $1-\alpha_1$ ,  $\alpha_1$  — вероятность определения правильного места отказа. Состояния 6 и 7 аналогичны состоянием 4 и 5, соответственно из них система также возвращается в состояние 1. На основании решения вышеприведенного графа получим выражение для коэффициента готовности системы со встроенным контролем

$$K_r = \frac{\omega_1 \omega_2}{\omega_1 \omega_2 (1 + P_{\phi\gamma_2}) + \left[ \omega_2 \alpha - \omega_1 (1 - \alpha) + \frac{\omega_1 \omega_2}{\mu} \right] (\lambda_0 \lambda P_\phi) + [\omega_1 (1 - \alpha_1) + \omega_2 \alpha_1] P_{\phi\gamma_2}} \tag{1}$$

Проигрыш в безотказности контролируемой системы со средством встроенного контроля:

$$\Delta P = |P_{исх} P_K - P_{исх}| \tag{2}$$

где  $P_{исх}$  – вероятность безотказной работы исходной системы со средством встроенного контроля.

$P_K$  – вероятность безотказной работы средства встроенного контроля.

$$P_{исх} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{Q}} \tag{3}$$

где  $\lambda_0$  – параметр потока отказов всей системы;

$Q$  – интенсивность восстановления контролируемой системы.

Вероятность безотказной работы средства контроля:

$$P_K = P_1 + P_3 \tag{4}$$

Общее выражение проигрыша в безотказности контролируемой системы со средством встроенного контроля (5)

$$\Delta P = \left| \frac{\omega_1 \omega_2 + P_{\phi\gamma_2}}{\omega_1 \omega_2 [1 + \gamma_1 + (1 - P_\phi)(\gamma_0 - \gamma_1) + P_{\phi\gamma_2}] + \lambda_0 [\omega_1 (1 - \alpha) + \omega_2 \alpha] - P_\phi (1 - \alpha)(\omega_1 - \omega_2) \lambda_2} \times \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{Q}} - \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{Q}} \right| \tag{5}$$

Выигрыш в достоверности при использовании встроенной системы контроля:

$$\Delta D = P_{обн} - P_{исх}(1 - P_K) - P_{исх} P_K P_{обн} \tag{6}$$

На основании вышеприведенных выражений приведены расчеты значений  $\Delta D$  и  $\Delta P$  в зависимости от объема средств встроенного контроля при различных значениях  $P_{обн}$  и вероятности безотказной работы системы  $P_{исх}$ . Графики зависимостей  $\Delta P = f(\delta)$   $\Delta D = f(\delta)$ , построенные по данным расчета приведены на рис. 2

На основании приведенных графиков можно получить зависимость эффективности величины встроенного контроля  $\delta_{опт}$  системы от  $P_{обн}$  и  $P_{исх}$  (эффективная величина  $\delta_{опт}$  находится в точке пересечения кривых  $\Delta P = f(\delta)$  и  $\Delta D = f(\delta)$  при постоянном значении вероятности обнаружения неисправности  $P_{обн}$ ).

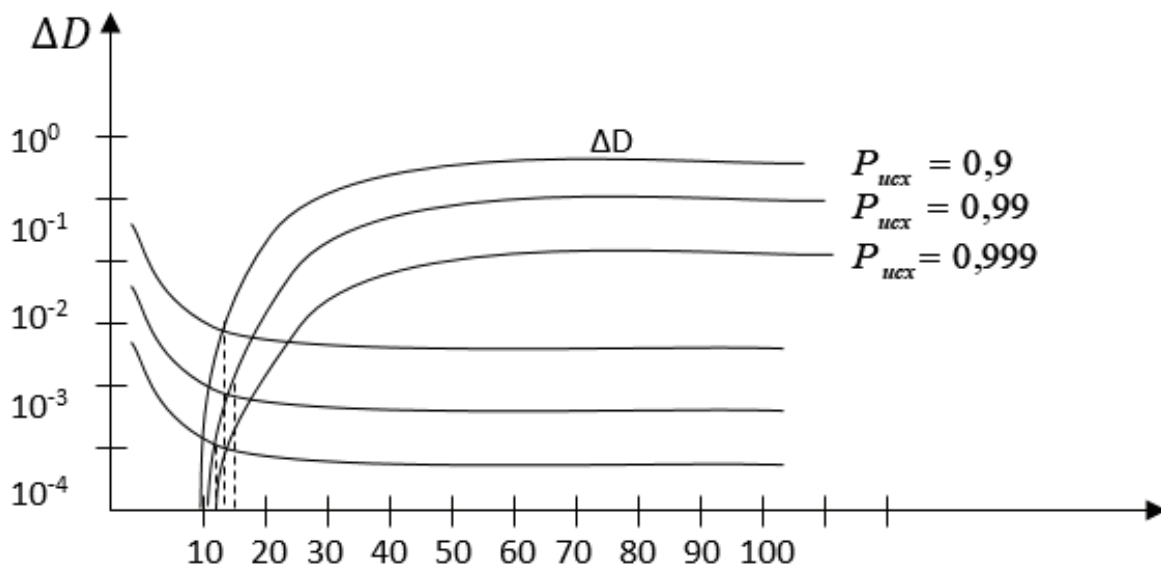


Рис. 2. График зависимости  $\Delta D = f(\delta \%)$  и  $\Delta P = f(\delta \%)$  при  $P_{обн} = 0,7$  и различных значениях  $P_{исх}$  где  $\delta \%$  — объем средств ВК с самоконтролем



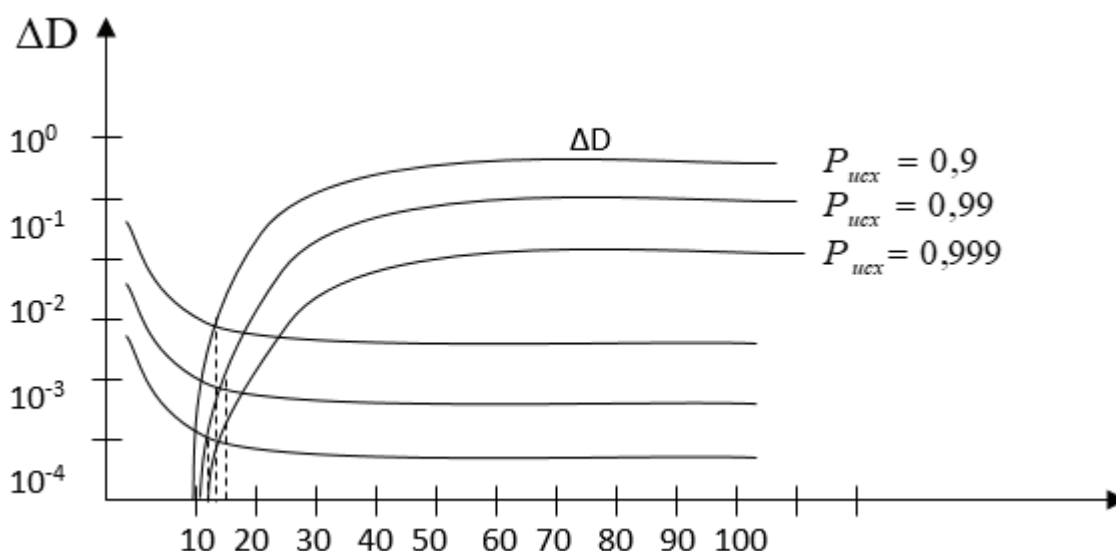


Рис. 3. График зависимости  $\Delta D = f(\delta \%)$  и  $\Delta P = f(\delta \%)$  при  $P_{обн} = 0,9$

Из полученных результатов видно, что при малых значениях  $P_{обн}$  величины эффективного объема встроенного контроля большие, и при различных  $P_{исх}$  несколько отличны друг от друга — с увеличением  $P_{обн}$  снижается величина объема встроенного контроля, являющегося значением приближенно равное 30 %. нижней границей  $\delta_{opt}$  можно считать величину приближенно равную 10 %. Таким образом эффективная величина средств встроенного контроля лежит в диапазоне от 10 % до 30 % от величины объема контролируемой СПД.

**Заключение**

Возрастающие требования к надежности СПД вызывают необходимость внедрения перспективных методов их контроля, поэтому целесообразным представляется использование встроенных средств контроля СПД. Из полученных результатов видно, что при малых значениях  $P_{обн}$  величины объема встроенных средств контроля большие, и при различных  $P_{исх}$  несколько отличны друг от друга — с увеличением  $P_{обн}$  снижается величина объема встроенных средств контроля, являющегося значением приближенно равное 30 %. Нижней границей  $\delta_{opt}$  можно считать величину приближенно равную 10 %. Таким образом эффективная величина встроенных средств контроля лежит в диапазоне от 10 % до 30 % от величины объема контролируемой СПД.

Литература:

1. Stallings, W. Data and computer communications. Pearson Education, Inc. Pearson Prentice Hall, 2007.
2. Bestugin, A. R., Bogdanova A. F., Stogov G. V.. Monitoring and Diagnostics of Telecommunication Networks — SPb: Politechnica, 2003. 174 p.: silt.
3. Aripov, M. N., Prisyazhnyuk S. P., Sharifov R. A. Control and management in data networks with packet switching. Tashkent.: Fan, 1988. — 160p.
4. Джураев, Р. Х., Джаббаров Ш. Ю., Умирзаков Б. М. Технологии передачи данных. Учебное пособие. Ташкент, 2008.
5. Арипов, М.Н. Джураев Р.Х., Джаббаров С.Ю. Техническая диагностика цифровых систем. Учебное пособие Ташкент 2006
6. Zainalabedin Naabi, Digital System Test and Testable Design. Using HDL Model Sand Architectures 2011 Edition, Kindle Edition
7. Абдуллаев, Д. А., Арипов М. Н. Основы эксплуатации систем передачи дискретных сообщений. — Т.: Фан, 1984 г.
8. Abramovici M, Breuer M. A, Friedman A.D. Digital Systems Testing and Testable Design. IEEE Press, Piscataway, New Jersey, 1994.
9. Moslem Amiri, Vaclav Prenosil. Digital Systems Testing. Verilog HDL for Design. a Embedded Systems Laboratory. Faculty of Informatics, Masaryk University. Brno, Czech Republic. 2014.
10. Jha, N.K. and Gupta S. Testing of Digital Systems. Cambridge University Press 2003.
11. Breuer, M. A, Friedman A. D. Digital Systems Testing and Testable Design. IEEE Press, Piscataway, New Jersey, 1994.

## Обзор сервиса для разработки дистанционных образовательных ресурсов «Google Класс»

Зинаков Василий Игоревич, преподаватель  
Амурский педагогический колледж (г. Благовещенск)

В статье выполнен краткий обзор сервиса разработки дистанционных образовательных ресурсов «Google Класс». Описаны основные возможности и элементы интерфейса приложения «Google Класс».

**Ключевые слова:** сервисы, Google, дистанционный образовательный ресурс.

Сервисы Google — это набор web-инструментов, предназначенных для решения широкого круга повседневных бытовых и профессиональных задач.

Google Класс — это бесплатная интерактивная платформа от корпорации Google для создания и реализации дистанционных образовательных ресурсов.

Для работы с сервисом «Google Класс» необходимы:

1. Доступ в Интернет.
2. Аккаунт Google.
3. Желание.

Сервис «Google Класс» предоставляет для пользователей ряд базовых возможностей, среди которых можно выделить:

1. Удобное добавление учащихся.
2. Работа с несколькими курсами.
3. Совместное преподавание.
4. Использование дополнительных материалов.
5. Удобное создание рабочих копий.
6. Настройка заданий.
7. Индивидуальные задания.
8. Предварительная подготовка.
9. Быстрые опросы.
10. Настройка графического оформления курса.
11. Централизованное хранение ресурсов.
12. Отслеживание заданий для учащихся.
13. Отслеживание задач для преподавателей.
14. Систематизация курсов.
15. Настройка оценок.

16. Удобное выставление оценок.
17. Интеграция с другими инструментами для преподавателей.
18. Доступность в любое время.
19. Работа в режиме реального времени.
20. Ведение обсуждений.
21. Управление обсуждениями.
22. Совместная работа с материалами.
23. Выведение контента на экраны учащихся.
24. Доступность и безопасность.
25. Единый вход.
26. Настройка разрешений.

Важной особенностью «Google Класс» является возможность организации обучения людей с полным и частичным нарушением зрения — для них предусмотрены программы чтения с экрана. Например, для устройств iOS создан VoiceOver, а для Android — TalkBack.

Google Класс, через организацию различных видов взаимодействия, позволяет сделать процесс обучения многосторонним и интерактивным.

Различают два варианта организации обучения в «Google Класс»:

1. Преподаватель — Ученик;
2. Преподаватель, Ученик, Куратор, Родитель, Администратор.

Для каждой категории пользователей в «Google Класс» определены свои функциональные задачи, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1. Функции «Google Класс» для различных категорий пользователей

Преподаватели	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Создание курсов, заданий и управление ими, работа с оценками.</li> <li>— Выставление оценок и комментирование работ в режиме реального времени.</li> </ul>
Учащиеся	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Отслеживание заданий и материалов курса.</li> <li>— Обмен информацией и общение в ленте курса или по электронной почте.</li> <li>— Сдача выполненных заданий.</li> <li>— Получение оценок и комментариев преподавателя.</li> </ul>
Кураторы (родители)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Получение писем с информацией об успеваемости учащегося, в том числе о просроченных работах и заданиях, которые скоро нужно сдать.</li> <li>— Примечание. Родители учащихся не имеют непосредственного доступа к Классу. Они могут подписаться на электронную рассылку с помощью личного аккаунта.</li> </ul>
Администраторы	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Создание, просмотр и удаление любых курсов в домене.</li> <li>— Добавление и удаление учащихся и преподавателей в рамках курсов.</li> <li>— Просмотр работ во всех курсах в домене.</li> </ul>

Организация обучения на курсах может быть реализовано с использованием мобильного приложения «Класс», которое можно скачать в магазинах приложений AppStore и PlayMarket, или через web-версию сервиса.

Рассмотрим основные элементы интерфейса «Google Класс».

Найти Google Класс достаточно просто, для этого необходимо открыть браузер Google Chrome (или любой другой браузер), и далее просмотреть меню приложений Google.

Иконку «Google Класс» можно увидеть, нажав кнопку «Еще (More...)» (рис. 1).

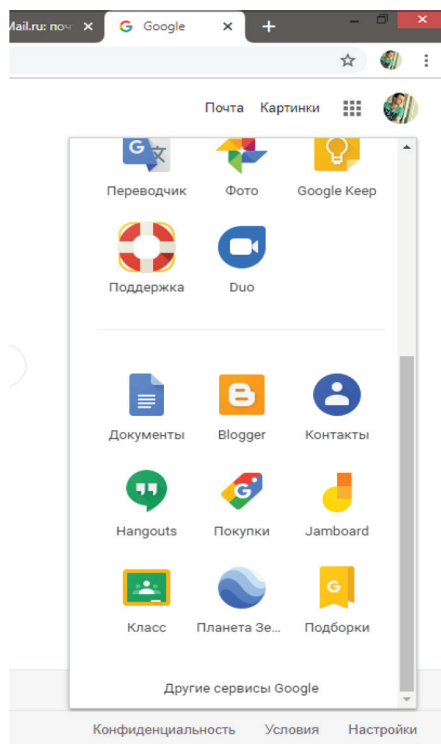


Рис. 1. Иконка Google Класс

После открытия приложения происходит вход в личный кабинет автора курса в «Google Класс», где можно

начать создание нового курса или найти учебные курсы, к которым был дан доступ (рис. 2).

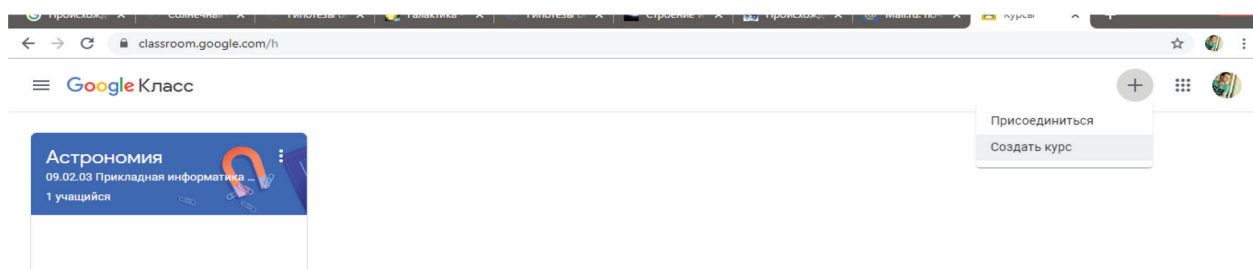


Рис. 2. Личный кабинет

После создании курса доступны четыре основные вкладки: ЛЕНТА, ЗАДАНИЯ, ПОЛЬЗОВАТЕЛИ и ОЦЕНКИ.

В ЛЕНТЕ (рис. 3) собирается и отображается актуальная информация по курсу: учебные материалы, объявления, задания и комментарии пользователей.

События, происходящие в курсе, отображаются в ленте в той последовательности, в которой они были добавлены в курс.

Вкладка ЗАДАНИЯ (рис. 4) позволяет добавить учебные материалы в курс и распределить задания по темам и в необходимой последовательности.

В разделе ПОЛЬЗОВАТЕЛИ (рис. 5) отображается список преподавателей и слушателей, присоединившихся к курсу по коду или добавленных вручную.

Код курса можно найти, нажав на изображение шестерёнки, открывающей меню настроек мобильного приложения, либо во вкладке лента в web-версии сервиса.

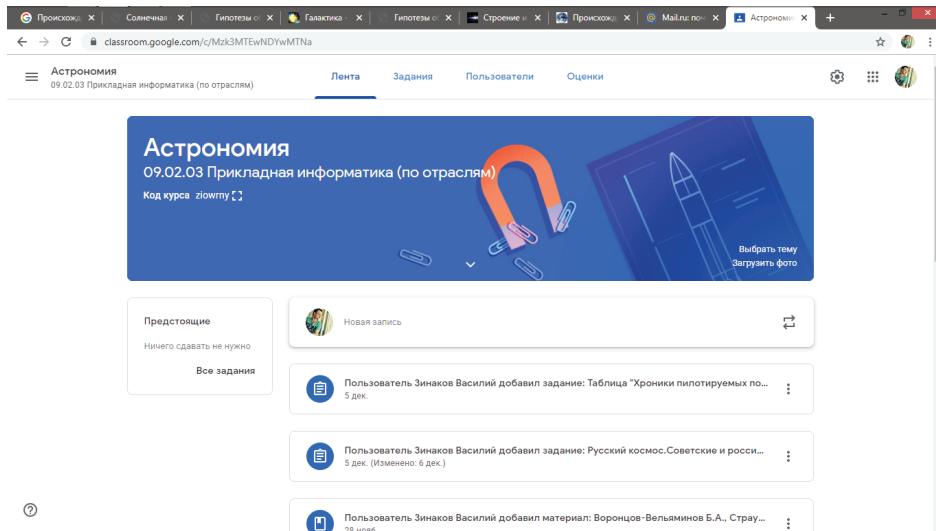


Рис. 3. Вкладка «Лента»

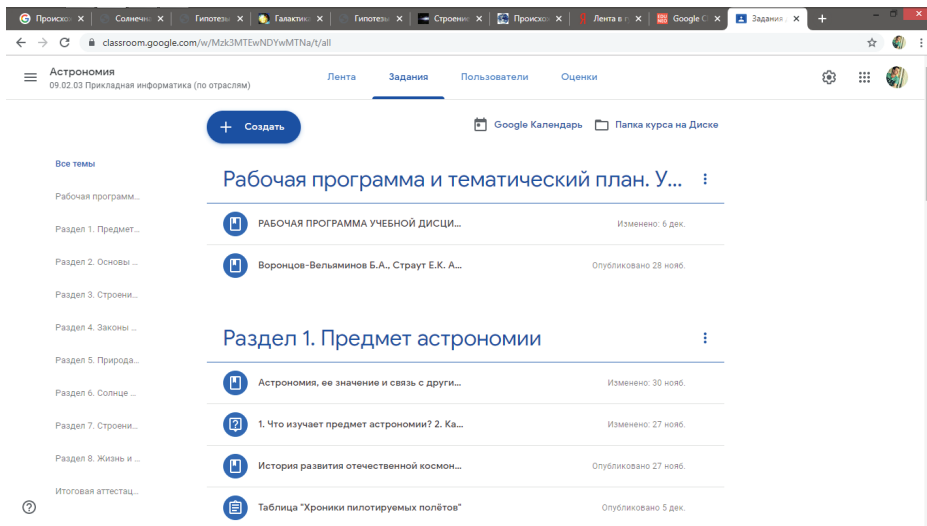


Рис. 4. Вкладка «Задания»

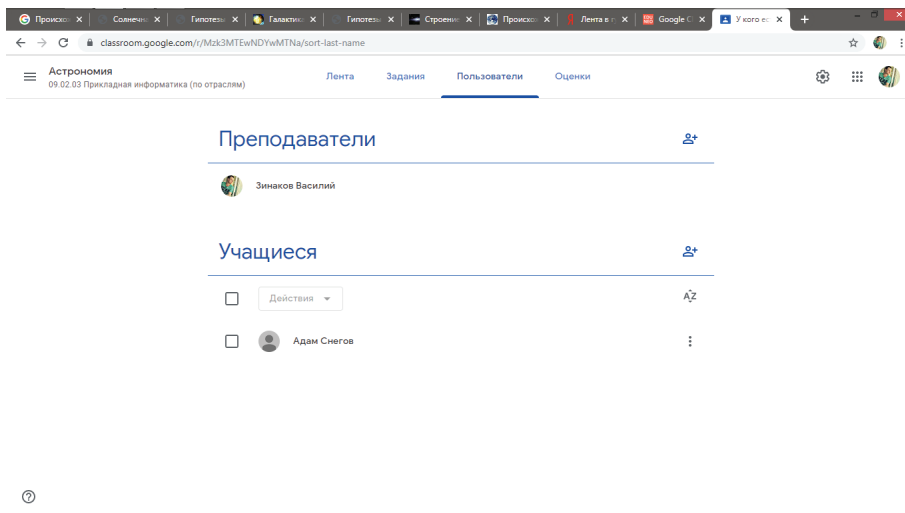


Рис. 5. Вкладка «Пользователи»

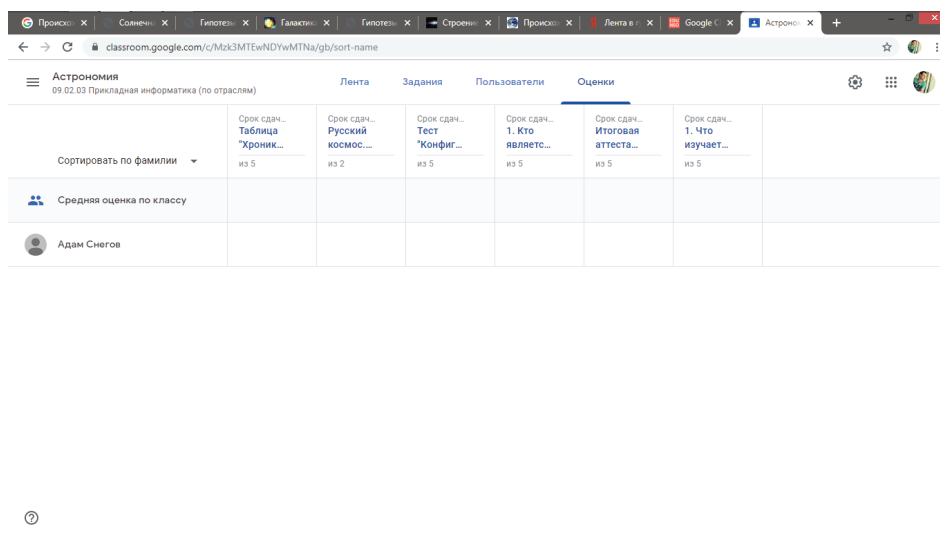


Рис. 6. Вкладка «Оценки»

В разделе ОЦЕНКИ (рис. 6) отображается динамика освоения обучающимися курса, информация о назначенных, сданных/несданных работах обучающимися.

В «Google Класс», благодаря высокой интеграции с другими сервисами Google и партнёров, возможно создание и использование различных видов заданий и контента. Возможна интеграция с сервисами создания текстовых документов, презентаций, таблиц и тестовых заданий.

«Google Класс» обладает развитой справочной системой. Подробное руководство по созданию элементов курса в «Google Класс» можно найти в справочном центре сервиса, расположенной по ссылке: <https://support.google.com/edu/classroom/?hl=ru&authuser=0#topic=9049978>.

Недостатки сервиса «Google Класс»:

1. В «Google Класс» отсутствуют встроенные инструменты для проведения вебинаров, однако эта проблема решается достаточно просто. Преподаватель может использовать возможности YouTube или Google Hangouts, которые позволяют провести онлайн встречу с обучающимися.

2. Для личные аккаунтов «Google Класс», существуют ограничения по общему количеству участников курса (не более 250) и количеству подключаемых к курсу участников в один день (в один день могут присоединиться только 100 человек).

Преимущества сервиса:

1. Гибкая настройка создаваемого курса.
2. Встроенные инструменты для организации проверки знаний слушателей.
3. Бесплатность и доступность. В сервисе нет рекламы.
4. Для проведения курсов можно пригласить до 20 преподавателей.
5. Все материалы курса, в том числе задания, выполненные слушателями, хранятся в одном месте на Google Диске.
6. Развитые средства коммуникации: между преподавателем и обучающимися, между обучающимися. Учащиеся могут просматривать задания, оставлять свои комментарии и задавать вопросы преподавателю.
7. «Google Класс» имеет интеграцию с Google Диском, Документами, Календарем, Формами и Gmail.

Литература:

1. Храпцов, Д. А., Машенко М. В. Разработка электронного образовательного ресурса для педагогической поддержки профессионального самоопределения учащихся [Электронный ресурс] — <https://scienceforum.ru/2019/article/2018016790>

## Применение интерактивного генетического алгоритма для поиска оптимального дизайна web-сайтов на основе CSS

Пискулин Дмитрий Евгеньевич, студент магистратуры  
Пензенский государственный университет

С каждым годом технологии программирования интернет-ресурсов выходят на новый уровень. Разработка Web-сайтов является одной из самых востребованных профессий в мире. Главным составляющим хорошего сайта является дизайн. Наряду с этим стремительно развиваются интеллектуальные информационные системы, которые предназначены для решения проблем, связанных с вопросом оптимизации Web-интерфейсов. Одним из методов решения проблем, связанных с оптимизацией внешнего вида сайта, является использование генетических алгоритмов, которые позволяют получить новые варианты макетов для работы с дизайном [1]. В данной статье подробно рассматривается процесс взаимодействия интерактивного генетического алгоритма с языками гипертекстовой разметки HTML и CSS. В ходе описания предложенного метода была разработана схема взаимодействия пользователя с интерактивным генетическим алгоритмом. Схема показывает последовательность действий для нахождения новых дизайнерских решений. Главным преимуществом использования языка CSS в интерактивном генетическом алгоритме является удобство работы с атрибутами. Это позволяет производить множество различных вариантов для дизайна Web-сайтов без изменения их HTML-кода.

**Ключевые слова:** интерактивные генетические алгоритмы, Web-дизайн, язык HTML, язык CSS, Web-сайт.

Первые сайты, написанные на языке гипертекстовой разметки HTML, имели ряд недостатков, связанных с трудоёмкостью разработки. В тегах сайта разработчик одновременно прописывал контент и стили, что кардинально увеличивало время проектирования. Более того, HTML-документ со встроенными в него стилями долго обрабатывался на сервере и требовал большого количества времени загрузки сайта. Появилась необходимость в упрощении написания кода, а также в отделении содержания контента от визуального представления.

