

ISSN 2072-0297



# МОЛОДОЙ<sup>®</sup> УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



**25**  
2016  
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 25 (129) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

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

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

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

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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

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

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

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

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

#### **Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

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

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

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

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

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

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

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

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

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 14.12.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

---

---

**Н**а обложке изображен выдающийся русский ученый-аграрник, писатель-фантаст-антиутопист, теоретик сельскохозяйственной экономики и создатель основ российской крестьянской кооперации *Александр Васильевич Чаянов* (1888—1937), профессор Московского сельскохозяйственного института, позже переименованного в Тимирязевскую сельскохозяйственную академию.

Убежденный социалист, Чаянов не состоял ни в одной политической партии, в то же время принял активное участие в Февральской, а позже и в Октябрьской социалистической революции. В 1919 году возглавил НИИ сельскохозяйственной экономики. С 1921 по 1923 годы входил в коллегию Наркомзема РСФСР. Александр Васильевич активно отстаивал интересы крестьянских кооперативов и выступал ярким противником капитализации сельского хозяйства. Несмотря на это, Чаянов был арестован по сфабрикованному делу и обвинен в антимарксистских взглядах и защите интересов кулачества.

Чаянов провел четыре года в тюрьмах и три — в ссылке в Казахстане. Почти все его труды были запрещены цен-

зурой и изъяты из архивов и библиотек. Увидела свет только часть литературных произведений, которые он издавал под псевдонимами Иван Кремнев и Ботаник X: «Венецианское зеркало, или Удивительные похождения стеклянного человека», «Необычайные, но истинные приключения графа Федора Михайловича Бутурлина, описанные по семейным преданиям», «Юлия, или Встречи под Новодевичьим», сборник стихов «Лёлина книжка» и другие. Все они вышли на средства автора.

В 1937 году А. В. Чаянов и несколько его соратников и друзей были вновь арестованы и расстреляны в Алма-Ате.

В 1987 году все обвиняемые по сфабрикованному делу вымышленной «кулацко-эсэровской группы Кондратьева — Чаянова» реабилитированы, дело было закрыто из-за отсутствия состава преступления; следователи, которые его вели, арестованы по обвинению в незаконных методах ведения следствия.

*Екатерина Осянина, ответственный редактор*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАТИКА

<b>Абадаева Г. Н., Самохина В. М.</b> Разработка программы «Индивидуальный рейтинг студента» .....	1
<b>Тошева М. Х., Худоёрова О. М., Азимова Д. Ю.</b> Использование современных информационных технологий .....	4
<b>Щукин И. В.</b> Разработка автоматизированного стенда паспортизации пьезоэлектрических преобразователей .....	5

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Алимова Д. У., Рахимов Н. Н.</b> Принципы автоматики и микроконтроллера как измерительного прибора систем управления ....	8
<b>Афонин А. В.</b> Совершенствование бортового оборудования и эксплуатационно-технических характеристик, их влияние на стоимость владения вертолетом (жизненного цикла) и безопасность полётов ..	10
<b>Балагин Д. В., Минаков В. А.</b> Модернизация средств смазки гребней локомотивов .....	17
<b>Бруданов А. М., Чудинов В. А.</b> Исследование активного способа гашения упругих колебаний промышленных роботов на основе трехмассовой расчетной схемы .....	20
<b>Волков М. Д., Кибкало А. В.</b> Существующие модели оценки остаточного ресурса конструкций и их сравнительный анализ .....	24
<b>Гасанов С. Э.</b> Различные методы и средства при измерении электромагнитных излучений .....	26

<b>Дусяров А. С., Яхшибоев Ш. К.</b> Разработка и натурные исследования теплового режима объектов с инсоляционными пассивными системами солнечного отопления.....	28
<b>Жаксылыков Е. К., Коккоз М. М., Даненова Г. Т.</b> Анализ современных методов и программных средств автоматизированного анализа объекта проектирования.....	30
<b>Зимин Д. В.</b> Способы сохранения целостности ВЧ-сигнала в печатном проводнике.....	32
<b>Кибкало А. В., Волков М. Д.</b> Кессонные перекрытия как эффективный тип ребристых плит .....	37
<b>Литвинов А. В., Бернс П. А., Абишов Е. Г., Родина Д. Е., Логинова Е. С., Колесников П. А.</b> Экспериментальное исследование процесса испытаний двигателей постоянного тока при реализации метода взаимной нагрузки .....	40
<b>Литвинов А. В., Бернс П. А., Абишов Е. Г., Родина Д. Е., Логинова Е. С., Колесников П. А.</b> Подбор параметров преобразователей частоты при испытании асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки .....	44
<b>Литвинов А. В., Бернс П. А., Абишов Е. Г., Родина Д. Е., Логинова Е. С.</b> Применение разработанных методик определения мощности для уточнения математической модели процесса испытаний асинхронных тяговых двигателей методом взаимной нагрузки и формирования алгоритмов выбора коммутационного оборудования и схемы испытаний.....	48

<b>Махманов О. К., Зайнидинов Х. Н., Таджиходжаев З. А.</b> Разработка, применение и функциональные возможности информационной системы «Научный потенциал».....52	<b>Старостин К. В.</b> Как защитить автомобильные стекла от замерзания.....76
<b>Машанова Н. С., Айткулова А. Ж., Шакенова А. А., Бекболатова М. Е., Мауешова А. Н.</b> Совершенствование мяса птицы путем добавления функциональных компонентов .....56	<b>Старостин К. В.</b> Причины перегрева двигателя и его профилактика .....78
<b>Рахимов Ф. М., Отаев Х. Ф.</b> Анализ бесступенчатых передач в электротехнике .....59	<b>Старостин К. В.</b> Антикоррозийная обработка как средство защиты автомобиля .....81
<b>Romanov P. V., Dmitrienko N. A., Serebryakov A. V.</b> Method of assessing energy efficiency in small refrigerating machines.....61	<b>Старостин К. В.</b> Защита кузова автомобиля от коррозии .....85
<b>Рощин Н. Н., Кальницкий П. В.</b> Возможные пути защиты поверхностей нагрева от коррозии во время пуска и остановки оборудования ТЭЦ.....64	<b>Стоякова К. Л., Волкова Д. А.</b> Современные тенденции развития инноваций в логистике .....89
<b>Смирнов А. В., Юшин Д. И., Кузнецов В. А.</b> Моделирование искрового плазменного спекания: цели, задачи, проблемы и пути их решения .....66	<b>Тихомирова Ю. В.</b> Исследование и совершенствование функционального уровня системы контроля качества при производстве бортового автомобильного компьютера .....92
<b>Старостин К. В.</b> Изучение дисбаланса колес, его последствий. Устройство и принцип работы балансировочных стендов .....72	<b>Чегодаева М. А.</b> Функциональность информационной модели на этапах проектирования, строительства и эксплуатации здания.....102
	<b>Шаходанова О. Ю., Шиленко И. А.</b> Отправление (исходящей) корреспонденции по ФГУП «Почта России» Тюменским государственным университетом.....105
	<b>Яцук К. В., Стафеев М. С., Казаринов С. В.</b> Применение беспилотных летательных аппаратов в локальных конфликтах и войнах .....107

# ИНФОРМАТИКА

## Разработка программы «Индивидуальный рейтинг студента»

Абадаева Галина Николаевна, студент;  
Самохина Виктория Михайловна, доцент

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова в г. Нерюнгри (Республика Саха-Якутия)

Для оценки работы студента на кафедре математики и информатики ТИ (ф) СВФУ разработана система рейтинговой оценки деятельности студента. Суть данной системы состоит в том, что в индивидуальном рейтинге студента (ИРС) учитываются не только оценки успешной учебной деятельности, но и результативность научной, общественной и творческой деятельности, а так же взыскания, если таковые имеются. Каждый вид контроля успеваемости студента в зависимости от уровня мероприятия имеет определенные значения в баллах. Индивидуальный рейтинг студента рассчитывается за семестр и накапливается по мере учебной деятельности.

Итоги рейтинга за семестр, учебный год использует куратор при представлении студента к назначению директорских стипендий и других награждений, предоставлении льгот, как рекомендация студента для продолжения обучения в магистратуре и аспирантуре, первоочередного трудоустройства.

Для удобства ведения данного рейтинга было предложено разработать автоматизированный расчет индивидуального рейтинга студента.

Задачи исследования нами составлены с учетом требований, предъявляемым к проектированию информационных систем (рис. 1).

Практическая значимость работы состоит в следующем: итоги индивидуального рейтинга могут использовать кураторы, ответственные по науке, работодатели; студент может контролировать свой индивидуальный рейтинг, сравнивать со средним рейтингом группы, что позволяет производить мониторинг своей деятельности.

Индивидуальный рейтинг студента применяется во многих вузах, но те исходные данные в программах, которые есть, не удовлетворяют данным нашей системы расчета индивидуального рейтинга студента, поэтому мы решили создать свою информационную систему, которая бы удовлетворяла предъявленным требованиям.

В информационной системе «ИРС» мы использовали клиент-серверную архитектуру. Данная архитектура поддерживает многопользовательский режим доступа. Для организации дистанционного доступа к информационной системе были использованы современные web — технологии: СУБД MySQL, язык программирования PHP и язык разметки HTML.



Рис. 1. Проектирование информационных систем

Были сформулированы следующие функциональные способности разрабатываемой программы:

- поддерживается неограниченным количеством пользователей, одновременно работающих с информационной системой;
- удобный для работы интерфейс приложения;
- быстрый и простой доступ.

В процессе создания информационной системы была разработана следующая структура базы данных, которая содержит информацию: о пользователях и их правах доступа к системе; о студентах (ФИО, специализация, курс, год поступления) и об их рейтинге. На схеме представлены указанные таблицы, приведенные к нормальной форме.

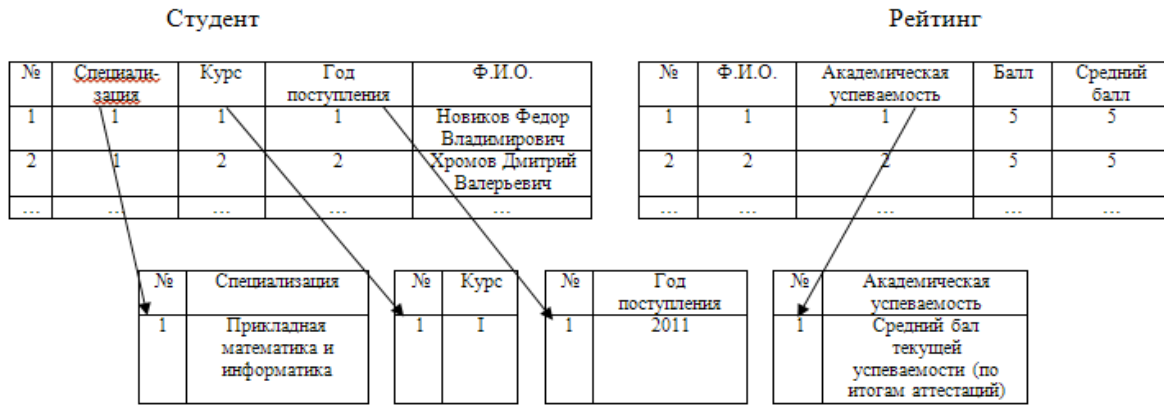


Схема 1. Приведение к нормальной форме

Для работы с программой созданы модули. Первый модуль авторизации, который хранит пароли и логины каждого, а также информацию о правах доступа к ресурсу (рис. 2).

Второй модуль — страница для студента, который имеет ограничения. На странице он может увидеть свой

балл по каждому показателю, max балл, а так же графический отчет (рис. 3).

Третий модуль — ответственного по заполнению индивидуального рейтинга студента, который имеет расширенный доступ (рис. 4).

Данная программа находится на стадии тестирования.

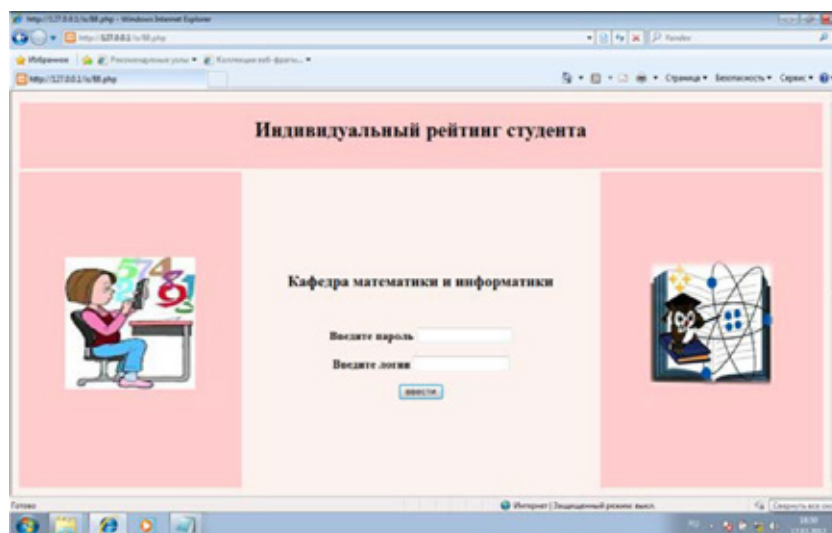


Рис. 2. Авторизация



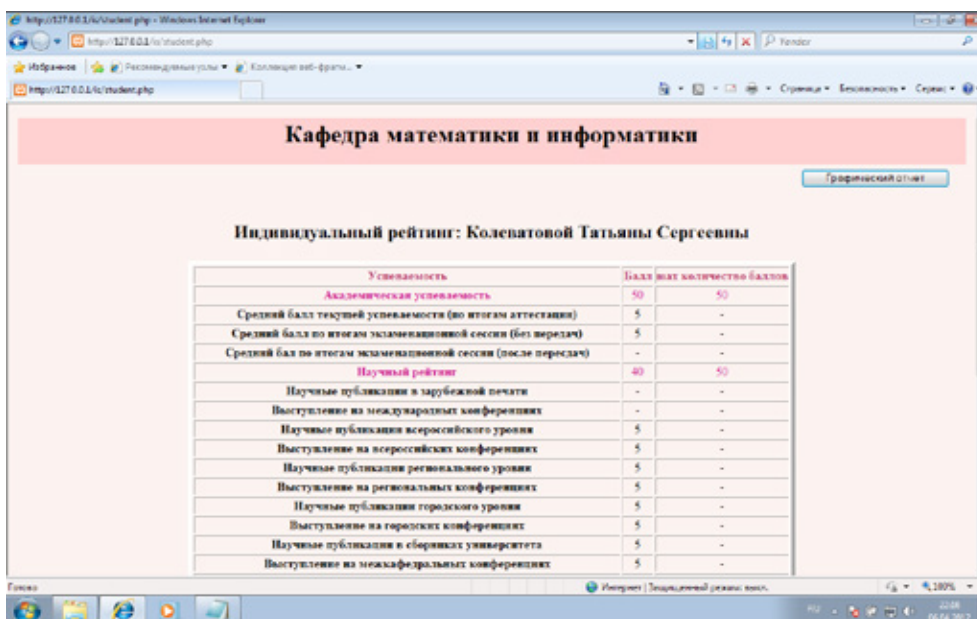


Рис. 3. Страница для студента

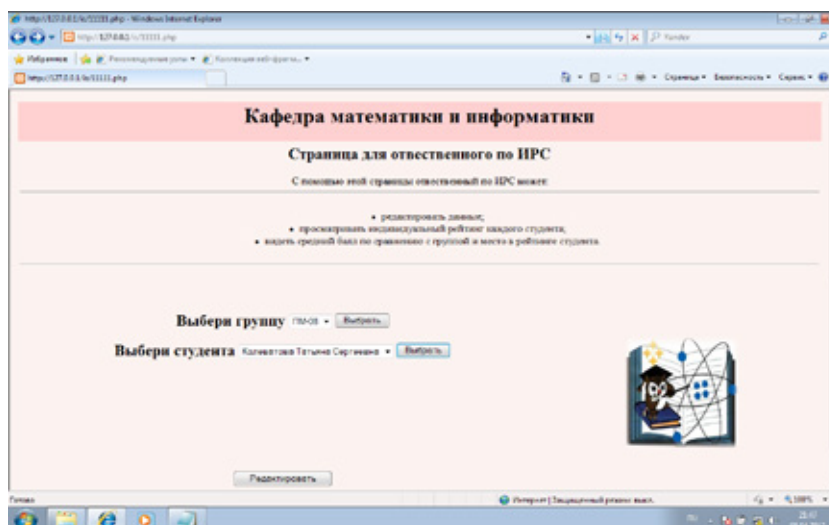


Рис. 4. Страница для ответственного по ИРС

## Использование современных информационных технологий

Тошева Матлюба Ханноновна, преподаватель информатики и информационных технологий  
Зарафшанский промышленный профессиональный колледж (Узбекистан)

Худоёрова Озода Мардоновна, преподаватель информатики и информационных технологий  
Зарафшанский академический лицей (Узбекистан)

Азимова Дилбар Юсуповна, преподаватель информатики и информационных технологий  
Бухарский политехнический профессиональный колледж (Узбекистан)

*В статье рассмотрены вопросы применения систем автоматизированного проектирования, CALS- и аддитивных технологий для создания инновационной и конкурентоспособной продукции.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, 3D технологии, система CAE, CAD

В настоящее время промышленность для дальнейшей эффективной работы должна все время повышать свои производственные и экономические показатели. Для выполнения этого требования необходимо постоянно оптимизировать производство, повышать качество своей продукции, разрабатывать новые современные типы изделий [2].

В настоящее время развитие науки, а вместе с тем и инновационных технологий, связано с постоянным совершенствованием подходов к научным изысканиям [5]. Разработка, моделирование, оптимизация техники и технологий в производственных процессах неразрывно связаны с проведением эксперимента. Важно правильно спланировать эксперименты, для того чтобы, с одной стороны, снизить объем и время научных изысканий, с другой — получить точные и адекватно описывающие изучаемый процесс модели.

Экспериментаторам необходимо знать и широко использовать эффективные методы научных исследований. Экспериментальные исследования могут быть спланированы и выполнены с применением классических методов, с помощью имитационного [1] или математического подходов [3]. В современном мире разработка и проектирование новых изделий производится автоматизировано, с использованием специального программного обеспечения. В разработке современной инновационной продукции важным звеном является система автоматизированного проектирования (САПР). Она позволяет в автоматическом режиме решать задачи конструирования, проводить необходимые инженерные расчеты и технологическую подготовку производства, изготавливать изделия.

В САПР выделяют следующие системы проектирования:

1. Функциональная. Ее называют системой расчетов и инженерного анализа или системой CAE. CAE включает в себя программное обеспечение, предназначенное для решения разнообразных инженерных задач, которые включают в себя расчеты, анализ и моделирование физических явлений и процессов. Технология CAE позволяет оценить поведение программной имитационной модели технологического процесса или объекта в реальных условиях эксплуатации. Она доказывает работоспособность данной модели без привлечения больших затрат времени и средств.

2. Конструкторская. Системы конструкторского проектирования называют системами CAD. CAD технология включает в себя программное обеспечение, которое необходимо для автоматизации двумерного и трехмерного проектирования, создания необходимой конструкторской и производственно-технологической документации.

3. Технологическая. CAM-технология представляет собой автоматизированную систему, предназначенную для компьютеризированной подготовки производства [2].

Внедрение в промышленное производство САПР и технологий компьютерного проектирования привело к комплексному развитию CALS-технологий. CALS-технологии используют различные CAD/CAM/CAE-системы. Использование в производстве CALS-технологий позволит повысить конкурентоспособность промышленных предприятий и их продукции, существенно уменьшить объемы проектных работ, сократить затраты на производство и закупку продукции, снизить стоимость эксплуатации техники, уменьшить сроки закупки запасных изделий. CALS-технологии позволяют сократить время вывода современной инновационной продукции, повысить экономическую эффективность производства.

Например, в оборонной промышленности и военно-технической инфраструктуре использование CALS-технологий позволило ускорить выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на 40%, снизить затраты на закупку продукции на 30%, уменьшить сроки закупки запасных частей на 22%.

В настоящее время в различных отраслях промышленности при разработке и моделировании новой современной продукции находят применение аддитивные технологии. Аддитивные технологии предполагают изготовление изделия по данным цифровой CAD-модели методом послойного добавления материала. Их называют также технологиями послойного синтеза. Они позволяют значительно ускорить проведение НИОКР. Данные технологии в ближайшем будущем, по мнению экспертов в этой области, будут использованы и при конечном производстве продукции.

Для быстрого прототипирования используются устройства 3D-печати, что позволяет значительно уско-

речь время разработки новой продукции. 3D-печать помогает уменьшить стоимость производства небольших партий продукции, так как нет необходимости в создании специального производственного оборудования. Прототипы продукции позволяют провести необходимую предварительную оценку и протестировать необходимые характеристики перед серийным производством продукции.

3D-принтер «распечатывает» цифровые файлы трехмерных моделей при помощи последовательного нанесения друг на друга слоев необходимого материала. В качестве материала могут использоваться жидкие полимеры,

порошковые металлы, ABS, PVA и PLA пластик, фотополимеры, нейлон и другие материалы. Слои соединяются между собой при помощи специального клея или лазером. По сравнению с традиционными технологиями изготовления продукции (например, литьем), аддитивные технологии являются практически безотходными, более компактными и экономичными.

Массовому распространению 3D-печати в настоящее время мешает достаточно высокая стоимость оборудования, но в ближайшем будущем стоимость аддитивных технологий будет уменьшаться и в конечном итоге 3D-печать будет использоваться повсеместно.

Литература:

1. Перфильев, П. Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов лесопромышленных производств: учеб. пособие [Электронный ресурс] / П. Н. Перфильев, Г. Я. Суров, Д. А. Штаборов — Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, номер гос. рег. 0321503275, 2015.
2. Перфильев, П. Н. Применение современных технологий в промышленных системах [Текст]: / П. Н. Перфильев / Сборник научных трудов по материалам международной научно-технической конференции «Металлообработывающие комплексы и робототехнические системы — перспективные направления научной и исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов» — Курск, ЮЗГУ, 2015. — с. 146–150.
3. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш // пособие для инженеров. — М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220с

## Разработка автоматизированного стенда паспортизации пьезоэлектрических преобразователей

Щукин Иван Владимирович, бакалавр, инженер  
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

*Данная статья посвящена перспективному направлению использования роботов манипуляторов для автоматизации процесса паспортизации ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей. Основное внимание уделено возможности использования робота-манипулятора для решения данной задачи. Кратко рассмотрены различные варианты решения задачи, кроме робота манипулятора. В статье проведен анализ существующих решений и исследование методов автоматизации процессов. Предложен вариант автоматизации процесса паспортизации пьезоэлектрических преобразователей, отличающийся использованием робота манипулятора для перемещений и сканирования. В результате исследования выявлены необходимые характеристики для выбора робота-манипулятора. Даны рекомендации по применению роботов-манипуляторов для автоматизации процесса паспортизации пьезоэлектрических преобразователей.*

**Ключевые слова:** классификация, структурные системы, робот-манипулятор, преобразователь, ультразвук, угол скоса, диаграмма направленности, паспортизация, диагностика, автоматизация процесса, стенд паспортизации

## Development of automated stand certification piezoelectric transducers

I. V. Shchukin  
Bauman Moscow State Technical University

*This article focuses on promising application robot manipulators for automating the process of certification of the ultrasonic piezoelectric transducers. The focus is on the possibility of the use of the robot manipulator to solve this problem.*

*Briefly considered various options for solving the problem, in addition to the robot arm. The article analyzes the existing solutions and process automation research methods. A variant of the certification process automation piezoelectric transducers, characterized by using the robot arm for moving and scanning. The study identified the necessary characteristics for selecting the robot manipulator. Recommendations on the use of robotic manipulators for automation certification process piezoelectric transducers.*

**Keywords:** classification, structural system, a robotic arm, converter, ultrasound, bevel angle radiation pattern, certification, diagnostics, process automation, stand certification.

Для ультразвуковой дефектоскопии используются пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП). У данных ПЭП существует множество параметров, которые являются характеристиками каждого преобразователя и должны быть измерены и записаны в паспорт на данный ПЭП индивидуально. У всех параметров есть возможный разброс, по которому определяется годность и качество производства преобразователя, поэтому существует методика паспортизации ПЭП, которая необходима для контроля качества продукции. Для того, чтобы внести в паспорт на ПЭП достоверные данные, они должны быть измерены с необходимой точностью.

На точность снятия всех характеристик влияет множество факторов. Одним из таких факторов является человеческий фактор при ручной методике паспортизации. Также некоторые характеристики ПЭП не могут быть сняты с помощью человека. Из-за этого было принято решение изменить методику снятия характеристик и автоматизировать процесс.

Существуют аналогичные автоматизированные системы, например в компании НПЦ ЭХО+ был разработан автоматизированный стенд паспортизации. Автоматизированный стенд паспортизации в компании НЦП ЭХО+ может измерять все необходимые характеристики с необходимой точностью для достоверной оценки годности ПЭП и создания паспорта на изделия, но система создавалась специально для паспортизации и не имеет полной автоматизации. Робот-манипулятор позволяет создать универсальную систему и заменить человека, который производит операцию по паспортизации, как его механический аналог.

В том числе автоматизация данного процесса позволяет не только повысить качество измерений, но и является экономически выгодной, так как оператор данной установки может не высококвалифицированным.

#### **Актуальность**

Пьезоэлектрические преобразователи используются для неразрушающего контроля, поэтому очень важно точно определить характеристики ПЭП и контролировать их при производстве. Для достижения точности необходимо использовать более прецизионные системы, чем человек, такие как робот-манипулятор.

Также во всех направлениях производства и контроля идет автоматизация всех процессов, которая снижает себестоимость продукции и повышает надежность работы системы, исключает воздействие человеческого фактора.

#### **Цель работы**

Целью данной работы было исследование применения и внедрение робота-манипулятора в процесс паспортизации ПЭП.

**Для достижения поставленной цели в работе решен следующий комплекс задач:**

- исследование необходимой точности перемещения ПЭП;
- разработка алгоритма движения робота-манипулятора;
- анализ необходимых компонентов для системы.

#### **Методы исследований:**

Метод восхождения от абстрактного к конкретному заключается в условном расчленении объекта исследования, описании его свойств при помощи множества понятий и характеристик, превращая в совокупность зафиксированных мышлением абстракций, односторонних определений. Затем восстанавливается сам объект, он воспроизводится во всей своей многогранности, но уже в процессе мышления.

#### **1. Нахождение необходимых параметров робота манипулятора**

Для того, чтобы робот-манипулятор был основой стенда паспортизации, необходима достаточная точность перемещения робота-манипулятора. Точность, с которой должно производиться перемещение, можно получить из алгоритма сканирования.

Сканирование производится с помощью снятия эхо сигнала с ПЭП на тестовом образце (стальной полусфере).

Для получения характеристики стрелы (место на ПЭП, в которой концентрируется пучок акустической волны, при выходе из ПЭП) необходимо провести сканирование ПЭП следующим образом: совместить передний край преобразователя с центром образца, двигать преобразователь вперед с шагом 0,5 мм (от заказчика) и снимать эхо сигнал в каждой точке, пока сигнал не будет максимальным, что будет обозначать момент совмещения центра тестового образца и ПЭП. Следовательно, для получения характеристики стрелы, необходима точность 0,5 мм при перемещении.

Основными характеристиками ПЭП являются углы ввода и скоса. Угол ввода — отклонение акустического пучка в главной плоскости относительно вертикальной. Угол скоса — отклонение акустического пучка в горизонтальной плоскости относительно главной плоскости.

Эти характеристики снимаются по аналогии со стрелой, но с большей точностью, к тому же пересчет координаты в угол зависит от частоты из-за того, что в пространстве сигнал меняет свою форму, поэтому если снимать сигнал в разном месте на полусфере, то сигнал может иметь разную амплитуду. Для того, чтобы угол был правильно рассчитан, необходимо снимать сигнал с шагом меньше длины волны, тогда при сканировании не будет неоднозначных изменений амплитуды, а сигнал будет меняться периодически.

Например, если сигнал 2.5 МГц, то шаг сканирования должен быть  $X < c / f = 3250 \text{ м/с} / 2.5 \text{ МГц} = 1,3 \text{ мм}$ .

Значение угла должно быть снято с погрешностью 0,1 градус на полусфере радиусом 100 мм. Если угол преобразователя примерно 75 градусов, то  $X < (\cos(75,1) * 100 - \cos(75,1) * 100) = 0,17 \text{ мм}$ , для 60 градусов  $X < (\cos(60,1) * 100 - \cos(60,1) * 100) = 0,15 \text{ мм}$ , для 45 градусов  $X < (\cos(45,1) * 100 - \cos(45,1) * 100) = 0,12 \text{ мм}$ .

Следовательно для данных частот и частот (стенд паспортизации проектируется для этого набора) необходимая точность перемещения робота-манипулятора должна быть не более 0,1 мм.

## 2. Выбор робота манипулятора

После того, как определили точность перемещения робота манипулятора, необходимо определиться с остальными параметрами. Роботы манипуляторы кроме точности перемещения имеют такие параметры, как: габариты, максимальная нагрузочная способность, защитная блокировка, датчики.

Автоматизированный стенд паспортизации проектируется так, чтобы за ним сидел человек и мог выполнять параллельную работу, следовательно робот должен быть настольным и иметь защитную блокировку для того, чтобы обезопасить человека от негативного воздействия робота при непредвиденных передвижениях.

Максимальная нагрузочная способность показывает, какую массу робот-манипулятор может поднять. ПЭП имеет максимальный вес 200 грамм, но также следует

учти, что для работы робота-манипулятора необходим захват, который тоже является нагрузкой на робота-манипулятора, который в среднем весит 500 грамм.

Так как происходит сканирование тестового образца с помощью ПЭП, необходимо обеспечить постоянный контакт с поверхностью с постоянной силой воздействия, для этого необходим датчик усилия.

## 3. Выбор захвата

Также очень важную роль при проектировании автоматизированной системы паспортизации ПЭП имеет выбор захвата преобразователей. Захват должен однозначно позиционировать преобразователь с достаточной точностью (минимально необходимая точность позиционирования ПЭП в захвате 0,5 мм, такая же, как и при вычислении стрелы, обеспечена с помощью алгоритма сканирования) для выполнения всех необходимых операций.

Захват должен фиксировать преобразователь при сканировании, для того, чтобы во время сканирования из-за сопротивления между ПЭП и тестовым образцом преобразователь не сместился.

Захват не должен излишне нагружать робота-манипулятора, иначе робот-манипулятор не сможет совершать перемещение.

## Вывод

В результате работы были выявлены особенности применения робота-манипулятора для автоматизации процесса паспортизации ПЭП, выявлены все характеристики робота-манипулятора и захвата, которые влияют на работу установки, даны рекомендации по выбору захвата и робота манипулятора для поставленной задачи.

Результаты данной работы можно применять для проектирования автоматизированной системы паспортизации ПЭП, а также при проектировании системы автоматизации повышенной точности. Также по аналогии со статьей можно использовать алгоритм и подход проектирования схожим автоматизированных систем.

## Литература:

1. К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств /под общ. редакцией В.А. Шахнова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 568 с. (серия: Информатика в техническом университете, второе издание).
2. Т.И. Агеева, А.М. Афонин, А.И. Власов, В.А. Шахнов и др. Информационные технологии в инженерном образовании /под ред. С.В. Коршунова, В.Н. Гузнецкова — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 432 с.:ил.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Принципы автоматики и микроконтроллера как измерительного прибора систем управления

Алимова Дилбар Усмановна, преподаватель;  
Рахимов Нуриддин Набиевич, мастер п/о  
Зарафшанский промышленный профессиональный колледж (Узбекистан)

*В статье рассмотрены принципы построения интегрированных автоматизированных систем управления, программное обеспечение работы микроконтроллера. Рассмотрены функции микропроцессоров.*

**Ключевые слова:** автоматизированные системы управления, диспетчерское управление, микропроцессор, микроконтроллер, автоматизированная система, программное обеспечение

Приведена функциональная схема системы управления. Установлены взаимосвязи между параметрами входного и выходного отверстия пневматической камеры и скоростью ее наполнения и спуска. Получены математические зависимости, описывающие пневматическую камеру, наполненную воздухом при заданных начальных условиях в данный момент времени.

В работе представлена установка, в которой реализована микропроцессорная система управления параллельной работой шаговых двигателей, приведена структурная схема системы управления. Установка содержит микроконтроллер, который производит полное управление шаговым двигателем.

При изучении дисциплин технического профиля важную роль играет не только освоение каких-либо принципов, лежащих в основе автоматизированных систем контроля и управления, но и возможность применения данных принципов на практике. В последнее время, современные технические системы чаще ориентируются на использовании программируемых контроллеров, что обусловлено их быстрым развитием. Актуальным в этой области является вопрос об управлении шаговыми двигателями, которые широко применяются в современной науке и технике [1].

Для возможности практического применения знаний о параллельном управлении несколькими шаговыми двигателями, нами была разработана и реализована установка.

Структурная схема (рис. 1) установки, содержащей систему управления содержит следующие элементы:

1. БП — Блок питания;
2. МК — микроконтроллер, который управляет всей периферией устройства;
3. ДШД (1–3) — Драйвер шагового двигателя;

4. ШД (1–3) — шаговый двигатель;
5. БРН (1–3) — блок регулировки направления вращения шагового двигателя;
6. БС (1–3) — блок регулировки скорости вращения;

Основным узлом системы является микроконтроллер. Микроконтроллер обрабатывает данные, и в зависимости от программы отправляет управляющий сигнал на драйвер ШД. В системе реализовано так же ручное управление, состоящее из блоков БРН 1–3 и БС 1–3, с помощью которых можно вращать двигатель в произвольном направлении и изменять скорость его вращения, вне зависимости от программы. Для опытной проверки разработанной системы управления была собрана установка, содержащая систему управления параллельной работы трех ШД [2]. Устройство содержит корпус, систему управления, выход для подключения микроконтроллера к компьютеру. Для установки выбран микроконтроллер AtMega2560 на базе аппаратной вычислительной платформы Arduino AtMega 2560, так как он легко программируется и настраивается под любую несложную задачу с помощью среды разработки на языке Processing/Wiring. Контроллер имеет 54 цифровых входа/выхода и 16 аналоговых входов/выходов, что достаточно для подключения трех шаговых двигателей, тумблеров изменения направления вращения и переменных резисторов.

Для исследования системы управления совместной работы шаговых двигателей, предлагается написать программу в специальной среде программирования для данного микроконтроллера, которая имеет Си-подобный язык программирования, затем произвести ее загрузку на микроконтроллер запустить стенд и убедиться в правильности перемещения шагового двигателя.

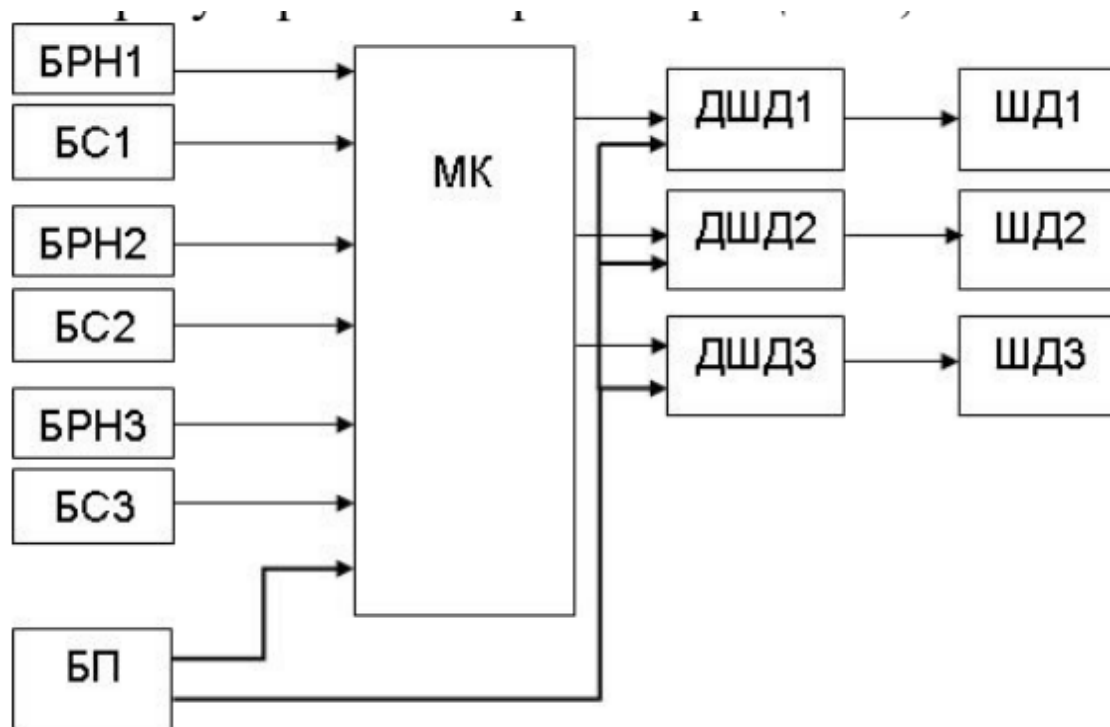


Рис. 1 Структурная схема установки, содержащей систему управления

Разработанная установка позволяет изучить основы микропроцессорного управления шаговым двигателем. Данная установка внедрена в учебный процесс Волгоградского государственного технического университета и

используется при проведении лабораторных работ по дисциплинам «Системы управления автоматизированными электроприводами» и «Автоматизированный электропривод промышленных установок».