Так в начале 90-х годов появился стандарт CSS (каскадные таблицы стилей), который позволил упорядочить правила написания Web-сайтов. Благодаря CSS стало возможным применение единого стиля для различных документов, что во многом упростило разработку сайтов. На сегодняшний день каскадные таблицы стилей применяются на практике повсеместно. Также в данный момент написаны препроцессоры, которые во многом упрощают написание CSS-стилей. Однако CSS имеет некоторые минусы, связанные с поддержкой различных браузеров. Также приходится исправлять значения стилей, если в тегах HTML обнаружена ошибка.

Основными элементами языка CSS являются значения атрибутов, которые связаны непосредственно с тегами в HTML-документе. Значения атрибутов включают в себя визуальное оформление: размер шрифта, фоновый цвет, положение на Web-странице и т. д. Сам язык каскадных стилей можно представить в виде функций, где тэг — это функция, а применяемые к нему стили — значения функции. Языки функционального программирования допускают использования методов генетических алгоритмов. Следовательно, для поиска оптимальных решений, связанных с дизайном, CSS можно рассматривать как язык, который допускает вы-

полнения преобразований с помощью генетического алгоритма.

Настоящая статья посвящена применению интерактивного генетического алгоритма для оптимизации внешнего вида Web-сайта, а также поиску новых решений, которые предлагает данный метод. Метод позволит упростить разработку визуальной составляющей сайта, а также поможет разработчику выбрать из многообразия сгенерированных вариантов самый подходящий.

За основу предложенной концепции внедрения генетического алгоритма в CSS была взята идея, изложенная в публикации — «Применение методов генетического программирования к разработке Web-интерфейсов» [1]. Данная работа посвящена применению эволюционных методов к разработке Web-интерфейсов, описываемых на языке HTML либо сходных с ним языках, с целью частичной автоматизации процесса разработки [1].

### 1. Представление каскадных таблиц стилей для интерпретации генетического алгоритма

Стандарт CSS стал неотъемлемым дополнением языка гипертекстовой разметки HTML. Без применяемых стилей невозможно создать полноценный Web-интерфейс, потому что визуальная часть является основной в формировании представления о хорошем сайте. Возможности каскадных таблиц стилей, применяемых к различным тегам языка HTML, имеют колоссальный потенциал. Он варьируется от выбора цветовой гаммы до различных сложных эффектов над элементами. Для нахождения новых комбинаций, направленных на получение новых дизайнерских решений, целесообразно использовать генетический алгоритм.

Несколько слов нужно сказать о представлении CSS-кода, элементы которого будут использованы как хромосомы для генетических операций.

Концепция заключается в представлении каскадных таблиц стилей в виде блочной модели, где каждый атрибут располагается друг за другом.

Такое представление является аналогом линейной хромосомы. Атрибут является геном, который нахо-

дится в своей позиции — локусе. Значение атрибута используется как функциональное значение гена (аллель) [2]. На рисунке 1 изображена схема блочной модели CSS-стилей.

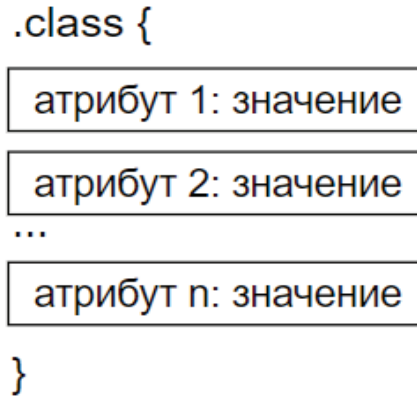


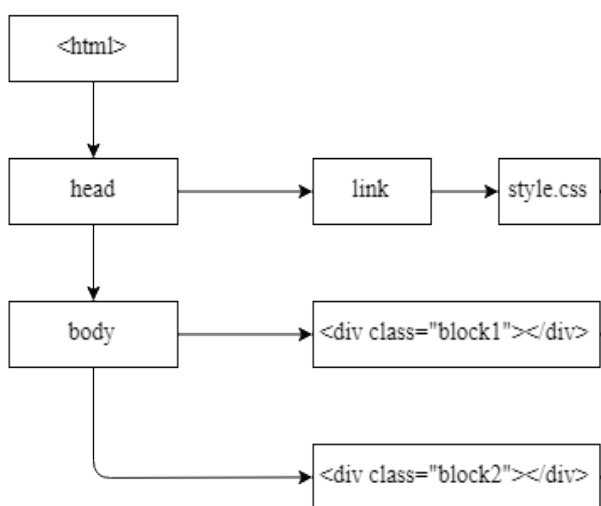
Рис. 1. Схема блочной модели CSS-стилей

Преимуществом работы генетического алгоритма в блочной модели является связь с древовидной структурой из [1]. Генетические операции производят изменения в атрибутах CSS-стилей, не меняя расположения тега в HTML-документе. Следовательно, применяемая концепция использования эволюционного алгоритма в сочетании с языком CSS является актуальной для решения оптимизационных задач.

Работа генетического алгоритма с каскадными таблицами стилей будет происходить несколько иначе, чем

в [1]. Если прописать стили для какого-нибудь тега, то язык CSS будет находить этот тег по всему документу и менять его стилизацию. Для этого в HTML-документе создаётся специальный тег div, которому соответствует определенный класс. В этом классе будут храниться атрибуты и их значения. С помощью этого класса можно ссылаться на блок и изменять его в соответствии имеющимся предпочтениям. На рисунке 2 представлено взаимодействие CSS-стилей с тэгами HTML.

Дерево HTML



Блоки CSS

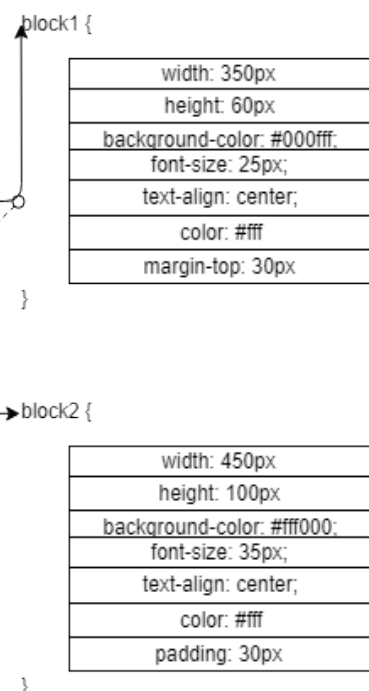


Рис. 2. Взаимодействие CSS-стилей с тэгами HTML

Преимуществом включения CSS во взаимодействие с генетическим алгоритмом являются:

- 1) многообразие вариантов использования значений атрибутов: значения использованы в качестве хромосом, которые можно скрещивать и подвергать мутации;
- 2) значения атрибутов привязаны к тэгам HTML, которые связаны с определенным классом: это позволяет

применять сгенерированные решения ко всему HTML-документу, где встречается изменяемый тэг;

- 3) каскадный язык стилей является более гибким и более приспособлен для взаимодействия с генетическим алгоритмом.

Работа генетического алгоритма в CSS представлена на рисунке 3. В качестве примера на рисунке изображена операция кроссинговера, которая производит обмен значений атрибутов.

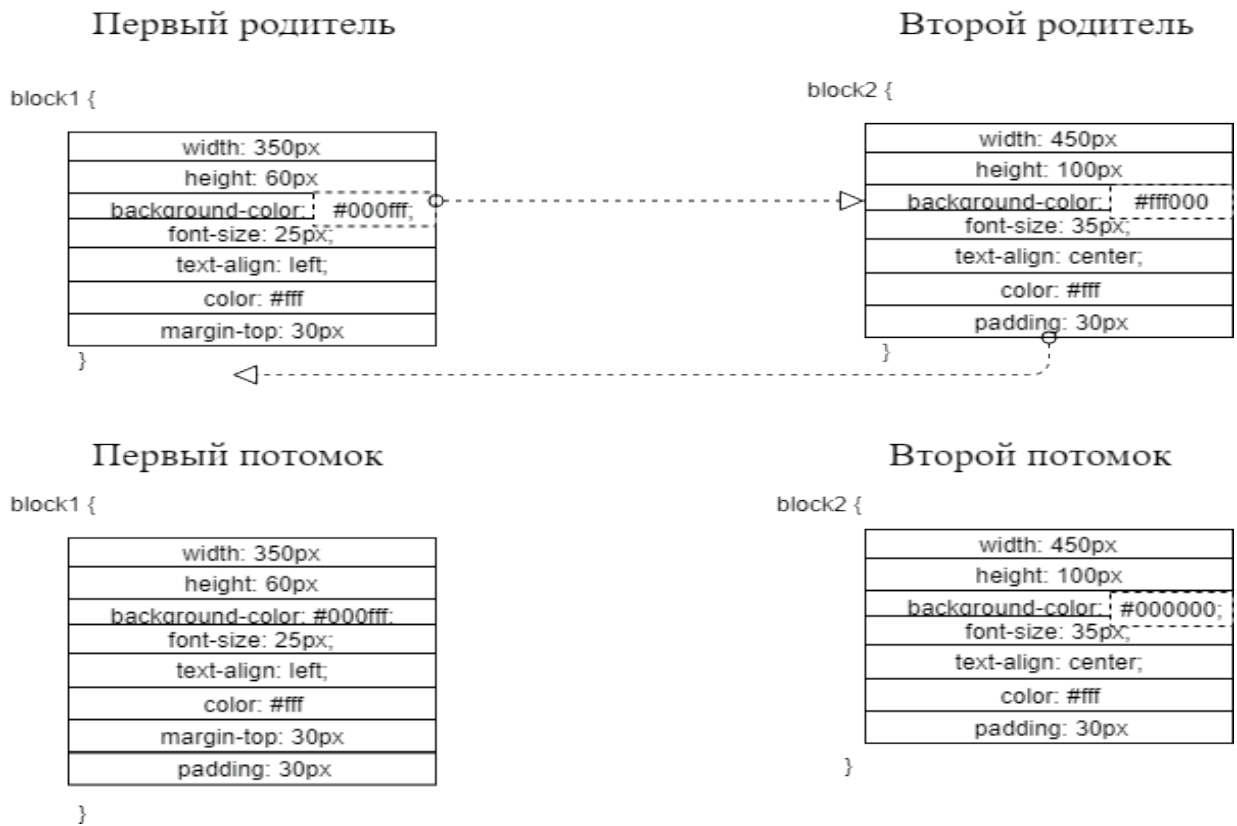


Рис. 3. Операция кроссинговера в языке CSS

## 2. Описание интерактивного генетического алгоритма.

Исследование интерактивных генетических алгоритмов (ИГА) и их родительского поля («интерактивных эволюционных вычислений») началось вскоре после разработки «стандартных» генетических алгоритмов. В 1986 году Ричард Докинз описал компьютерную программу, которая моделирует эволюцию, отображая сложную двумерную форму (известную как «биоморф»), основанную на наборе правил, определяющих ее геометрию [3].

На основе исследований Докинза в дальнейшем стали разрабатываться интерфейсы, в которых пользователь посредством генетического алгоритма создавал новые варианты дизайнерских решений. Одним из таких приложений является онлайн-программа 3d-моделирования «Парк генетической скульптуры», разработанная Д. Роуландом и Ф. Биокк [4]. Программа позволяет посетителям взаимодействовать с компьютером, чтобы создавать

новые эстетические формы (скульптуры). Приложение предназначалось для работы с автоматизированными информационными системами и к языкам Web-разработки не имело никакого отношения. Однако программа хорошо описывает этапы эволюционного моделирования и интерактивный подход.

В интерактивном подходе концепция работы генетического алгоритма заключается в том, что пользователь выбирает решения, которые будут использоваться для генерации новых потомков в следующем поколении, а затем оценивает получившийся вариант. Основной принцип работы интерактивного подхода можно продемонстрировать на примере алгоритма параллельного взаимодействия генетического алгоритма и CSS-стилей (см. рисунок 4). Предложенный алгоритм наглядно показывает взаимодействие пользователя с интерактивным генетическим алгоритмом через функциональные действия.



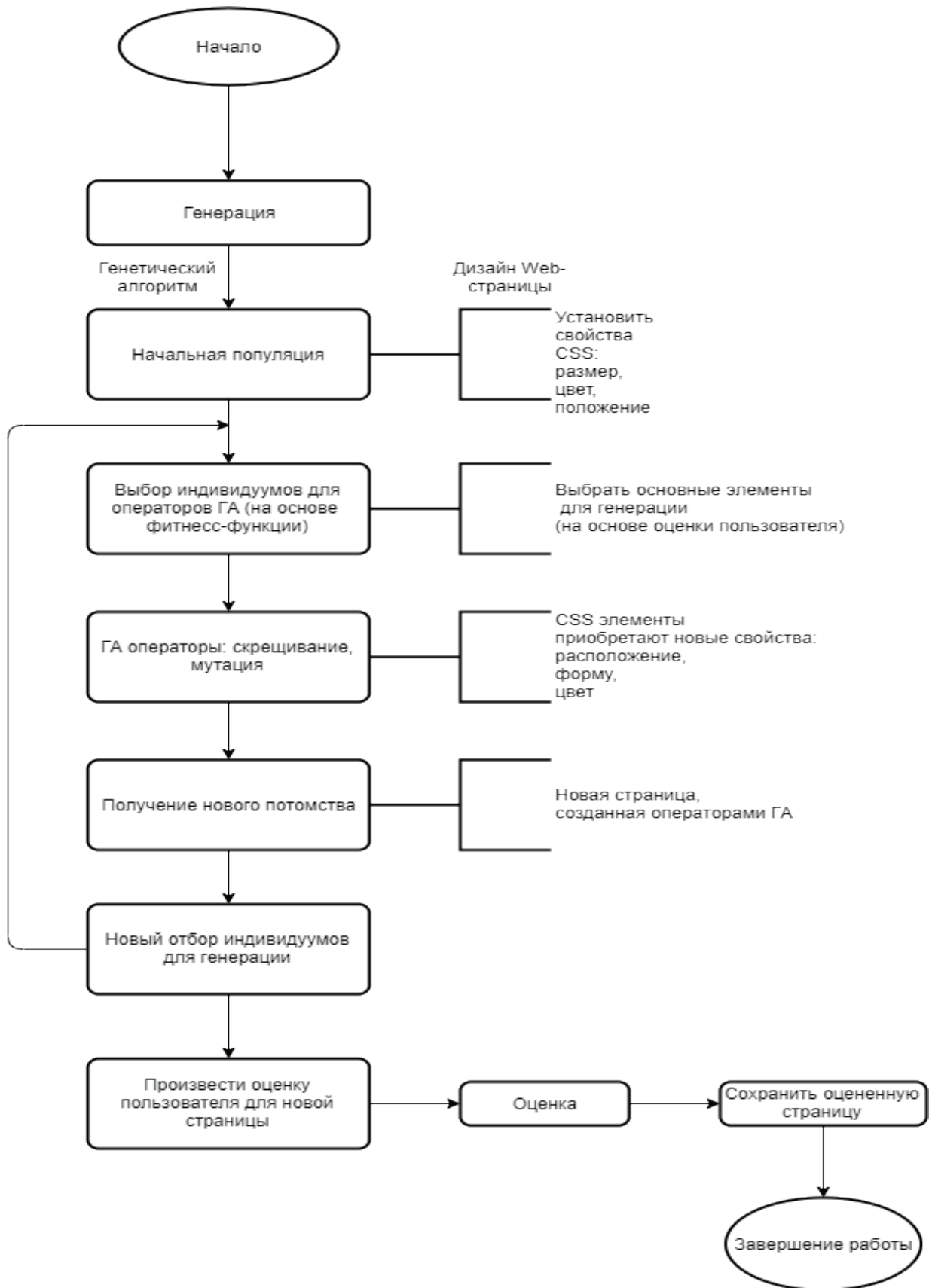


Рис. 4. Схема взаимодействия пользователя с ИГА

Исходя из вышесказанного нужно отметить необходимость использования CSS-стилей для генерации новых страниц сайта. Отличием является то, что генетический

алгоритм из [1] больше предназначен для работы с содержимым сайтов, чем для работы с дизайном. Приведённый алгоритм наглядно демонстрирует, как язык CSS взаимо-

действует с генетическим алгоритмом в интерактивном методе. Каждая итерация детерминирована и приводит к нахождению нужных решений.

#### **Заключение**

Рассмотренный в данной статье метод применения генетического алгоритма для каскадных таблиц стилей наглядно показывает эффективность нахождения новых решений в области дизайна.

Построенный алгоритм позволит пользователю в достаточное короткое время найти оптимальное решение, связанное с выбором хорошего дизайна. Генерировать

новый дизайн можно неограниченное количество раз. Как только работа алгоритма удовлетворит пользователя, он может остановить процесс генерирования и сохранить созданный вариант для дальнейшей работы для последующего использования.

Данный метод открывает новые пути для исследований в области эволюционного программирования. В дальнейшем стоит ожидать внедрения эволюционных алгоритмов в процесс разработки программного обеспечения в том числе и для нахождения лучших вариантов дизайна.

#### Литература:

1. Кольчугина, Е. А., Захаровский К. В. Применение методов генетического программирования к разработке web-интерфейсов // Прикладная информатика. Ноябрь, 2012 [Электронный ресурс] [http://www.appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article\\_id\\_4=1325](http://www.appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article_id_4=1325).
2. Гладков, Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы / под ред. В. М. Курейчика. 2-е изд., испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 75 с.
3. Докинз, Р. Эгоистичный ген: Пер. с англ. — М.: Мир, 1993. — 318 с.
4. Rowland, D. and Biocca, F. «Evolutionary co-operative design between human and computer: implementation of «the genetic sculpture park» Proceedings of the fifth symposium on Virtual reality modeling language, February 2000.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Исследование и разработка двухосевой системы слежения за Солнцем с датчиками с помощью Arduino

Аль Гбури Заидун Халаф Махмуд, студент магистратуры;  
Мансор Мухаммед Ф. Мансор, студент магистратуры  
Казанский государственный энергетический университет

*Солнечная энергия давно привлекла внимание как один из основных устойчивых энергетических ресурсов. Трудность снижения стоимости преобразования солнечного света в электричество с помощью фотоэлектрических элементов заключается в повышении эффективности преобразования. В этом контексте система слежения за солнцем играет важную роль в повышении эффективности. Эта работа направлена на разработку и внедрение двухосевой системы слежения за Солнцем с датчиками, основанной на программе Arduino Uno и сервомотор.*

**Ключевые слова:** солнечная электростанция, солнечный модуль, Arduino Uno

#### 1. Введение

Возобновляемые источники энергии становятся альтернативой традиционным источникам энергии. Солнечная энергия является наиболее эффективным и последовательным из всех возобновляемых источников энергии. Эффективность солнечной фотоэлектрической системы может быть повышена либо за счет повышения КПД солнечных элементов, либо за счет использования системы слежения за солнечными лучами [1]. Максимальная мощность фотоэлектрической системы будет достигнута, если солнечные лучи будут падать на панель перпендикулярно [2]. Поскольку состояние окружающей среды является ключевым фактором для определения солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, солнечное излучение в таком случае нельзя контролировать. Но правильное использование солнечного излучения может быть обеспечено путем отслеживания солнечного света с помощью эффективной системы слежения [3]. С этой целью вводится система слежения для охвата солнечного света с целью повышения общей эффективности [4]. Двухосевая система слежения, которая имеет две степени свободы и отслеживает суточное и сезонное движение Солнца. В результате двухосевой трекер более точен в отслеживании [5], а эффективность может быть повышена до 40%.

#### 2. Описание системы автоматического управления

Для увеличения выработки солнечной энергии нужно увеличить количество солнечной энергии, попадающей на солнечные панели. Максимальное количество солнечной энергии попадает на солнечные панели если угол падения лучей составляет 90 градусов [6]. Таким образом,

задачей системы автоматического регулирования является изменение положения солнечных панелей так, чтобы угол падения солнечных лучей составлял 90 градусов. Так как Солнце движется с востока на запад в течение дня и совершает сезонное перемещение между северной и южной сторонами света, требуется двух координатное слежение [7]. Двухкоординатное слежение в системе организовано с помощью двух серводвигателей. Один из серводвигателей отвечает за изменение положения панелей по оси X, а второй по оси Y [8].

#### 3. Компоненты система

Фоторезистор — это датчик, электрическое сопротивление которого меняется в зависимости от интенсивности падающего на него света [9]. Ldr в основном используются для обеспечения аналогового ввода в Arduino.

Устройство управления — в качестве микроконтроллера было принято решение использовать аппаратную платформу Arduino UNO. Этот выбор обусловлен функциональностью, доступностью, ценой и простотой работы. С Arduino пользователи могут измерить изменения в окружающей среде с помощью различных датчиков с данной платформой. Назначение микроконтроллера — контролировать положение сервомотор [10].

Приводной агрегат — в качестве электроприводов были выбраны сервоприводы. Данные приводы позволяют с высокой точностью управлять положением солнечных панелей. Один из двигателей отвечает за изменение положения подставок вокруг оси X, а другой за изменение положения подставок вокруг оси Y. Серводвигатель может вращаться до максимального угла 180 градусов. в предложенном нами проекте используется двигатель 4,8 В. Сер-

воддвигатели питаются от PWM-выхода, полученного от Arduino.

Солнечная батарея — объединение фотоэлектрических преобразователей — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток [11].

**4. Реализация**

Принцип работы солнечной системы слежения сделан свет зависимым резистором (LDR). Четыре LDR подключены к аналоговому выводу Arduino AO — A4, который служит входом для системы. Встроенный аналого-циф-

ровой преобразователь преобразует аналоговое значение LDR и преобразует его в цифровое. Входы от аналогового значения LDR, Arduino в качестве контроллера и серводвигателя будет выходной. LDR1 и LDR2, LDR3 и LDR4 принимаются за пару. Если один из LDR в паре получает больше интенсивности света, чем другой, будет различие в напряжениях узлов, отправляемых на соответствующий канал Arduino для принятия необходимых действий. Серводвигатель переместит солнечную панель в положение LDR высокой интенсивности, которое было при программировании.

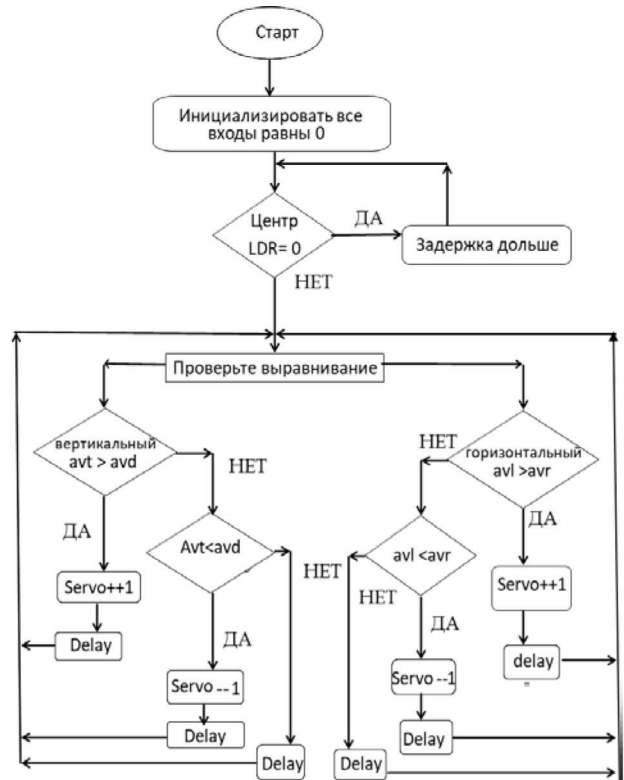
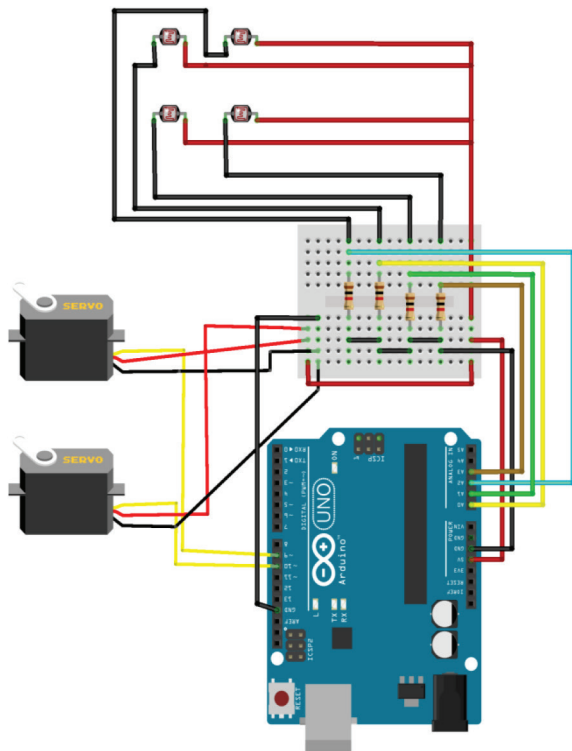


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема и блок-схема

**Результаты**

В таблице 1 показана мощность, генерируемая солнечной панелью с отслеживанием и без него отслеживания.

Таблица 1. Мощность, генерируемая с отслеживанием и без него

Время	Мощность, генерируемая с отслеживанием	Мощность, генерируемая без отслеживания
10:00AM	3.55 Вт	2.85 Вт
11:00AM	3.71 Вт	3.23 Вт
12:00PM	4.11 Вт	2.72 Вт
01:00PM	4.22 Вт	2.45 Вт
02:00PM	3.92 Вт	2.36 Вт
03:00PM	3.71 Вт	2.23 Вт
04:00PM	3.53 Вт	2.11 Вт

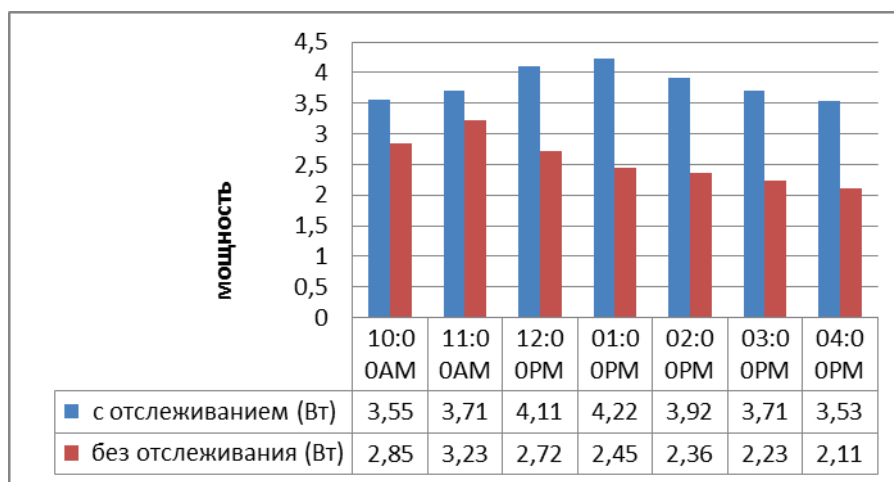


Рис. 2. Графическое представление о мощности, полученной от солнечного слежения

**Заключение**

Предлагаемый двухосный солнечный трекер автоматом отслеживает положение солнца и максимизирует солнечную энергию с помощью Arduino. Двухосная система обеспечивает высокую выходную электрическую мощность по сравнению с фиксированной системой. Двух

осевой трекер обладает большей эффективностью. Основной целью данной работы является разработка двухосевой системы солнечного трекера. Выходные данные нанесены на график и сопоставлению со статической системой. И предлагаемая система экологична и широко употребляется.

Литература:

1. S. B. Elagib, N. H. Osman, Design and Implementation of Dual Axis Solar Tracker based on Solar Maps, October 2013.
2. C. Alexandru and M. Comșîț, Virtual prototyping of the solar tracking systems, March 2007.
3. Berberi, P., S. Thodhorjani, P. Hoxha, and V. Muda. Photovoltaics: between a bright outlook and uncertainty. Energy Sci. Eng. 1:72–80. 2013.
4. Chakraborty, S., P. K. Sadhu, and N. Pal. Technical mapping of solar PV for ISM — an approach. 2015.
5. АбдАли, Л. М. А., Аль-Руфай, Ф. М., Якимович, Б. А., & Кувшинов, В. В. (2019). Анализ производительности гибридных фото-ветроэлектрических установок. Энергетические установки и технологии, 5(2), 61–68.
6. Kanimozhi, S. and Senthilkumar G., Arduino Uno based Maximum Power Point Tracking System by the Optimization of Solar Energy, International Journal of Electronics, Electrical and Computational System IJECS, 6(6):368–377. 2017.
7. Kuvshinov, V.V., Abd Ali, L.M., Kakushina, E.G. et al. Studies of the PV Array Characteristics with Changing Array Surface Irradiance. Appl. Sol. Energy, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 223–228 <https://doi.org/10.3103/S0003701X19040054>.
8. Guryev, V.V., Yakimovich, B.A., Abd Ali, L.M. et al. Improvement of Methods for Predicting the Generation Capacity of Solar Power Plants: the Case of the Power Systems in the Republic of Crimea and City of Sevastopol. Appl. Sol. Energy, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 242–246. <https://doi.org/10.3103/S0003701X19040042>.
9. Kuvshinov, V.V., Kolomiychenko, V.P., Kakushkina, E.G. et al. Storage System for Solar Plants. Appl. Sol. Energy, 2019, vol. 55, no. 3, pp. 153–158. <https://doi.org/10.3103/S0003701X19030046>.
10. Cheboxarov, V.V., Yakimovich, B.A., Abd Ali, L.M. et al. An Offshore Wind-Power-Based Water Desalination Complex as a Response to an Emergency in Water Supply to Northern Crimea. Appl. Sol. Energy, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 260–264. <https://doi.org/10.3103/S0003701X19040030>.
11. Layth Mohammed Abd Ali, Haider Ahmed Mohmmmed and Husam Abdulhusein Wahhab,. A Novel Design of 7-Level Diode Clamped Inverter. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2019, no.14, pp. 3666–3673. <https://doi.org/10.36478/jeasci.2019.3666.3673>.

## Анализ систем послеаварийной безопасности

Андосов Игорь Сергеевич, студент;  
Багдасарян Тигран Феликсович, студент;  
Борзунов Антон Алексеевич, студент;  
Гнездилов Максим Викторович, студент;  
Кучерявый Антон Сергеевич, студент;  
Леонтьев Олег Эдуардович, студент;  
Мтирелишвили Михаил Давидович, студент;  
Кузьмин Никита Александрович, студент

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

*Статья раскрывает сущность элементов послеаварийной безопасности, принципы их работы и выполняется сравнительный анализ приведенных систем.*

**Ключевые слова:** системы послеаварийной безопасности, БДД.

В № 10 выпуске 300 журнала Молодой ученый март-апрельского выпуска 2020 года была выпущена статья «Анализ существующих безопасностей автотранспортных средств». Сущность статьи заключалась в том, что автор дал понимание общей структуре конструктивной безопасности, которая включает в себя: активную; пассивную; послеаварийную и экологическую. В данном случае, статья раскрывает сущность одного из особо важных направлений как послеаварийная безопасность [1].

Под послеаварийной безопасностью понимается совокупность конструктивных особенностей и дополнительных устройств, которые в свою очередь снижают тяжесть последствий ДТП. Наиболее частыми явлениями, которые возникают при ДТП являются: пожар; заклинивание дверей; заполнение водой салона, наиболее опасным явлением является возгорание автомобиля.

Основными системами послеаварийной безопасности являются: средства противопожарной безопасности; средства эвакуации людей из салона автомобиля; средства первой медицинской помощи.

Средства противопожарной безопасности обладают требованиями, соблюдение которых строго установлены заводом-изготовителем. К таким требованиям относят:

установка в автомобиле перегородки (рис. 1), которая располагается между топливным баком и пассажирским салоном; элементы систем питания, которые в свою очередь должны быть защищены от коррозии и исключать возможность соприкосновения с препятствием на грунте; заливную горловину (рис. 2), расположение которой установлено исключительно в задней части автомобиля, размещать заливную горловину в салоне, багажнике или моторном отсеке запрещено. Наиболее современные автомобили оснащаются автоматическим включающимся огнетушителем, как правило, пенным (рис. 3). Также, очень перспективным требованием является использование устройств, которые автоматически впрыскивают во время аварии в топливный бак вещества и превращают топливо в труднотгораемое вещество [2,3].

Средства эвакуации людей из автомобиля обладают соответствующими мероприятиями, такие как: устройством запасных выходных люков в крыше автобуса (рис. 4); устройством запасных выходных люков в боковых стенках автобуса (рис. 5); снабжение дверей и люков дополнительными наружными замками и ручьями; оборудованием автобуса, микроавтобуса молотками для разбивания стекол (рис. 6).



Рис. 1. Перегородка, установленная между топливным баком и пассажирским салоном



Рис. 2. Расположение заливной горловины



Рис. 3. Автоматический огнетушитель



Рис. 4. Запасной выход в крыше автобуса



Рис. 5. Боковые запасные выходы в автобусе



Рис. 6. Молоток для разбития окон

Согласно Приказу Министерства Здравоохранения № 325 от 20.08.1996 г., автомобиль должен оснащаться аптечкой, это единственное средство первой медицинской помощи. Включая самые последние изменения в данном приказе, в аптечку ни в коем случае не должны входить лекарственные препараты, так как по мнению Министер-

ства Здравоохранения медикаментозное лечение назначают профессиональные медики, помимо этого предвидя условия в которых находятся препараты, а именно жара или холод, лечебные свойства препаратов могут и не подействовать на организм человека [4].



Рис. 7. Автомобильная аптечка



Подводя итоги, хотелось бы повторить, что послеаварийная безопасность, это такая безопасность, которая снижает тяжесть последствий ДТП после предварительной остановки. И исключительно человеческая сплоченность может предотвратить те последствия, которые

могут возникнуть, а именно случись ДТП, участники должны оперативно, без паники, общими усилиями сделать все возможное по предотвращению тех последствий, которые могут возникнуть.

Литература:

1. Кузьмин, Н. А., Минченко А. В., Протасов В. И., Рогачев А. А., Плетнев А. С., Рожков Д. А., Иванов И. А., Чусов П. В. Анализ существующих типов безопасности автотранспортных средств // Молодой ученый. — 2020. — № 10. — URL <https://moluch.ru/archive/300/67980/> (дата обращения: 11.03.2020).
2. Опасные явления, наступающие после ДТП // Безопасность дорожного движения. URL: <http://livesave.narod.ru/posleavarbezopasnost.html> (дата обращения: 11.03.2020).
3. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна: Учебник для студентов вузов/ И. С. Степанов, А. Н. Еврафов, А. Л. Карунин, В. В. Ломакин, В. М. Шарипов; Под общ. ред. В. М. Шарипова. — М.: МГТУ «МАМИ», 2002. — 230 с. Электронный ресурс: <https://studfile.net/preview/5569537/page:21/>
4. Автомобильная аптечка. Состав и требования. URL: <https://enerplus.ru/blog/sredstva-individualnoy-zashchity/avtomobilnaya-aptechka-sostav-i-trebovaniya/> (дата обращения: 11.03.2020).

## К вопросу фильтрации газа при двучленном законе фильтрации с учетом влияния начального градиента давления

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

*Как известно, часто в газовых скважинах происходит нарушение линейного закона Дарси. Обычно это происходит около призабойной зоны. В связи с этим расчеты, связанные с эксплуатацией и исследованием газовых скважин, приводятся обычно по двучленному закону фильтрации. Задача усложняется, если имеется также влияние начального градиента давления. В данной статье рассматривается плоскорадиальный фильтрационный поток идеального газа по двучленному закону фильтрации с учетом влияния начального градиента давления.*

**Ключевые слова:** фильтрация, газ, двучленный закон, начальный градиент давления.

*As you know, often in gas wells there is a violation of the linear Darcy law. This usually occurs near the bottom zone. In this regard, calculations related to the operation and research of gas wells are usually given according to the binomial filtration law. The task becomes more complicated if there is also an influence of the initial pressure gradient. This article considers the plane-radial filtration flow of an ideal gas according to the binomial filtration law, taking into account the influence of the initial pressure gradient.*

**Key words:** filtration, gas, binomial law, initial pressure gradient.

Как известно, для плоскорадиальной фильтрации при двучленном законе фильтрации можно написать [1]:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\mu}{k} v + \rho \frac{\beta}{\sqrt{k}} v^2. \tag{1}$$

Определим распределение давления и выведем формулу для притока газа к скважине с учетом влияния начального градиента давления.

Получим скорость фильтрации через приведенный объемный дебит  $Q_{ат}$ , используя уравнение состояния идеального газа:

$$\rho = \frac{P_{ат} P}{P_{ат}}. \tag{2}$$

Тогда для скорости фильтрации газа получаем:

$$v = \frac{Q_m}{2\pi r h \rho} = \frac{\rho_{ат} Q_{ат}}{\rho_{ат} \frac{p}{p_{ат}} 2\pi r h} = \frac{Q_{ат} p_{ат}}{2\pi r h p}. \quad (3)$$

Используя формулы (2) и (1) в (3) и разделив переменные, получаем:

$$p dp = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{2\pi k h} \frac{dr}{r} + \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta Q_{ат}^2}{4\pi^2 h^2 \sqrt{k}} \frac{dr}{r^2}. \quad (4)$$

Влияние начального градиента давления на фильтрацию флюидов рассмотрена в различных работах [2,3,4,5]. Учитывая, что градиент давления, который при пуске скважин тратится не только на преодоление столба жидкости давлением  $p_c$ , но и на преодоление начального градиента давления в призабойной зоне, то при интегрировании уравнения (4) при  $r = r_c$  мы должны подставить  $p = p_c + \Delta p_o$ :

$$\int_{p_c + \Delta p_o}^p p dp = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{2\pi k h} \int_{r_c}^r \frac{dr}{r} + \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta Q_{ат}^2}{4\pi^2 h^2 \sqrt{k}} \int_{r_c}^r \frac{dr}{r^2}. \quad (5)$$

В результате интегрирования будем иметь:

$$p^2 - (p_c + \Delta p_o)^2 = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{\pi k h} \ln \frac{r}{r_c} + \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta Q_{ат}^2}{2\pi^2 h^2 \sqrt{k}} \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{r} \right) \quad (6)$$

или

$$p = \sqrt{p_c^2 + \Delta p_o (\Delta p_o + 2p_c) + \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{\pi k h} \ln \frac{r}{r_c} + \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta Q_{ат}^2}{2\pi^2 h^2 \sqrt{k}} \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{r} \right)}. \quad (7)$$

Последнее является формулой для распределения давления при фильтрации газа с учетом влияния начального градиента давления. Дифференциальное уравнение интегрируем от забоя ( $p = p_c + \Delta p_o, r = r_c$ ) до контура питания ( $p = p_k, r = r_k$ ). При этом в связи с малостью выражения  $\frac{1}{r_k}$  им можно будет пренебречь. Тогда получим уравнение

притока газа к скважине в виде:

$$p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_o = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{\pi k h} \ln \frac{r_k}{r_c} + \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta Q_{ат}^2}{2\pi^2 h^2 r_c \sqrt{k}}. \quad (8)$$

$$\text{Здесь } \Delta p'_o = \Delta p_o (\Delta p_o + 2p_c), \Delta p_o = \gamma_0 (r_k - r_c). \quad (9)$$

Введем обозначения:

$$A = \frac{\mu p_{ат}}{\pi k h} \ln \frac{r_k}{r_c}, B = \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta}{2\pi^2 h^2 r_c \sqrt{k}}. \quad (10)$$

Тогда уравнение (8) примет вид:

$$p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_o = A Q_{ат} + B Q_{ат}^2. \quad (11)$$

Для определения  $\Delta p'_o$  проводится исследование методом установившихся отборов, и строится индикаторная линия  $p_k^2 - p_c^2$  от  $Q_{ат}$ , в результате чего получится парабола выпуклостью к оси дебитов. Аппроксимация начальной части кривой в виде прямой, которая отсекает от оси абсцисс отрезок и равняется значению  $\Delta p'_o$ . Перестроив координаты можно написать уравнение (9) в виде

$$\frac{p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_o}{Q_{ат}} = A + B Q_{ат}. \quad (12)$$

График этого уравнения, построенный в координатах  $Q_{ат}$ ,  $\frac{p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_o}{Q_{ат}}$ , представляет собой прямую, для которой  $A$  — отрезок, отсекаемый на оси ординат,  $B$  — тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс,  $B = tg \alpha$ . Кроме того, по известному значению  $A$ , найденному в результате исследования скважины, можно определить коллекторские свойства пласта, например, коэффициент гидропроводности:

$$\frac{kh}{\mu} = \frac{p_{\text{ат}}}{\pi A} \ln \frac{r_k}{r_c}. \quad (13)$$

Уравнение притока газа к скважине (11) можно использовать в расчетах при проектировании разработки газовых месторождений.

Литература:

1. Басниев, К. С. Нефтегазовая гидромеханика /К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Г. Д. Розенберг. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.
2. И. Р. Гасанов., М. А. Джамалбеков., Р. И. Гасанов. О стационарном притоке газа к скважине с учетом статического градиента давления. IV международная научная конференция «Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра» (Казань, Май 2018) с. 1–4.
3. T.Sh.Salavatov., I. R. Hasanov. A stationary oil inflow to the wellbore taking into account the static pressure gradient. COIA The 6th International Conference on Control and Optimization with Industrial Application, 11–13 July, 2018, Baku, Azerbaijan p.256–259.
4. И. Р. Гасанов, М. А. Джамалбеков. Плоскорадиальное вытеснение нефти водой с учетом влияния начального градиента давления. Научный журнал «Наука, образование и культура» № 10 (44), 2019 Декабрь, с. 11–15.
5. И. Р. Гасанов, М. А. Джамалбеков. Обобщенная методика интерпретации данных гидрогазодинамических исследований при нелинейных законах фильтрации с учётом влияния начального градиента. Научно методический журнал «Вестник науки и образования» 2020. No 3 (81). Часть 1. с. 97–102.

## Анализ антиблокировочной системы

Гребенкин Александр Андреевич, студент;  
 Константинов Михаил Александрович, студент;  
 Ахмедов Магомедрасул Халикович, студент;  
 Худяков Никита Александрович, студент;  
 Кутепов Иван Александрович, студент;  
 Холощак Артем Александрович, студент;  
 Асанов Булат Маратович, студент;  
 Кузьмин Никита Александрович, студент

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

*Статья раскрывает сущность, структуру ABS, а также функциональные возможности, о которых большинство не знает.*

**Ключевые слова:** ABS.

**А**нтиблокировочная система, сокращенно ABS это система, которая в свою очередь предотвращает блокировку колес при торможении. Сущность такой системы заключается в том, что при торможении, автомобиль, не оснащенный ABS, при торможении простыми словами скользит по дороге (рис. 1), оставляя черные полосы, эффективность такого торможения слабая, помимо этого увеличивается тормозной путь автомобилем. Использование ABS ослабляет давление в соответствующей тормозной магистрали, вследствие чего колеса вновь начинают вращаться.

Многие из тех, кто имеет автомобиль оснащенный ABS в большей степени не до конца понимают предназначение этой системы. Очень важной функциональной особенностью ABS является то, что с помощью нее умень-

шается тормозной путь, однако функционал данной системы не ограничивается только уменьшением тормозного пути (рис. 2), помимо этого использование данной системы позволяет сохранять возможность управлять транспортным средством во время торможения, что является невозможным при отсутствии ABS [1].

Рассматривая систему без ABS, водитель при торможении, будь оно экстренное или просто необходимое для определенной ситуации, управляющие колеса будут в таком случае заблокированы, а это значит, что как ни крути руль, он ни за что не изменит траекторию движения, то есть автомобиль, как ехал прямо, так он и будет продолжать ехать. Автомобиль, который в свою очередь оснащен ABS, выйдет из такой ситуации за счет того, что блок управления непрерывно будет контролировать вра-



Рис. 1. Следы, оставленные автомобилем, не оснащенным ABS

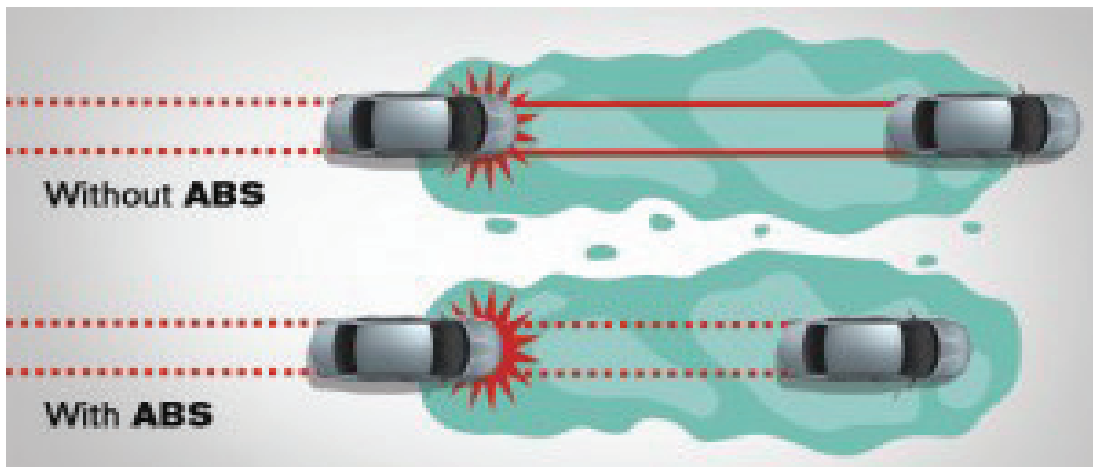


Рис. 2. Уменьшение тормозного пути за счет использования ABS

щение колес и при необходимости будет осуществлять разблокировку в том случае, если сцепление с дорожным покрытием выходит за определенные границы заданной программой.

Функциональность ABS на этом не заканчивается, ценность данной системы также заключается в том, что с использованием ABS происходит безопасное, равномерное и прямолинейное торможение на поверхности с неоднородным сцеплением. Примером тому может быть движение автомобиля по мокрой поверхности (рис. 3), причем одна из сторон может иметь совершенно другое сцепление, а может и вовсе находиться на сухой дороге, при этом автомобиль, который не оснащен ABS, будет вести себя по-иному, а именно одна сторона будет тор-

мозить эффективнее, чем другая, вследствие чего автомобиль развернет.

Структура ABS довольно простая, в нее входят: датчики вращения колес; блок управления; гидравлический блок.

Датчик частоты вращения колес работает на основе эффекта Холла (рис. 4), суть эффекта заключается в том, что если ток пропускать через пластину, помещенную в область магнитного поля, то на краях пластины появится напряжение. Так и в автомобиле, на ступице колеса закреплено импульсное кольцо датчика и вращается перед одним концом магнита, как только прекращается движение колеса, ток исчезает, это сигнализирует о том, что колесо скользит по дорожному покрытию, блок управ-



Рис. 3. Движение автомобиля по мокрой поверхности

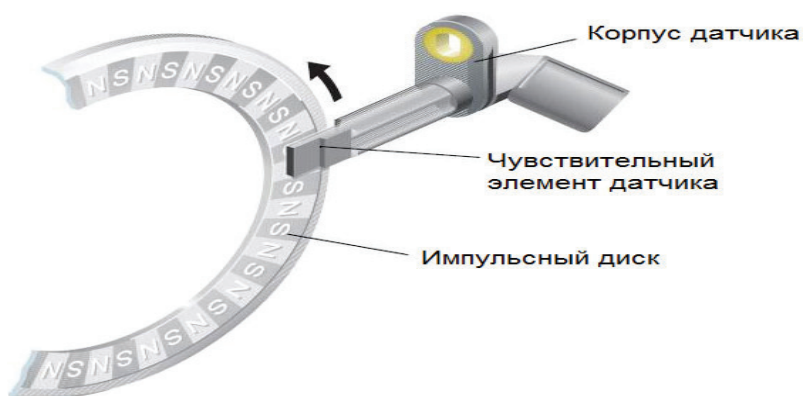


Рис. 4. Датчик холла



Рис. 5. Блок управления ABS

ления дает сигнал на ослабление тормозных колодок для наиболее эффективного торможения [2].

Блок управления (рис. 5) обеспечивает работу тормозных систем в наиболее эффективном и стабильном диапазоне, при котором тормозная сила будет максимальна, а колеса автомобиля не будут заблокированы [3].

Сущность гидравлического блока (рис. 6) заключается в подаче необходимой жидкости в тормозные механизмы. Он включает в себя: электромагнитные клапаны; гидроаккумуляторы; кулачковый насос с электрическим двигателем; демпфирующие камеры.

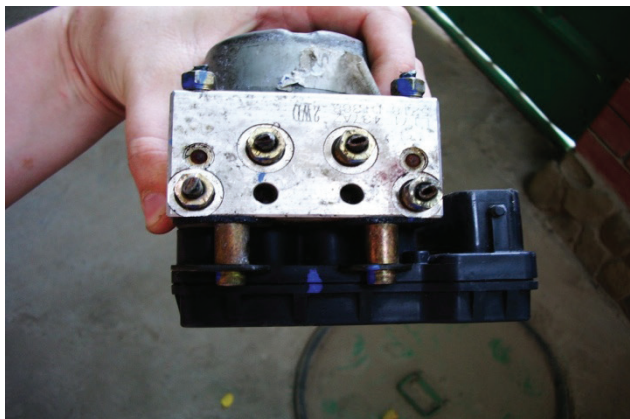


Рис. 6. Гидравлический блок ABS.

Литература:

1. Кокорин, А. И. Что такое ABS, и почему она стала обязательно для современного автомобиля. URL <https://www.kolesa.ru/article/chto-takoe-abs-i-pochemu-ona-stala-obyzatelnoj-dlya-sovremennogo-avtomobilya> (Дата обращения 12.03.2020)
2. Датчики ABS. Датчики ABS — глаза и уши системы торможения URL <https://blamper.ru/auto/wiki/tormoznaya-sistema/datchiki-abs-2949/> (Дата обращения 12.03.2020)
3. Устройство и принцип работы системы ABS. URL <https://techautoport.ru/hodovaya-chast/tormoznaya-sistema/sistema-abs.html> (Дата обращения 12.03.2020)

## Анализ антипробуксовочной системы

Кусанов Самрат Карасаевич, студент;  
Ананьев Максим Витальевич, студент;  
Алибейков Али Русланович, студент;  
Чусов Павел Владимирович, студент;  
Панченко Андрей Сергеевич, студент;  
Колесников Никита Витальевич, студент;  
Бийгишиев Магомед Хайрутдюнович, студент

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

*Статья раскрывает сущность антипробуксовочной системы, принцип ее работы и основные элементы данной системы.*

**Ключевые слова:** ASR, ETS, STC, антипробуксовочная система.

Предназначение антипробуксовочной системы довольно простое, оно предназначено для предотвращения пробуксовки колес, в частности ведущих.

В настоящее время аббревиатура данной системы имеет довольно обширный ассортимент: ASR, ETS и STC — торговое название таких марок как Mercedes, Volkswagen, Audi; ASC и DSA — применительно к автомобилям класса BMW; A-TRAC и TRC — на автомобилях Toyota; ETC — на автомобилях Range Rover; TSC — на автомобилях Honda.

Работа вышеперечисленных систем довольно схожа, и принцип работы рассмотрен будет на примере такой системы как ASR.

Конструктивная основа ASR (рис. 1) похожа на антиблокировочную систему тормозов. Система также оснащена двумя функциями: электронная блокировка дифференциала и управление крутящего момента двигателя.

Принцип работы антипробуксовочной системы заключается в следующем: как только колесо автомобиля начинает пробуксовывать система ASR предупреждает пробуксовку колес, но пробуксовка колес установлена в определенных скоростных режимах автомобиля, в среднем такая скорость составляет 0–80 км/ч в этот момент происходит подтормаживанием ведущих колес и во втором случае когда скорость свыше 80 км/ч

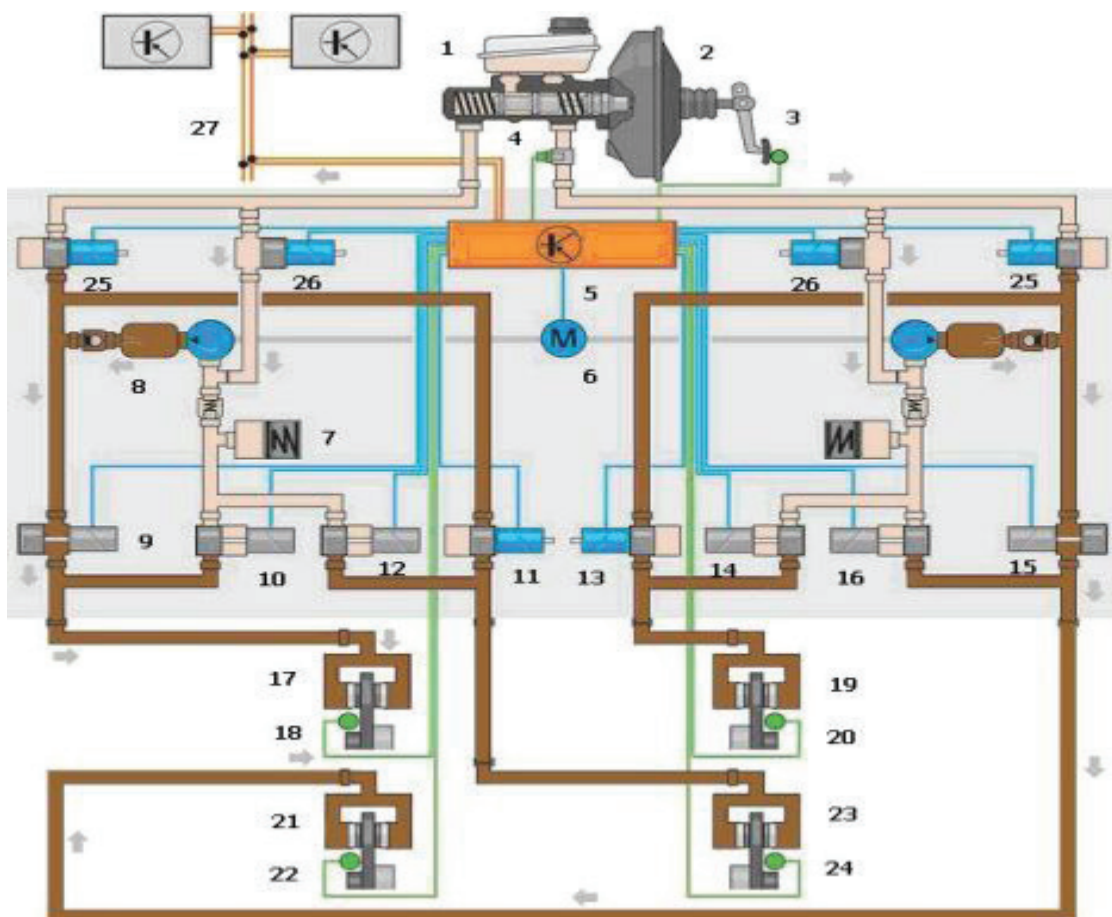


Рис. 1. Схема антипробуксовочной системы ASR

регулировка происходит за счет уменьшения передаваемого усилия от двигателя крутящего момента.

В связи с тем, что система ASR оснащена датчиком частоты вращения колес (рис. 2), блок управления (рис. 3) определяет такие характеристики, как: угловое ускорение ведущих колес; скорость движения автомобиля; ха-

рактер движения автомобиля — прямолинейное или криволинейное; величину проскальзывания ведущих колес. Следовательно, блок управления считывая эксплуатационные характеристики подает сигнал на увеличение или уменьшение давления к тормозным механизмам и изменения крутящего момента двигателя.