Литература:

1. Хорошевский, М. Д., Швец А. А., Макаров А. М. Лабораторный стенд для исследования системы управления совместной работы шаговых двигателей // Сборник тезисов докладов по внутривузovскому смотрu-конкурсу научных конструкторских и технологических работ студентов (г. Волгоград, 12–15 мая 2015 г.) / ВолгГТУ, Совет СНТО. — Волгоград, 2015. — С. 36–37.
2. Хорошевский, М. Д. Микропроцессорная система управления параллельной работой шаговых двигателей / М. Д. Хорошевский, А. М. Макаров, Н. В. Полежаев // Актуальные проблемы информационных технологий, электроники и радиотехники — 2015 (ИТЭР — 2015): сб. науч. ст. всерос. молодежной школы семинара / редкол.: Е. С. Огурцов (отв. ред.) [и др.]; ЮФУ, РФФИ, АНПОО «Кропоткинский жел.-дор. техникум», Науч.-образ. центр защиты и поддержки интеллект. собственности, коммерциализации технологий ИУЭС ЮФУ. — Таганрог, 2015. — С. 536–538.
3. Хорошевский, М. Д. Системы управления параллельной работой шаговых двигателей: монография / М. Д. Хорошевский, А. М. Макаров. — Saarbrucken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. — 79 с.

## Совершенствование бортового оборудования и эксплуатационно-технических характеристик, их влияние на стоимость владения вертолетом (жизненного цикла) и безопасность полётов

Афонин Артём Владимирович, студент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института

*В статье рассматриваются проблемы обеспечения безопасности вертолетов и способы уменьшения рисков при эксплуатации воздушных судов.*

**Ключевые слова:** оценка безопасности полетов, модернизация бортового оборудования, совершенствование эксплуатационно-технических характеристик

Деятельность авиации строится на законах и нормативных положениях, большинство из которых призваны обеспечить безопасность полетов, как главную составляющую авиационной деятельности.

Нормативные требования и опыт работы промышленности, накапливающийся на протяжении многих лет, гарантирует обеспечение стандартов безопасности в гражданской авиации. Но повышающаяся степень интеграции и сложность электронных систем воздушных судов обусловили необходимость пересмотра существующих процедур и разработки руководящих материалов, позволяющих обеспечить правильное функционирование и безопасность будущих систем, а также проведение их доработок.

На уровне государства процедуры нормативного обеспечения безопасности полетов, включают:

- анализ лётных происшествий и принятие мер по устранению выявленных недостатков в обеспечении безопасности полетов;
- учет конструктивных и производственных недостатков и устранение их в типовой конструкции воздушных судов на всём этапе их жизненного цикла;
- постоянная работа над развитием технического совершенства воздушных судов и нормативной базы по обеспечению безопасности полётов;
- постоянный мониторинг и пересмотр норм обеспечения безопасности полётов по итогам технических достижений и полученного опыта;
- создание в авиационных компаниях (АК) системы управления безопасностью полётов (СУБП).

Говоря о достаточно высоком уровне безопасности, который удалось достигнуть в последнее время в гражданской авиации, не следует забывать о том, что значительного количества авиационных происшествий могло бы и вовсе не случиться. Отсюда можно сделать вывод, что в некоторых случаях предусмотренные процедуры нормативного обеспечения безопасности полетов были недостаточными.

Задача разработчика авиационной техники (АТ) на будущее состоит в создании не только более совершенных вертолётов и их систем, но также и в создании методологии по предотвращению авиационных происшествий.

В этой связи можно предположить, что прогресс в вертолетостроении, как показывает история развития авиации, будет сопряжен, в том числе, и с появлением новых факторов, направленных на снижение уровня безопасности полётов. Поэтому, это следует учитывать при разработке новой авиационной техники и проведении мероприятий по предотвращению происшествий в целях дальнейшего снижения риска возникновения авиационных происшествий.

Как отмечалось выше, мероприятия, которые проводились в прошлом по обеспечению выполнения нормативных положений в целях повышения безопасности полетов, привели к положительным итогам и считались единственным необходимым методом работы. Однако, в последние десятилетия в области предотвращения лётных происшествий в авиационном мире наблюдается некоторый застой, что говорит о необходимости дополнительных мер по повышению безопасности полётов, не имеющих «нормативного характера».

На данный момент авиационная отрасль России нуждается в разработке более совершенных методов и программ предотвращения авиационных происшествий, поскольку развитие авиационной техники всегда было и будет связано с усложнением систем, увеличением спектра и уровня сложности решаемых задач, что ведет к увеличению стоимости вертолёта и его обслуживания при незначительном уменьшении риска (безопасности полётов).

Для повышения уровня безопасности полетов требуется реализовать некий комплексный подход. Одним из направлений такого подхода может являться модернизация бортового оборудования, в частности создание интегрированного бортового комплекса обеспечения безопасности полетов и улучшение эксплуатационно-технических характеристик вертолёта, на основе анализа безопасности полётов.

### Оценка безопасности полетов

Оценке безопасности полетов отведена огромная роль в создании современных бортовых комплексов, которые могут спасти ни одну жизнь.



Безопасность снижает риски. Чтобы существенно повысить уровень безопасности, нужно его оценить. Безопасность не бывает абсолютной, она всегда относительна (в зависимости от величины риска). Чтобы знать, каков уровень безопасности, нужно сначала оценить величину риска, затем внести изменения, а потом опять оценить величину нового риска. Если величина последующего риска меньше первоначального, это значит, что уровень безопасности повысился. Обычным показателем безопас-

ности (со времени появления первых ВС) служит показатель аварийности, представленный числом аварий на 100000 летных часов.

Величину риска можно легко оценить методом экспертных оценок с помощью матрицы риска (Рис. 1). Красная зона (недопустимо при существующих обстоятельствах) оценивается в 76–125 баллов, желтая (допустимо, на основании снижения рисков) оценивается в 26–75 баллов, а зеленая (Приемлемо) в 0–25 баллов.

## Матрица риска

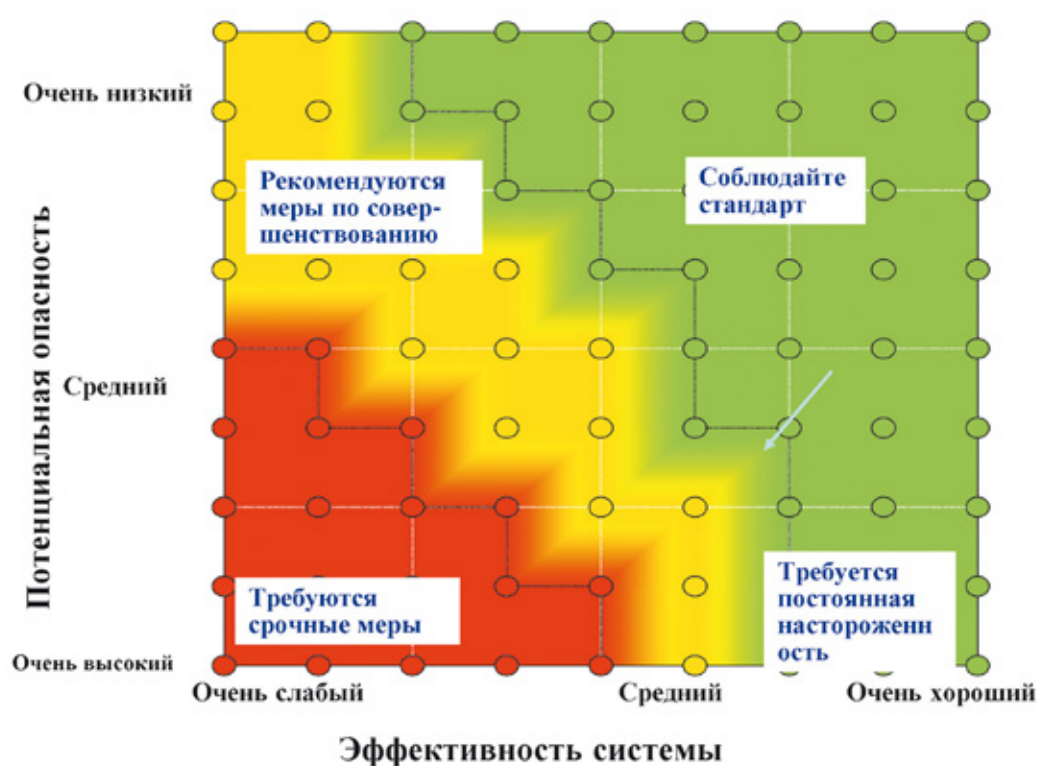


Рис. 1

На данный момент на наших новых вертолетах (Ми-171А2 и Ми-38) реализуются бортовые комплексы, такие как КБО-17–1 и ИБКО-38, которые позволяют снизить риски с помощью реализации высокотехнологических решений. Для того, чтобы доказать продуктивность бортовых комплексов я приведу несколько примеров эффективности проделанной работы по снижению рисков.

Стоит начать с системы раннего предупреждения приближения к земле (СРПБЗ). Она обеспечивает предупреждение экипажа с помощью звуковых либо визуальных сигналов о возникновении таких ситуаций, развитие которых может привести к столкновению вертолета с землей или водной поверхностью, а также с искусственными препятствиями.

Так, например, в период с 2004 по 2013 года с вертолетами миссий ООН произошло 3 случая управляемого столкновения с землей. Число жертв составило 35 человек, цифра ужасает! Но с помощью системы СРПБЗ удалось снизить индекс риска с 70 баллов до 20 баллов, что весьма существенно.

Далее нужно обратить внимание на потерю ориентации в воздухе. На современных вертолетах активно используются вычислительные системы вертолётовождения (например, ПВН-1–03), которые обеспечивают следующие функции:

- автоматическое вертолётвождение по пространственной траектории при полетах по авиатрассам с выполнением требований RNP;

- автоматическое определение координат и параметров движения на всех этапах полета на базе непрерывной комплексной обработки информации СНС, СБКВ, СВС, ДИСС, VOR/DME с учетом состояния систем;

- автоматизированный ввод программы полета и формирование плана полета;

- полет по запрограммированному маршруту с возможностью его оперативного изменения;

- выход в заданную точку с заданными параметрами движения;

- расчет оставшейся дальности и времени по топливу;

- решение задач зональной навигации (RNAV);

- автоматическая и ручная настройка и выбор РТС;

- информационное обеспечение функции зависимого наблюдения;

- формирование и выдача информации в САУ и КСЭИС.

Реализация всех этих функций позволяет снизить вероятность аварийной ситуации, а также индекс риска с 60 баллов до 20!

Проблема потери пространственной ориентации в воздухе. При установке на вертолет КБО-17-1 индекс риска снижается с 80 баллов (что является недопустимым показателем) до 45 баллов, а это уже является допустимым показателем, и, что немаловажно, при установке на вертолет КБО-17-1 аварийная ситуация, связанная с потерей пилотажной информации, возникает один раз в 4–6 лет.

Теперь перейдем к, пожалуй, самой важной части — это система управления общевертолетным оборудованием (СУОВО). С помощью данной системы обеспечивается своевременная реакция экипажа на аварийные ситуации, а также:

- приём и преобразование в цифровой код аналоговых, дискретных и цифровых сигналов от бортовых датчиков и систем;

- вычисление по значениям аналоговых сигналов (сопротивление, напряжение, частота) соответствующих значений физических величин (температура, давление, обороты и т. п.);

- логическая обработка массива входной информации;

- вычисление эксплуатационных ограничений для СУ, ВСУ, других подсистем вертолета на каждом из режимов;

- формирование сигнальной информации;

- выдача информации в КСЭИС;

- автоматизация предполетной подготовки и послеполетного обслуживания, автоматическое управление сопрягаемым оборудованием вертолета на всех этапах полета во взаимодействии с КСЭИС;

- распределение электропитания на бортовые потребители с защитой от перегрузки по току (функция «электронного» АЗС);

- взаимодействие с пультами управления общевертолетным оборудованием ПУОВО по каналу ARINC 825.

До введения системы СУОВО индекс риска составлял — 70 баллов, а после введения составляет 20 баллов, что является весьма неплохим показателем.

В общем случае положения надежности не позволяют непосредственно оценивать уровни системной безопасности, поскольку в теории надежности главным является принцип «отодвигания» по времени момента наступления катастрофы. Главной задачей теории безопасности систем является прогнозирование катастроф, возникающих в структурно-сложных системах с вероятностью «почти-ноль» [4].

### Модернизация бортового оборудования

Исходя из прогнозов экспертов ИКАО, рост безопасности авиационной техники в ближайшем времени будет связан с совершенствованием бортового оборудования, в задачу которого будет входить снижение информационной нагрузки на экипаж, а так же повышение осведомленности экипажа о летной ситуации и состоянии воздушного судна. В настоящее время на вертолетах марки Ми (Ми-171А2, Ми-38), уже внедряются интеллектуальные интегрированные комплексы, которые осуществляют информационную поддержку экипажа.

Модернизация бортового оборудования будет направлена на обеспечение надежности, точности навигации и позволит выполнять полеты на территории до 75° северной и южной широты. А также по воздушным трассам, местным воздушным линиям и маршрутам, пролегающим вне воздушных трасс по правилам визуального полета (ПВП) и правилам полета по приборам (ППП). Повышение безопасности полётов будет достигаться путем внедрения систем: предупреждения столкновения с землёй, контроля функциональных систем на борту вертолёта и др. Помимо этого, бортовой комплекс должен обладать такими функциями, как:

- автоматическое ограничение параметров и режимов полета;

- обнаружение и парирование отказов техники в полете;

- предотвращение столкновения вертолетов с землей и другими ЛА;

- аварийной сигнализации и предупреждения экипажа;

- обеспечение точных и неточных заходов на посадку на аэродромы, оборудованные радиотехническими посадочными системами, ЛККС или на необорудованные аэродромы;

- контроль и индикация параметров и режимов работы силовой установки, общевертолетного оборудования, формирование и выдача экипажу вертолета мнемонической, текстовой, звуковой и речевой сигнальной информации;

- формирование и отображение информации экипажу вертолета;

- пилотажно-навигационной информации;

- информации о плане полета и состоянии выполнения полетного задания;
- информации о метеонавигационной обстановке;
- видеoinформации от круглосуточной обзорной системы;
- картографической и аэронавигационной информации,
- информации о потенциальной угрозе столкновения с поверхностью;
- информации о положении троса внешней подвески;
- информации о препятствиях (ЛЭП, мачты, отдельно стоящие деревья и т. д.).
- формирование и регистрация массива полетной информации;
- автоматизированная и ручная настройка радиотехнических систем навигации и посадки и радиосвязного оборудования;
- комплексное обеспечение внутренней и внешней радиосвязью экипажа вертолета;
- создание оптимального светотехнического и эргономического климата кабины.

Реализация этих функций возможна только в интегрированных бортовых комплексах (ИБК), которые требуют больших вычислительных ресурсов, развитой информационной структуры комплекса и наличия скоростных каналов передачи данных. [1]

Также требуется реализация модульной конструкции ИБК с единой операционной системой, что позволит изменять и наращивать состав комплекса. Для обеспечения заданных показателей надежности ИБК необходимо реализовать автоматизированную технологию проектирования комплекса бортового оборудования, что является основой технологической безопасности.

Бортовой комплекс для обеспечения безопасности полета и решения задач, указанных выше, должен иметь иерархическую структуру и состоять из трех [1] компонентов:

- информационно-вычислительной системы;
- системы функциональной безопасности, которая должна регистрировать параметры полета в неблагоприятных метеоусловиях, выявлять искусственные и естественные препятствия;
- системы эксплуатационной безопасности, которая должна регистрировать техническое состояние и отказы бортового оборудования.

Стоит отметить, что бортовой комплекс также должен сопрягаться с наземными пунктами, где будет осуществляться техническая поддержка вертолетов. Должна быть осуществлена автоматизированная доставка телеметрической информации о состоянии вертолета, а также в реальном времени поддержка деятельности авиационного персонала.

Объединив все задачи в единый комплекс, мы сможем сократить количество обрабатываемой информации, улучшить осведомленность экипажа о летной ситуации, ранжировать опасные признаки по уровням критичности и

построить систему поддержки принятия решений, учитывая взаимосвязь, как внешней обстановки, так и внутренних состояний вертолета [1].

Далее я хочу подробнее рассмотреть реализацию системы функциональной безопасности. Данная система может решать задачи обеспечения безопасности полета и ее можно условно разделить на пять групп:

- предоставление экипажу достоверных и точных данных о состоянии окружающей его обстановки, невзирая на погодные условия и время суток;
- распознавание опасных факторов внешней обстановки и внутреннего (технического) состояния вертолета, которые могут привести к возникновению особой ситуации. Ранжирование выявленных факторов по степени их опасности и предоставление данной информации экипажу;
- прогнозирование опасных факторов (учитывая план полета) и оценка изменения внутреннего (технического) состояния вертолета и окружающей его среды;
- выработка и выдача рекомендаций экипажу вертолета для снижения опасности особых ситуаций или их предотвращения;
- самостоятельное принятие решений и их реализация в автоматическом режиме. Например, выполнение действий по выходу из особых ситуаций, снижение их опасности или их предотвращение. Также система должна осуществлять блокировку действий пилотов, приводящих к возникновению особых ситуаций или увеличивающих степень ее опасности.

Первые две задачи являются основными, они образуют базовую функциональность системы. Оценка и прогнозирование опасных факторов, а также предсказание опасных сочетаний факторов, требует огромных вычислительных мощностей и может рассматриваться как опциональная функция будущего.

Что касается реализации функции выработки рекомендаций, то для ее создания требуется организация базы знаний, которая будет содержать в себе практический опыт действий пилотов в особых ситуациях. И наконец, функция принятия решений может быть реализована только после определенного периода успешной эксплуатации системы с более простой функциональностью, так как на нее возлагается максимальная ответственность за безопасность полетов.

Совокупность задач обеспечения функциональной безопасности обусловлена тем, что необходимо одновременно контролировать огромное число факторов внешней обстановки и параметров состояния вертолета, а также экспертно выявлять их сочетания, из-за которых появляется риск возникновения особой ситуации.

### Совершенствование ЭТХ

В ходе расследований авиационных происшествий мы получаем весьма значимую информацию, но для того, чтобы увеличить уровень безопасности полетов, нужно выявлять и устранять опасные факторы еще до того,

как возникнет необходимость рассматривать их в качестве причин произошедших авиационных происшествий. Такой подход требует изменения системы информационного обеспечения и решения проблемы повышения оперативности, глубины и расширения базы данных о функционировании вертолета (его телеметрической информации) за счет внедрения системы эксплуатационной безопасности методом постоянного многоуровневого мониторинга безопасности выполнения каждого полетного задания [1].

Применение технологий мониторинга позволит непосредственно в процессе полета проводить полный (оперативный, поисковый и интеллектуальный) анализ работоспособности всех систем воздушного судна, так же осуществлять контроль состояния экипажа и его действий [1].

Техническая эксплуатация в несколько раз превышает первоначальную стоимость вертолета, это происходит из-за того, что воздушное судно может эксплуатироваться десятилетиями. Таким образом, разработка технологий, позволяющих управлять техническим состоянием вертолёта, является важнейшей задачей при его создании. Основной особенностью системы эксплуатационной безопасности ВС является не только диагностика состояния, но и прогнозирование оставшегося времени безотказной работы, что является основой для перехода к эксплуатации по состоянию [1].

Совершенствование эксплуатационно-технических характеристик вертолёта будем рассматривать через удешевление процесса технического обслуживания, направленного на:

- выполнение оперативного технического обслуживания (ТО) составом лётных экипажей;
- перевод эксплуатации части агрегатов и комплектующих изделий (АиКИ) вертолёта на систему эксплуатации по техническому состоянию;
- введение типового перечня минимального оборудования (ТПМО);
- совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР);
- введение контрольно-восстановительных работ (КовР) вместо капитального ремонта (КР).

Это весьма интересная и важная тема, которая может сократить стоимость владения (жизненного цикла) вертолета при сохранении необходимых параметров безопасности применения, поэтому рассмотрим каждый пункт подробнее.

#### **Оперативный цикл технического обслуживания**

Он представляет собой систему подготовительных работ, осмотров, проверок технического состояния вертолета, обеспечивающих исправность, готовность и использование вертолета в интервалах между очередными работами по периодическому техническому обслуживанию (регламентными работами), проводится на стоянке верто-

лета, обеспечивает непосредственное использование вертолета по назначению и включает:

- предварительные (вспомогательные) работы;
- работы по осмотру, обслуживанию и контролю технического состояния;
- работы по обеспечению вылета или стоянки вертолета.

#### **Периодический цикл технического обслуживания**

Он проводится для проверки технического состояния вертолёта и приведения его технических характеристик в соответствие с требованиями действующей эксплуатационной документации, и включает в себя следующие работы:

- регламентные работы (периодическое техническое обслуживание),
- календарное обслуживание,
- контрольно-восстановительные работы (КовР),
- работы, проводимые по поэтапному подтверждению ресурсов и/или сроков службы агрегатов и КИ.

Регламентные работы построены по пирамидальному типу, т. е. каждая последующая форма включает работы всех предыдущих форм в цикле из 3 форм, установленных для вертолёта: Ф-1—100 ч, Ф-2—300 ч, и Ф-3—600 часов, а также дополнительных работ, обусловленных наработкой (налёта) вертолёта, агрегатов через 2000 ч и 3000 ч.

#### **Перевод эксплуатации части агрегатов и комплектующих изделий (АиКИ) вертолёта на систему эксплуатации по техническому состоянию**

Максимальное использование запасов работоспособности конструкции и комплектующих изделий (КИ) каждого вертолета, основываясь на проведении в процессе эксплуатации контроля его технического состояния и оценки анализа надежности всего парка вертолетов, являются основой технической эксплуатации по состоянию (ТЭС). При этом, снижение эксплуатационных затрат при переводе вертолётов на ТЭС обеспечивается:

1. Заменой дорогостоящих и трудоемких плановых заводских (капитальных и средних) ремонтов вертолета и его комплектующих в целом видами (формами) периодических (регламентных) работ — контрольно-восстановительными работами (КовР).
2. Сокращением потребных объемов обменных фондов запасных частей в связи с отменой назначенных ресурсов и сроков службы (и соответствующих замен и ремонтов) изделий.
3. Уменьшением трудоемкости технического обслуживания и ремонта (ТОиР) вследствие формирования рациональных режимов ТОиР при внедрении методов ТЭС.

Проблема перевода авиационной техники на ТЭС сводится к обеспечению заданного уровня надежности с ми-

нимальными эксплуатационными затратами. Здесь и далее под авиационной техникой понимаются как вертолет в целом, так и его агрегаты.

Суммарные эксплуатационные затраты в результате перехода на техническую эксплуатацию по состоянию могут как увеличиваться, так и уменьшаться. Это зависит от надежности вертолетов, стоимости комплектующих, интенсивности их эксплуатации и других индивидуальных факторов. Для демонстрации я предложу простой пример: остекление кабины, очевидно, должно эксплуатироваться «по состоянию», поскольку невозможно заранее предсказать сроки появления трещин, в то время как, например, тормозные диски должны эксплуатироваться по ресурсу, так как стоимость контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) существенно превышает стоимость остатка ресурса дисков. Из этого можно сделать выводы о том, что, в первом случае переход на ТЭС уменьшит эксплуатационные затраты, а во втором — увеличит. В большинстве практических случаев переход на ТЭС — это работа на перспективу.

В первом приближении структуру эксплуатационных затрат можно представить как сумму затрат разработчика (подтверждение ресурса всего парка АТ), затрат эксплуатирующей организации (замена / ремонт АТ, поддержание технической оснащённости) и затрат на логистическую поддержку (склад запасных частей).

Каждое из слагаемых можно рассматривать как функцию от достигнутого технологического уровня в отрасли. Под технологическим уровнем понимается развитие средств контроля и диагностики, а также развитие информационных систем и методов прогнозирования отказов при сохранении фактического уровня надежности всего парка вертолётов.

Введение ТЭС силовым методом, без учета реальных возможностей промышленности, неизбежно ведет к затягиванию переходного периода и появлению суррогатных практик эксплуатации, ведущих, к снижению безопасности полетов. С другой стороны, с определенного момента дополнительные издержки, связанные с переходом на ТЭС, оказываются полностью компенсированными экономией, достигаемой более полным использованием запасов работоспособности конструкции.

Таким образом, выбор момента для внедрения новой стратегии эксплуатации является наиболее критичным фактором, как с точки зрения успеха проводимых преобразований, так и с точки зрения минимизации эксплуатационных издержек в долгосрочной перспективе.

### **Введение типового перечня минимального оборудования (ТПМО)**

Типовой перечень минимального оборудования подлжит поставке с каждым экземпляром ВС — в качестве первичного источника информации для изучения правил безопасной летной эксплуатации вертолета с отдельными допустимыми отказами с целью снижения экс-

плуатационных издержек при сохранении уровня безопасности полетов ВС, предусмотренного применимыми нормами летной годности и другими нормативными документами.

Область действия минимальных перечней оборудования (ТМПО и МПО) распространяется на все виды работ, выполняемых при подготовке ВС к полету, до момента начала полета. Этот момент определяется началом движения вертолета для выполнения планируемого полета с места стоянки у посадочной галереи, либо — началом движения вертолета на собственной тяге при обслуживании вертолета на удаленной от терминала стоянке.

### **Совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР)**

Методы планирования технического обслуживания и ремонта (ТОиР) для функциональных систем (ФС) и планера вертолёта при их создании предназначены для формирования требований к плановому составу и периодичности работ по ТОиР, которые и образуют эффективный план ТОиР вертолётов. Цели эффективного плана ТОиР заключаются в следующем:

- обеспечение заданных уровней надежности и отказобезопасности ФС, планера и вертолёта в целом;
- восстановление надежности вертолёта и ФС до заложенных при проектировании уровней в случае их понижения;
- получение информации для последующего улучшения конструкции элементов ФС с низкой надежностью;
- достижение минимальных суммарных затрат на ТОиР, включая затраты на плановые работы по ТОиР и неплановые затраты, вызванные отказами.

Резервированные бортовые ФС при их создании рассчитываются на эксплуатацию в определенных условиях выполнения полетов и при своевременном проведении ТОиР в необходимом и достаточном объеме. Эти ФС могут иметь скрытые отказы и сохранение их надежности существенно зависит от выполнения работ по ТОиР. Летная годность вертолёта в эксплуатации может быть обеспечена только на основе реализации эффективного плана ТОиР, который должен быть ориентирован на предупреждение опасных последствий отказов и при этом не приводить к излишним эксплуатационным затратам и простоям вертолёта.

Нормы летной годности предписывают своевременное выявление и устранение вертолёте скрытых отказов на борту вертолёта. Методы выявления скрытых отказов включают:

- использование показаний систем контроля и сигнализации;
- плановые наземные проверки (контроль работоспособности или исправности);
- специальные виды проверок, известные как «сертификационные требования к ТОиР» (в международной практике — СМР).

Методы формирования плана ТОиР с использованием вышеуказанных принципов предполагают включение в план ТОиР только эффективных работ по ТОиР, которые направлены на предупреждение или выявление и устранение конкретных видов отказов ФС вертолѐта и его составных частей.

Под «работой по ТОиР» понимается технологически завершённый комплекс операций ТОиР. При этом, рассматриваются только те работы, которые направлены на предупреждение, выявление и устранение конкретных видов отказов элементов ФС. Снаряжательные и другие работы, выполняемые независимо от технического состояния элементов, например, при подготовках к полету, не рассматриваются, поскольку их включение в план ТОиР однозначно определяется назначением, конструктивными особенностями и режимами применения вертолѐта.

### Введение контрольно-восстановительных работ (КовР) вместо капитального ремонта (КР)

Контрольно-восстановительные работы выполняются через каждые 4000 часов наработки (налѐта) или 12 лет эксплуатации вертолѐта, а также на агрегатах и комплектующих изделиях его систем и оборудования, включая агрегаты и комплектующие изделия с ограниченными (по отношению к вертолѐту) ресурсами и сроками службы.

КовР выполняются с целью контроля и восстановления технического состояния вертолѐта (по результатам контроля) его агрегатов и функциональных систем с необходимыми (в зависимости от технического состояния) демонтажем элементов конструкции планера, агрегатов систем вертолѐта и заменой агрегатов, КИ с ограниченным ресурсом.

После выполнения КовР программа выполнения периодического цикла технического обслуживания вертолѐта начинается сначала.

### Оценка эффективности предлагаемых мероприятий улучшения ЭТХ

Готовность вертолѐта к полетам обеспечивается в основном оперативными видами ТО. Периодический цикл технической эксплуатации обеспечивает контроль летной годности и восстановление технического состояния вертолѐта и его систем в интервале наработки в 4000 летных часов между двумя смежными формами контрольно-восстановительных работ. При выполнении работ периодического цикла ТЭ применяется наземная КПА и оборудование в соответствии с требованиями по оснащённости и условиям ТОиР, установленными ИПТО.

Кроме того, в раздел «Периодическое техническое обслуживание» могут быть включены отдельные работы, обусловленные налетом вертолѐта, периодичность выполнения которых может не совпадать с основными формами периодического ТО, а также работы по ТО, периодичность выполнения которых установлена календарными сроками эксплуатации, например, контроль коррозионного состояния элементов конструкции планера и другие.

При проведении предварительных расчетов на один летный час суммарные удельные трудовые затраты на техническое обслуживание вертолѐта при данной системе ТО составляют:  $28178,4 : 4000 = 7,1$  или округленно 8 чел. час / час нал. (для существующего РО вертолѐта Ми-8МТВ-1 затраты равняются 15 чел. час / час нал.)

**Примечание.** Вертолѐт эксплуатируется без установления ресурса и срока службы до первого ремонта.

В заключение данной статьи стоит привести график (рис. 1). Из него четко видно, что внедрение указанных мероприятий позволит существенно снизить стоимость жизненного цикла вертолѐта.

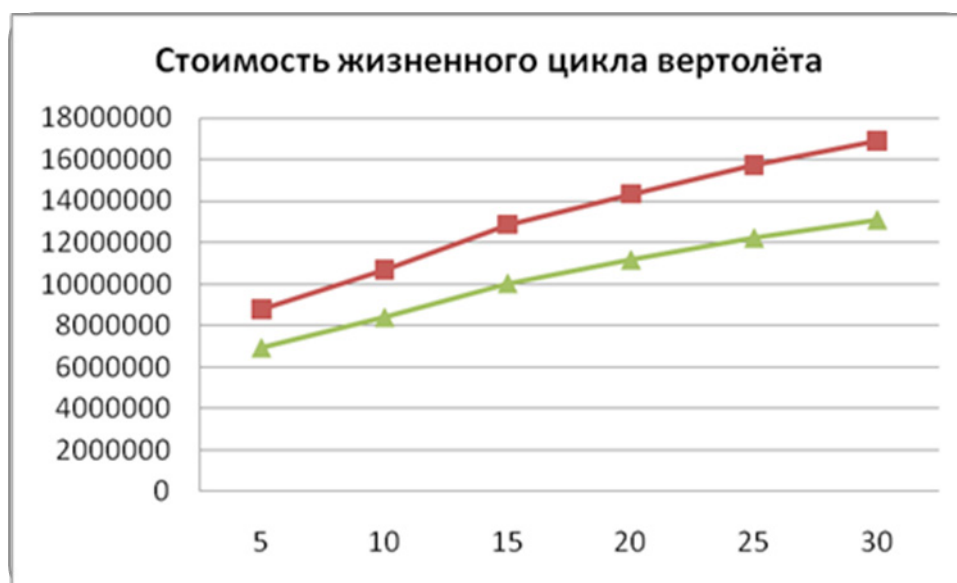


Рис. 1

**Вывод**

Подводя черту, хочется сказать, что предлагаемая модернизация бортового оборудования и совершенство-

вания эксплуатационно-технических характеристик вертолёта позволит снизить стоимость (владения) вертолёта (жизненного цикла) при сохранении приемлемых показателей безопасности полёта.

## Литература:

1. Г.А. Чуянов, В.В. Косьянчук, Н.И. Сельвесюк, С.В. Кравченко. Направления совершенствования бортового оборудования для повышения безопасности полетов воздушного судна // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2014. — № 6. — с. 219–229.
2. Евдокимов, В. Методические основы оценки безопасности полетов и управления рисками в авиационных системах // АвиаСоюз. — 2011. — № апрель-май. — с. 38–40. 2. Шестобитов В., Специалист по безопасности полетов «Снижение рисков в ходе эксплуатации посредством модификации воздушного судна»
3. Жмеренецкий, В. Ф., Полулях К. Д., Акбашев О. Ф. Активное обеспечение безопасности полета летательного аппарата. — М.: ЛЕНАНД, 2014. — 320 с.
4. Транспорт Российской Федерации // Безопасность полетов воздушных судов гражданской авиации с учетом рисков возникновения негативных событий. URL: <http://www.gostransport.com/themes/7500/>.
5. Шишкин, В. Г. Безопасность полетов и бортовые информационные системы. — Иваново: МИК, 2005. — 239 с.

## Модернизация средств смазки гребней локомотивов

Балагин Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;  
 Минаков Виталий Анатольевич, преподаватель  
 Омский государственный университет путей сообщения

*Износ бандажей колесных пар одна из основных проблем при эксплуатации локомотивов. Исключить его невозможно, а можно лишь уменьшить его интенсивность за счет снижения трения колесо-рельс при помощи нанесения смазки на гребень бандажей колесных пар.*

**Ключевые слова:** локомотив, износ, колесная пара, автоматический гребнесмазыватель, обточка бандажей

В условиях рыночных методов управления все большую остроту приобретают вопросы экономии всех видов ресурсов. В новых условиях многократно возрастает значимость надежности эксплуатационной работы подвижного состава, так как отказы в пути следования, вызывая задержки поездов, нарушения графика движения поездов, сбой ритма перевозочного процесса, приводит к значительным потерям пропускной способности, и в ряде случаев создают угрозу безопасности движения поездов.

Одним из самых ответственных элементов механической части тепловозов являются бандажи колесных пар, толщина которых, определяет необходимость в техническом обслуживании ТО-4, на котором производится их обточка без выкатки из под локомотива с целью восстановления геометрических характеристик их профиля. Износ бандажа колесной пары возникает при контакте колесо-рельс в процессе эксплуатации. Увеличение срока службы бандажей — один из крупных источников экономии черного металла. На ряде участков сети фактическая интенсивность износа колесных пар в 3–6 раз выше предусмотренной нормами эксплуатации. Особенно интенсивно происходит износ бандажей в кривых участка

пути, в сухую жаркую погоду, и при большой запыленности участка.

Из анализа причин выхода из строя бандажей колесных пар локомотивов по Западно-Сибирской железной дороге (рис. 2) видно, что основными из них являются: износ гребня (43,64%), ползун (9,09%), остроконечный накат (20,91%), разница диаметра (5,45%), сколы (3,64%), выщербины (1,82%) и другие причины (15,45%).

Как видно из анализа, основная причина неисправностей колесных пар заключается в износе гребня бандажа. Причиной износа является контакт колесо-рельс, при котором износ бандажа неизбежен. В большей степени это возникает при на бегании колесной пары на рельс в кривых участках пути. На рис. 2 представлен график среднего показателя интенсивности износа гребней колесных пар локомотивов Свердловской железной дороги.

Снижение интенсивности износа бандажей колесных пар достигается путем использования лубрикантов для смазки гребней. Применяются смазки на жидкой основе (масляная суспензия) и твердой (графит). Графит является природным материалом, имеет гексагональную кристаллическую решётку, образованную рядом параллельных

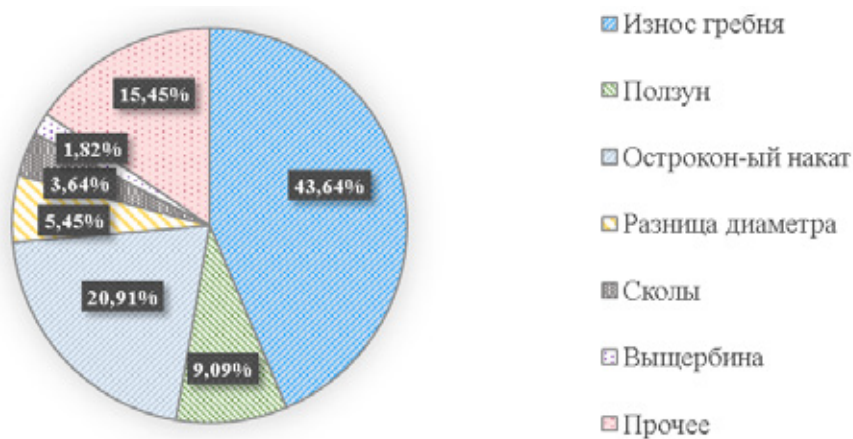


Рис. 1. Причины неисправностей колесных пар локомотивов

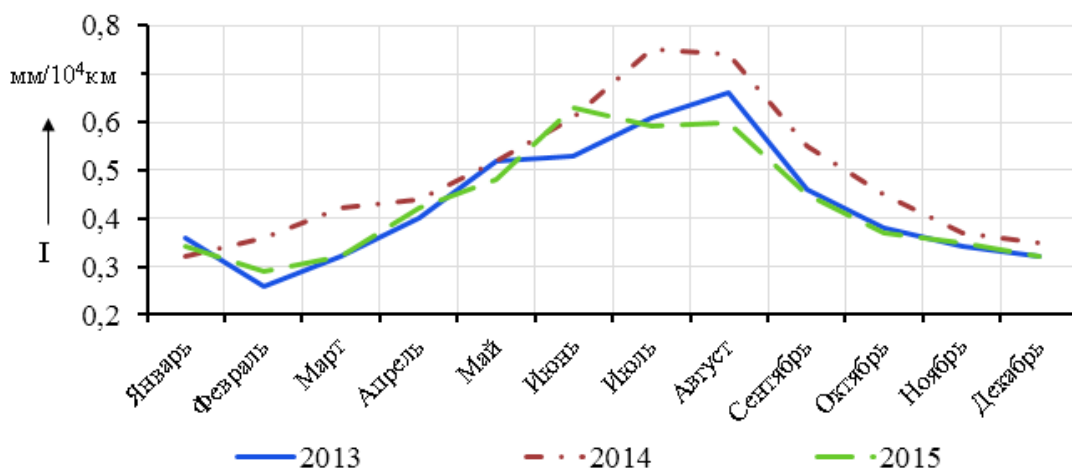


Рис. 2. Интенсивность износа гребней колесных пар локомотивов

слоёв (базисных плоскостей), состоящих из атомов углерода с высокой энергией связи при меньшей энергии связи между плоскостями базиса. Главным его недостатком является обеспечение плотного прилегания смазывающего элемента к смазываемой поверхности гребня. В случае использования масляных смазок подача осуществляется с помощью форсунок. Под давлением масло из форсунок поступает на смазываемую поверхность гребня. На сети железных дорог России более распространены устройства смазки гребня с использованием масла.