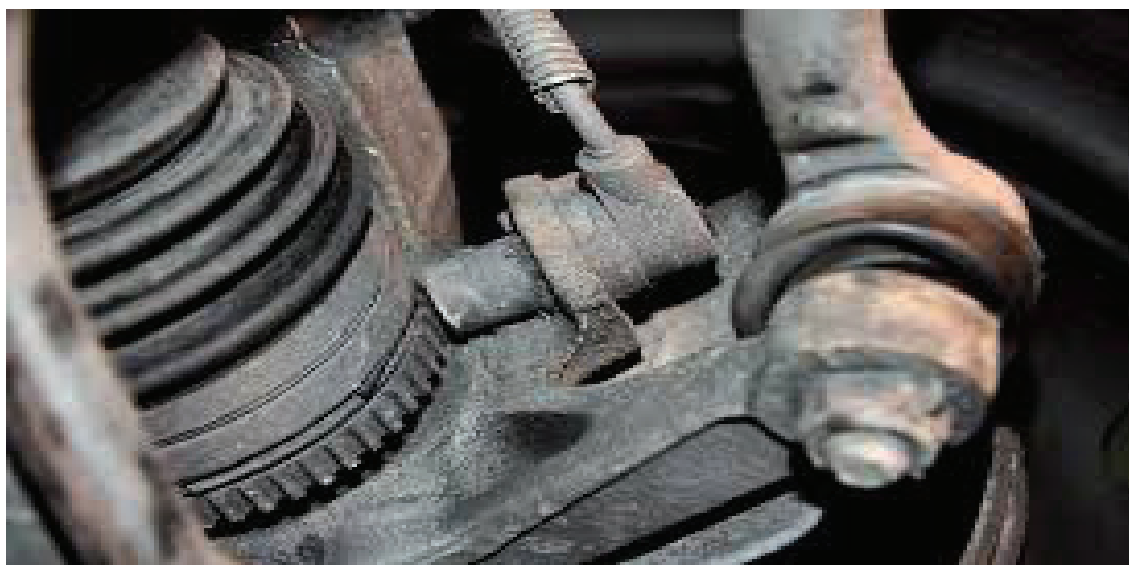


Рис. 2. Датчик частоты вращения колес



Рис. 3. Блок Управления системой ASR

Управление тормозным давлением подразделяется на три фазы. Такие как: увеличение давления; удержания давления; сброс давления. Первая фаза, увеличение давления обеспечивается торможением ведущего колеса, оно производится за счет включения насоса об-

ратной подачи (рис. 4), закрытия переключающего клапана и открытия клапана высокого давления. Как только отключается насос, происходит удержание давления. Сброс происходит тогда, когда заканчивается пробуксовка.



Рис. 4. Насос обратной подачи



Управление крутящим моментом двигателя осуществляется во взаимодействии с системой управления двигателем (рис. 5). В то время как колеса автомобиля начинают проскальзывать, датчик угловой скорости колес фиксирует полученную величину одновременно с крутящим моментом от двигателя, блок управления вычисляет величину необходимого крутящего момента. Вся

информация передается в блок управления, вследствие чего происходят различные действия, такие как: изменяется положение дроссельной заслонки; фиксированный впрыск топлива в систему впрыска; изменяется угол опережения зажигания в системе зажигания; происходит автоматическая отмена переключения передач, в частности применительно к автоматическим коробкам передач.

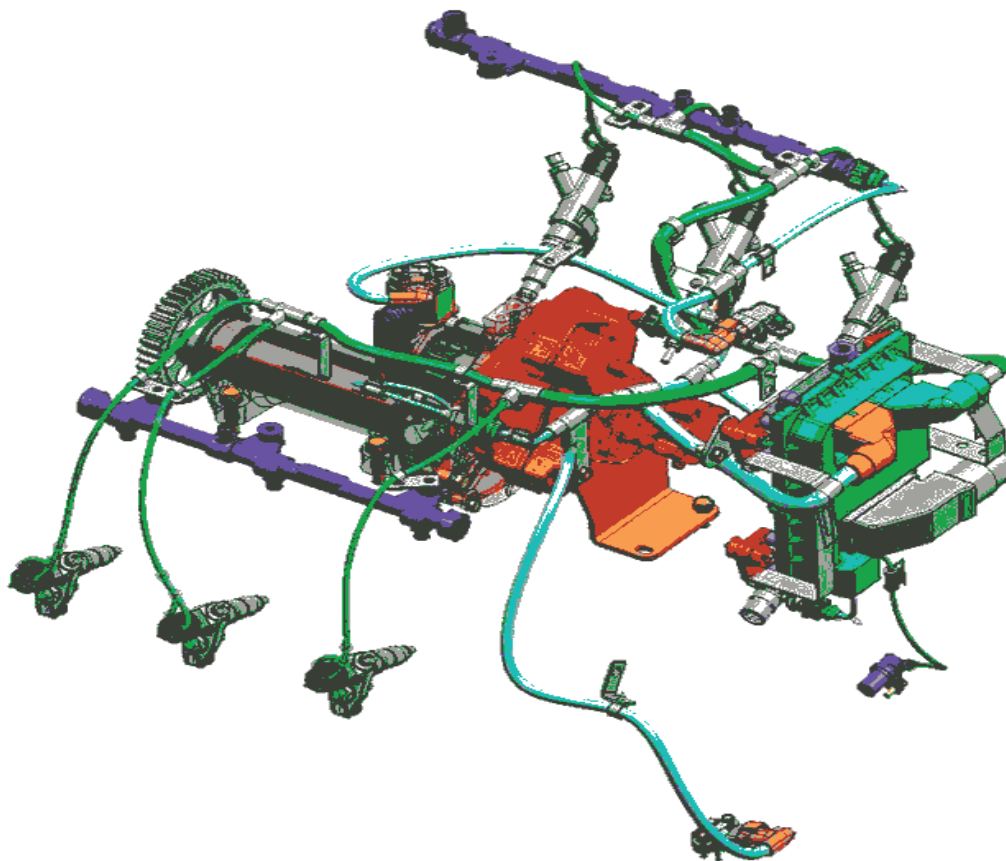


Рис. 5. Система управления двигателем

Подводя итоги, хотелось отметить, что антипробуксовочная система, как и любая другая система в общей структуре является вторым элементом безопасности, который работает в совокупности с ABS, как на легковых, грузовых, так и на внедорожниках. Данная система упро-

щает человеку управление авто при влажной дороге, то есть она предотвращает потерю сцепления колес с дорогой, благодаря непосредственному контролю за буксованием ведущих колес машины.

Литература:

1. Суслинников, А. А. Системы современного автомобиля: Антипробуксовочная система. URL <http://systemsauto.ru/active/asr.html> (дата обращения 12.03.2020)

## Анализ систем пассивной безопасности

Минченко Андрей Владимирович, студент;  
Кузьмин Никита Александрович, студент;  
Протасов Виталий Игоревич, студент;  
Рогачев Артем Андреевич, студент;  
Плетнев Александр Сергеевич, студент;  
Рожков Дмитрий Андреевич, студент;  
Иванов Иван Алексеевич, студент;  
Киселев Евгений Александрович, студент

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

*Статья раскрывает сущность систем пассивной безопасности, принципы их работы и выполняется сравнительный анализ приведенных систем.*

**Ключевые слова:** системы пассивной безопасности, БДД.

Ранее в статье Молодой ученый № 10 (300) март 2020 года «Анализ существующих безопасностей автотранспортных средств» велась речь о таком направлении как конструктивная безопасность, которая в себя включает четыре направления безопасности, такие как: активная; пассивная; послеаварийная и экологическая. В данном случае рассматриваемым направлением будет пассивная безопасность [1].

Под пассивной безопасностью понимается возможность автомобиля сохранить здоровье пассажиров. Как известно в арсенале любого автотранспортного средства имеется целый ряд средств для смягчения последствий аварий: ремни безопасности; натяжители ремней безопасности; активные подголовники; подушки безопасности; безопасная конструкция кузова [2].

Как известно абсолютно любой автомобиль оснащается ремнями безопасности, это наиболее распространенный конструктивный элемент. Ремни безопасности предназначены для уменьшения перемещения человека в горизонтальной плоскости, которое происходит при столкновении или резком торможении. Именно такой конструктивный элемент как ремни безопасности в большей степени снижают вероятность, и тяжесть травм от ударов о части кузова, стекла или с рядом сидящим человеком.

Следует отметить, что ремни безопасности по числу мест крепления делятся на: двухточечные; трехточечные (рис. 1); четырехточечные; пятиточечные (рис. 2).



Рис. 1. Ремни безопасности двухточечные и трехточечные

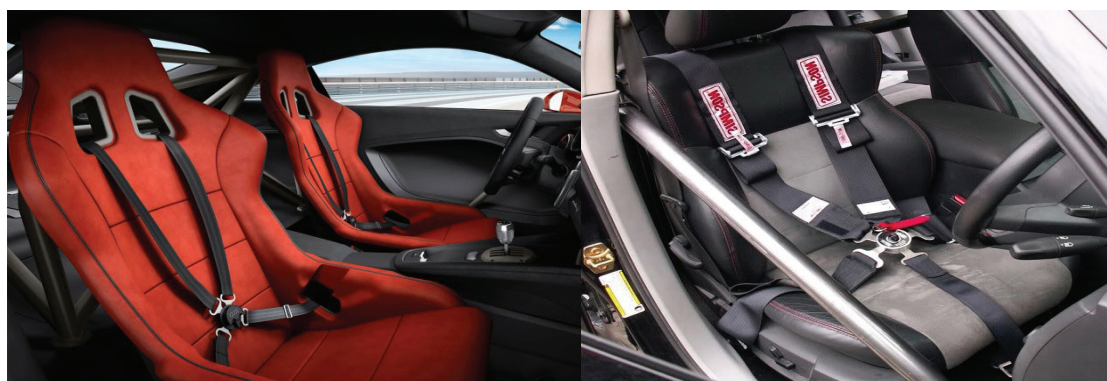


Рис. 2. Ремни безопасности четырехточечные и пятиточечные

Большинство автомобилей оснащаются ремнями безопасности, но особенность некоторых автомобилей является устройство, которое в свою очередь натягивает ремень. Предназначение натяжителя ремня заключается в заблаговременном предотвращении движения человека вперед, относительно движения автомобиля. Достигается это тем, что натяжитель, по своей конструктивной

особенности может, как натягивать ремень, так и расслаблять, в зависимости от приходящейся на него нагрузки. Зачастую путают натяжитель ремня с втягивающим устройством ремня. Натяжитель ремня также оснащается ограничителем усилия, то есть ограничитель при определенной нагрузке ослабляет действие ремня безопасности человека [3].



Рис. 3. Натяжитель ремня

Основополагающим элементом в пассивной безопасности являются подголовники (рис. 4). В случае резкого торможения, столкновении, подголовник в свою очередь снижает импульс и уменьшает вероятность травмирования шейного отдела позвоночника. Различают активные и пассивные подголовники. Сущность активного

подголовника заключается в том, что в случае аварии активный подголовник приближается к голове, тем самым уменьшает риски, связанные с травматизмом. Пассивный подголовник в свою очередь только смягчает удар, который приходится со стороны пассажира, но не исключает возможного травмирования [4].



Рис. 4. Активный и пассивный подголовник

Наиболее эффективным элементом пассивной безопасности являются подушки безопасности автомобиля, которые в свою очередь предназначены для смягчения удара водителя, а также пассажира о рулевое колесо, раз-

личные структурные элементы кузова. Применяют их в основном исключительно с ремнями безопасности. Размещение подушек безопасности различное: фронтальное; боковое; головное; коленное; центральное [5].



Рис. 5. Фронтальное и боковое размещение подушек безопасности

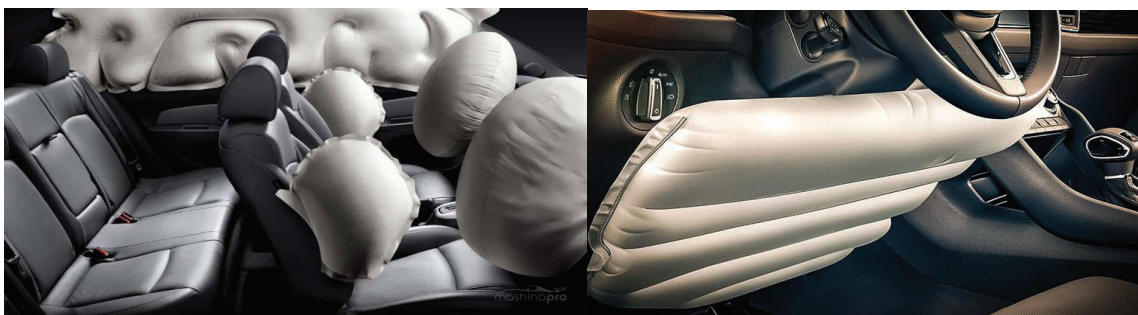


Рис. 6. Головное и коленное размещение подушек безопасности



Рис. 7. Центральная подушка безопасности

Кузов — это элемент пассивной безопасности, который по своим требованиям должен в случае ДТП максимально минимизировать травматизм, а также летальный исход человека. Кузов обладает основными требованиями, выполнения которых строго регламентировано, к ним относятся: деформация передней и задней части в случае ДТП

должны складываться в «гармошку»; каркас должен иметь максимальную жесткость и прочность; в случае ДТП двигатель должен перемещаться вниз от салона; зоны размещения ног в салоне водителя и пассажиров в случае ДТП должны минимально изменяться в объеме и геометрии; применение высокопрочных материалов [6].



Рис. 8. Безопасная конструкция кузова

Подводя итоги, хотелось отметить, что совокупность приведенных конструктивных элементов, которые применяются для защиты пассажиров от травм при аварии, составляют общую систему пассивной безопасности.

Также хочется отметить, что сама по себе система должна обеспечивать защиту не только пассажиров, но и других участников движения.

Литература:

1. <https://moluch.ru/archive/300/67980/>
2. <http://systemsauto.ru/passive/passive.html>
3. <http://systemsauto.ru/passive/stretch.html>
4. <http://systemsauto.ru/passive/head.html>
5. <http://systemsauto.ru/passive/airbag.html>
6. [https://studref.com/515485/tehnika/bezopasnaya\\_konstruktsiya\\_kuzova](https://studref.com/515485/tehnika/bezopasnaya_konstruktsiya_kuzova)

## Проблемы электробезопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли северных территорий

Наумова Екатерина Робертовна, студент;  
Ударцева Ольга Владимировна, доктор технических наук, профессор  
Тюменский индустриальный университет

*Статья посвящена исследованию проблем электробезопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли северных территорий. Рассматривается влияние суровых климатических условий Крайнего Севера и территорий, приравненных к нему, на производственные процессы и условия труда.*

**Ключевые слова:** Крайний Север, электробезопасность, нефтегазовая отрасль, проблемы

На сегодняшний день одной из ведущих отраслей промышленности в России является нефтегазовая отрасль, существование и развитие которой неразрывно связано с не менее важной отраслью — электроэнергетикой. Стабильное производство, передача и сбыт электроэнергии — приоритетные задачи электроэнергетики, требующие налаженной работы всех задействованных в данной отрасли элементов.

Внедряя и совершенствуя инновационное оборудование на производстве, всегда стоит учитывать специфические условия его эксплуатации и влияние различных

факторов на работу персонала, обслуживающего и эксплуатирующего данное оборудование.

Одним из специфических условий является влияние климата Крайнего Севера. Крайний Север — часть территории Земли, расположенная главным образом к северу от Северного полярного круга и известная суровостью своего климата. Трудовой кодекс гарантирует предоставление различных льгот, выплат, пособий, процентных надбавок к заработной плате, дополнительных выходных дней и дней отпуска лицам, работающим на северных территориях. Организации в свою очередь обеспечивают

свой персонал различными средствами индивидуальной защиты и необходимым оборудованием для работ в условиях низких температур, обязывают персонал проходить специализированные медицинские осмотры, проводят необходимые инструктажи и мероприятия, целью которых является устранение всех возникающих на производстве проблем, вызванных погодными условиями, обеспечивают персонал санитарно-бытовым и лечебно-профилактическим обслуживанием [1].

Говоря об электроэнергетике на предприятиях нефтегазовой отрасли, стоит отметить влияние низких температур как на обслуживающий персонал, так и на электрооборудование в целом.

Конструкция, исполнение, назначение и принцип работы любого электрооборудования зависят от многих факторов. При введении нового элемента в систему необходимо предусмотреть все возможные изменения в условиях его эксплуатации, будь то изменение нагрузки, аварийная ситуация, смена температуры и т. д.

Рассмотрим электроэнергетическую составляющую N-ного предприятия нефтегазовой отрасли на N-ной территории, приравненной к Крайнему Северу. Одной из самых распространённых проблем, возникающих на производстве, является обледенение. Обледенение опор ВЛ — нередкое явление, вызывающее потребность в специальных степ — болтах и автогидроподъёмниках для обеспечения безопасности персонала, проводящего работы на высоте. Правила устройства электроустановок (далее — ПУЭ) уделяют особое внимание ВЛ, проходящим в условиях Крайнего Севера. В подобных условиях правила требуют производство защиты от вибрации ВЛ по специальному проекту, а при подходе к выбору материала изоляторов стоит отдавать предпочтение стеклу, или, при наличии соответствующего обоснования, полимеры. В районах Западной Сибири и Крайнего Севера при параллельном следовании ВЛ 110 кВ и выше с техническими коридорами надземных и наземных магистральных газопроводов, нефтепроводов нефтепродуктопроводов и аммиакопроводов расстояние от оси ВЛ до крайнего трубопровода строго регламентируется и должно быть не менее 1000 м. Данное расстояние предусматривается в аналогичных условиях для транспорта горючих жидкостей и газов [2].

Конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристики изоляции применяемых машин, аппаратов, кабелей, проводов, приборов и прочего электрооборудования должны соответствовать параметрам сети, режимам работы, условиям окружающей среды. Реализация данных требований, предъявляемых ПУЭ в условиях Крайнего Севера, является достаточно затратной с точки зрения экономики, ресурсов, трудозатрат. Холод затрагивает и изменяет структуру металлов, степень их хрупкости; воздействует на вязкость масла, способствуя его загустению. Замерзание открытых трубопроводов, сжатие и растяжение металлов и многие другие проблемы требуют разработки и совершенствования способов обе-

спечения оптимальных условий эксплуатации электрооборудования.

Взаимодействие условий низких температур и солнечной радиации способствует повреждению изоляции вакуумного оборудования, что приводит к некорректной работе и риску возникновения аварий.

К аварийному режиму работы может также привести замерзание линейных разъединителей. Опасность заключается в затруднениях при переключениях и последующем снижении напряжения. Данная проблема решается путём совершенствования способов герметизации оборудования, однако данный метод не исключает возможности возникновения конденсата, также неблагоприятно сказывающегося на эксплуатации линейных разъединителей. Существует обратный теоретический способ решения проблемы, заключающийся в увеличении зазоров и люфтов, что снизит риск отказа при переключениях, но также не будет являться идеальным решением. Самый оптимальный метод на сегодняшний день — создание закрытых помещений, обеспечивающих защиту от влияния низких температур.

Проблема обогрева на станках качалках, имеющая непосредственное отношение к нефтегазовой отрасли, заключается в том, что в условиях сурового климата контроллеры станций управления станками качалками порой работают некорректно. Прежде на станках качалках была предусмотрена система обогрева, но на сегодняшний день проблема влияния низких температур на данные контроллеры является актуальной.

Необходимость противостояния вышеперечисленным и иным проблемам способствовала введению мероприятий по подготовке к осенне-зимнему периоду, построению логистики применения транспорта (в том числе и специализированного), внедрению плана ликвидации возможных аварий для аномальных холодов с пошаговым и детальным принципом действий и т. д.

Исследуя влияние сурового северного климата на производственные процессы, стоит обратить особое внимание на самочувствие, экипировку и условия работы персонала, непосредственно контактирующего с электрооборудованием. Зачастую проведение планово-предупредительных работ требует деликатной работы с элементами малых размеров и потому использование специальных защитных тёплых рукавиц оказывается неудобным, но необходимым. Ранее аналогичная проблема затрагивала не только защитные рукавицы, но и весь комплект рабочей одежды в целом. Со временем экипировка становилась более практичной, не утратив свои согревающие свойства. Тем не менее, возникают неудобства при работах в утеплённой утяжелённой одежде и рукавицах.

Условия сурового северного климата вынуждают организации вводить специальные производственные перерывы для отдыха и обогрева персонала, однако прерывание многих работ при низких температурах невозможно по техническим причинам. Таким образом, введённые перерывы могут иметь негативное влияние на процесс проведения планово-предупредительных и иных работ.

Проблемы электробезопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли северных территорий существуют при обеспечении особых комфортных, эффективных и экономически-рациональных производственных условий, исключающих возможность возникновения аварий, нанесения ущерба необходимому для поддержания стабильного производства оборудованию, нанесению вреда здоровью обслуживающего персонала и потребителей. Все элементы производственного механизма зависимы от климатических условий и сбой в работе одного из элементов оказывает влияние на работу другого.

Таким образом, переохлаждение персонала, обслуживающего электрооборудование, может привести к некаче-

ственно-выполненному ремонту и впоследствии, к сбоям в работе данного оборудования, опасным авариям, не говоря уже о серьёзных заболеваниях самого персонала. Установленное открыто и не защищённое от влияния низких температур оборудование работает некорректно, а то и не срабатывает вовсе. Срок его эксплуатации стремительно сокращается.

Ненадёжное, некачественное и нестабильно-работающее оборудование с течением времени повышает уровень производственного риска в геометрической прогрессии, что доказывает необходимость поиска путей оптимизации существующей системы электроснабжения в нефтегазовой отрасли.

#### Литература:

1. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст]: от 30.12. 2001 г. № 197-ФЗ, введ. в действие с 01.02.2002 / Российская Федерация. Законы. — Волгоград; М.: Изд-во ВолГУ: Либрис, 2002. — глава 50.
2. Правила устройства электроустановок. — 7-е изд. — М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 1999–2005. — п.2.5.85., п.2.5.98., п.2.5.284., п.2.5.290.

## Оптимизация системы учета и перемещения электрооборудования с помощью кодирования

Наумова Екатерина Робертовна, студент  
Тюменский индустриальный университет

**Ключевые слова:** электроэнергетика, оптимизация, кодирование, повышение производительности.

Все предприятия, имеющие широкую сеть филиалов, складов или объектов, заинтересованы в организации быстрого и точного учёта и инвентаризации основных средств с целью определения состава и состояния имущества компании. Одним из решений данной задачи является внедрение кодирования.

Предприятиям, организующим преобразование, передачу и распределение электроэнергии, необходимо учитывать специфику условий хранения и эксплуатации сопутствующего оборудования, данные которого в перспективе будут закодированы.

Предполагается создание бирок, хранящих в себе закодированную информацию об основных данных и технических характеристиках оборудования. Как правило, электрооборудование предприятий, в особенности нефтегазодобывающих, расположено вне помещений и в течение года подвергается влиянию климата, механических воздействий и значительных температурных колебаний. Помимо этого наблюдается воздействие масла, грязи, нефти, эмульсий и других реагентов.

Штрихкод — это способ маркировки этикетки товара с помощью параллельных чёрных штрихов и белых промежутков между ними. Они считываются сканером и превращаются в текст, распознаваемый компьютером. Штрих-код может содержать любую закодированную информацию — у каждого типа штрих-кода есть определённый алгоритм. Использование штрих-кодов и QR-кодов может заметно повысить прозрачность деятельности компании, а также усилить контроль над вероятностью подделки и над остатком товаров. Идентифицирование товара с помощью штрих-кода позволяет занести и обработать информацию в товароучетной системе быстрее и с меньшим количеством возможных ошибок, что также увеличит производительность и дальнейшее развитие бизнеса [1].

На сегодняшний день существует множество различных способов идентификации, большинство из которых имеют ряд недостатков, не способны обеспечить сохранность и читаемость маркировки, содержат ошибки (человеческий фактор при ручной маркировке). Устра-

нение ошибок при считывании, связанных с человеческим фактором, лежит во внедрении пластиковых этикеток со штрих — кодами, однако данный вид этикеток не выдерживает высоких температур, а также портится, рвётся или теряется при транспортировке.

Отслеживание перемещения и сбор данных с использованием датчиков и фактора времени — «логическое/программное отслеживание» — не всегда надёжно.

Металлические штампованные таблички выдерживают термообработку, но не проходят кислотное травление. Штрих — коды на такие таблички наносить невозможно.

Решение задачи цифровизации производства, автоматизации маркировки и считывания возможно посредством внедрения бирок, которые выдерживают агрессивную среду, высокую температуру термообработки, гальванизацию и кислотное травление.

Немаловажной производственной особенностью нефтегазодобывающих предприятий является отдалённость основных средств от населённых пунктов, что становится причиной отсутствия возможности беспроводной передачи считываемых данных, поэтому в отдельных случаях следует предусмотреть передачу данных посредством usb-кабеля [2].

При выборе способа крепления бирок следует учитывать конструктивные особенности, условия хранения и эксплуатации электрооборудования. Таким образом, способ крепления, наиболее рациональный для комплектной трансформаторной подстанции, не будет являться возможным для асинхронного двигателя.

Наиболее оптимальными способами крепления являются метод заклёпывания и крепление посредством прочного гибкого проводника через отверстия и прорези на бирке.

#### Литература:

1. Этикетки с qr штрих кодом. — [Электронный ресурс]. — <http://www.limaton.ru/services/etiketki-s-qr-i-shtrix-kodom/>. — [дата обращения: 09.03.2020].
2. Работа сканера ТСД: как пользоваться и собирать данные. — [Электронный ресурс]. — <https://online-kassa.ru/blog/rabota-skanera-tsd-kak-polzovatsya-i-sobirat-dannye/>. — [дата обращения: 09.03.2020].
3. Изготовление шильдиков. — [Электронный ресурс]. — <http://korpora-trekom.ru/izgotovlenie-shildikov.html>. — [дата обращения: 09.03.2020].

При синхронизации системы, позволяющей создавать, считывать, преобразовывать и должным образом использовать закодированные данные с уже существующей в организации базой данных, такие производственные процессы как учёт и отслеживание оборудования, будут значительно упрощены. Время, потраченное на считывание данных об электрооборудовании с нечитаемой ввиду продолжительной эксплуатации заводской таблички, будет сокращено, что приведёт к снижению неоправданных трудовых затрат, следовательно к повышению производительности персонала. Возможность электронного считывания данных также исключит вероятность получения ошибочных данных, имеющих место при считывании с устаревших нечитаемых заводских табличек, шильдиков [3].

Введение идентификации посредством внедрения кодирования оборудования также обеспечивает упрощение отслеживания качества проводимых ремонтов, выявление злоупотребления ими посредством мониторинга проведения внеплановых ремонтов. Данные проверки осуществляются путём занесения отметок о выполненных работах в единую базу данных.

С целью экономии времени на внедрении бирок на производстве предполагается попутное их закрепление на электрооборудовании по мере его поступления на ремонт в соответствующие службы.

Таким образом, внедрение системы кодирования на объектах производства, передачи и распределения электроэнергии значительно оптимизирует учёт, перемещение и мониторинг качества проводимых ремонтов электрооборудования, что приведет к повышению надёжности, снижению трудовых затрат, повышению производительности.



## Применение системы фазовой автоподстройки частоты при отслеживании частоты и фазы сигнала

Нгуен Суан Чыонг, аспирант  
Тулльский государственный университет

В данной работе рассматривается работа системы фазовой автоподстройки частоты, а также смоделирован и проанализирован её применения для отслеживания частоты и фазы сигнала.