Одним из самых распространенных устройств смазки гребня является автоматический гребнесмазыватель АГС-8. Данный тип гребнесмазывателя хорошо зарекомендовал себя в качестве устройства уменьшения интенсивности износа гребней колесных пар локомотивов.

Проведенный анализ работы гребнесмазывателя позволил выделить его недостатки, к которым относятся:

- не учитывает погодные условия;
- возможное заклинивание датчика угла поворота;
- отключения системы подачи смазки локомотивной бригадой;

Для учета ниже перечисленных недостатков предлагается совершенствовать гребнесмазыватель АГС-8 устройством контроля перемещения локомотива в пути, по средствам системы навигации (рис. 3). С помощью данного устройства подача смазочного материала будет осуществляться только в том участке пути где это необходимо, с учетом погодных условий и условий режима работы локомотива (подача песка торможения)

Блок контроля 4 осуществляет контроль местоположения локомотива 1, с помощью системы навигации 5 получаемой данные со спутника 6. При проследовании локомотива кривых участков и участков где необходима смазка гребня, блок контроля учитывая данные погодных условий и условий режима работы локомотива, дает команду на смазку гребня устройству АГС-82, затем с помощью форсунок 3 осуществляется подача смазочного материала. Смазочный материал перед нанесением на гребень колеса нагревается до оптимальной температуры, это способствует более качественному контакту гребня и рельса и уменьшению трения. Алгоритм работы блока контроля представлен на рис. 4.



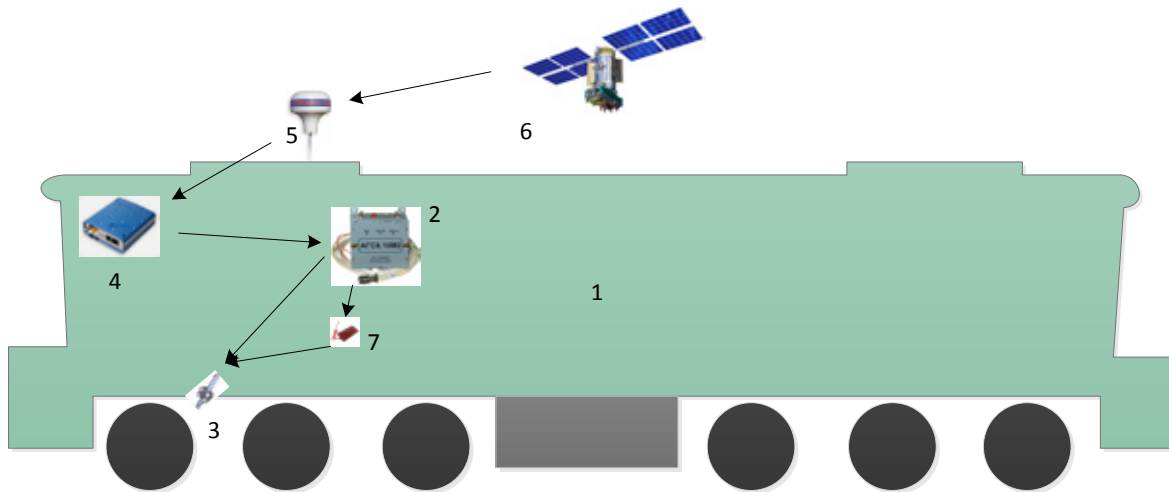


Рис. 3. Расположение устройств на локомотиве: 1 — локомотив; 2 — блок управления АГС-8; 3 — форсунки гребнесмазывателя; 4 — блок контроля; 5 — антенна; 6 — спутник; маслонагреватель

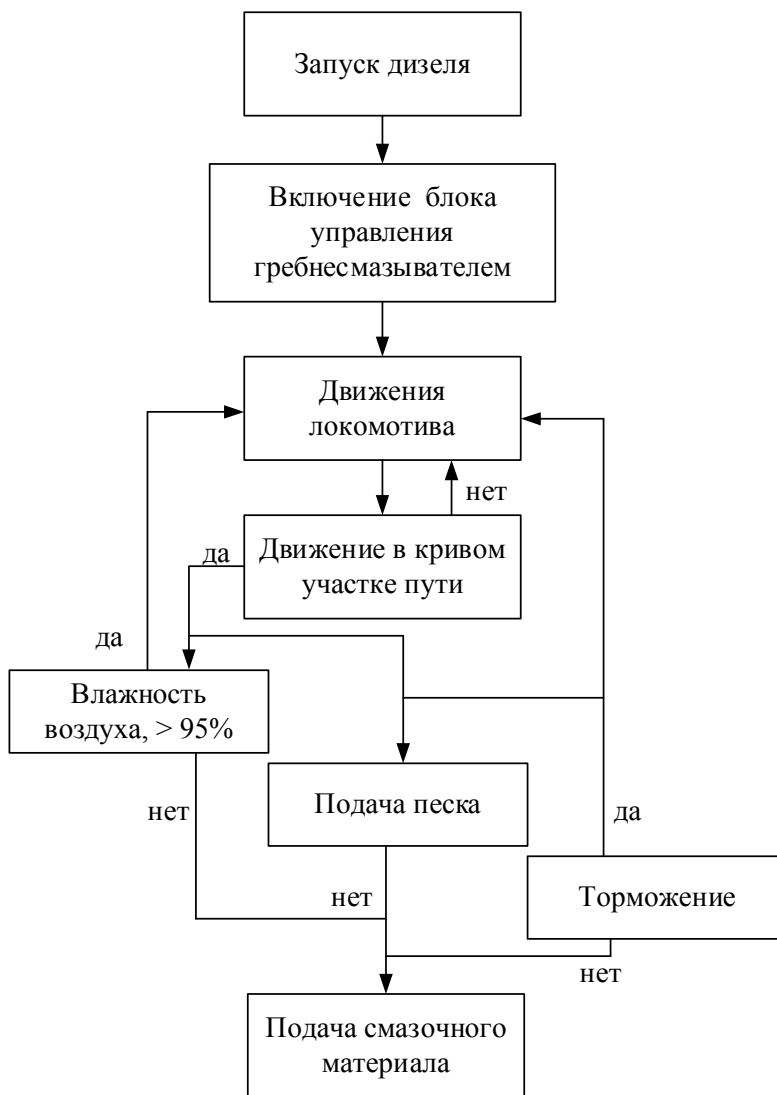


Рис. 4. Алгоритм работы предлагаемой системы смазки гребней

Преимуществом совершенствованного метода работы гребнесмазывателя будет являться:

- своевременная подача смазочного материала только на том участке пути локомотива где это необходимо;
- учет погодных условий;
- исключение зависимости работы гребнесмазывателя от механических датчиков угла поворота;
- экономия смазочного материала.

Литература:

1. Снижение интенсивности износа гребней колесных пар электровозов: Автореферат / Трофимов М.Н. 2000. 24 с.
2. Блок управления АГС-8.10М2: Руководство по эксплуатации АГС-8.10М2.00.00 РЭ. Ростов на Дону. 2009. 33 с.
3. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под ред. Болдин В.А., Перов А.И., Харисов В.Н. Москва. ИПРЖР. 1998 134 с.
4. Продление срока службы рельсов и колес / Железные дороги мира. 2000. № 9. 62–65 с.

## Исследование активного способа гашения упругих колебаний промышленных роботов на основе трехмассовой расчетной схемы

Бруданов Антон Михайлович, студент;  
Чудинов Владислав Александрович, студент  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

## Research active dampening the elastic vibrations of industrial robots on the basis of three-mass design scheme

Brudanov Anton Mikhailovich;  
Chudinov Vladislav Alexandrovich

*Актуальной проблемой при совершенствовании конструкций промышленных роботов (ПР) является ограничение упругих колебаний исполнительных органов в переходных режимах работы. Эффективным путем решения этой проблемы является применение активного способа гашения, заключающегося в формировании, с помощью приводов роботов, дополнительных динамических воздействий для компенсации упругих колебаний. Исследования эффективности этого способа гашения колебаний применительно к двухмассовым колебательным системам. Однако некоторые движения промышленных роботов, например, движение поворота исполнительного органа вокруг вертикальной оси, не могут быть смоделированы двухмассовыми расчетными схемами и приводятся к трехмассовым колебательным системам.*

*Ключевые слова:* промышленный робот, колебания, трехмассовая система.

Рассмотрим условия эффективного способа гашения колебаний. Расчетная схема трехмассовой системы показана на (рис. 1).

На этой схеме приняты следующие обозначения:  $m$  — масса исполнительного органа;  $m_p$  — масса промежуточного звена между исполнительным органом и приводом;  $m_n$  — масса движущихся частей привода;  $K$  — приведенный коэффициент жесткости исполнительного органа;  $K_n$  — приведенный коэффициент жесткости механической передачи;  $C$  — коэффициент вязкого трения;  $q_n$  — движущая сила привода;  $(q_*$  — обобщенная координата «основного» движения;  $\Delta q_1, \Delta q_2$  — упругие деформации.

Уравнения движения трехмассовой системы, полученные на основе уравнений Лагранжа II рода, имеют вид

$$m_n q_* + c q_* - k_n \Delta q_1 = Q_n ; \quad (1)$$

$$m_p \Delta q_1 + K_n \Delta q_1 = -m_p q_* + K \Delta q_2, \quad (2)$$

$$m \Delta q_2 + K \Delta q_2 = -m(q_* + \Delta q_1). \quad (3)$$

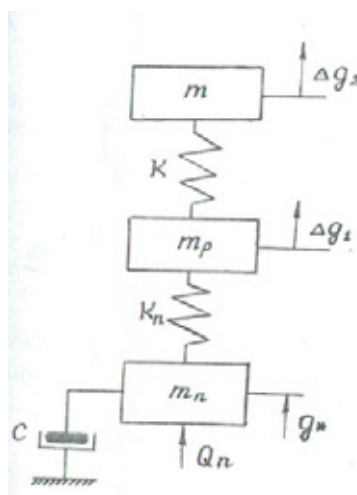


Рис. 1. Расчетная схема трехмассовой системы

Структурная схема, полученная на основании преобразованных по Лапласу уравнения (1) — (3) при разомкнутой системе управления основным движением, приведена на (рис. 2).

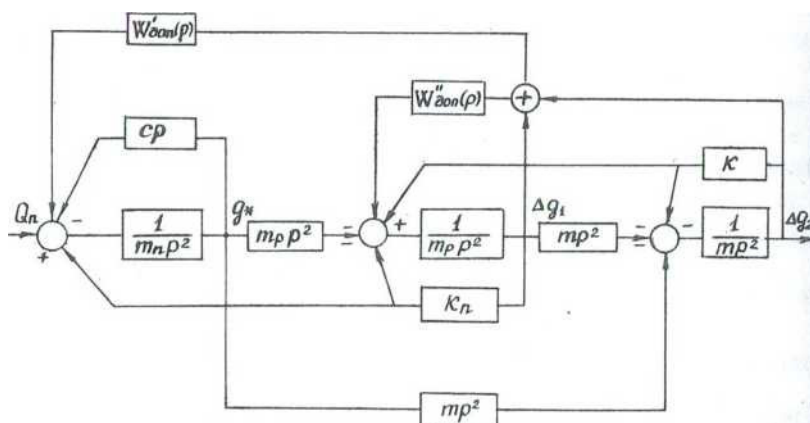


Рис. 2. Структурная схема трехмассовой системы

Как следует из этой схемы, возможны два варианта введения дополнительных связей в систему. В первом случае дополнительная связь с передаточной функцией  $W_{дон}(p)$  охватывает и привод, и механическую передачу; во втором же случае дополнительная связь с переда точной функцией  $W_{дон}''(p)$  охватывает только механическую передачу. И если в первом случае дополнительная связь может быть реализована: с помощью приводов ПР, то во втором случае для реализации связи необходима установка специальных приводов, обеспечивающих необходимые воздействия на промежуточную массу  $m_n$ . Расчетная схема во втором случае будет совпадать с двухмассовой расчетной схемой, рассмотренной в [3]. Учитывая это, исследуем лишь первый вариант введения дополнительных связей.

По структурной схеме находим передаточную функцию, связывающую абсолютные колебания массы  $m$  с движущей силой  $Q_n$  при отсутствии дополнительной связи:

$$W_0 = \frac{\Delta q_0}{Q_n} = - \frac{b_1 p^3 + b_2 p^2}{a_0 p^5 + a_1 p^4 + a_2 p^3 + a_3 p^2 + a_4 p + a_5}, \text{ откуда}$$

$$\Delta q_0 = \Delta q_{10} + \Delta q_{20} = W_0(p) Q_n, \tag{4}$$

где  $b_1 = m m_p$ ;  $b_2 = (m + m_p)K + m K_n$ ;  $a_0 = m m_n m_p$  ;

$$a_1 = mm_p c; a_2 = m_n [(m + m_p)K + mK_n] + mm_p K_n;$$

$$a_3 = C[(m + m_p)K + mK_n]; a_4 = KK_n(m + m_n + m_p);$$

$$a_5 = KK_n C; p - \text{оператор Лапласа}$$

Тогда упругие колебания массы  $m$  при наличии дополнительной связи определяется выражением

$$\Delta q = W(p)Q_n, \tag{5}$$

где 
$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2; W(p) = \frac{W_0(p)}{1 + W_0(p)W_{don}(p)}.$$

Задавая входное воздействие в виде ступенчатого сигнала  $Q_n = Q_0 \cdot 1(t)$  и используя табулированные зависимости квадратичных функционалов от коэффициентов дробно-рациональных функций, приведенные в [4], на основании выражения (4) определяем

$$I_0 = \frac{Q_0(K + K_n)}{2K^2 K_n^2 C}. \tag{6}$$

Для пропорциональной дополнительной связи с передаточной функцией  $W_{don}(p) = \pm K$ , на основании уравнения (5) будем иметь

$$I_1 = \frac{Q_0 m}{2KK_n C} \cdot \frac{\pm m_p KK_d - mK_n(K + K_n)}{(\pm 2KK_n \mp AmK_n + KK_d)K_d - m^2 KK_n^2}. \tag{7}$$

здесь  $A = (m + m_p)K + mK_n$ .

Условие эффективности этой связи с учетом выражений (6) и (7) примет вид:

$$K_{I_1} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{mKK_n}{K + K_n} \cdot \frac{\pm m_p KK_d - mK_n(K + K_n)}{(\pm 2KK_n \mp AmK_n + KK_d)K_d - m^2 KK_n^2}. \tag{8}$$

Как следует из соотношения (8), пропорциональная дополнительная связь может быть эффективна ( $K_{I_1} < 1$ ) как при положительном (верхний знак соотношения), так и при отрицательном (нижний знак соотношения) коэффициентах усиления  $K_d$  этой связи. В первом случае должно соблюдаться условие

$$K(K + K_n)(2K + K_d) > mK_n(A + m_p K^2), \tag{9}$$

а во втором  $mK_n(A + m_p K^2) + KK_d(K + K_n) > 2K^2(K + K_n)$ .

Из условия (9) следует, что эффективность пропорциональной дополнительной связи не зависит от массы движущихся частей привода.

Анализ устойчивости системы с пропорциональной дополнительной связью показывает, что коэффициент усиления этой связи ограничен величиной

$$K_{дпр} = \frac{K_n}{2m_p K} \left[ m(K + K_n) - m_p K \pm \sqrt{[m(K + K_n) - m_p K]^2 + 4mm_p K^2} \right].$$

Квадратичный функционал и условие эффективности дифференцирующей дополнительной связи с передаточной функцией  $W_{don}(p) = \pm K_v p$  определяются следующими выражениями

$$I_2 = \frac{Q_0}{2CKK_n^2} \cdot \frac{A(BK_v \mp mKC)K_v - m^2 K_n C^2 (K + K_n)}{\{C[\pm m_n(m + m_p)K^2 \mp mKK_n(m + M)] + ABK_v\}K_v - m^2 KK_n C^2}; \tag{10}$$

$$K_{I_2} = \frac{I_2}{I_0} = \frac{KA(BK_v \mp mKC)K_v - m^2 K_n C^2 (K + K_n)}{K + K_n \{C[\pm m_n(m + m_p)K^2 \mp mKK_n(m + M)] + ABK_v\}K_v - m^2 KK_n C^2}; \tag{11}$$

здесь  $A = (m + m_p)K + m_n K$ ;  $B = m_n K - m K_n$ ,  $M = m + m_n + m_p$ .

Анализ выражения (11) показывает, что если соблюдается условие

$$C(K + K_n)[m_n(m + m_p)K^2 - m K K_n(m + M)] + ABK_v(K + K_n) > A_k(BK_v - mKC),$$

то эффективна ( $K_{I_2} < 1$ ) положительная дифференцирующая дополнительная связь (верхний знак выражения), а если

$$Ak(BK_v - mKC) + ABK_v(K + K_n) > C(K + K_n)[m_n(m + m_p)K^2 - m K K_n(m + M)],$$

то эффективна отрицательная (нижний знак выражения). При  $m \approx 0$  условие эффективности пишется в виде

$$K_{I_2} = \frac{1}{K_n(K + K_n)} \cdot \frac{A(K_n K_v \mp KC)K_v + m_n K_n C^2(K + K_n)}{[(m + m_p)K_v \pm (2m + m_p)C]K_v + mc}. \quad (12)$$

Как следует из выражения (12), в этом случае наиболее эффективной будет положительная дифференцирующая связь. Исследования устойчивости показывают, что коэффициент усиления дифференцирующей дополнительной связи ограничен величиной

$$K_{vnp} = \frac{m}{m + m_p} - C. \quad (13)$$

Сравним эффективность положительной дифференцирующей дополнительной связи с положительной пропорциональной дополнительной связью, используя соотношение

$$K_{I_{21}} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{m K_n} \cdot \frac{[A(BK_v - mKC)K_v - m^2 K_n C^2(K + K_n)][2KK_n - AmK_n + KK_d]K_d - m^2 KK_n^2}{\{[m_n(m + m_p)K^2 - m K K_n(m + M)]K_v C + ABK_v^2 - m^2 KK_n C^2\}[m_p KK_d - m K_n(K + K_m)]}, \quad (14)$$

Из соотношения (14) следует, что положительная дифференцирующая связь эффективнее положительной пропорциональной связи при выполнении условия

$$m K_n \{ [m_n(m + m_p)K^2 - m K K_n(m + M)]K_v C + ABK_v^2 - m^2 KK_n C^2 \} \times [m_p KK_d - m K_n(K + K_n)] > [A(BK_v - mKC)K_v - m^2 K_n C^2(K + K_n)] \times [(2KK_n - AmK_n + KK_d)K_d - m^2 KK_n^2].$$

В противном случае более эффективной оказывается положительная пропорциональная дополнительная связь. Полученные зависимости могут быть использованы при построении активного гашения упругих колебаний промышленных роботов.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. // Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009. - Ч. 2 — 185.
2. Поезжаева, Е. В. // Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009. - Ч. 3 — 164.
3. Кузнецов, Н. К. О демпфировании упругих колебаний манипуляторов. — В сб.: Управляемые механические системы. — Иркутск: ИПИ, 1978, с 89—101.