**Ключевые слова:** фазовая автоподстройка частоты, PLL, отслеживание частоты и фазы.

В настоящее время система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) является ключевой технологией в многих схемах радиотехники и спутниковой связи. Схемы ФАПЧ используются в передатчиках и приемниках, при аналоговой и цифровой модуляции, а также при передаче цифровых сигналов. Схема ФАПЧ позволяет обеспечить точную настройку, частотную селекцию и фильтрацию без использования громоздких элементов фильтров, используемых в схемах детектирования. Система ФАПЧ находит широкое применение, ей посвящено много книг и статей [1–4].

### Описание системы

Фазовая автоподстройка частоты — система автоматического регулирования, подстраивающая фазу управляемого генератора так, чтобы она была равна фазе опорного сигнала, либо отличалась на известную функцию от вре-

мени. ФАПЧ сравнивает фазы входного и опорного сигналов и выводит сигнал ошибки, соответствующий разности между этими фазами. Сигнал ошибки проходит далее через фильтр низких частот и используется в качестве управляющего для генератора, управляемого напряжением (ГУН), обеспечивающего отрицательную обратную связь. Если выходная частота отклоняется от опорной, то сигнал ошибки увеличивается, воздействуя на ГУН в сторону уменьшения ошибки. В состоянии равновесия выходной сигнал фиксируется на частоте опорного. Существенной особенностью системы ФАПЧ, отличающей ее от большинства других систем автоматического регулирования, является то, что выходной величиной ГУН является частота, а входной величиной ФД — разность фаз управляющего сигнала и сигнала обратной связи, поступающего с выхода ГУН [5].

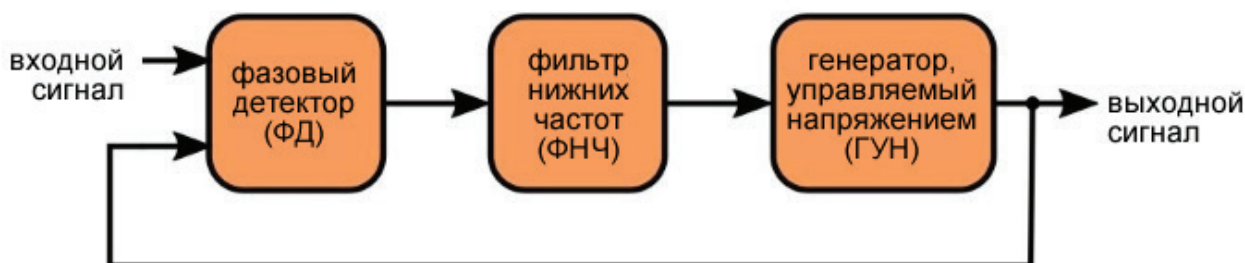


Рис. 1. Структурная схема системы ФАПЧ

### Использование ФАПЧ для отслеживания частоты и фазы сигнала

С использованием системы ФАПЧ, данная схема моделирует систему управления с обратной связью, которая отслеживает частоту и фазу синусоидального сигнала с использованием внутреннего генератора частоты. Система управления регулирует частоту внутреннего генератора для поддержания разности фаз в 0.

Входной сигнал смешивается с сигналом внутреннего генератора. Компонент постоянного тока смешанного сигнала (пропорциональный разности фаз между этими двумя сигналами) извлекается со средним значением переменной частоты. Пропорционально-интегрально-производный (ПИД) регулятор с опциональной автоматической регулировкой усиления (АРУ) поддерживает

разницу фаз до 0, воздействуя на управляемый генератор. Выход ПИД, соответствующий угловой скорости, фильтруется и преобразуется в частоту в герцах, которая используется средним значением.

### Моделирование и анализ результатов

Для моделирования системы ФАПЧ и оценки реализуемости метода в среде Simulink MATLAB [6] была разработана модель схемы (рис. 3). Данная схема в среде Simulink смоделирована с помощью стандартного блока Selector [7].

В качестве источника использует блок «Трёхфазный программируемый генератор» [8], который генерирует трёхфазный сигнал с программируемым изменением во времени амплитуды, фазы, частоты и гармоник.

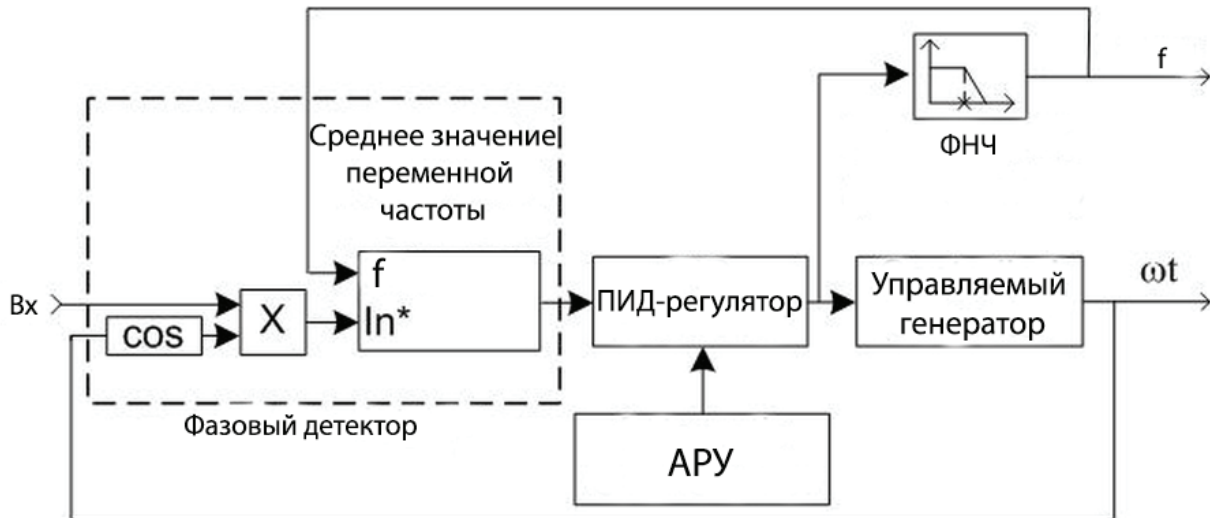


Рис. 2. Схема системы ФАПЧ для отслеживания частоты и фазы сигнала

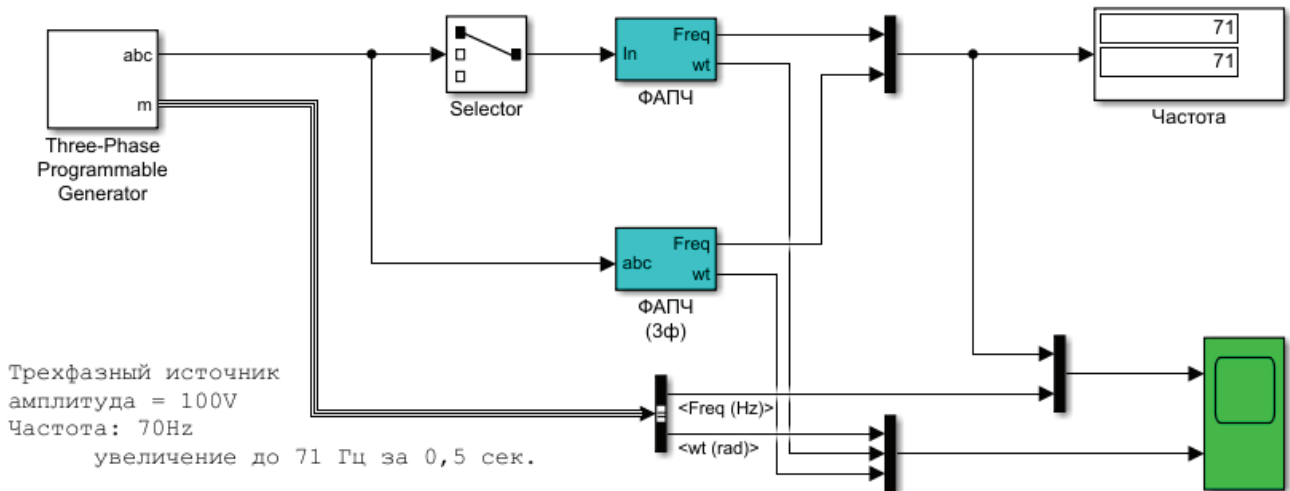


Рис. 3. Схема для моделирования работы ФАПЧ

Блок ФАПЧ (схема блока показана на рис. 2) питается синусоидальным сигналом 70 Гц, который увеличивается до 71 Гц с 0,5 с до 1,5 с. Понятно, что здесь частота достигает новой частоты за короткое время отклика.

Блок ФАПЧ (3ф) питается трехфазными синусоидальными сигналами с частотой от 70 Гц до 71 Гц в диапазоне от 0,5 до 1,5 секунд.

Время выборки модели параметризуется с помощью переменной Ts (в данном случае выбран Ts = 50e-6, чтобы дискретизировать блок ФАПЧ).

Из графиков видно, что частота ФАПЧ (3ф — трехфазный) достигает новой частоты быстрее, чем ФАПЧ, благодаря дополнительной информации о фазе. Фаза и частота, получены в результате моделирования соответствуют заданные параметры сигнала на входе схемы. Таким образом, получили применение системы ФАПЧ для отслеживания частоты и фазы сигнала.

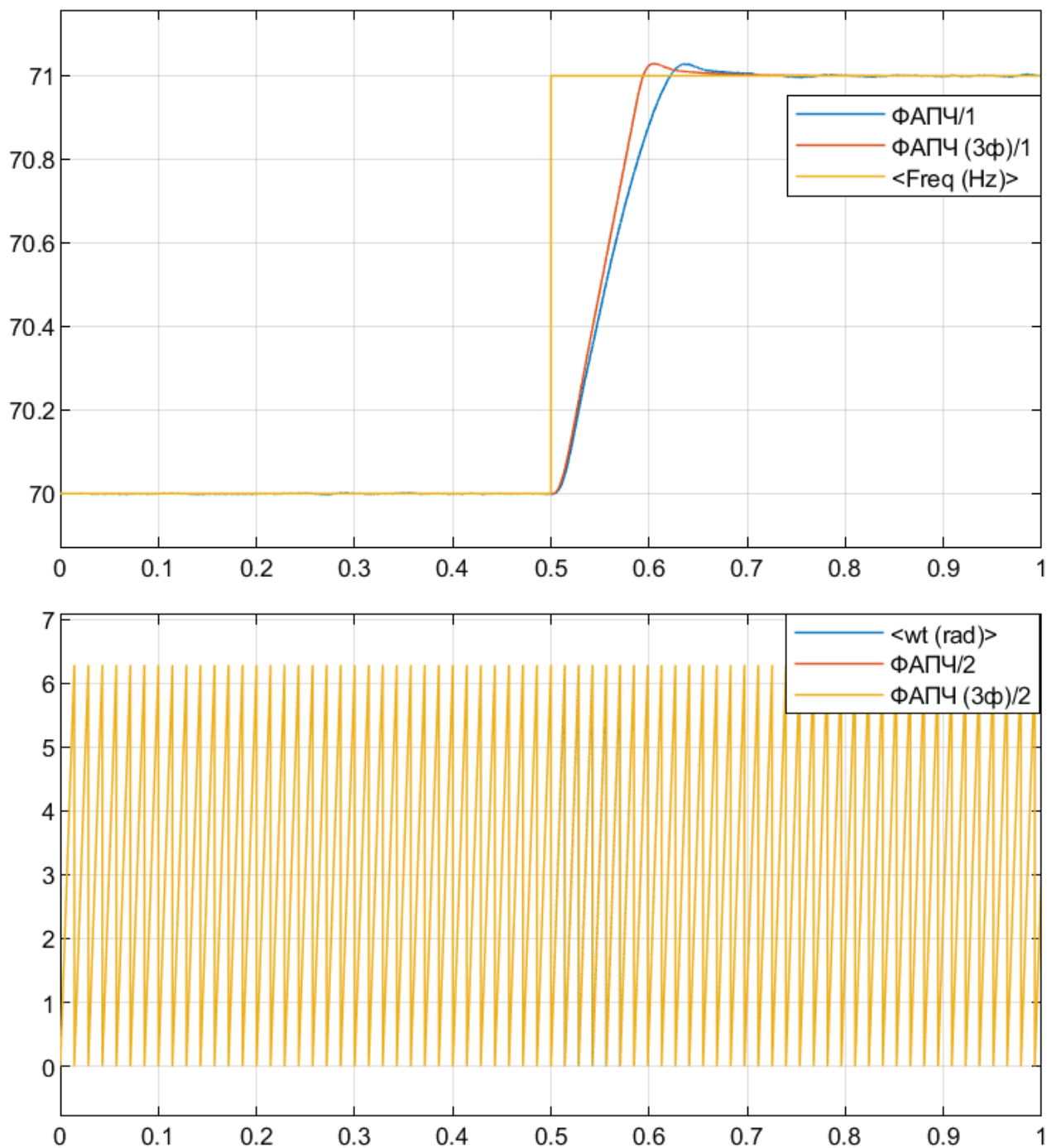


Рис. 4. Результат моделирования, частота и фаза сигнала на выходе системы ФАПЧ

Литература:

1. Curtin, M., O'Brien P. Phase-Locked Loops for High-Frequency Receivers and Transmitters. Analog Dialogue. 33–3, 33–5, 33–7. 1999.
2. Barrett, C. Fractional/Integer PLL Basics. Technical Brief SWRA029. 1999.
3. Т. Н. Lee «Phase Locked Loop Circuits» 2014 г.
4. «Преобразователь напряжения в длительность импульса, стабилизированный ФАПЧ» журнал «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» № 6 2012 год.
5. Голуб, В. Система ФАПЧ и ее применения. Chip News. 2000. № 4.
6. Черных, И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. М.: Диалог-МИФИ. 2003. 252 с.
7. <https://mathworks.com/help/simulink/slref/selector.html>
8. <https://mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/threephaseprogrammablegenerator.html>

## Анализ методов экологической безопасности

Пархоменко Кирилл Викторович, студент;

Ситюков Даниил Романович, студент;

Максимов Олег Вячеславович, студент;

Тюхтин Илья Николаевич, студент;

Сухарев Александр Константинович, студент;

Погосов Михаил Игоревич, студент;

Чернов Евгений Алексеевич, студент;

Кузьмин Никита Александрович, студент

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

*Статья раскрывает сущность методов экологической безопасности, способы уменьшения и воздействия на окружающую среду и человека отработавших газов и различных химических веществ.*

**Ключевые слова:** методы экологической безопасности.

**В** 2020 году в марте, был выпущен журнал *Молодой учёный* мартовского. В нем была опубликована статья «Анализ существующих безопасностей автотранспортных средств», сущность, которой заключалась в общем представлении конструктивной безопасности. Как известно, конструктивная безопасность — это не единственная безопасность, она как обширный представитель, включает в себя различного рода безопасности, такие как: активная; пассивная; послеаварийная; экологическая [1].

Направление, связанное с экологической безопасностью, является также столь значимым, как и другие три направления, но почему-то о нем очень часто умалчивают и не дают весомого значения.

Экологическая безопасность — это свойство автомобиля, позволяющее уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации [2].

Эксплуатация транспортного средства, к сожалению, приводит к выделению загрязняющих веществ, которые воздействуют на окружающую среду. К таким веществам относятся: выхлопные газы; нефтепродукты при их испарении; пыль; продукты истирания шин, тормозных колодок и дисков сцепления; противообледенительные соли и песок. Также с отрицательной стороны выступает шум, который создается двигателем внутреннего сгорания, шасси и непосредственного контакта колес с дорожным покрытием.

Статистика показывает, что в крупных странах, в частности моторизированных, 50 % общей массы отработавших газов приходится на передвижные источники, и это достаточно немалый процент. Причем большая часть от этого процента приходится на автотранспортные средства. Как известно очень негативное влияние на организм человека оказывает окись углерода, помимо этого, с автотранспортного средства выделяются такие вещества как: углеводород; окись азота; альдегиды; твердые частицы. Помимо того, что эти вещества сказываются на здоровье человека, они также загрязняют окружающую

среду, но загрязнение окружающей среды обусловлено не только выделением токсичных веществ, но и в большей части сжигании кислорода.

Существует два метода, с помощью которых уменьшается загрязнение атмосферы отработавшими газами, к ним относятся: метод снижения токсичности; метод уменьшения объемов выбросов.

Метод снижения токсичности включает такие мероприятия, которые улучшают смесеобразования и обеднения смеси, дозирования и распределения ее по цилиндрам. Токсичность можно уменьшить с помощью первой группы методов: используя бесконтактные транзисторные системы зажигания; используя модифицированных карбюраторов, у которых установлены быстродействующие заслонки; используя рециркуляцию отработавших газов, при этом варьируя формой камеры и в определенной концентрации осуществлять впрыск воды. Вторая группа методов подразумевает изменять присадку к топливу, что снизит выброс свинца, серы, канцерогенных веществ, сажи. Третья группа методов включает в себя использование различных нейтрализаторов и очистителей, сущность которых подразумевает производить физико-химическую очистку выбросов, а очиститель в свою очередь очищает воздух на входе в двигатель и отработавших газов при выходе.

Метод уменьшения объемов выбросов достигается определенной организацией транспортных потоков и оптимизацией их характеристик; рациональной доставки пассажиров в назначенный им пункт.

Очень пагубное воздействие наносят различные продукты истирания с дисков, тормозных накладок и шин (рис. 1). Как известно продукты истирания шин включают в себя сажу, силикон, действие которых согласно показаниям ученых Медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья, наносят вред окружающей среде. Многие производители снижают вредное влияние шин, на окружающую среду используя кремниевые основы или полимеры [3].



Рис. 1. Истирание тормозных дисков, тормозных колодок, шин

Шум — это акустическое загрязнение, процент которого во всем мире составляет 70–75% от всех экологических загрязнений. Исследования показали, что шумовое загрязнение приводит к повышенной утомляемости человека и животных, понижению производительности труда и нервным заболеваниям [4]. Методами снижения уровня шума являются: использование менее шумных механических узлов; применения подшипников скольжения и бес-

шумных материалов; постоянное использование смазки; использование различных шумопоглощающих и шумоизолирующих устройств.

Шум во впускном тракте двигателя может быть уменьшен благодаря воздухоочистителю, который по своим свойствам не только принудительно очищает воздух, а также поглощает шум за счет резонансной и расширительной камеры.



Рис. 2. Воздухоочиститель, поглощающий шум

Шум при выпуске отработавших газов можно уменьшить, применяя активные или реактивные глушители. Сущность, которых заключается в том, что звук, посту-

пающий в такой глушитель, гасится за счет трения о его стенки, причем варьируя длиной глушителя и сечения каналов, можно достичь больших результатов [3].



Рис. 3. Активный глушитель

Подводя итоги, хотелось отметить, что все же ведутся мероприятия, которые пускай в полной мере не предотвращают, но уменьшают воздействие вредных веществ, как на окружающую среду, так и на человека. К основным мероприятиям можно отнести: разработка различных конструкций, которые уменьшают загрязнение атмосферы токсичными веществами; улучшенные методы

ремонта и обслуживания автомобилей, цель которых уменьшить концентрацию токсичных компонентов в отработавших газах, уровня шума, производимого автомобилями; использование регулируемого движения, которое в свою очередь приводит к оптимальным режимам работы, в меньшей степени без остановок и постоянных переключения передач.

#### Литература:

1. Кузьмин, Н.А., Минченко А.В., Протасов В.И., Рогачев А.А., Плетнев А.С., Рожков Д.А., Иванов И.А., Чусов П.В. Анализ существующих типов безопасности автотранспортных средств // Молодой ученый. — 2020. — № 10. — URL <https://moluch.ru/archive/300/67980/> (дата обращения: 12.03.2020)
2. Иванов, С.Е., Зотов Л.Л. Экологическая безопасность автомобилей: Рабочая программа, задания на контрольные и лабораторные работы, методические указания к выполнению лабораторной и практической работ. — СПб.: СЗТУ, 2004. — 22 с.
3. Экологическая безопасность автомобиля — URL <http://livesave.narod.ru/akologbezopasnost.html> (дата обращения: 12.03.2020)
4. Минаева, В.В., Гапоненко А.В. ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА // Международный студенческий научный вестник. — 2015. — № 3-1; URL <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=12026> (дата обращения: 12.03.2020)

## Анализ систем активной безопасности

Поджигайло Роман Юрьевич, студент;  
 Забелин Роман Романович, студент;  
 Кузьмин Никита Александрович, студент;  
 Севастьянов Вячеслав Александрович, студент;  
 Аветисян Армен Аветисович, студент;  
 Качко Валерий Олегович, студент;  
 Чусов Павел Владимирович, студент;  
 Медведев Илья Александрович, студент

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

Статья раскрывает сущность систем активной безопасности, принципы их работы и выполняется сравнительный анализ приведенных систем.

**Ключевые слова:** системы активной безопасности, БДД.

В статье Молодой ученый № 10 (300) март 2020 года «Анализ существующих безопасностей автотранспортных средств» рассказывалось о конструктивных безопасностях в совокупности, в данном случае рассматривается первое из направлений, которым является активная безопасность [1].

Раскрывая сущность активной безопасности, хочется отметить, что данная безопасность нацелена на предотвращение ДТП, а именно в значительной мере снижать вероятность его возникновения. Фазой активной безопасности является начальный этап ДТП, проявляется это тогда, когда водитель в состоянии изменить характер движения автомобиля [2].

Активная безопасность, как и любая безопасность, включает в себя соответствующие системы, которые в свою очередь снижают уровень ДТП. Такими являются:

антиблокировочная система тормозов; антипробуксовочная система; система курсовой устойчивости; система распределения тормозных усилий; система экстренного торможения; электронная блокировка дифференциала.

Антиблокировочная система (рис. 1) это система, которая предотвращает блокировку колес при торможении. При торможении автомобиля блокируется одно или несколько колес, вследствие чего начинают скользить по поверхности. Антиблокировочная система ослабляет давление в соответствующей тормозной магистрали, и колеса вновь начинают вращаться. Данная система непрерывно контролирует вращение колес и производит разблокировку их при необходимости, также она обеспечивает их вращение и таким образом сохраняет необходимое сцепление с дорожным покрытием, позволяя одновременно тормозить и выполнять маневр [3].

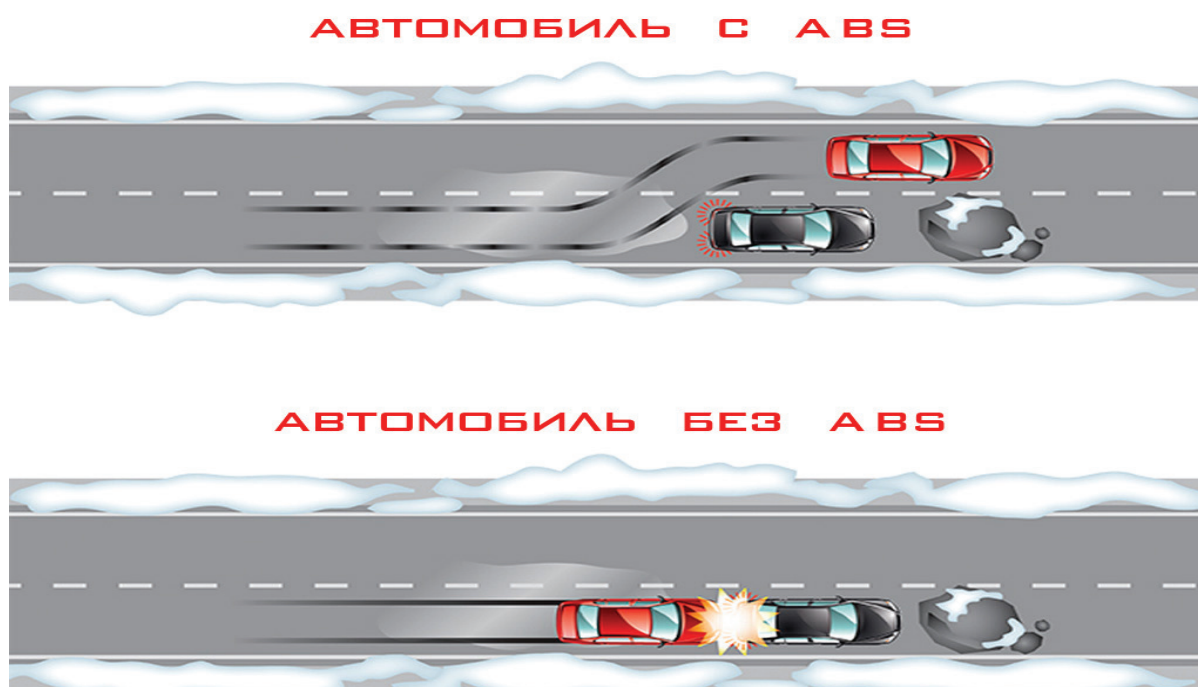


Рис. 1. Антиблокировочная система

Антипробуксовочная система (рис. 2) предназначена для предотвращения пробуксовки ведущих колес. Сама по себе система включает в себя две функции: электронная блокировка дифференциала и управление крутящим моментом двигателя. Для приведения данной системы в работоспособное состояние используется насос обратной подачи и электромагнитные клапаны на каждое

из ведущих колес в гидравлическом блоке. Управление системой осуществляется за счет соответствующего программного обеспечения, включенного в блок управления соответствующей системы. В своей работе блок управления системы взаимодействует с блоком управления двигателем [4].

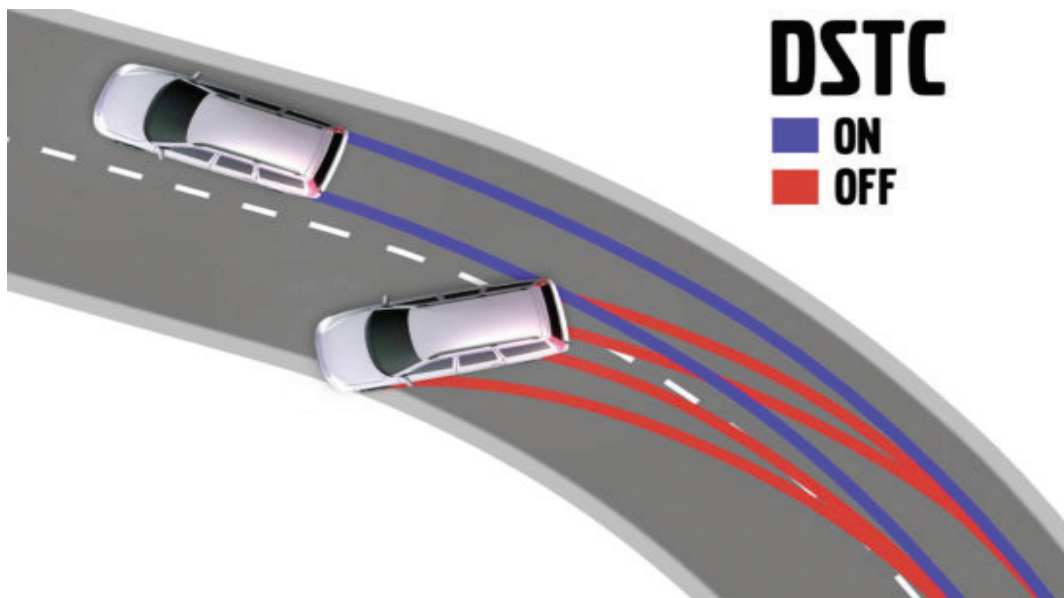


Рис. 2. Антипробуксовочная система

Система курсовой устойчивости предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля за счет заблаговременного определения и устранения критической ситуации. Данная система позволяет удерживать

транспортное средство в пределах заданной водителем траектории при различных режимах движения, а именно: разгон, торможение, движение по прямой, в поворотах и при свободном качении [5].