## Существующие модели оценки остаточного ресурса конструкций и их сравнительный анализ

Волков Михаил Дмитриевич, магистрант;  
Кибкало Антон Викторович, магистрант  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В статье рассмотрено понятие оценки остаточного ресурса, а также связанные с ним возможности и риски. Произведен сравнительный анализ двух моделей оценки. При сравнении было выявлено, что обе модели имеют множество своих положительных сторон, но они имеют один большой общий недостаток. Он заключается в отсутствии критериев по разделению объектов, для которых проводится определение остаточного ресурса, а также в невозможности их использования для различных отраслей промышленности.*

**Ключевые слова:** оценка остаточного ресурса, надежность конструкций, безопасность эксплуатации, детерминированная модель, логико-вероятностная модель, техническое состояние, конструкции

Оценка остаточного ресурса конструкций зданий и сооружений сегодня является серьезной задачей в области организации безопасности использования конструкций. На данный момент эксплуатируется большое количество зданий и сооружений, которые отработали свой нормативный срок. Возможные непредвиденные ситуации, которые могут произойти с конструкциями таких объектов приводят к экономическим потерям, а также наносят вред окружающей экологической обстановке. В следствии этого вопрос остаточного ресурса становится актуальным, и он требует рассмотрения и изучения для того, чтобы была возможность прогнозировать его величину.

Существует ряд параметров, которые определяют техническое состояние эксплуатируемого объекта:

- характеристика материала;
- коэффициенты запаса прочности;
- технологические показатели.

Оценка приведенных параметров осуществляется путем анализа технической документации и обследования конструкций [1].

На приведенные параметры влияют такие факторы, как изменение свойств материалов и внешние воздействия. Эти характеристики определяют начальную надежность конструкций к моменту завершения возведения здания или сооружения. С первого же дня эксплуатации надежность начинает снижаться. При относительно однородных условиях эксплуатации снижение происходит постепенно. В этом случае оценка остаточного ресурса производится при проверке информации о фактическом состоянии сооружений. Но в результате воздействия особых нагрузок, таких как взрыв, землетрясение и т. п. износ сооружения происходит за короткое время. Определение фактического состояния конструкции в данном случае необходимо делать немедленно после возникновения нагрузок [2].

На данный момент существует ряд методик оценки остаточного ресурса, каждая из них относится к одной из двух моделей — логико-вероятностной, детерминированной. К первой модели относятся методики оценки остаточного ресурса зданий:

- по срокам эксплуатации объектов-аналогов;
- по изменению вероятности отказа объекта;
- по изменению уровня риска;
- по изменению надежности сооружения;
- по вероятностному распознаванию категорий технического состояния конструкций.

К детерминированной модели относят методики оценки:

- по изменению параметров несущей способности конструкции;
- по изменению параметров состояния;
- по уровню физического износа;
- по нормативам сроков эксплуатации до капитального ремонта конструкции;
- определение коэффициента запаса по видам предельных состояний [3].

Различие этих моделей дает разный уровень результатов оценки состояния конструкций зданий и сооружений. Логико-вероятностная модель дает значительно более точные результаты оценки нежели детерминированная. В первом случае используется теория вероятности, которая учитывает временные характеристики случайных величин. В детерминированной модели используются определенные уровни распределения. В следствии этого все параметры могут быть представлены только средним значением и стандартным отклонением.

Логико-вероятностная модель оценки остаточного ресурса сложнее в своем исполнении по причине резкого увеличения количества информации о воздействиях на исследуемую конструкцию и о материалах конструкций. Усложнение работы имеет свои положительные последствия — получается более точное прогнозирование поведения конструкции и более высокая достоверность результатов о надежности здания или сооружения.

Основные положения логико-вероятностной модели:

- внешние условия эксплуатации конструкции являются случайными процессами;
- основным показателем надёжности принимается вероятность пребывания параметров системы в опреде-

ленной допустимой области, выход из которой ведет к прекращению нормальной эксплуатации конструкции;

— выход конструкции из строя является следствием постепенного накопления повреждений;

— оценка соответствия фактического риска аварии объекта предъявляемым требованиям конструкционной безопасности является составной частью определения остаточного ресурса [2].

Следует отметить, что риск возникновения аварии напрямую зависит от надежности конструкции. Эти два понятия имеют обратно пропорциональную зависимость — чем ниже надежность, тем выше риск выхода конструкции из рабочего состояния.

Для немедленной оценки (в случае возникновения внезапных особых нагрузок) остаточного ресурса элементов здания или сооружения используют метод, который основан на использовании теории нечетких множеств, значительно понижающая сложность вычисления вероятности отказа работы конструкций.

Детерминированная модель оценки остаточного ресурса на данный момент имеет наибольшее распространение. Это является следствием её относительно небольшой трудоемкости при решении определенных задач.

На данный момент наиболее широко распространено представление об убывании запаса несущей способности по экспоненциальному закону [4].

Начало координат считается год ввода сооружения в эксплуатацию. В этот момент несущая способность конструкций имеет максимальное значение. Для построения функции снижения несущей способности конструкций определяется постоянная износа, зависящая от технического состояния объекта на момент обследования.

Расчет остаточного ресурса делается как для здания или сооружения в целом, так и для отдельных конструкций или конструктивных элементов объекта. Расчет может быть выполнен по разным критериям одновременно. В этом случае остаточный ресурс назначается по наименьшему из

полученных значений. По полученным результатам производится оценка ресурса.

По результатам полученных данных по техническому состоянию исследуемого объекта и оценке остаточного ресурса выносится решение о том, возможна ли последующая эксплуатация объекта.

Приведенные методы, имеющие множество достоинств (обоснованность, детальная проработка, длительное время использования) также несут в себе ряд существенных недостатков, которые связаны с постепенным старением использованных при их разработке методологических и нормативных предпосылок. Во-первых отсутствие простых критериев по разделению объектов, для которых проводится определение остаточного ресурса. Вторым важным аспектом является невозможность использования имеющихся методик для различных отраслей промышленности [3].

Проведенный анализ существующих моделей оценки остаточного ресурса, а также методов, которые входят в них позволяет сделать вывод о их достоинствах и недостатках.

Методы логико-вероятностной модели позволяют с максимальной точностью определить остаточный ресурс надежности зданий и сооружений, но это достигается путем больших временных и трудовых затрат.

Методики детерминированной модели являются наименее трудозатратными и выполняются за меньшее количество времени, что в некоторых случаях является необходимым. На объектах, где погрешность в оценке остаточной надежности недопустима данные методы использоваться не должны.

Несмотря на эффективность и достоверность методов необходимо дополнение существующих методик или разработку новых, которые решат проблему отсутствия критериев по разделению обследуемых объектов и дадут возможность использования их в различных отраслях жизнедеятельности общества и промышленности.

#### Литература:

1. Пермяков, М. Б. Методика расчета остаточного ресурса зданий на опасных производственных объектах // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и дизайна: материалы международной науч.-практ. конф. — Магнитогорск: Магнитогорский гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова, 2012. — с. 169–175.
2. Суцев, С. П., Самолинов Н. А., Адаменко И. А. Остаточный ресурс конструкций (сооружений) и возможные методы его оценки // Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сб. науч. трудов. Вып. 8. — М.: МДП, 2009. — с. 320–327.
3. Самигуллин, Г. Х., Султанов М. М. Определение остаточного ресурса производственных зданий и сооружений нефтеперерабатывающих предприятий // Нефтегазовое дело. — 2011. — № 2. — с. 169–175.
4. Каверин, А. А. Методика расчета остаточного ресурса сооружения по результатам обследования // Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: науч.-практ. конф. — СПб.: СПбПУ, 2013. — с. 33–39.
5. Шматков, С. Б. Определение остаточного ресурса промышленных дымовых труб // Сб. науч. трудов: Предотвращение аварий зданий и сооружений. — М.: МДП, 2008. — с. 44–51.
6. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. — М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.

## Различные методы и средства при измерении электромагнитных излучений

Гасанов Сахил Элманович, магистр  
Национальная академия авиации Азербайджана (г. Баку)

На современном этапе научно-технической энергетики и в результате развития различных отраслей промышленности электромагнитные излучения среди других факторов окружающей среды по своему экологическому и производственному уровню занимает одно из ведущих мест. В целом, общий электромагнитный фон состоит из нижеприведенных природных источников (двух видов) излучения:

Природные источники электромагнитного излучения (солнце, звезды, ядра галактики и т. д.);

Искусственные источники электромагнитного излучения — устройства создающие вокруг себя электромагнитную область (плазменные, лазерные и рентгеновские установки, телевизионных, радиолокационных станций, и т. д.).

В последние годы отводится особое место на изучение искусственных электромагнитных источников излучения. Эти источники постоянно создают вокруг себя электромагнитное поле, что в свою очередь оказывает воздействие на окружающую среду. Для оценки этого воздействия используются различные методы и средства измерений. Для этого есть назначенные методы измерения. Радио и сверхвысоко частотные электромагнитные излучения (РЧ и СВЧ ЭМИ) характеризуются тремя основными параметрами:

- напряженностью электрического поля (Е);
- напряженностью магнитного поля (Н);
- плотностью потока энергии (ППЭ).

Оценка диапазонов излучения РЧ и СВЧ неодинакова. В диапазоне радиочастотного излучения менее 300 МГц интенсивность излучения выражается напряженностью электрической и магнитной составляющих и определяется соответственно в вольтах на метр (В/м) или киловольтах

на метр (кВ/м):  $1 \text{ кВ/м} = 10^3 \text{ (В/м)}$  и амперах на метр (А/м). В диапазоне СВЧ, т. е. выше 300 МГц, интенсивность, или ППЭ, выражается в ваттах на метр квадратный ( $\text{Вт/м}^2$ ;  $1 \text{ Вт/м}^2 = 0,1 \text{ мВт/см}^2 = 100 \text{ мкВт/см}^2$ ). Для характеристики магнитных полей вводится величина, называемая индукцией МП (В). Говоря о магнитной индукции, понимается действие на единичный элемент напряжения перпендикулярного площади. Единицей индукции МП является тесла (Тл).

Для характеристики МП в вакууме вводится величина, называемая напряженностью МП (Н). Измеряется этот параметр в амперах на метр (А/м). Напряженность и индукция МП связаны соотношением:

$$B = \mu \mu_0 H ,$$

где  $\mu_0$  — магнитная постоянная, равная  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гс/м}$ ;  $\mu$  — относительная магнитная проницаемость веществ.

$$1 \text{ Тл} = 7,965 \text{ А/м}; 1 \text{ А/м} = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}.$$

Единица напряженности МП - эрстед (Э):  $1 \text{ Э} = 79,58 \text{ А/м}$ .

В воздушной среде  $1 \text{ Гс} = 1 \text{ Э}$ .

Что касается сотовых телефонов, то уровень безопасности сотового телефона принято оценивать в системе SAR (Specific Absorption Rates). Эта система берет за основу силу мощности (Вт) падающая на каждый килограмм человеческого мозга. То есть в системе SAR за единицу излучения берется Вт/кг. Чем меньше будет это значение, настолько же безопасным будет считаться устройство.

Проводится мониторинг для измерения ЭМИ. Для проведения мониторинга используются назначенные методы и средства. Как примером этих устройств можно показать ИЕР — 04, ИРМ — 101, Циклон — 04, ЕФА — 3 и другие.

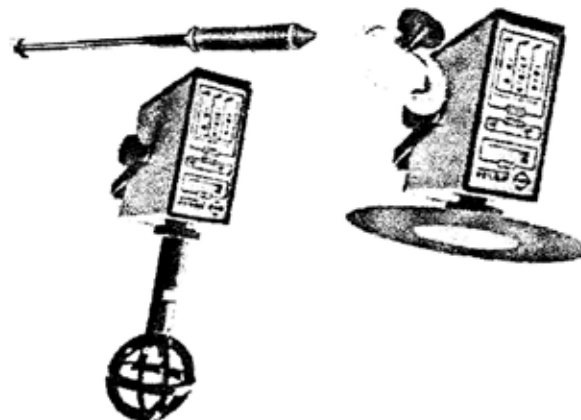


Рис. 1. Устройство «Циклон — 04» измеряющее электрическое и магнитное поле



ИЕР-04 производится в России. Используется для измерения напряженности электрического поля. Это устройство входит в комплект устройства «Циклон — 04».

Устройство ИЕР-04 оснащено дисковыми и дипольными антеннами. С дисковой антенны можно контролировать

техническое излучение антенны, а с дипольной антенны электрическое излучение любого технического устройство. В таблице 1 даны технические характеристики устройства «Циклон — 04». Его размеры 170x170x90 mm, а требуемая мощность не больше 2 Вт.

Таблица 1. Технические характеристики «Циклон — 04»

Диапазон измерения		Частота диапазона измерения		Комплектация
напряженность электрического поля для устройства ИЕР-04, В/м	Магнитная индукция (плотность магнитного потока), nTl	1 Шкала — Гц 2 Шкала — кГц	5–2000 2–400	Блок индикатора
0,7–1000	7–5000	Погрешность измерения	≤10	Антенны, которые можно заменить

В представленной статье, на примере курсовых радио-маяков (КРМ) расположенных на территории аэропорта был проведен мониторинг для оценки влияния на окружающую среду создаваемое ЭМИ других электронных устройств в рабочем состоянии, и результаты измерения были составлены в виде диаграммы и проанализированы. Был сравнен уровень нормы излучения в санитарных нормах, и выявлена степень вредности на расстоянии.

Устройство, предлагаемое для проведения мониторинга было рассмотрено с использованием PIC 16F876A микроконтроллера, а это позволяет провести мониторинг более точно и быстро. Были разработаны и подготовлены структурные и принципиальные схемы устройства а также там были использованы различные элементы для проведения мониторинга. Уровень дозы излучения в санитарных нормах для человека составляет 0,2 мкТл.

Использование PIC микроконтроллеров позволяет измерять уровень излучения до точности 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

Предлагаемое нами устройство, работает на основе программы заранее занесенной в память PIC микроконтроллера. Предусмотренная таблица предельных значений санитарных норм записывается в память микроконтроллера и во время измерения, если значения измеренных параметров будут выше отмеченных предельных значений санитарных норм, при этом бипер издает звуковой сигнал и дает знать, что значение измеренного параметра выше предельного значения. В то же время значение измеренного параметра и измеряемое время записываются в не энергонезависимое устройство памяти (EEPROM) микроконтроллера. Это делается с целью того, чтобы в конце мониторинга можно было проанализировать его результаты.

Литература:

1. Ромашев, Д. К Реферат «Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека» — СПб: СПГТУ — 2001–21
2. Никитина, Е. М. Реферат «Эргономика — защита пользователей от негативных воздействий электромагнитных полей дисплея» — М.: 1998–10
3. Зинковская, М. Курсовая работа «Влияние электро-магнитных полей на живые организмы» — Днепропетровск: ДНУ — 2001–19
4. Ратынский, М. А. Основы сотовой связи — М.: Радио и связь — 2000–248
5. <http://www.pole.com.ru>: Центр электромагнитной безопасности.
6. <http://alpha3.spb.ru> Человек и электромагнитное излучение.
7. [http://www.fostac.ch/de/docs/fostac\\_studie\\_elektrosmog\\_igor\\_orzelsky\\_russisch.pdf](http://www.fostac.ch/de/docs/fostac_studie_elektrosmog_igor_orzelsky_russisch.pdf)
8. [http://www.fostac.ch/de/docs/fostac\\_studie\\_elektrosmog\\_igor\\_orzelsky\\_russisch.pdf](http://www.fostac.ch/de/docs/fostac_studie_elektrosmog_igor_orzelsky_russisch.pdf)

## Разработка и натурные исследования теплового режима объектов с инсоляционными пассивными системами солнечного отопления

Дусяров Акмал Саъдуллаевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Яхшибоев Шухрат Комилович, соискатель  
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Наряду с разработкой и натурными исследованиями теплового режима объектов с инсоляционными пассивными системами солнечного отопления выполнены значительное число работ по их расчетному исследованию.

Из анализа литературных источников по этому вопросу следует, что многочисленные исследователи ограничивались лишь выполнением ориентировочных расчетов по определению теплового режима помещений с рассматриваемой системой отопления.

Одним из основных показателей инсоляционных пассивных систем солнечного отопления является тепловая эффективность их светопрозрачной стены.

Выражение для определения мгновенного значения тепловой эффективности светопрозрачной стены в течение дня, полученное из его теплового баланса имеет вид [1]

$$\eta_c = \tau - \frac{K_{ст-в}}{q_{сол,пр}} (t_k - t_o) \tag{1}$$

Значение коэффициента пропускания суммарной солнечной радиации вертикальной светопрозрачной стены  $\tau$  в (1) в соответствии с [1] определяется из отношения

$$\tau = \frac{\tau_{пр} q_{сол,пр}^{пр} + \tau_p (q_{сол,р}^{р} + q_{сол,от}^{от})}{q_{сол,пр}^{пр} + q_{сол,р}^{р} - q_{сол,от}^{от}} \tag{2}$$

где  $\tau_{пр}$ ,  $\tau_p$  — коэффициенты пропускания прямой и рассеянной солнечной радиации рассматриваемой светопрозрачной стены;  $q_{сол,пр}^{пр}$ ,  $q_{сол,р}^{р}$ ,  $q_{сол,от}^{от}$  — плотности потоков прямой, рассеянной и отраженной от окружающих предметов солнечной радиации, падающие на лучевоспринимающую (т. е. фронтальную) поверхность светопрозрачной стены.

Значение  $\tau_{пр}$  в (2) зависит от угла падения луча прямой солнечной радиации на фронтальную поверхность светопрозрачного ограждения ( $i$ ), его толщины ( $\delta_c$ ) и коэффициента загораживания света непрозрачных элементов отражения, а также коэффициента пропускания слоя пыли грязи на поверхности рассматриваемого ограждения. В отличие от  $\tau_{пр}$ , значение  $\tau_p$  мало зависит от значения  $i$ .

Методика расчета значений  $\tau_{пр}$  и  $\tau_p$  при заданных значениях перечисленных выше параметров рассмотрена в [1].

Методы расчета  $q_{сол,пр}^{пр}$ ,  $q_{сол,р}^{р}$ ,  $q_{сол,от}^{от}$  - на основе актинометрических измерений поверхностных плотностей прямой солнечной радиации на нормальную к солнечным лучам поверхность ( $q_{\perp}$ ) и рассеянной солнечной радиации на горизонтальную поверхность ( $q_{гор}^р$ ) изложены в [2].

Коэффициент тепловых потерь светопрозрачного ограждения  $K_{ст-в}$  в (1) в основном зависит от количества слоев светопрозрачного ограждения, коэффициентов теплообмена на его наружной и внутренней поверхностях и коэффициента теплопередачи через воздушную прослойку, заключенную между слоями светопрозрачного ограждения. Определение его значения при заданных значениях перечисленных выше параметров не представляет какой-либо трудности. Но, как следует из выражения (1), для достижения максимальных значений  $\eta_c$  в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления необходимо стремиться к минимизации значения  $K_{ст-в}$ . Данная задача, как правило, сводится к установлению критического значения толщины вертикальной воздушной прослойки, заключенной между двумя смежными слоями светопрозрачного ограждения ( $\delta_{ст-в}$ ), при которой обеспечивается максимальное значение ее термического сопротивления [3].

Для определения значения  $\delta_{ст-в}$  двухслойного вертикального светопрозрачного ограждения

$$\delta_{\text{мел}} = 1,9997H^{0,25} \left( \frac{T_{\text{в}}^2 - T_{\text{с}}^2}{t_{\text{к}} - t_{\text{с}}} \right)^{0,25}, \quad (3)$$

где  $H$  — высота ограждения;  $t_{\text{к}}$  и  $t_{\text{с}}$  — соответственно, температуры отопляемого помещения и окружающей среды;  $T_{\text{в}}$  — среднее значение абсолютной температуры воздуха в рассматриваемой прослойке;  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\nu_{\text{в}}$  — соответственно коэффициенты температуропроводности и кинематической вязкости воздуха в прослойке при  $T_{\text{в}}$ ;  $\gamma$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от коэффициентов теплообмена на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачного ограждения.

Применение шарнирно-трансформируемых плоских рефлекторов в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления позволяет в определенной степени увеличить плотность потока прямой солнечной радиации, падающей на поверхность светопрозрачного ограждения [3,4]. В экспериментальных объектах [3, 4] шарнирно-соединенный с нижней частью светопроема (светопрозрачной стены) плоский рефлектор в дневное время приводится в горизонтальное положение. Однако в работах [3, 4] отсутствует информация о выборе такого расположения рефлектора. Как показывают результаты расчетов и соответствующих экспериментальных измерений, проведенных нами, при низком стоянии Солнца (с 5 декабря по 10 января) эффект применения плоского рефлектора снижается как за счет уменьшения прямой солнечной радиации, падающей на зеркальную поверхность коллектора, так и за счет не полного освещения фронтальной поверхности светопроема отраженной от зеркальной поверхности рефлектора прямой солнечной радиации.

Тепловая эффективность применения плоского рефлектора, шарнирно соединенного с нижней частью светопроема, в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления при прочих равных условиях зависит от угла падения прямого солнечного излучения, отраженного от зеркальной поверхности рефлектора, на поверхность светопроема ( $i_{\text{п}}$ ). Для определения значения  $i_{\text{п}}$  предложено выражение

$$i_{\text{п}} = \arccos v_{\text{x}}, \quad (4)$$

где  $v_{\text{x}}$  — составляющий единичного вектора  $v$  по  $x$ , определяемый из уравнения зеркального отражения, т. е.

$$v = c - 2n(n \cdot c), \quad (5)$$

$n$  и  $c$  — единичные векторы нормали рефлектора и солнечного луча.

Выражение (1.4) в явном виде может быть представлено как

$$v_x = \cos \delta \sin \varphi \cos \omega (\tau_0 - \tau) - 2 \sin \alpha \cos i_{\text{р}} - \sin \delta \cos \varphi, \quad (6)$$

где  $\delta$  — годовое склонение Солнца;  $\varphi$  — географическая широта местности;  $\tau_0$  - момент истинного полудня;  $\tau$  — текущее время суток;  $\omega = 1,5 \frac{\pi \text{ рад}}{\text{сут}}$  — угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси;

$$\cos i_{\text{р}} = \cos \delta \cos(\varphi - \alpha) \cos \omega (\tau_0 - \tau) + \sin \delta \sin(\varphi - \alpha) \quad (7)$$

$i_{\text{р}}$  — угол падения прямого солнечного излучения на зеркальную поверхность рефлектора;  $\alpha$  — угол наклона зеркальной поверхности плоского рефлектора к горизонту.

При  $\alpha = 0$ , т. е. при горизонтальном расположении плоского рефлектора [3, 4], решения (6) и (7) принимают вид общеизвестных выражений для расчета угла падения прямого солнечного излучения соответственно на вертикальную и горизонтальную поверхности.

#### Литература:

1. Аvezов, Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент: «Фан» 1988 ст. 285
2. Симон, А. Потери энергии за счёт поглощения и отражения в гелиостате и пароболоидном отражателе солнечной печи. В кн: Солнечные высокотемпературные печи. Сб. перев. Под ред. В.А. Баума. -М.:1960 с-264—271.
3. Сабади, П. Р. Солнечный дом. М.: Стройиздат, 1985. 113с
4. Мхитарян, М.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве. Киев, Наука думка, 2000, 417с

## Анализ современных методов и программных средств автоматизированного анализа объекта проектирования

Жаксылыков Ержан Кундызбайевич, магистрант;  
Коккоз Махаббат Мейрамовна, кандидат педагогических наук, доцент;  
Даненова Гульмира Тулендиевна, кандидат технических наук, доцент  
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

*Ключевые слова: автоматизация проектирования, проектирование, технического задания (ТЗ), автоматическое проектирование, блочно-иерархический подход, модели*

Автоматизация проектирования занимает особое место среди информационных технологий. Автоматизация проектирования — синтетическая дисциплина, ее составными частями являются многие другие современные информационные технологии. Так, техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) основано на использовании вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий, в САПР используются персональные компьютеры и рабочие станции, есть примеры применения мейнфреймов. Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта. Программные комплексы САПР относятся к числу наиболее сложных современных программных систем, основанных на операционных системах Unix, Windows-95/NT, языках программирования C, C++, Java и других, современных CASE-технологиях, реляционных и объектноориентированных системах управления базами данных СУБД

Проектирование технического объекта — создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. В любом случае инженерное проектирование начинается при наличии выраженной потребности общества в некоторых технических объектах, которыми могут быть объекты строительства, промышленные изделия или процессы. Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют автоматизированным, в отличие от ручного (без использования ЭВМ) или автоматического (без участия человека на промежуточных этапах). Система, реализующая автоматизированное проектирование, представляет собой систему автоматизированного

проектирования (в англоязычном написании CAD System — Computer Aided Design System).

Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов. Превалирующим в настоящее время является автоматизированное проектирование.

Системы автоматизированного проектирования и управления относятся к числу наиболее сложных современных искусственных систем. Их проектирование и сопровождение невозможны без системного подхода. Поэтому идеи и положения системотехники входят составной частью в дисциплины, посвященные изучению современных автоматизированных систем и технологий их применения. Интерпретация и конкретизация системного подхода имеют место в ряде известных подходов с другими названиями, которые также можно рассматривать как компоненты системотехники. Таковы структурный, блочно-иерархический, объектно-ориентированный подходы.

При структурном подходе, как разновидности системного, требуется синтезировать варианты системы из компонентов (блоков) и оценивать варианты при их частичном переборе с предварительным прогнозированием характеристик компонентов.

Блочно-иерархический подход к проектированию использует идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее), устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней.

Ряд важных структурных принципов, используемых при разработке информационных систем и прежде всего их программного обеспечения (ПО), выражен в объектно-ориентированном подходе к проектированию (ООП). Такой подход имеет следующие преимущества в решении проблем управления сложностью и интеграции ПО:

1. вносит в модели приложений большую структурную определенность, распределяя представленные в приложении данные и процедуры между классами объектов;
2. сокращает объем спецификаций, благодаря введению в описания иерархии объектов и отношений наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;

3. уменьшает вероятность искажения данных вследствие ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным категориям данных в объектах. Описание в каждом классе объектов допустимых обращений к ним и принятых форматов сообщений облегчает согласование и интеграцию ПО.

Для всех подходов к проектированию сложных систем характерны также следующие особенности.

1. Структуризация процесса проектирования, выражаемая декомпозицией проектных задач и документации, выделением стадий, этапов, проектных процедур. Эта структуризация является сущностью блочно-иерархического подхода к проектированию.

2. Итерационный характер проектирования.

3. Типизация и унификация проектных решений и средств проектирования.

В автоматизированных проектных процедурах вместо еще не существующего проектируемого объекта оперируют некоторым квазиобъектом — моделью, которая отражает некоторые интересующие исследователя свойства объекта. Модель может быть простым объектом (макет, стенд) или специальным. Среди моделей-спецификаций различают упомянутые выше функциональные, поведенческие, информационные, структурные модели (описания). Эти модели называют математическими, если они формализованы средствами аппарата и языка математики.

В свою очередь, математические модели могут быть геометрическими, топологическими, динамическими, логическими и т. п., если они отражают соответствующие свойства объектов. Наряду с математическими моделями при проектировании используют рассматриваемые ниже функциональные ГОББО-модели, информационные модели в виде диаграмм сущность-отношение, геометрические модели-чертежи. В дальнейшем, если нет специальной оговорки, под словом «модель» будем подразумевать математическую модель.

Математическая функциональная модель в общем случае представляет собой алгоритм вычисления вектора выходных параметров  $Y$  при заданных векторах параметров элементов  $X$  и внешних параметров  $Q$ .

Математические модели могут быть символическими и численными. При использовании численных моделей оперируют не значениями величин, а их символическими обозначениями (идентификаторами). Численные модели могут быть аналитическими, т. е. их можно представить в виде явно выраженных зависимостей выходных параметров  $Y$  от параметров внутренних  $X$  и внешних  $Q$ , или алгоритмическими, в которых связь  $Y$ ,  $X$  и  $Q$  задана неявно в виде алгоритма моделирования. Важнейший частный случай алгоритмических моделей — имитационные, они отображают процессы в системе при наличии внешних воздействий на систему. Другими словами, имитационная модель — это алгоритмическая поведенческая модель.

Классификацию математических моделей выполняют также по ряду других признаков.

Так, в зависимости от принадлежности к тому или иному иерархическому уровню выделяют модели уровней системного, функционально-логического, макроуровня (сосредоточенного) и микроуровня (распределенного).

По характеру используемого для описания математического аппарата различают модели лингвистические, теоретико-множественные, абстрактно-алгебраические, нечеткие, автоматные и т. п.

Например, на системном уровне преимущественно применяют модели систем массового обслуживания и сети Петри, на функционально-логическом уровне автоматные модели на основе аппарата передаточных функций или конечных автоматов, на макроуровне системы алгебраически-дифференциальных уравнений, на микроуровне дифференциальные уравнения в частных производных. Особое место занимают геометрические модели, используемые в системах конструирования.

Кроме того, введены понятия полных моделей и макромоделей, моделей статических и динамических, детерминированных и стохастических, аналоговых и дискретных, символических и численных.

Полная модель объекта в отличие от макромоделей описывает не только процессы на внешних выводах моделируемого объекта, но и внутренние для объекта процессы.

Статические модели описывают статические состояния, в них не присутствует время в качестве независимой переменной. Динамические модели отражают поведение системы, т. е. в них обязательно используется время.

Стохастические и детерминированные модели различаются в зависимости от учета или неучета случайных факторов.

Информационные модели относятся к информационной страте автоматизированных систем, их используют прежде всего при инфологическом проектировании баз данных (БД) для описания связей между единицами информации. Наибольшие трудности возникают при создании моделей слабоструктурированных систем, что характерно прежде всего для системного уровня проектирования. Здесь значительное внимание уделяется экспертным методам. В теории систем сформулированы общие рекомендации по подбору экспертов при разработке модели, организации экспертизы, по обработке полученных результатов. Достаточно общий подход к построению моделей сложных слабоструктурированных систем выражен в методиках IDEF.

Обычно в имитационных моделях фигурируют фазовые переменные. Так, на макроуровне имитационные модели представляют собой системы алгебраически-дифференциальных уравнений:

$$J(dV/dt, V, t) = 0, \text{ при } t = 0 \quad V = V_0 \quad (1)$$

где  $V$  — вектор фазовых переменных;  $t$  — время;  $V_0$  — вектор начальных условий. К примерам фазовых переменных можно отнести токи и напряжения в электрических системах, силы и скорости — в механических, давления и расходы — в гидравлических.

Выходные параметры систем могут быть двух типов. Во-первых, это параметры-функционалы, т. е. функцио-

налы зависимостей  $V(t)$  в случае использования (1). Примеры таких параметров: амплитуды сигналов, временные задержки, мощности рассеивания и т. п. Во-вторых, это параметры, характеризующие способность проектиру-

емого объекта работать при определенных внешних условиях. Эти выходные параметры являются граничными значениями диапазонов внешних переменных, в которых сохраняется работоспособность объекта.

Литература:

1. Липаев В. В., Филинов Е. Н. Мобильность программ и данных в открытых информационных системах. — М.: Научная книга, 1997.
2. Норенков И. П., Трудоношин В. А. Телекоммуникационные технологии и сети. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998.
3. Норенков И. П., Автоматизированное проектирование
4. Острейковский В. А. Теория систем. — М.: Высш. шк., 1997.
5. Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / Под ред. И. П. Норенкова. — М.: Высш. шк., 1986.
6. Фоли Дж., Вэн Дэм А. Основы интерактивной машинной графики: Пер. с англ. В 2-х кн. — М.: Мир, 1985.
7. Черненко В. М. Имитационное моделирование. — М.: Высш. шк., 1990.

## Способы сохранения целостности ВЧ-сигнала в печатном проводнике

Зимин Дмитрий Владимирович, студент

Научный руководитель: Гриднев В. Н.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

*Современные печатные платы с большим количеством электрических и технологических ограничений, высокой плотности монтажа компонентов и множеством высокоскоростных сигнальных шин данных, требуют при проектировании определённых знаний в области помехозащищённости. На высоких частотах появляются такие эффекты, о которых не всегда задумываются при проектировании топологии. Печатные проводники при проектировании современных плат, становятся похожи на сложную сеть паразитных наводок, которые возникают не только на самой длине проводника, но и в металлизированных отверстиях, контактных площадках. Для решения этих задач, например, можно выбрать как более затратный вариант — переход на более дорогие соединители и материалы, так и менее затратные варианты — схемотехнические. Основное внимание уделено рекомендациям по повышению качества передачи сигналов. В статье приведены основные причины, по которым сигналы, проходящие по печатному проводнику, искажаются. Предложены несколько вариантов схем компенсаций, которые продемонстрируют подход к решению проблем с высокочастотными искажениями. В результате сделан вывод о преимуществах компенсационных схем.*

**Ключевые слова:** высокочастотные искажения, компенсационные схемы, межслойная перемычка, линии передачи, FR-4

## Client-server monitoring using apm methods

Zimin D.V.

Bauman Moscow State Technical University

*Modern printed circuit boards with a large number of electric and technological constraints, high density mounting of components and a plurality of high-speed data bus signal, require the design of specific knowledge of noise immunity. At high frequencies, there are such effects that not necessarily reflect the topology of the design. Printed guides the design of modern cards are similar to a complex network of parasitic crosstalk, which occur not only at the length of the conductor, but in the metallized holes pads. To solve these problems, for example, you can choose a more expensive option — go for the more expensive connectors and materials, as well as less expensive options — schematics. Emphasis is placed*

*on the recommendations to address and improve the quality of signal transmission. The article shows the main reasons for the signals that pass through the printed conductor distorted. Proposed several options for compensation schemes which demonstrate the approach to solving problems with the high-frequency distortion. As a result, concluded that the benefits of compensation schemes.*

**Keywords:** *high-frequency distortion, compensation circuit, via, printed wire, FR-4*

Абсолютно все современные устройства имеют не только свою основную функцию, но и несколько второстепенных, если мы говорим о мобильном телефоне, то он должен не только записывать, но и воспроизводить видео, часто из интернета, а это сотни Мбит/с и даже больше. Требования к устройству обязывают увеличивать требуемую полосу пропускания и скорость работы схем памяти. С другой стороны, основа любой платы — проводящие дорожки — по-прежнему в большинстве случаев изготавливаются из меди, для которой частоты 1–3 ГГц являются предельными. Таким образом, совершенствованию устройств мешают не только технологический предел изготовления ИС, но и проблема их соединения. Современные печатные платы становятся непригодными для таких скоростей из-за большого уровня помех.

С распространением высокоскоростных приложений проблема сохранения целостности передаваемых сигналов усугубилась. Целостный цифровой сигнал — это сигнал с четкими и быстрыми переходами, стабильными и четкими логическими уровнями, точными соотношениями во времени. В нем не должно быть переходных процессов. На высоких частотах (ВЧ) проявляются те эффекты, о которых не задумывались раньше и которые существенно влияют на передаваемый сигнал [1].

Существует и проблема с отраженными сигналами, которые накладываются на исходный и искажают его форму. Чаще всего отражения происходят в местах поворота, разветвления и перехода печатного проводника через сквозные отверстия. Это происходит главным образом из-за изменения ширины пути прохождения тока, которое приводит к рассогласованию линии.

Стоит отметить, что значительную роль в развитии по комплексному применению методов конструирования высокоскоростной цифровой аппаратуры (в диапазоне частот от 20 МГц до 20 ГГц и выше) внёс Г. Джонсон [2]. В современной теории проектирования высокоскоростных цифровых устройств исследуется влияние пассивных элементов цепи на распространение сигналов (переходные процессы и отражения), взаимное влияние, оказываемое сигналами друг на друга (перекрестные помехи) и их взаимодействие с окружающей средой (электромагнитные излучения).

Рассмотрим основные причины, по которым сигнал искажается. По мере прохождения сигнала по линии на него накладываются отраженные сигналы, амплитуда уменьшается, изменяется наклон и четкость фронтов, появляются разрывы и неравномерности [3]. Зачастую между проводниками из соседних слоев возникает емкостная связь, и создаются перекрестные помехи, поэтому надо

следить, чтобы проводники не были расположены строго друг под другом.

**Основной целью** статьи является краткий комплекс рекомендаций по устранению потерь в высокочастотных схемах и повышение качества передачи сигналов.

### **Основные проблемы при проектировании**

Хочется сразу отметить, что идеальная линия передачи состоит из двух идеальных проводников. Они обладают нулевым сопротивлением, имеют одинаковое поперечное сечение по всей длине и бесконечную длину. Сигнал, поданный на вход идеальной линии передачи, распространяется в ней сколь угодно долго с постоянной скоростью, без искажений и ослабления. Идеальная линия передачи обладает следующими свойствами:

1. Имеет неограниченную длину (имеет начало, но не имеет конца);
2. Сигналы распространяются в линии без искажений;
3. Сигналы распространяются в линии без потерь.

На качество распространения сигнала влияет все, начиная от материалов печатной платы и проводников и заканчивая топологией схемы [4]. Для передачи ВЧ-сигналов проводники следует выполнять в виде линии передачи, чтобы уменьшить искажения и снизить уровень электромагнитных излучений.