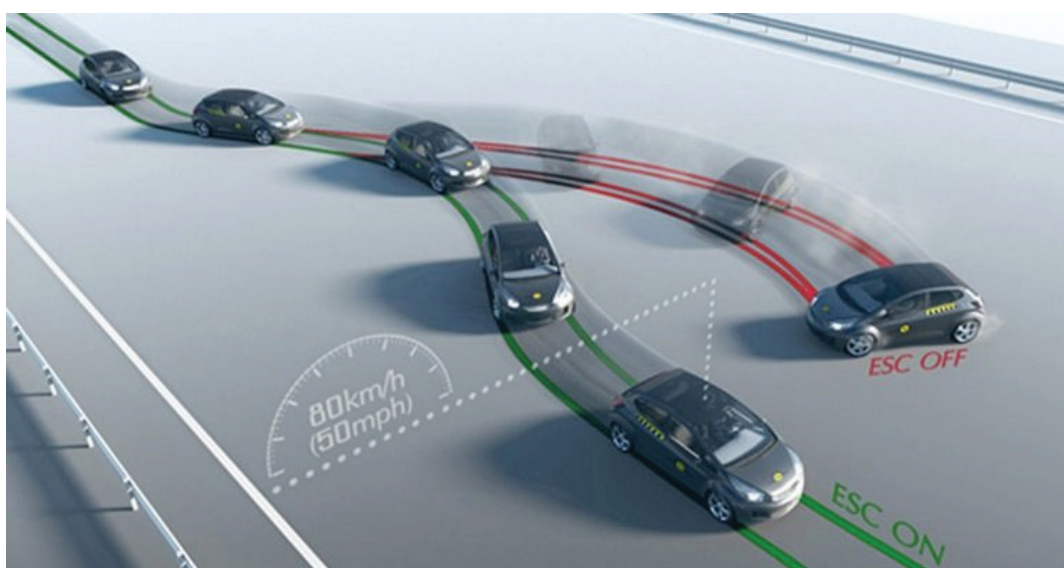


Рис. 3. Система курсовой устойчивости

Система распределения тормозных усилий предназначена для предотвращения блокировки колес за счет управления тормозным усилием задней оси. В настоящее время,

у большинства автомобилей нагрузка приходится на заднюю ось намного меньше, чем на передней. Вследствие чего возникает необходимость осуществить так на-



зывается баланс, то есть распределить нагрузку, поэтому данная система позволяет сохранять курсовую устойчи-

вость, осуществляя блокировку передних колес в первую очередь, после чего блокируются задние колеса [6].

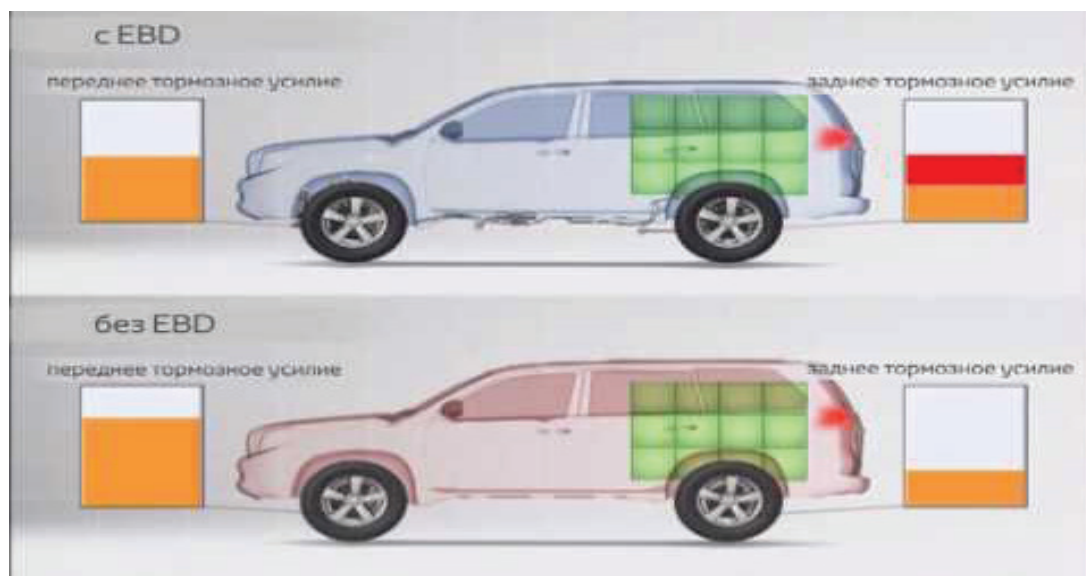


Рис. 4. Система распределения тормозных усилий

Система экстренного торможения предназначена для наиболее эффективного использования тормозов в экстренной ситуации. Данная система позволяет сократить тормозной путь в среднем на 15–20%. Это фактически в большинстве случаев может предотвратить ДТП, а также

уменьшить ее последствия. Данную систему можно разделить на две подсистемы торможения: помощи при экстренном торможении и автоматического экстренного торможения [7].

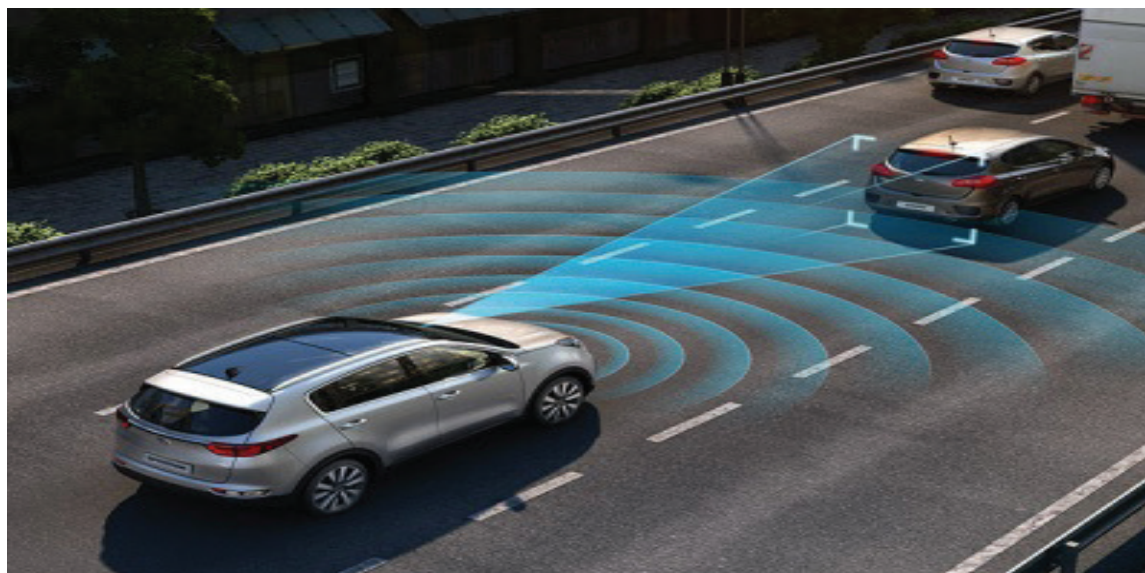


Рис. 5. Система экстренного торможения

Электронная блокировка дифференциала предназначена для предотвращения пробуксовки ведущих колес при трогании автомобиля с места, а также разгоне на скользкой дороге, при движении по прямой и в поворотах за счет подтормаживания ведущих колес. Система срабатывает при проскальзывании одного из ведущих колес, то есть она своим образом подтормаживает скользящее ко-

лесо, за счет чего на нем увеличивается крутящий момент. Существенным отличием от антиблокировочной системы в конструкции электронной блокировки дифференциала предусмотрена возможность самостоятельного создания давления в тормозной системе. Управление в свою очередь осуществляется с помощью программного обеспечения в блоке управления антиблокировочной системы [8].

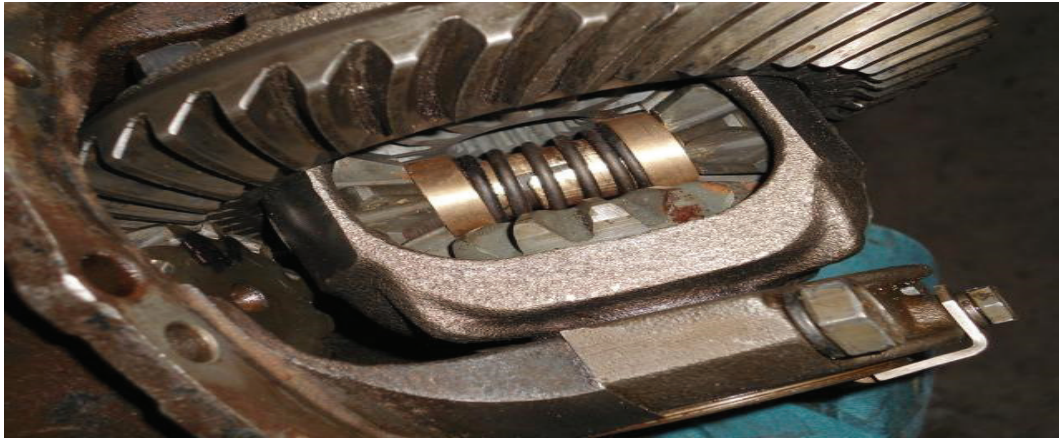


Рис. 6. Электронная блокировка дифференциал

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что основное предназначение активной безопасности является в первую очередь предотвращение абсолютно любой аварийной ситуации. В любом случае, выше приведенные системы самостоятельно оценивают вероятностную опасность и при

необходимости предотвращают ее путем активного вмешательства в процесс управления автомобилем, однако доверять в полной мере данным системам не стоит, как и любая высокотехнологичная система в каком то процентном соотношении может и отказать.

#### Литература:

1. <https://moluch.ru/archive/300/67980/>
2. Ломакин, В.В., Покровский Ю.Ю., Степанов И.С., Гоманчук О.Г. Безопасность автотранспортных средств: Учебник для вузов. / Под общ. ред. В.В. Ломакина. — М: МГТУ «МАМИ», стр. 4
3. <https://www.kolesa.ru/article/chto-takoe-abs-i-pochemu-ona-stala-obyazatelnoj-dlya-sovremennogo-avtomobilya>
4. <http://systemsauto.ru/active/asr.html>
5. <http://systemsauto.ru/active/esp.html>
6. <http://systemsauto.ru/active/ebd.html>
7. [http://systemsauto.ru/active/brake\\_assist.html](http://systemsauto.ru/active/brake_assist.html)
8. <http://systemsauto.ru/active/eds.html>

## Топливная система КАМАЗ-740: устройство и принцип работы

Савочкин Александр Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;

Костин Иван Сергеевич, студент;

Чумаев Рустам Маратович, студент;

Еноктаев Юрий Валерьевич, студент;

Улитин Александр Алексеевич, студент;

Пудов Александр Васильевич, студент;

Ананьев Максим Витальевич, студент;

Константинов Михаил Александрович, студент

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

*В статье авторы пытаются определить устройство и принцип работы ТСВД КАМАЗ-740.*

**Ключевые слова:** КАМАЗ, ТСВД, принцип системы.

Наиболее ответственной единицей любого многоцелевого транспортного средства (МТС) является силовая установка. Дизельные двигатели наиболее широко используются в качестве силовых установок. В свою оче-

редь, наиболее ответственной, сложной и дорогой частью дизельного двигателя является топливная система высокого давления (ТСВД). Надежность его работы во многом определяет производительностью двигателя и всей ма-

шины в целом. Особенностью конструкции дизельного топливного оборудования является наличие прецизионных пар трения, механических упругих узлов, и других типов уплотнительных и подвижных узлов. Смена выходных параметров подачи топлива также зависят от изменений, которые происходят в этих деталях во время работы. [1]

Давление пускового впрыска топлива через выпускной клапан и форсунку снижается из-за выгорания конуса упора иглы и седла распылителя, а также из-за накопления остаточной деформации пружины форсунки и выпускного клапана (иногда поломка пружины), износ сопряженных опорных поверхностей регулировочного винта, пружины, ее пластин и стержня. В связи с этим большое значение имеют шероховатость, геометрическая форма и твердость сопряженных поверхностей, а также качество изготовления пружины (особенно ее нерабочие витки).

В последние годы было разработано большое количество различных методов контроля технического состояния ТСВД. Однако большинство методов определения технического состояния элементов топливной аппаратуры, обычно требуют временной остановки машины для разборки и частичной переборки агрегата, а любая операция, даже если деталь не ремонтируется, сокращает срок службы.

Топливная система на автомобилях КАМАЗ обеспечивает очистку топлива, а также равномерное его распределение по цилиндрам двигателя в точных дозированных порциях. [2]

Принцип системы подачи топлива:

- Топливо из бака проходит через устройство фильтрующего элемента грубой очистки, всасывается с помощью насоса, перекачивающего топливо, а через фильтрующий элемент по топливным проводам низкого давления поступает в топливный насос высокого давления.

- Согласно правилам эксплуатации цилиндров двигателя, в трубопроводах высокого давления до сопла происходит распыление дизельного топлива. Распылители осуществляют впрыск и распыление дизельного топлива в камеры сгорания.

- Избыточное топливо с воздухом, поступившее в систему, проходит через перепускной клапан насоса высокого давления, а также через фильтр струйной очистки, через систему дренажных топливных проводов проходит в топливный бак.

- Оставшееся топливо между промежутками иглы и корпуса распылителя поступает в топливный бак через провода для слива топлива. Используя грубый фильтрующий элемент, топливо очищается заранее.

Двигатели КАМАЗа имеют отдельную систему подачи топлива, которая состоит из:

- топливный бак,
- топливный насос высокого давления,
- насос низкого давления, который качает топливо,
- топливные провода высокого и низкого давления,

- с фильтрами тонкой и грубой очистки и инжекторами,

- факельные свечи механизма запуска электрического факела,

- соленоидный клапан.

Топливные провода делятся на:

- топливопровода низкого давления (от 392 до 1961 кПа (от 4 до 20 кгс / см<sup>2</sup>),

- топливные провода высокого давления (> 19614 кПа (200 кгс / см<sup>2</sup>).

Топливопровода с высоким давлением состоят из стальных труб. Концы трубок выполнены в виде конуса, они прикреплены через шайбы с гайками к конусу патрубка форсунки. Чтобы избежать повреждения из-за вибрации, топливные провода крепятся с помощью кронштейнов.

Топливные насосы высокого давления используются для дозированной подачи дизельного топлива под высоким давлением в цилиндры двигателя в течение определенных периодов времени.

Топливный насос высокого давления предназначен для использования при температуре окружающей среды от -50 до +50, с относительной влажностью до 98 процентов.

Всерезжимный регулятор скорости расположен в развале корпуса топливного насоса. Индикаторы нагрузки регулируют количество дизельного топлива, поступающего в цилиндр, с помощью регулятора. Регулятор скорости постоянно поддерживает установленную скорость вращения коленчатого вала.

Поршневой топливный насос низкого давления расположен на задней части регулятора. Во время работы двигателя топливный насос низкого давления пропускает дизельное топливо к топливному насосу высокого давления. Впрыскивающий насос низкого давления приводится во вращение кулачковым валом впрыскивающего насоса высокого давления.

Ручной насос, который перекачивает топливо из топливного насоса низкого давления, наполняет систему топливом и удаляет из нее избыток воздуха перед запуском двигателя КАМАЗ.

Объем топливных баков составляет 170 и 250 литров. Нижняя часть корпуса резервуара имеет сливной кран. Индикатор панели приборов контролирует уровень топлива, сигналы на него поступают от датчика реостата, расположенного в баке.

Задачи топливной системы КамАЗа

- Играет роль безопасного хранилища для топлива
- Фильтрация дизельного топлива от всех видов загрязнений и воды

- Топливо под высоким давлением и распыливание в цилиндрах двигателя

Основные компоненты топливной системы можно разделить на две группы: низкого и высокого давления.

Виды топливного насоса высокого давления КАМАЗ

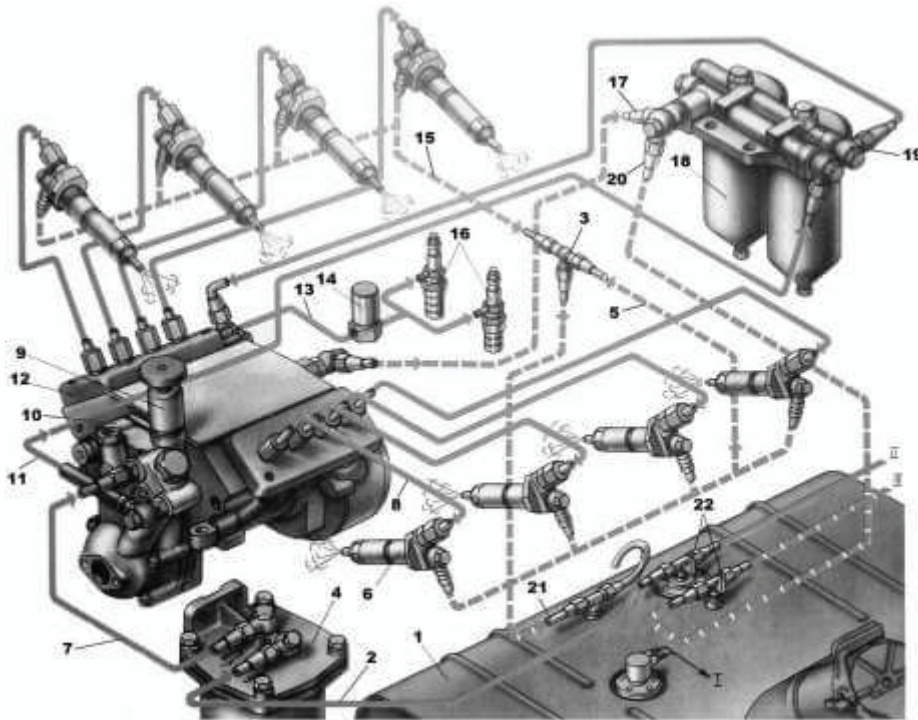


Рис. 1. Схема подачи топлива в двигатель: 1 — топливный бак; 2 — топливопровод к фильтру грубой очистки; 3 — тройник; 4 — фильтр грубой очистки топлива; 5 — сливной дренажный топливопровод форсунок левого ряда; 6 — форсунка; 7 — подводящий топливопровод к насосу низкого давления; 8 — топливопровод высокого давления; 9 — ручной топливоподкачивающий насос; 10 — топливоподкачивающий насос низкого давления; 11 — топливопровод к фильтру тонкой очистки; 12 — топливный насос высокого давления; 13 — топливопровод к электромагнитному клапану; 14 — электромагнитный клапан; 15 — сливной дренажный топливопровод форсунок правого ряда; 16 — факельная свеча; 17 — дренажный топливопровод насоса высокого давления; 18 — фильтр тонкой очистки топлива; 19 — подводящий топливопровод к насосу высокого давления; 20 — дренажный топливопровод фильтра тонкой очистки топлива; 21 — сливной топливопровод; 22 — распределительные краны

В настоящее время на грузовиках Камского автомобильного завода установлены топливные насосы высокого давления двух производителей:

— Топливный насос немецкого производителя Bosch (Bosch)

— Топливный насос «ЯЗДА» Ярославского завода дизельного оборудования

Просто как V-образный ЯЗДА, блок Бош выполняет те же функции. Он подает определенное количество дизельного топлива в цилиндры двигателя под высоким давлением в строго отведенное время. Но он конструктивно отличается от Ярославского и имеет рядное расположение плунжерных пар.

Ремонт топливного насоса КАМАЗ

На КамАЗах двигатели 740 и другие достаточно надежны, но они постоянно подвергаются высоким нагрузкам. Они эксплуатируются в суровых российских условиях в течение длительного периода времени, дизельное топливо заливается в основном низкого качества, что является причиной появления различного рода неисправностей с течением времени. Сам двигатель редко выходит

из строя, чаще всего отказу подвергаются его отдельные узлы и механизмы. Наиболее частые ремонты производятся на топливном насосе КамАЗа из-за воздействия на него повышенных нагрузок. Существует два вида ремонта: текущий и капитальный. Когда плунжерные пары работают, текущий ремонт производится путем замены неисправных деталей. После этого на стенде проводятся регулировки и испытания. При капитальном ремонте топливного насоса КАМАЗ топливный насос полностью разбирается с полным осмотром дефекта. [3]

#### Заключение

Создание современных средств технической диагностики дизельного топлива поможет снизить непосредственный контакт с объектами и уменьшить помехи в их нормальной работе. Тенденция развития проявляется в стремлении сократить количество необходимых демонтажей топливного оборудования. Прямые механические контакты объекта со средствами диагностики заменяются электроникой, которые из-за высокой стоимости до сих пор не находят широкого применения в диагностике. [1]

Литература:

1. Петровский, Д. И. Методологические и теоретические предпосылки совершенствования методов диагностирования дизельной топливной аппаратуры / Д. И. Петровский. — М.: ГНУ ГОСНИТИ, 2003. — с. 68–69.
2. Топливные системы и экономичность дизелей / И. В. Астахов [и др.]. — М.: Машиностроение, 1990. — с. 93–98.
3. Новосадов, С. Ю. Метод корректирования топливоподачи дизелей военной автомобильной техники. [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 20.02.14: защищена 20.07.2001: утв. 29.09.2001 / Сергей Юрьевич Новосадов. — Рязань, 2001. — 210 с

## Определение оптимальных условий сепарации при подготовке попутного нефтяного газа (ПНГ) к использованию на газопоршневой электростанции (ГПЭС)

Самаджонов Мухаммадали Акрамжон угли, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

*В настоящий момент попутный нефтяной газ нецелесообразно сжигать как с экологической, так и с экономической точки зрения. Поэтому его используют на газопоршневых электростанциях. В данной статье автор пытается определить оптимальные условия первой ступени сепарации попутного нефтяного газа.*

**Ключевые слова:** утилизация, газопоршень, газовый двигатель.

Современные тенденции перехода к автономному энергообеспечению способствуют развитию технологических разработок электростанций с двигателями, работающими на ПНГ и газе: газопоршневыми, газотурбинными, микротурбинными, парогазовыми.

Газопоршневой двигатель представляет собой двигатель внутреннего сгорания с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием горючей смеси в камере сгорания, использующий в качестве топлива газ и работающий по циклу Отто. Энергия, выделившаяся при сгорании топлива, в газопоршневом двигателе производит механическую работу вала, используемую для выработки электроэнергии генератором электрического тока.

В России на месторождениях используют газопоршневые установки (ГПУ) фирм Caterpillar, Cummins, Jenbacher, Wartsila, Waukesha, FG Wilson.

Главной характеристикой топливного газа, который будет поступать на ГПЭС является метановое число газа, характеризующее его детонационную стойкость.

Метод определения метанового числа основан на сравнении детонационной стойкости неизвестного газообразного топлива и эталонного газообразного топлива. Это достигается сравнением детонационных характеристик неизвестной газовой смеси с детонационными свойствами смеси двух эталонных газов (метана и водорода). Процент метана в эталонной смеси является метановым числом неизвестного газа.

Величина метанового числа имеет нижний предел, ниже которого при эксплуатации ГПЭС не обеспечивается требуемая мощность [1,2].

На основании данных, представленных в таблице 1, были проведены расчеты метанового числа и нижней теплоты сгорания для газа, отделяемого на первой ступени сепарации УПН ЦППН Вынгапуровского месторождения и направляемого на питание ГПЭС. Расчеты выполнены в программе «AVL Methane Calculator» фирмы «Cummins». Результаты представлены в таблицах 1–3, а также на рисунке 1. [3]

Таблица 1. Результаты расчета метанового числа и нижней теплоты сгорания для газа, отделяемого на первой ступени сепарации

Компоненты	Вынгапуровское	P=0,8 МПа T=20 °C	P=0,8 МПа T=25 °C	P=0,8 МПа T=30 °C	P=0,8 МПа T=35 °C	P=0,8 МПа T=40 °C
N <sub>2</sub>	0,04	0,0085	0,0083	0,0081	0,0078	0,0076
CO <sub>2</sub>	0,34	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009
CH <sub>4</sub>	27,75	0,6761	0,6594	0,6424	0,6249	0,6070
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,8	0,1302	0,1301	0,1296	0,1287	0,1274
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	11,82	0,1200	0,1282	0,1360	0,1434	0,1502
и — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	3,14	0,0192	0,0212	0,0232	0,0252	0,0273
н — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	5,71	0,0266	0,0297	0,0330	0,0366	0,0403
и — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,27	0,0033	0,0039	0,0045	0,0053	0,0061

н — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,57	0,0028	0,0033	0,0039	0,0046	0,0054
C <sub>6+</sub>	39,56	0,0127	0,0155	0,0189	0,0231	0,0283
Молекулярная масса	91	24,53	25,22	25,96	26,76	27,63
Плотность	817,4	N»= 38,943	N»= 40,11	N»=41,36	N»=42,689	N»=44,12
Метановое число	-	49,20	47,90	46,6	45,1	43,6
Газовый фактор	200	0,0647	0,0736	0,0836	0,0948	0,1075

Газовые двигатели в зависимости от состава газа, и соответственно метанового числа газа, производятся в различных исполнениях, отличающихся степенью сжатия. При эксплуатации двигателей с выбранной степенью сжатия, и изменении метанового индекса в пределах выше требуемых значений, происходит авто-

матическая подстройка параметров установки, что обеспечивает номинальную мощность установки. Двигатели могут работать на газе с низким метановым числом (снижение номинальной мощности незначительно, что после перенастройки дает возможность эксплуатировать ГПЭС).

Таблица 2. Результаты расчета метанового числа и низшей теплоты сгорания для газа, отделяемого на первой ступени сепарации

Компоненты	Вынгапуровское	P=0,7 МПа T=20 °C	P=0,7 МПа T=25 °C	P=0,7 МПа T=30 °C	P=0,7 МПа T=35 °C	P=0,7 МПа T=40 °C
N <sub>2</sub>	0,04	0,0082	0,0080	0,0078	0,0076	0,0073
CO <sub>2</sub>	0,34	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
CH <sub>4</sub>	27,75	0,6571	0,6403	0,6232	0,6057	0,5879
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,8	0,1313	0,1307	0,1297	0,1284	0,1267
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	11,82	0,1295	0,1373	0,1446	0,1513	0,1572
и — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	3,14	0,0214	0,0234	0,0255	0,0276	0,0297
н — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	5,71	0,0300	0,0333	0,0369	0,0406	0,0444
и — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,27	0,0038	0,0045	0,0052	0,0061	0,0070
н — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,57	0,0032	0,0038	0,0045	0,0053	0,0063
C <sub>6+</sub>	39,56	0,0149	0,0181	0,0222	0,0271	0,0331
Молекулярная масса	91	25,24	25,97	26,76	27,61	28,52
Плотность	817,4	N»=40,44	N»= 41,658	N»= 42,959	N»= 44,35	N»= 45,841
Метановое число	-	47,9	46,2	45,1	43,6	42,1
Газовый фактор	200	0,0734	0,0832	0,0943	0,1067	0,1205

Таблица 3. Результаты расчета метанового числа и низшей теплоты сгорания для газа, отделяемого на первой ступени сепарации

Компоненты	Вынгапуровское	P=0,6 T=20	P=0,6 T=25	P=0,6 T=30	P=0,6 T=35	P=0,6 T=40
N <sub>2</sub>	0,04	0,0079	0,0077	0,0075	0,0073	0,0070
CO <sub>2</sub>	0,34	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008
CH <sub>4</sub>	27,75	0,6355	0,6187	0,6017	0,5844	0,5667
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,8	0,1318	0,1306	0,1291	0,1273	0,1252
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	11,82	0,1400	0,1471	0,1536	0,1593	0,1640
и — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	3,14	0,0241	0,0261	0,0282	0,0303	0,0322
н — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	5,71	0,0342	0,0378	0,0415	0,0453	0,0492
и — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,27	0,0045	0,0053	0,0061	0,0071	0,0082
н — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,57	0,0039	0,0045	0,0053	0,0063	0,0074
C <sub>6+</sub>	39,56	0,0178	0,0217	0,0266	0,0325	0,0397
Молекулярная масса	91	26,10	26,88	27,71	28,61	29,59
Плотность	817,4	N»=42,174	N»=43,454	N»= 44,818	N»= 46,278	N»= 47,846
Метановое число	-	46,4	45,0	43,5	41,9	40,5
Газовый фактор	200	0,0844	0,0955	0,1077	0,1215	0,1367

При эксплуатации двигателей с выбранной степенью сжатия, и изменении метанового индекса в пределах выше требуемых значений, происходит автоматическая подстройка параметров установки, что обеспечивает но-

минальную мощность установки. Двигатели могут работать на газе с низким метановым числом (снижение номинальной мощности незначительно, что после перенастройки дает возможность эксплуатировать ГПЭС).

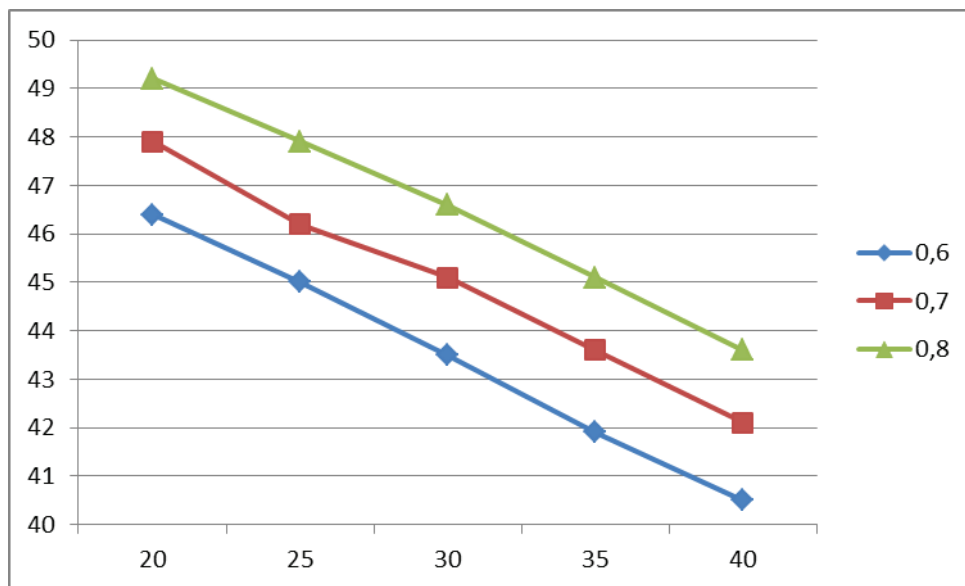


Рис. 1. Зависимость метанового числа первой ступени сепарации Вынгапуровского месторождения от температур для давления

Минимальная (критическая) величина метанового числа (РМЧ), которая допустима для эксплуатации энергомашины составляет 52.

Такая величина согласно расчетам обеспечивается:

- при давлении 0,8 МПа и температуре сепарации 20–40°С;
- при давлении 0,7 МПа и температуре сепарации 20–40°С;

— при давлении 0,6 МПа и температуре сепарации 20–40°С.

Для гарантированного обеспечения работоспособности ГПЭС необходимо установить диапазон давлений и температур, при которых метановое число будет поддерживаться на уровне 54–56. Температура находится в обратно пропорциональной зависимости от метанового числа, то есть с увеличением температуры метановое число уменьшается.

Литература:

1. Тарасов, М. Ю., Иванов С. С. Подготовка нефтяного газа для питания газо-поршневых электростанций // Нефтяное хозяйство. — 2009. — № 2. — С. 46–49.
2. Иванов, С. С., Тарасов. М. Ю. Требования к подготовке растворенного газа для питания газопоршневых двигателей // Нефтяное хозяйство. — 2011. — № 1. — с. 102–105.

## Теплотворность и определение теплотворности попутного нефтяного газа при заданных давлении и температуре

Самаджонов Мухаммадали Акрамжон угли, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

Теплотворность является одним из самых важных параметров, характеризующих любой вид топлива. В данной статье содержатся общие сведения о теплотворности и расчёт данного параметра при заданных температуре и давлении.

**Ключевые слова:** теплотворность, теплота сгорания топлива (ТСТ).

Выделение энергии при сгорании топлива должно характеризоваться такими параметрами, как высокое КПД и отсутствие вредных веществ в продуктах реакции.

Искусственное топливо получается в процессе переработки естественного — биологического топлива. Вне зависимости от агрегатного состояния вещества в своем химическом составе имеют горючую и негорючую часть. Горючей частью топлива являются углерод и водород. Негорючая часть представлена водой, минеральными солями, азотом, кислородом, металлами и подобными. При сгорании одинакового количества такой «смеси» выделяется разное количество энергии. Сколько именно этой энергии выделится, зависит от пропорций указанных элементов — горючей части, влажности, зольности и других компонентов [1].

На основании данных, представленных в таблице 1, были проведены расчеты высшей и низшей теплоты сгорания для газа, отделяемого на первой ступени сепарации УПН ЦППН месторождения и направляемого на питание ГТЭС.

Когда определенное количество топлива сгорает, выделяется измеримое количество теплоты. Согласно Международной системе единиц величина выражается в Джоулях на кг или м<sup>3</sup>. Но параметры могут быть рассчитаны и в кКал или кВт. Если значение соотносится с единицей измерения топлива, оно называется удельным [1].

Теплотворность делится на 2 вида: высшая и низшая.

Высшая теплота сгорания — это количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов реакции.

Под низшей теплотой сгорания подразумевают количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара.

Низшая и высшая теплота сгорания связаны соотношением:

$$Q_{в} = Q_{н} + k(W + 9H)$$

Где  $k$  — коэффициент, равный 25 кДж/кг (6 ккал/кг);

$W$  — количество воды в горючем веществе, % (по массе);

$H$  — количество водорода в горючем веществе, % (по массе) [2].

Для расчёта теплотворности сухого газа были использованы формулы (1) и (2).

Для расчёта низшей теплоты сгорания сухого газа используют формулу  $Q_{н}^c = 4,186(30,2CO_2 + 85,5CH_4 + 152,3C_2H_6 + 218C_3H_8 + 283,4C_4H_{10} + 348,9C_5H_{12})$  (1)

Пример расчета по формуле 1:

$$Q_{н}^c = 4,186(30,2 \cdot 44 \cdot 0,0009 + 85,5 \cdot 16 \cdot 0,6355 + 152,3 \cdot 30 \cdot 0,1318 + 218 \cdot 44 \cdot 0,1400 + 283,4 \cdot 2 \cdot 58 \cdot (0,0241 + 0,0342) + 348,9 \cdot 2 \cdot 72 \cdot (0,0045 + 0,0039)) = 18777,7632 \text{ кДж/м}^3$$

Для расчёта высшей теплоты сгорания используют формулу:

$$Q_{в}^c = 4,186(30,2CO_2 + 95CH_4 + 166C_2H_6 + 236,9C_3H_8 + 307C_4H_{10} + 377,2C_5H_{12})$$
 (2)

Пример расчёта по формуле (2):

$$Q_{в}^c = 4,186(30,2 \cdot 44 \cdot 0,0009 + 95 \cdot 16 \cdot 0,6355 + 166 \cdot 30 \cdot 0,1318 + 236,9 \cdot 44 \cdot 0,1400 + 307 \cdot 2 \cdot 58 \cdot (0,0241 + 0,0342) + 377,2 \cdot 2 \cdot 72 \cdot (0,0045 + 0,0039)) = 20479,1532 \text{ кДж/м}^3$$

В составе ПНГ нет некоторых соединений, поэтому они не участвуют в расчётах. [3]

Данные, необходимые для расчётов высшей и низшей теплотворности, указаны в таблице 1.

Таблица 1

	Молекулярная масса вещества	P=0,6МПа T=20 °C	P=0,6МПа T=25 °C	P=0,6 МПа T=30 °C	P=0,6 МПа T=35 °C	P=0,6 МПа T=40 °C
CO <sub>2</sub>	44	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008
CH <sub>4</sub>	16	0,6355	0,6187	0,6017	0,5844	0,5667
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30	0,1318	0,1306	0,1291	0,1273	0,1252
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	0,1400	0,1471	0,1536	0,1593	0,1640



и — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	0,0241	0,0261	0,0282	0,0303	0,0322
н — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	0,0342	0,0378	0,0415	0,0453	0,0492
и — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	0,0045	0,0053	0,0061	0,0071	0,0082
н — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	0,0039	0,0045	0,0053	0,0063	0,0074

Результаты полученных расчётов представлены в таблице 2.

Таблица 2

	P=0,6 МПа T=20°C	P=0,6МПа T=25°C	P=0,6МПа T=30°C	P=0,6МПа T=35°C	P=0,6МПа T=40°C
Q <sub>н</sub> <sup>с</sup> , кДж/м <sup>3</sup>	21561,30	22808,40	24091,70	25397,30	26708,90
Q <sub>в</sub> <sup>с</sup> , кДж/м <sup>3</sup>	23489,90	24838,40	26225,80	27637,10	29054,50

Для более наглядного представления полученных результатов на рисунке 1 представлен график зависимости теплотворности от температуры при давлении равном 0,6 МПа.

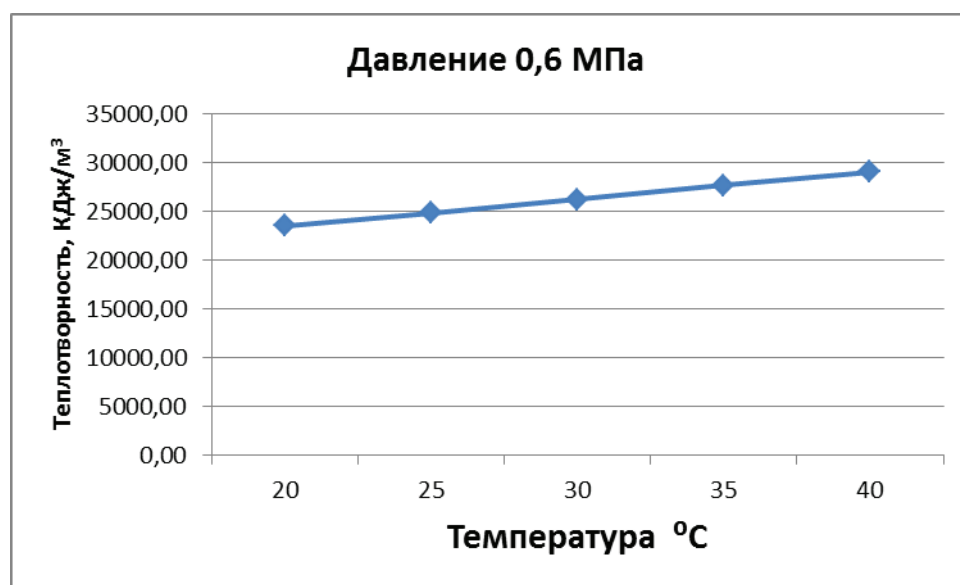


Рис. 1. Зависимость теплотворности от температуры

Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальными условиями являются: температура 40°C.

Литература:

1. Электронный ресурс: <https://sovet-ingenera.com/otoplenie/o-drugoe/teplotvornost-razlichnyx-vidov-topliva.html>
2. Электронный ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплота\\_сгорания](https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплота_сгорания)
3. М. Ш. Исламов «Печи химической промышленности» — 1975 — с. 18

## Выбор оптимальной теплоты сгорания для газотурбинных электростанций

Самаджонов Мухаммадали Акрамжон угли, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

Теплотворность является одним из самых важных параметров, характеризующих любой вид топлива. В данной статье автор пытается определить оптимальную теплоту сгорания топлива для использования на газотурбинных электростанциях.

**Ключевые слова:** теплотворность, газотурбинная электростанция (ГТЭС).

Газотурбинная электростанция— современная высоко-технологичная установка, генерирующая электричество и тепловую энергию [1].

В таблицах 1 и 2 представлены данные о составе попутного нефтяного газа на Вынгапуровском месторождении при определённых значениях температуры и давления.

Таблица 1

Компоненты	Вынгапуровское	P=0,8 МПа T=20°С	P=0,8МПа T=25°С	P=0,8 МПа T=30 °С	P=0,8 МПа T=35°С	P=0,8 МПа T=40°С
N <sub>2</sub>	0,04	0,0085	0,0083	0,0081	0,0078	0,0076
CO <sub>2</sub>	0,34	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009
CH <sub>4</sub>	27,75	0,6761	0,6594	0,6424	0,6249	0,6070
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,8	0,1302	0,1301	0,1296	0,1287	0,1274
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	11,82	0,1200	0,1282	0,1360	0,1434	0,1502
и — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	3,14	0,0192	0,0212	0,0232	0,0252	0,0273
н — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	5,71	0,0266	0,0297	0,0330	0,0366	0,0403
и — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,27	0,0033	0,0039	0,0045	0,0053	0,0061
н — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,57	0,0028	0,0033	0,0039	0,0046	0,0054
C <sub>6+</sub>	39,56	0,0127	0,0155	0,0189	0,0231	0,0283
Молекулярная масса	91	24,53	25,22	25,96	26,76	27,63
Плотность	817,4	N»= 38,943	N»= 40,11	N»=41,36	N»=42,689	N»=44,12
Метановое число	-	49,20	47,90	46,6	45,1	43,6
Газовый фактор	200	0,0647	0,0736	0,0836	0,0948	0,1075

Таблица 2

Компоненты	Вынгапуровское	P=0,7 МПа T=20°С	P=0,7 МПа T=25°С	P=0,7МПа T=30°С	P=0,7МПа T=35°С	P=0,7МПа T=40°С
N <sub>2</sub>	0,04	0,0082	0,0080	0,0078	0,0076	0,0073
CO <sub>2</sub>	0,34	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
CH <sub>4</sub>	27,75	0,6571	0,6403	0,6232	0,6057	0,5879
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,8	0,1313	0,1307	0,1297	0,1284	0,1267
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	11,82	0,1295	0,1373	0,1446	0,1513	0,1572
и — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	3,14	0,0214	0,0234	0,0255	0,0276	0,0297
н — C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	5,71	0,0300	0,0333	0,0369	0,0406	0,0444
и — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,27	0,0038	0,0045	0,0052	0,0061	0,0070
н — C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,57	0,0032	0,0038	0,0045	0,0053	0,0063
C <sub>6+</sub>	39,56	0,0149	0,0181	0,0222	0,0271	0,0331
Молекулярная масса	91	25,24	25,97	26,76	27,61	28,52
Плотность	817,4	N»=40,44	N»= 41,658	N»= 42,959	N»= 44,35	N»= 45,841
Метановое число	-	47,9	46,2	45,1	43,6	42,1
Газовый фактор	200	0,0734	0,0832	0,0943	0,1067	0,1205

Теплотворность — это способность давать тепло. Она делится на 2 вида: высшая и низшая.

**Высшая теплотворная способность** — количество теплоты, выделяемой при полном сгорании топлива, охлаждении продуктов сгорания до температуры топлива и конденсации водяного пара, образовавшегося при окислении водорода, входящего в состав топлива.

**Низшая теплотворная способность** — количество теплоты, выделяемой при полном сгорании топлива без конденсации водяного пара [2]. Для расчёта теплотворности, были использованы формулы (1) и (2).

Для расчёта низшей теплоты сгорания сухого газа используют формулу

$$Q_{н}^c = 4,186 (30,2CO_2 + 85,5CH_4 + 152,3C_2H_6 + 218C_3H_8 + 283,4C_4H_{10} + 348,9C_5H_{12}) \quad (1)$$

Пример расчета по формуле 1:

$$Q_{н}^c = 4,186 (30,2 \cdot 44 \cdot 0,0009 + 85,5 \cdot 16 \cdot 0,5879 + 152,3 \cdot 30 \cdot 0,1267 + 218 \cdot 44 \cdot 0,1572 + 283,4 \cdot 2 \cdot 58 \cdot (0,0297 + 0,0444) + 348,9 \cdot 2 \cdot 72 \cdot (0,0070 + 0,0063)) = 18777,7632 \text{ кДж/м}^3$$

Для расчёта высшей теплоты сгорания сухого газа используют формулу (2):

$$Q_{в}^c = 4,186 (30,2CO_2 + 95CH_4 + 166C_2H_6 + 236,9C_3H_8 + 307C_4H_{10} + 377,2C_5H_{12}) \quad (2) \quad [3]$$

Пример расчёта по формуле (2):

$$Q_{в}^c = 4,186 (30,2 \cdot 44 \cdot 0,0009 + 95 \cdot 16 \cdot 0,5879 + 166 \cdot 30 \cdot 0,1267 + 236,9 \cdot 44 \cdot 0,1572 + 307 \cdot 2 \cdot 58 \cdot (0,0297 + 0,0444) + 377,2 \cdot 2 \cdot 72 \cdot (0,0070 + 0,0063)) = 20479,1532 \text{ кДж/м}^3$$

Далее необходимо рассчитать молекулярную массу газов, показатели которых присутствуют в формулах (1) и (2). Для проведения расчётов используем формулу (3).

$$M_{\text{смеси газов}} = \frac{n_1 \times M_1 + n_2 \times M_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots} \quad (3)$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

По определенным значениям давления и температуры определяют плотность газа по формуле Мендлеева-Клайперона (4).

$$\rho_i = \frac{M \cdot P}{R \cdot T} \quad (4)$$

Результаты расчетов по формулам (3) и (4) представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

	P=0,8 МПа T=20°C	P=0,8МПа T=25°C	P=0,8МПа T=30°C	P=0,8МПа T=35°C	P=0,8МПа T=40°C
Средняя плотность кг/м <sup>3</sup>	8,91812174	9,06723612	9,22927905	9,40304225	9,58695701
Средняя молекулярная масса гр	26,800099	27,713193	28,681759	29,703969	30,77659

Таблица 4

	P=0,7 МПа T=20°C	P=0,7МПа T=25°C	P=0,7МПа T=30°C	P=0,7МПа T=35°C	P=0,7МПа T=40°C
Средняя плотность кг/м <sup>3</sup>	8,096252	8,235566	8,384706	8,542361	8,707112
Средняя молекулярная масса гр	27,80603	28,76716	29,77953	30,84011	31,94522

Далее необходимо сделать перевод кДж/м<sup>3</sup> в кДж/кг. Результаты перевода представлены в таблице 5.

Таблица 5

	Теплота сгорания сухого газа, высшая.		Теплота сгорания сухого газа, низшая.	
	кДж/м <sup>3</sup>	кДж/кг	кДж/м <sup>3</sup>	кДж/кг
P=0,8МПа, T=20°C	20479,15	2296,35	18777,76	2105,57
P=0,8МПа, T=25°C	21716,60	2395,06	19921,90	2395,00
P=0,8МПа, T=30°C	23019,10	2494,10	21126,50	2289,00
P=0,8МПа, T=35°C	24378,00	2592,60	22383,30	2380,40
P=0,8МПа, T=40°C	25781,8	2689,3	23681,7	2470,2
P=0,7МПа, T=20°C	21848,00	2698,50	20043,30	2475,60
P=0,7МПа, T=25°C	23144,00	2810,30	21241,97	2579,30
P=0,7МПа, T=30°C	24495,10	2921,40	22491,20	2682,40
P=0,7МПа, T=35°C	25888,65	3030,62	23780,20	2783,80
P=0,7МПа, T=40°C	27310,42	3136,60	25095,53	2882,20

Для большей наглядности полученных данных был построен график, представленный на рисунке 1.

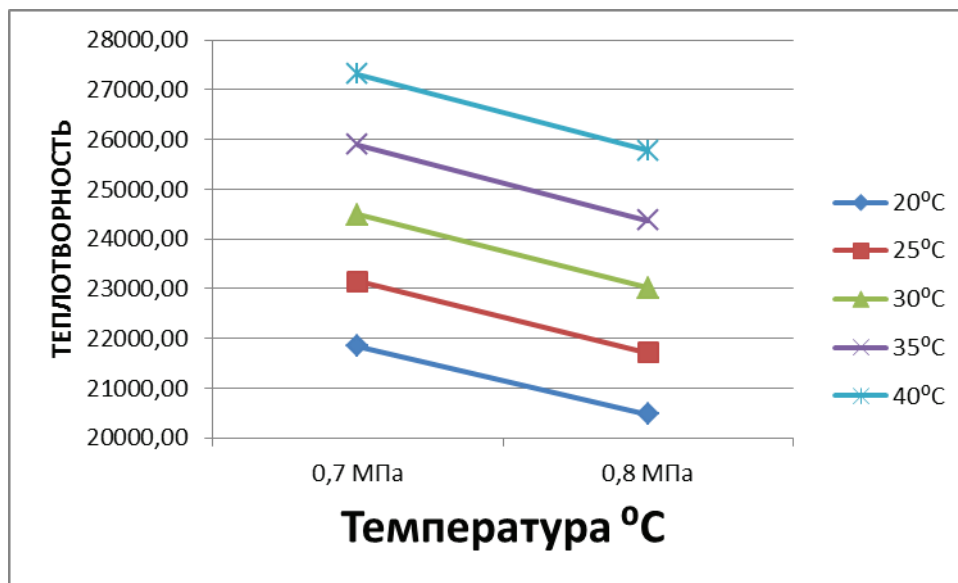


Рис. 1. Зависимость теплопроводности от давления и температуры

Вывод для газотурбинных электростанций оптимальная условия чем больше температура и чем меньше давления тем выше теплопроводности самая оптимальная ус-

ловия 0,7 МПа и 40°C. Значение теплопроводности прямо пропорционально температуре и обратно пропорционально давлению.

Литература:

1. Электронный ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Газотурбинная\\_электростанция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Газотурбинная_электростанция)
2. Электронный ресурс: [https://tehtab.ru/guide/guidephysics/guidephysics\\_heatandtemperature/comnustionenergy/fuelshighercaloricvalues/](https://tehtab.ru/guide/guidephysics/guidephysics_heatandtemperature/comnustionenergy/fuelshighercaloricvalues/)
3. М. Ш. Исламов «Печи химической промышленности» — 1975 — с. 18

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Экономическая целесообразность повторного использования быстровозводимых зданий

Барвина Анна Ярославовна, студент

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

*Статья посвящена анализу экономической целесообразности повторного использования быстровозводимых зданий. В начале статьи рассматриваются причины использования таких зданий в условиях крайнего севера и требования законодательства, которые требуют ликвидации строений после окончания их использования. Так же на примере двух различных по назначению, размерам и этажности зданий проводится анализ экономической выгоды перевозки и повторного использования быстровозводимых конструкций, с учетом демонтажа, перевозки повторного монтажа и ремонта здания. В конце статьи делается вывод об экономической выгоде повторного использования быстровозводимых зданий.*

**Ключевые слова:** здание, стоимость, демонтаж, перевозка, утилизация.

## Economic feasibility of reusing prefabricated buildings

*The article is devoted to the analysis of the economic feasibility of reusing prefabricated buildings. At the beginning of the article, the reasons for the use of such buildings in the Far. North and the requirements of the law, which require the liquidation of buildings after the end of their use, are examined. Also the economic benefits of transportation and reuse of prefabricated structures are analyzed on the example of two buildings with different purposes, sizes and number of storeys, taking into account the dismantling, transportation of re-installation and repair of the building. At the end of the article, a conclusion is made about the economic benefits of reusing prefabricated buildings.*

**Keywords:** building, cost, dismantling, transportation, disposal.

Более 60% российской нефти добывается на месторождениях, расположенных на территории крайнего севера, где климатические условия не позволяют поддерживать активные темпы застройки территории. Сильные ветра и низкие температуры усложняют процесс строительства. Еще одной проблемой — сезонная возможность прохода автотранспорта. «Транспортная система российского Севера и арктической зоны характеризуется крайне неравномерным развитием и слабым уровнем освоённости. Автодорожная сеть представлена в основном дорогами низших категорий, а также зимниками с ограниченными сроками эксплуатации». [1]

«Решением проблемы стали быстровозводимые здания и сооружения — объекты, конструкции которых обеспечивают оперативный монтаж со сроками, значительно меньшими по сравнению с нормативной продолжительностью строительства» [2].

Модульные здания привозят на строительную площадку в двух видах — готовые модули или отдельные конструкции.

1) Готовые модули с отделкой и сетями, которые нужно только установить на фундамент и подключить к сетям. «Каждый блок отдельно изготавливается в заводских условиях с учётом транспортных и эксплуатационных нагрузок. Поэтому многократная транспортировка, монтаж и демонтаж зданий из таких блоков не влияют на конструктивные и эксплуатационные характеристики. Для расширения помещения блоки с лёгкостью можно добавить, или же в обратном случае — убрать без нарушений конструкции здания и без причинений дискомфорта пользователям». [3]

2) Отдельные конструкции, которые монтируют уже на строительной площадке. Конструкции и сети в этом случае привозят в отдельных контейнерах, которые заполняются до полного объёма или до 20 тонн. Затем уже на площадке начинается сборка каркаса, монтаж ограждающих конструкций, сетей и отделки. Сплошная отделка сооружений и сборка конструкций на сварку, а не на сборно-разборные узлы уменьшают стоимость строительства, но не позволяют использовать здание повторно в другом месте.

«К преимуществам модульных зданий можно отнести небольшой вес, высокую скорость строительства (4–6 недель), сильные теплоизоляционные свойства стен при их малой толщине (20–30 см.)» [4]

«На строительной площадке требуется только сооружение фундамента. Чаще всего это мелкозаглубленные или незаглубленные типы фундаментов: ленточные, плитные или столбчатые. Модульные здания относятся к временным строениям, могут легко демонтироваться и перевозиться на другое место». [5] «Изготавливаются в различном исполнении для любых климатических условий, отвечают всем пожарным и санитарным требованиям, имеют систему отопления и вентиляции, сантехнику и электрооборудование» [6–8].

Готовые модули имеют размеры, которые позволяют перевозить их с одной стоянки на другую, без демонтажа конструкций. Для этого в здании отключают подачу воды и электричества, открепляют от фундамента и с помощью низкорамных платформ везут на новую стоянку.

Если у здания негабаритные размеры, его разбирают обратно до заводского состояния: снимают отделку, отсоединяют сети, каркас разбирают на отдельные элементы.

Демонтаж зданий габаритных размеров занимает 1–2 дня, для больших объектов срок может быть от нескольких месяцев до года.

В процессе демонтажа металлоконструкции осматриваются на предмет коррозий или повреждений для оценки необходимости ремонта. При повторной сборке каркас здания обрабатывается антикоррозийным покрытием и огнезащитой для увеличения срока службы конструкции.

Посёлки, закончившие эксплуатацию, на сегодняшний день не перевозятся. Владельцы месторождений оставляют объекты со всеми сетями, отделкой, оборудованием и иногда даже с техникой, которую используют для работы месторождения.

Однако, в соответствии с п. 4 ст. 39 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» юридические и физические лица, осуществляющие эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов, при выводе из эксплуатации зданий, строений, сооружений и иных объектов должны разработать и реализовать мероприятия по восстановлению природной среды, в том числе воспроизводству компонентов природной среды (земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле), в целях обеспечения благоприятной окружающей среды.

Нефтяные компании по закону обязаны после завершения работы месторождений, а следовательно, и эксплуатации поселков, демонтировать все здания и сооружения, включая фундаменты, и восстановить почву.

Рассмотрим на примере двух объектов целесообразность и экономическую выгоду перевозки зданий по срав-

нению с производством новых. Мы рассмотрим цены на два варианта:

1) вариант, который используют в настоящее время, учитывает стоимость нового здания, перевозки, монтажных работ, демонтажа\*, утилизации демонтированных конструкций\* и стоимость доставки конструкций до места утилизации\*. (помеченные знаком «\*» компоненты на данный момент чаще всего не выполняются)

2) альтернативный вариант, который учитывает стоимость демонтажа, доставки до нового места, монтажа и ремонта, т. к. за период эксплуатации здание будет нуждаться в текущем или капитальном ремонте.

Объект N 1: здание блока БОВ — мобильный блок полной заводской готовности размерами 6х3 м высотой 3,2 м. Наружные стены — панели металлические 3-х слойные (сэндвич панели) с наружной обшивкой из стального оцинкованного профлиста с нанесением 2-х слоев ЛКП в заводских условиях с применением негорючего базальтового утеплителя толщиной 120 мм с дополнительным утеплением 100 мм. Наружная дверь — металлическая утепленная. Покрытие пола — линолеум и керамическая плитка по ЦСП. Листы ЦСП уложены по профлисту по металлическим балкам. Между балками проложен минераловатный негорючий утеплитель толщиной 230 мм. Крыша — двускатная из металлического листа по металлическим прогонам утепленная.

1 вариант:

Таблица 1

Показатель	Стоимость
Стоимость нового здания	2 млн рублей
Перевозка здания до стройплощадки	180 тысяч рублей
Монтаж здания	30 тысяч рублей
Демонтаж здания	24 тысячи рублей
Доставка до места утилизации	32 тысячи рублей
Утилизация	27 тысяч рублей
Всего	<b>2, 293 млн (2,210 млн рублей *)</b>

\* в скобках указано значение, не учитывающее демонтаж, доставку до места утилизации и утилизацию.

2 вариант:

Таблица 2

Показатель	Стоимость
Удорожание здания*	200 тысяч рублей
Демонтаж здания	24 тысячи рублей
Перевозка**	32 тысячи рублей
Монтаж здания	30 тысяч рублей
Ремонт***	300 тысяч рублей
Всего	<b>586 тысяч рублей</b>

\* изменение способа соединения конструкций со сварки на болтовое соединение ведет к повышению стоимости здания примерно на 10%

\*\* стоимость перевозки рассчитывается по тарифу 80 рублей за километр. В примере рассчитана перевозка здания до базы временного хранения заказчика в Нефтеюганске.

\*\*\* оценить физический износ здания можно в зависимости от срока эксплуатации. Зная физический износ возможно определить стоимость ремонта в процентном отношении от стоимости нового здания. Срок службы примерно равен 10 годам.

Объект N 2: здание физкультурно-оздоровительного комплекса размерами 43,150x44,300 м высотой 17 м. Наружные стены — панели металлические 3-х слойные (сэндвич панели) с наружной обшивкой из стального оцинкованного профлиста с нанесением 2-х слоев ЛКП в заводских условиях с применением негорючего базальтового утеплителя толщиной 120 мм с дополнительным утеплением 100 мм. Покрытие пола — в зависимости от назначения помещения. Всего в здании 61 помещение различного назначения.

1 вариант: постройка нового здания, демонтаж и утилизация.

Таблица 3

Показатель	Стоимость
Стоимость нового здания	189 млн рублей
Перевозка здания до стройплощадки	22 млн рублей
Монтаж здания	25 млн рублей
Демонтаж здания	20 млн рублей
Доставка до места утилизации	2 млн рублей
Утилизация	16 млн рублей
Всего	<b>274 (236 млн рублей *)</b>

\* в скобках указано значение, не учитывающее демонтаж, доставку до места утилизации и утилизацию.

Литература:

- Кулаковски Г.П.: Транспорт и снабжение населения арктических районов Якутии. Экономический анализ: теория и практика. 2013. 5 (308). с. 57–62
- Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князев И.П.: Теория и практика использования быстровозводимых зданий. Гуманистика. 2004. с. 472.
- Жукова Л.Г.: Модульные здания. Инновационная наука. 2017. N 12. с. 211–215.
- В.В. Корнеев, В.С. Захарова: Основные системы модульного строительства. Его преимущества и недостатки. Научный форум. Сибирь. 2016. т. 5. N2. с. 20–21
- Мушинский А. Н., Зимин С.С.: Строительство быстровозводимых зданий и сооружений. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. No 4 (31).
- Адам Ф. М.: Полносборное строительство модульных быстровозводимых малоэтажных зданий. Материалы научно-практической конференции «Постсоветское градостроительство». 2001. с. 119–121.
- Адам Ф. М.: Особенности монтажа быстровозводимых зданий. Монтажные и специальные работы в строительстве. 2001. No 2. с. 12–16.
- Адам Ф. М.: Анализ состояния проблем строительства малоэтажных зданий. Сборник материалов научно-практической конференции «Строительные конструкции 21 века». 2000. с. 130.
- Сдобнова Д. Л. Преимущества модульного строительства. Новая наука: стратегии и векторы развития. 2016. N 1–2 (58). с. 107–109.

2 вариант: использование уже имеющегося здания, перевозка его на новое место и монтаж

Таблица 4

Показатель	Стоимость
Удорожание здания*	19 млн рублей
Демонтаж здания	20 млн рублей
Перевозка**	2 млн рублей
Монтаж здания	25 млн рублей
Ремонт***	37 млн рублей
Всего	<b>103 млн рублей</b>

\* изменение способа соединения конструкций со сварки на болтовое соединение ведет к повышению стоимости здания примерно на 10%

\*\* стоимость перевозки рассчитывается по тарифу 10000 рублей за километр. В данном примере рассчитана перевозка здания до базы временного хранения заказчика в Нефтеюганске.

\*\*\* оценить физический износ здания можно в зависимости от срока эксплуатации. Зная физический износ возможно определить стоимость ремонта в процентном отношении от стоимости нового здания. Срок службы здания равен примерно 20 годам.

По данным таблиц можно сделать вывод, что стоимость производства нового здания, даже без учета демонтажа и утилизации, которых требует закон, во много раз превосходит стоимость использования и перевозки бывшего в употреблении здания.

В заключении надлежит отметить необходимость соблюдения ресурсодобывающими компаниями законодательства в сфере охраны окружающей среды, а также отсутствие экономического обоснования строительства новых быстровозводимых зданий. Эти факторы влияют на качество жизни и на конечную стоимость ресурсов.

## Анализ основополагающих технологий капитального ремонта автомобильных дорог

Боровской Артём Владимирович, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Публикация посвящена исследованию технологий капитального ремонта автомобильных дорог, в частности анализу их плюсов и недостатков. Эта проблема актуальна по причине того, что большинство дорог в нашем государстве нуждается в капитальном ремонте по разным на то причинам: снижение прочности дорожной одежды до максимально возможного значения; характеристики других элементов дороги и дорожных сооружений не удовлетворяют возросшим требованиям движения; потребность повышения категории дороги; глубокое проседание грунта; чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера и так далее. Задача капитального ремонта состоит в полном восстановлении и повышении транспортно-эксплуатационного состояния дороги до уровня, который позволяет обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам в период до очередного капитального ремонта при интенсивности движения, которая соответствует расчётной для данной категории дороги, при превышении которой необходима реконструкция дороги с переводом в более высокую категорию.*

**Ключевые слова:** капитальный ремонт, категория дороги, дорожная одежда, фрезерование.

### Existing capital repair technologies. analysis of their advantages and disadvantages

*The article is devoted to the study of the overhaul of highways, in particular, the analysis of their advantages and disadvantages. This topic is certainly relevant due to the fact that most of the roads in our country need major repairs for various reasons: reducing the strength of the pavement to the maximum permissible value; the characteristics of other road elements and road structures do not satisfy the increased traffic requirements; the need to upgrade the road category; deep subsidence of the soil; emergency situations of natural and man-made and so on. The overhaul task is to fully restore and improve the transport and operational condition of the road to a level that allows you to provide regulatory requirements for consumer properties in the period before the next overhaul at a traffic intensity that corresponds to the estimated road for this category, above which a reconstruction of the road with transfer to a higher category.*

**Keywords:** technical regulation, the construction industry, the quality of goods and services, legislation, safety, milling.

Как известно, в летний сезон стремительно выполняется ремонт дорог, сопровождаясь пробками, неудобством парковки для автолюбителей, не говоря о пыли и увеличенном времени в дороге от дома до работы/учёбы. Такое положение дел мало кого устраивает, но к этому необходимо относиться с пониманием и уважением, ведь только в теплое время года возможен капитальный ремонт автомобильной дороги. В зависимости от материалов дорожной одежды, категорийности дороги и, как следствие, — интенсивности потока, количества полос и их ширины строительными организациями применяются различные технологии. Вот некоторые из них:

1. Метод холодного ресайклинга.
2. Усиление дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей.
3. Устройство более совершенных типов покрытия с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания.
4. Перекрытие и выравнивание изношенных цементобетонных покрытий слоями из цементобетона или асфальтобетона.
5. Уширение дорожной одежды до норм, соответствующих категории ремонтируемой дороги.

По каждому методу стоит сказать несколько слов, чтоб увидеть преимущества той или иной технологии, которая подходит для конкретных условий.

1. Для начала — метод холодного ресайклинга. Это новая для российской дорожной отрасли технология состоит в том, что для вторичного или последующего использования материала, который находится в дорожной одежде, изрядно состарившегося и разрушенного, необходимо укрепление комплексными добавками органических и минеральных вяжущих. С такой целью создан холодный ресайклер, который с помощью мощного фрезерного барабана измельчает материал дорожной одежды на глубину до 30 см, при этом имеет возможность одновременно его обрабатывать указанными вяжущими и распределять ровным слоем. Дальнейшее окончательное уплотнение выполняется дорожными катками. Стоит отметить, что метод холодного ресайклинга заметно дешевле иных вариантов, по крайней мере, не менее чем в 1,5 раза. Экономия финансов на 1 м<sup>2</sup> составляет около 180 руб. или примерно 1,3 млн руб. на 1 км покрытия шириной 7 м. Означает это лишь то, что при помощи технологии мелкого холодного ресайклинга можно отремонтировать дороги с подобными дефектами в 1,5 раза большей



протяженности. Также одним из основных показателей новой технологии — производительность или скорость ремонта дорожной одежды. Обычно рабочая скорость ресайклера задается ППП и может значительно варьироваться в соответствии с конкретными условиями выполнения ремонта. Но при этом реальная скорость, допустим, холодного ресайклера **RM-350B** фирмы Caterpillar изменяется от 5 м/мин (фрезерное измельчение жестких и прочных материалов на максимальную глубину 38 см) до 24 м/мин. Технология холодного ресайклинга позволяет добиться повторного максимального использования материалов существующего покрытия при восстановлении автомобильных дорог. Применение технологии холодного ресайклинга исключает необходимость перемещения сфрезерованного материала в отвалы, исправляются дополнительные помехи дорожному движению со стороны большегрузных автомобилей, которые могли быть задействованы при транспортировке срезанного покрытия. Однако, использование данного метода уменьшает количество применяемых новых материалов в сравнении с традиционными способами ремонта. Помимо экономических достоинств, холодный ресайклин минимально влияет на окружающую среду. При ремонте дорожной одежды допускается использование двух вариантов технологии. Выбор одного из возможных вариантов применения холодного ресайклинга осуществляется на основе расчета конструкции дорожной одежды под предполагаемую нагрузку.

2. Усиление дорожной одежды происходит при помощи исправления продольных и поперечных неровностей и поперечных уклонов дороги. При этом исправление поперечных уклонов производят фрезерованием покрытия, устройства выравнивающего слоя или всего вместе. Продольный профиль исправляют выравнивающим слоем. Новые слои (включая выравнивающий) устраивают, руководствуясь действующими требованиями на строительство асфальтобетонных покрытий.

3. Зачастую верхний слой покрытия разрушается вследствие неправильного отношения со стороны автолюбителей: использование шин вне зимнего сезона, высокая интенсивность проезда грузовых машин, вследствие чего образуется колеиность. Это применимо не только к данному методу, но и для остальных технологий. Однако, для данной технологии суть заключается в том, что существующее покрытие располагается на твердом основании. Из чего следует, что в дальнейшем не возникнет трещин после просадки грунтов, поэтому нет нужды разбирать основание.

4. В целях осуществления основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожно-стро-

ительных организаций рекомендациями по ремонту и содержанию асфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах. Цементобетонные покрытия автомобильных дорог при эксплуатации под воздействием транспортных нагрузок и природно-климатических факторов медленно изнашиваются. Разрушение дорожной одежды чаще всего имеет место быть, когда напряжения и деформации, возникающие в плитах, превышают допустимые значения. К характерным деформациям и разрушениям цементобетонных покрытий относят: образование трещин, отколы углов и краев плит, шероховатости поверхностного слоя бетона, появление выбоин и раковин, вертикальные смещения плит и их коробление, разрушение стыковых соединений и заполнителей швов.

Чтобы обеспечить необходимое транспортно-эксплуатационное состояние цементобетонных покрытий организуют дорожную службу, оснащенную специальными машинами, механизмами и инструментами. Ремонт дорожной одежды включает в себя подготовительные и основные работы. Первый этап подразумевает подвоз и складирование материалов, обеспечение комплектом инструментов, машин и механизмов, подготовка участка покрытия к ремонту. К основным работам относятся подготовка, распределение материалов и окончательная обработка, отделка и уход за отремонтированными участками покрытия, контроль качества работ.

5. При капитальном ремонте автодорог на некоторых участках выполняют новое земляное полотно, процесс возведения которого по большому счету не сильно отличается от строительства новой дороги. Подобные работы выполняются на участках спрямления трассы, значительного увеличения радиусов кривых в плане, на участках обходов населенных пунктов, обходов оползней, осыпей и т. д. Чаще всего при капитальном ремонте выполняют работы по уширению земляного полотна, для строительства дополнительных полос проезжей части, переходно-скоростных полос, площадок для стоянки автомобилей или просто для уширения земляного полотна до норм категории, установленной для данной дороги. Как показывает практика, добиться надёжной совместной работы старого и нового (реконструированного) земляного полотна очень сложно. В большинстве случаев можно наблюдать деформации нового земляного полотна в местах стыков со старым. Поэтому где только возможно, стоит избегать уширения земляного полотна. При реконструкции дорог часто стараются использовать «здоровое» земляное полотно. Под «здоровым» земполотном понимается отсутствие в нем висячих горизонтов воды (верховодка) вследствие неудачного взаимного расположения фильтрующих и малопроницаемых грунтов, которые склонны к морозному пучению.

#### Литература:

1. СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная версия СНиП 12-01-2004».
2. СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги»

3. ОДМ 218.3.041–2014 «Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками».
4. ГОСТ 31015–2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебёночно — мастичный».
5. «Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил», Росавтодор, 2001

## Эволюционное развитие современного строительного материаловедения

Ищенко Дарья Максимовна, студент магистратуры;  
Барышникова Ксения Константиновна, студент магистратуры;  
Кусаев Вахтанг Германович, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

*Актуальность темы исследования состоит в том, что строительное материаловедение оказывает серьезное влияние на совершенствование экономической сферы страны. Исходя из актуальности, можем отметить то, что ключевой целью является анализ особенностей эволюционного развития строительного материаловедения. Для достижения цели использованы общенаучные методы анализа, синтеза, дедукции и иные методы. Благодаря работе были исследованы особенности эволюционного развития строительного материаловедения. Для совершенствования современного материаловедения требуется применением перспективных направлений развития рассматриваемой научной области.*

**Ключевые слова:** строительное материаловедение, материалы, конструкции, развитие.

Строительные материалы и конструкции, представляя собой, важнейшую основу строительства. Общие затраты на них достигают примерно 50 процентов стоимости строительных и монтажных работ, а следовательно, экономное расходование материалов позволяет сократить стоимость строительства в целом.

Для того, чтобы эффективно использовать различные строительные материалы, необходимо знать и понимать их свойства. Изучением свойств материалов занимается наука, которая называется материаловедение. Строительное материаловедение — это наука о различных строительных материалах, их свойствах, составе, долговечности, а также надежности определенных конструкций, как зданий, так и сооружений. [1, с. 15]

Комплексное развитие материаловедения происходит при очень тесном взаимодействии теории и практики, так: разнообразные производственные технологии дают новые факты развития, а теоретические — принимают их, фактически обогащая на их основе определенные научные знания новейшими обобщениями, которые используются в развитии производства.

Серьезный вклад в развитие науки о материалах внесли отечественные ученые, в частности, М.В. Ломоносов и Д.И. Менделеев. М.В. Ломоносов фактически заложил ключевые основы передовой отечественной науки и философии, особенно в области физики, геологии и химии. Данный ученый являлся основоположником курса физической химии, а также химической атомистики, которые обосновывают атомное и молекулярное строение различных веществ. Д.И. Менделеев в своих научных исследованиях, открыл достаточно важную закономерность —

периодический закон, в соответствии с которым свойства элементов находятся в зависимости от величины их атомной массы. [2, с. 103]

Строительное материаловедение прошло несколько ключевых эволюционных этапов, которые оказали серьезное влияние на развитие данной научной дисциплины. Рассмотрим эти этапы более подробно.

Для первого этапа развития, а также становления современного строительного материаловедения характерно ограниченное количество разновидностей материалов, а также опытных данных по их качественным и иным характеристикам. Рассматриваемый этап можно характеризовать как становление науки о материалах вообще, о составе веществ, внутренних взаимодействия мельчайших частиц, а также их ключевых свойствах.

Второй этап развития строительного материаловедения начался с изобретения во второй половине XIX века гидравлического вяжущего — портландцемента, и закончился только примерно в первой половине прошлого столетия. Благодаря данному этапу появилась возможность изготавливать строительные растворы, что очень серьезно расширяло возможности строительства. [3, с. 100] Ключевым показателем рассматриваемого периода развития строительного материаловедения являлось массовое производство разнообразных строительных материалов, которое было непосредственно связано с интенсификацией строительства, как жилых, так и промышленных зданий, электрификацией, а также прогрессом промышленных отраслей экономики.

Примерно в конце XIX века произошло формирование технологии изготовления железобетона и фактически

получает развитие наука о железобетоне. В анализируемый период времени в строительстве внедряется предварительно напряженный железобетон. Массовое и комплексное производство преднапряженных конструкций в строительстве начало немного позже, а в России — на третьем этапе эволюционного развития строительного материаловедения. [2, с. 104]

Третий этап развития строительного материаловедения охватывает период, который начинается со второй половины прошлого столетия до сегодняшнего дня. Анализируемый этап характеризуется следующими ключевыми особенностями: общим процессом, дальнейшего комплексного расширения производства строительных материалов, а также углублением знаний соответствующих специализированных научных областей; интеграцией знаний о строительных материалах в их совокупности.

В процессе развития строительного материаловедения на анализируемом этапе, расширение производства материалов по-прежнему вызывалось необходимостью восстановления жилого и промышленного фонда после Второй мировой войны. Строительство фактически было переведено на индустриальные способы, в частности путем изготовления разнообразных изделий из железобетона на заводах.

На сегодняшний день, строительное материаловедение характеризуется быстрым развитием производства и дальнейшей дифференциацией наук в разнообразных отраслях промышленности строительных материалов.

Многие современные научные дисциплины обогащаются новейшими практическими данными и переводят их в теоретические аспекты, при этом раскрываются новые специфические закономерности технологических процессов, что оказывает серьезную помощь производственному процессу. [1, с. 14] Производство и наука фактически обогащают друг друга, что очень характерно для стадии современного развития строительного материаловедения. В результате появляются пограничные области знаний о строительных материалах.

Для современного этапа развития строительного материаловедения характерным является создание материалов с наперед задаваемыми свойствами на основе достижений физики твердого тела. Проанализировав природу межатомной связи твердого тела, строение элементов его пространственной решетки с учетом всех ключевых видов его дефектности, удастся не только управлять его свойствами, но и прогнозировать потенциальные оптимальные характеристики, заложенные в любом веществе его структурными особенностями строения, а также химической природой.

Итак, комплексное становление строительного материаловедения оказывает влияние на совершенствование всего общества, поскольку на основе рассматриваемой научной дисциплины организуется развитие строительной отрасли промышленности. Изучение этапов развития анализируемой научной области позволило определить важнейшие этапы ее эволюции, а также влияние на совершенствование современного производства.

#### Литература:

1. Лесовик, В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее / В.С. Лесовик — Текст: непосредственный // Вестник МГСУ. — 2017. — Т. 12, № 1 (100). — с. 9–16.
2. Минаев, К.П. Строительная наука в процессе формирования среды жизнедеятельности человека / К.П. Минаев — Текст: непосредственный // Сметно-договорная работа в строительстве. — 2018. — № 1–2. — с. 102–105.
3. Теличенко, В.И. Строительная наука в формировании среды жизнедеятельности / В.И. Теличенко — Текст: непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. — 2017. — № 1. — с. 98–100.

## МЕДИЦИНА

### Особенности диагностики инвазивной кандидозной инфекции полости рта

Суркова Светлана Александровна, кандидат медицинских наук, врач-стоматолог терапевт  
ФГБУ «52 консультативно-диагностический центр» Министерства обороны РФ (г. Москва)

Большинство популяций населения Европы колонизировано дрожжеподобной флорой, в основном грибами *Candida*, однако в последние в одиночку не способны быть необходимой и достаточной причиной болезни, поэтому их нельзя расценить как истинных паразитов [4,5].

Вместе с тем, считается, что при нарушении иммунной защиты, в том числе под действием персистирующей вирусной инфекции, обретение *Candida* агрессивных свойств в полостях, высланных слизистыми оболочками, становится реальностью. Когда в просвете полостей и трубчатых структурах устанавливаются различные сочетания *Candida* с бактериями, вирусами и подобная интеграция не сопровождается инвазией гриба в слизистые оболочки, она оценивается как кандидоносительство. Дрожжеподобные резиденты долгое время стабильны по качеству и количеству, они не опасны для людей без нарушения местных защитных барьеров слизистых оболочек, иммунодефицитов и нейтропении [2].

При непосредственном микроскопическом изучении нативного материала или посева на питательные среды грибы рода *Candida* могут быть выделены из ротовой полости и слюны, однако даже количественная оценка высевов свидетельствует лишь о вероятности развития кандидоза, поскольку известно, что увеличение популяции грибов рода *Candida* у отдельных индивидуумов может не сопровождаться возникновением инвазивного процесса. Иммунологические критерии также могут служить надёжной основой дифференциальной диагностики носительства и кандидоза [1].

Отсутствие или наличие инвазии *Candida* стало для цитоморфологов определяющим в дифференциации кандидоносительства и кандидоза как инвазивного инфекционного заболевания (2). Однако всё оказалось значительно сложнее. Прежде всего морфологический метод (цитологический) не мог стать универсальным в прижизненной диагностике, потому что, основанный на поиске псевдомицелия — активной тканевой формы *Candida*, он имеет ограничения по чувствительности. Нужно всегда помнить о миниатюрности биоптата. Следует учитывать, что если исследуемый фрагмент биоматериала (соскоб

со слизистых оболочек, биопсия) не содержит псевдомицелия, нет гарантии отсутствия кандидозной инвазии в соседних участках ткани. По самым оптимистическим данным, частота обнаружения в биоптате псевдомицелия составляет менее 10–15% [3,4].

Поэтому исследователи стали говорить о косвенных признаках возможной инвазии, которым часто относят часто встречающиеся почкующиеся формы дрожжеподобных клеток и ростковых трубок, свидетельствующие об активном состоянии грибов [4,5]. Однако это предположение всегда требует дополнительного подтверждения. Вышеизложенное, с одной стороны, определило возврат к оценке дополнительных возможностей методов иммунодиагностики, а с другой, — к разработке молекулярных методов, в частности, полимеразной цепной реакции (ПЦР).

При нормальном иммунном статусе имеет место быть синергизм микрофлоры десневой борозды, а также ротовой полости, высланной слизистой оболочки, с участием *Candida*, что можно расценивать как транзитное кандидоносительство. В условиях нерезко выраженных проявлений иммунодефицита, снижение индекса CD4/CD8 респираторной активности гранулоцитов, может развиваться так называемый «просветочный прединвазивный кандидоз» (по О.К. Хлельницкому), в том числе в зоне десневой борозды. При более выраженном нарушении параметров — снижении экспрессии CD 16 (Fc-рецепторы для Ig) и CD25 (для цитокинов IL-2) на моноцитах, CD4 (Т-хелперы/индукторы) и CD16 на лимфоцитах-неизбежно прогрессирование процесса с развитием инвазивного кандидоза как слизистой оболочки, так и тканей пародонта.

Поломка в системе многоуровневого антифунгального барьера, количественные и качественные нарушения со стороны нейтрофилов в просветах и на поверхности слизистых оболочек, а также изменения в Т-клеточной системе и экспрессии маркеров клеточной кооперации обуславливают возможность агрессии в виде адгезии, колонизации и инвазии резидентных условно патогенных грибов.

При прижизненной диагностики кандидоносительства, просветочного прединвазивного и инвазивного кандидоза, основанной на комплексном подходе, должна быть предусмотрена возможность своевременного выявления отличающихся друг от друга форм взаимодействия *Candida* и макроорганизма, что определяет их более адекватное этиологическое и патогенетическое лечение.

Всего было обследовано 12 больных разными формами кандидоза слизистой оболочки полости рта (СОПР) и пародонтита, в том числе 5 мужчин и 8 женщины в возрасте от 23 до 69 лет. Для подтверждения диагноза были использованы клинические и лабораторные-цитоморфологические, культуральный, иммуноферментный и молекулярный методы.

По результатам комплексного клинико-лабораторного и иммуномикробиологического исследования выявлены следующие формы кандидоза:

1. острый гиперпластический кандидоз у 1 пациента.
2. хронический гипертрофический кандидоз у 6 пациентов.
3. хронический атрофический кандидоз у 3 пациентов.
4. кандидо-ассоциированный пародонтит у 2 пациентов.

#### Литература:

1. Носик, А. С Разработка методов лабораторной диагностики и лечения кандидо-ассоциированного пародонтита. Автореф...дисс. к. м. н.-М.-2004. — 25 с.
2. Реброва, Л. Н Грибы рода *Candida* при заболеваниях негрибковой этиологии.-М.: Медицина. — 1989. — 128 с.
3. Царев, В. Н Обоснование антибактериальной терапии болезней пародонта//в кн. Терапевтическая стоматология//под ред. Г.М. Барера.-М.: ГЭОТАР-Медиа.-2008. — Т. 2. — с. 189-200.
4. Cannon, R. D., Firth N. F. Грибы и грибковые инфекции полости рта/в кн. Микробиология и иммунология для стоматологов //под ред. Дж. Ламонт, А. Берне, С. Ланцт, Д. Лебланк. — М.: Практическая медицина. — 2010. — с. 378-392.
5. Суркова, С. А Особенности клинико-лабораторной диагностики инвазивной кандидозной инфекции слизистой полости рта// Dental forum. — 2012.-№ 3-с. 94.
6. Царев, В. Н., Суркова С. А (Сударикова), Давыдова М. М. Особенности диагностики инвазивной кандидозной инфекции слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта //Журнал «Медицинский алфавит. Стоматология».-2012.-№ 6.-с. 24-33.

Анализ клинической картины кандидоза СОПР показал, что частота выявления кандидо-ассоциированного пародонтита при отсутствии явных клинических проявлений кандидоза СОПР оказалось довольно значительной-у четверти пациентов. Диагноз кандидоз у всех пациентов подтвержден цитоморфологически.

При микроскопическом исследовании (окраска по Граму) у обследованных пациентов обнаружен псевдомицелий гриба в материале пародонтального кармана, взятого при завершении процедуры кюретажа пародонтальных карманов.

При идентификации выделенных чистых культур грибов установлено, что у 8 больных из 12 выделялся вид *Candida albicans* (у 80% больных), причем у восьми пациентов в ассоциации с другими видами: *C. krusei* у четырех, *C. guilliermondii* у двух, *C. glabrata* у двух.

Существует несколько признаков которые позволяют отличить кандидо-ассоциированный пародонтит от классического «бактериального»: вялое течение с нерезко выраженным гноеотечением из пародонтального кармана, застойные явления и инфильтрация слизистой оболочки десны, белый налет на слизистой. У пациентов, страдающих кандидо-ассоциированным пародонтитом, при рентгенологическом исследовании наблюдаются выраженные очаги горизонтальной и вертикальной резорбции кости, формировании глубоких костных карманов.

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 11 (301) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.  
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 25.03.2020. Дата выхода в свет: 01.04.2020.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

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