Во-первых, нежелательные эффекты могут возникать от неправильного заземления. Соединительные отверстия между слоем земли и земляными полигонами на других слоях необходимо располагать по всей плате, чтобы исключить появление резонансов и образование альтернативных путей распространения сигнала. Чем выше частота работы микросхемы, тем ближе следует располагать отверстия.

Во-вторых, особое внимание надо уделять проектированию сквозных отверстий в печатной плате. В многослойных печатных платах толщина самой платы становится сравнимой с длиной волны сигнала. В связи с этим важно соблюдать согласование слоев, приведя импеданс отверстия к 50 Ом. Тогда при переходе сигнала на другой слой не возникнет отражений. На частотах порядка сотен МГц уже начинают появляться индуктивные и емкостные свойства элементов, и их нельзя оставлять без внимания. Они могут создавать дополнительные пути распространения сигнала либо входить в резонанс с гармониками. Чем выше частота работы, тем сильнее затухает сигнал в силу диэлектрических свойств компонентов и материала платы.

**Общие методы сохранения ВЧ сигнала в печатном проводнике**

Большое количество условий влияет на целостность передаваемых сигналов. Стеклотекстолит, обычно используемый в печатных платах (марки FR-4), обладает пренебрежимо малыми потерями для цифрового сигнала на частотах ниже 1 ГГц, но на более высоких частотах, для избегания диэлектрических потерь, разработчики обычно выбирают керамические подложки, например, из оксида алюминия, обладающие в гигагерцовом диапазоне частот намного меньшим коэффициентом диэлектрических потерь.

Одним из методов борьбы является использование развязывающей емкостной нагрузки. Отмечу, что емкостная нагрузка может быть подключена как посреди линии передачи, так и равномерно распределена по всей длине.

На рисунке 1 изображена длинная линия, в центре которой включена одиночная емкостная нагрузка. Сигнал, распространяющийся слева направо, набегаёт на ёмкость и разделяется на два сигнала. Один сигнал отражается в обратном направлении, а второй продолжает распространяться в первоначальном направлении. Каверзность этого случая заключается в том, что коэффициент отражения зависит от частоты.



Рис. 1. Емкостная нагрузка, включенная посреди линии передачи

Необходимые условия: либо линия передачи была согласована на обоих концах, либо оба участка линии передачи (слева и справа от емкостной нагрузки, подключенной посреди линии передачи) имеют длину, превышающую длину фронта сигнала. В случае, если формирователь сигнала подключён слишком близко к емкостной нагрузке, эффективный импеданс линии в точке подключения ём-

костной нагрузки становится ниже. Это, в конечном итоге, приводит к снижению амплитуды отраженного сигнала и ослаблению искажения фронтов сигнала, прошедшего емкостную нагрузку.

Ситуация, когда емкостные нагрузки равномерно распределены вдоль линии передачи, представлена на рисунке 2.

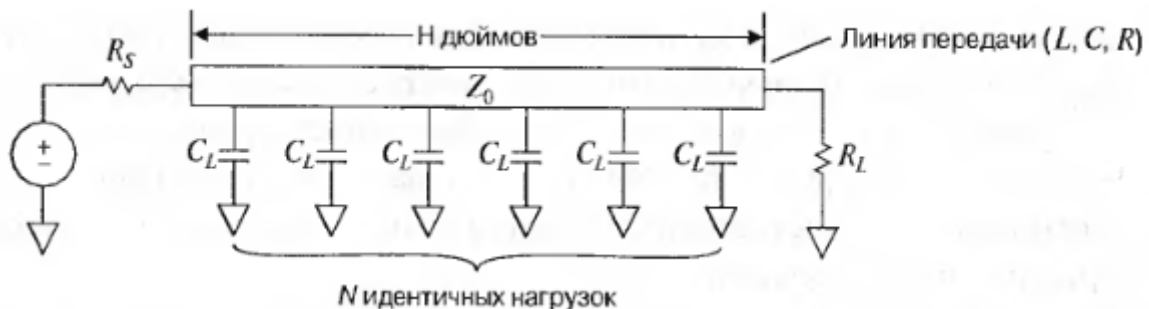


Рис. 2. Емкостные нагрузки равномерно распределены вдоль линии передачи

Данная ситуация часто возникает в больших шинных структурах, особенно на платах памяти, состоящих из больших массивов модулей памяти с односторонним расположением выводов. Нагрузки имеют одинаковую ёмкость и распределены равномерно. Если длина фронтов сигнала превышает шаг распределения нагрузок, это позволяет упростить качественный анализ режима работы

цепи передачи. Это приближение даст возможность сделать следующие выводы:

1. Эффективное волновое сопротивление линии снижается;
  2. Постоянная задержка линии передачи возрастает.
- Обе эти особенности оказывают определяющее влияние на качество работы высокоскоростных сигнальных



шин. Стоит отметить, что результирующий эффект не изменится, если уменьшить вдвое ёмкости нагрузок, расставив их вдвое чаще, или равномерно распределить суммарную ёмкость нагрузок по длине линии, учитывая её в виде дополнительной ёмкости для линии передачи.

Ещё одним методом борьбы может являться изгиб пе-

чатной дорожки. В месте изгиба под прямым углом (рисунок 3) эффективная ширина печатной дорожки возрастает. Участок увеличенной ширины вносит в линию передачи нежелательную паразитную ёмкость. Изгиб под прямым углом представляет собой ёмкостную нагрузку, включенную посреди линии передачи.

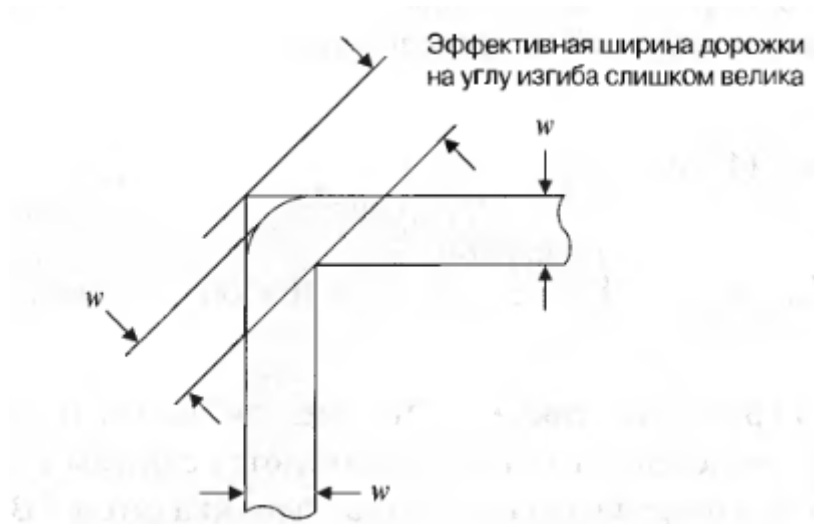


Рис. 3. Изгиб печатной дорожки линии передачи под прямым углом

Можно скруглить внешний угол изгиба, добившись неизменной ширины дорожки. Это обеспечит ослабление отражения и искажения фронтов сигналов при прохождении

этого угла. Ещё проще срезать наискось угол дорожки, как показано на рисунке 4. На практике может оказаться проще срезать углы дорожек, чем скруглять их при производстве.



Рис. 4. Обрезка угла на изгибе печатной дорожки с целью уменьшения ёмкостной неоднородности

Ещё одним способом является использование зигзагообразной конфигурации линии передачи (рисунок 5). Крайне эффективна в качестве линии задержки сигнала. Это помогает преодолеть проблемы, связанные с соблюдением времени удержания сигнала на входах очень быстродействующих триггеров, а также другие проблемы синхронизации цифровых схем. Печатные линии задержки стоят очень дёшево в сравнении с внешними элементами

задержки, однако, возможны варианты, когда критичны габариты печатной платы.

Для линии задержки с более тонкими подложками из диэлектрика марки FR-4, уменьшают ширину печатной дорожки пропорционально уменьшению толщины подложки. Это обеспечит сохранение неизменным волнового сопротивления линии. В диапазоне температур от 0°C до 70°C диэлектрическая проницаемость изменяется в пределах почти 20%.

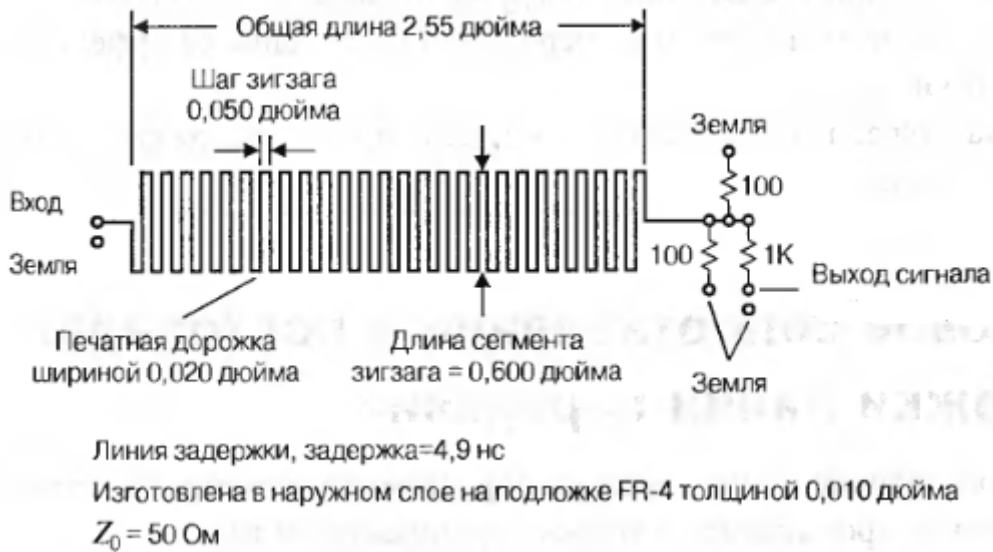


Рис. 5. Печатная линия задержки зигзагообразной конфигурации

Теперь рассмотрим металлизированные отверстия в печатной плате. Если металлизированные отверстия межслойных перемычек слишком широкие, то меньше места остаётся для прокладки сигнальных дорожек. При конструировании малогабаритных изделий, размеры перемычек будут меньше, уменьшатся и паразитные ёмкости. Это означает, что на высоких частотах они работают лучше, однако обходятся такие перемычки дороже. Межслойные перемычки подчиняются трём правилам:

1. Чем тоньше перемычки, тем меньше места они занимают;
2. Чем тоньше перемычки, тем меньшей ёмкостью они обладают;
3. Чем тоньше перемычки, тем дороже они обходятся при производстве.

Вокруг каждой межслойной перемычки на поверхности печатной платы должно быть предусмотрено пространство

для контактной площадки и зазора вокруг неё. Контактная площадка обеспечивает электрическое соединение внутренней металлизации перемычки с печатными дорожками платы.

Любая межслойная перемычка обладает паразитной ёмкостью по отношению к шине земли. Ёмкость, вносимая контактными площадками, значительно возрастает в случае узкого зазора. Паразитная ёмкость межслойной перемычки вызывает в основном удлинение фронтов цифровых сигналов.

Основным эффектом, создаваемым собственной последовательной индуктивностью межслойных перемычек, является снижение эффективности блокировочных конденсаторов в цепях питания. Назначение блокировочных конденсаторов состоит в том, чтобы закоротить между собой по высокой частоте два опорных слоя — питание и землю (рисунок 6).

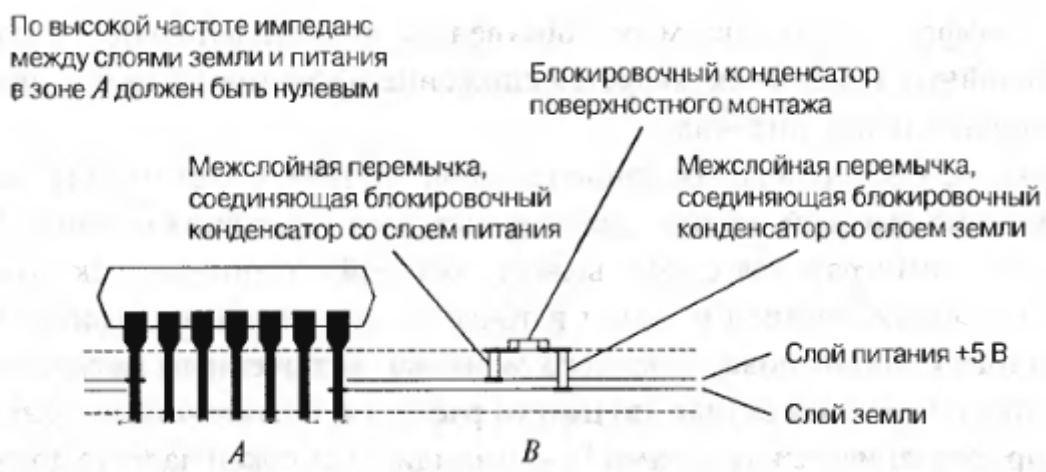


Рис. 6. Монтаж блокировочного конденсатора на плате

Представим, что интегральная схема, выводы которой соединены со слоями питания и земли в точке *A*, защищена идеальным блокировочным конденсатором поверхностного монтажа, включенным между опорными слоями в точке *B*. В этом случае в точке подключения микросхемы сопротивление между слоями земли и питания по высокой частоте должно быть равно нулю. Однако это вовсе не так. Ненулевая индуктивность сквозных межслойных переключков, создаёт небольшое влияние.

Ослабить этот эффект можно, устанавливая блокировочные конденсаторы на той стороне платы, к которой ближе расположены слои питания и земли. И печатные дорожки, проложенные между контактными площадками

блокировочного конденсатора и межслойными переключками, должны быть шире, чем обычно.

#### Заключение

В заключении я бы хотел отметить, что методов по проектированию большое количество. В зависимости от ситуации и задачи применяются комбинации методик, основанные на опыте проектирования. Компенсационные схемы имеют большой диапазон ослабления, однако, не стоит забывать, что немалая доля лежит и на внутренней топологии платы и расположениях шин земли и питания. Однако, одним из самых действенных методов при передаче ВЧ сигнала будет уменьшение длины печатного проводника при проектировании.

#### Литература:

1. К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств /под общ. редакцией В.А. Шахнова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 568 с. (серия: Информатика в техническом университете, второе издание).
2. Г. Джонсон, М. Грэхем Конструирование высокоскоростных цифровых устройств. Пер. с англ. — М.: Изд. Дом «Вильямс», 2006. — 624 с.
3. Eric Sweetman. Maximize high-speed signal integrity with the right choice of cables, layout, and equalizer ICs.
4. Е. Самкова «ИД Электроника» <http://www.russianelectronics.ru/developer-r/review/2191/doc/47230/> (дата обращения: 21.11.2016).

## Кессонные перекрытия как эффективный тип ребристых плит

Кибкало Антон Викторович, магистрант;  
Волков Михаил Дмитриевич, магистрант  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В статье рассмотрены кессонные перекрытия, технология их возведения и принцип работы. Проведен анализ монолитного и сборно-монолитного способов устройства кессонного перекрытия. Сделано сравнение кессонных перекрытий, сооруженных этими способами со сплошной монолитной плитной. Возведение кессонных перекрытий имеет ряд серьезных достоинств с экономической и технологической точек зрения.*

**Ключевые слова:** кессонные перекрытия, ребристые плиты, гражданское строительство, промышленное строительство, конструкции перекрытий, безбалочные перекрытия

Поиск оптимальных типов конструкции является одной из мотиваций развития науки в строительстве, которые бы сэкономили время и деньги, а так же не уступали по прочностным характеристикам своим аналогам.

Одной из самых важных проблем строительной отрасли является уменьшение расходных материалов и массы возводимых частей здания, это возможно за счет:

- применения новых эффективных конструкций;
- использования преднапряженных элементов здания;
- интенсивного внедрения легких бетонов [1].

В нашей стране в строительстве гражданских и промышленных зданий только начинается внедрение монолитных конструкций эффективных конструктивных форм,

внедрение которых, бесспорно, снизит себестоимость при возведении и реконструкции строительных объектов. Это напрямую зависит от мало проработанности методик проектирования подобных конструкций в отечественной отрасли строительства.

Во многих европейских странах в промышленном строительстве, для снижения массы перекрытий возводимых из тяжелого монолитного бетона применяют перекрытия эффективных форм.

Однопролетные плиты из железобетона, имеющие сплошное сечение наиболее экономичны при длине пролета до 4,5 м. Пролет возможно увеличить за счет опирания плиты по контуру. В таком случае появляется возможность перекрывать большие площади. Для умень-



Рис. 1. Кессонное перекрытие

шения затрат бетона при возведении перекрытий, а следовательно и сокращение нагрузок на несущие конструкции и фундаменты, целесообразно использовать монолитные ребристые перекрытия [2].

Кессонное перекрытие (рис. 1) является разновидностью ребристого перекрытия, его иначе называют часторебристым, частобалочным или вафельным железобетонным перекрытием.

Кессонное перекрытие представляет собой ребристую конструкцию с взаимно перпендикулярно расположенными армированными ребрами в нижней зоне. Применение монолитного ребристого перекрытия, по сравнению с весом плоских плит или монолитным перекрытием по профилированному листу, приводит к уменьшению расхода бетона на возведение перекрытия и нагрузок на вертикальные несущие стены, фундаменты здания. Следовательно происходит сокращение затрат на его возведение. Происходит уменьшение собственного веса перекрытия — от 40% до 60%, в то же время жесткость конструкции самой плиты перекрытия повышается, что позволяет устраивать большие пролеты без устройства промежуточных опор. Полученная толщина такого перекрытия значительно меньше плоского.

Кессонное перекрытие состоит из плит, опертых по контуру на систему взаимно перпендикулярных балок. Плиты жестко сопрягаются с балками, и шарнирно при опирании на стены. Оптимальное соотношение сторон для помещений с кессонными перекрытиями находится в пределах 1...1,5. Балки могут располагаться как перпендикулярно, так и под углом 45° (более редкий вариант) к сторонам перекрываемого помещения. Нормированная высота балок в обоих направлений должна быть одинаковой и составлять не менее 1/20 пролета. Толщина плит кессонного перекрытия составляет 6...7 см, толщина ребер меняется от 10 до 20 см [3,4].

Для устройства кессонного монолитного перекрытия используется модульная система опалубок, состоящих из телескопических стоек, обрешетки, располагаемой с учетом размеров кессоннообразователей. Самый распространенный вид кессонных опалубок — самонесущая опалубочная система типа «Skydome» (рис. 2). Все элементы опалубки заводского изготовления, система не нуждается в арматуре или специальных защитных приспособлениях. Кессоннообразователи раскладывают по обрешетке, они имеют не высокую адгезию по отношению к бетону и легко удаляются после набора бетоном необходимой прочности [4].

Сопоставление технико-экономических показателей монолитного кессонного перекрытия и сплошной монолитной плиты при одинаковых нагрузках и граничных условиях показывает, что в результате снижения массы первого удается увеличить толщину перекрытия на 40% с одновременной экономией 15% бетона за счет удаления его из нижней растянутой зоны [5].

По способу изготовления кессонные перекрытия делятся на монолитные и сборно-монолитные. Сборно-монолитное кессонное перекрытие включает сборные пустотелые бетонные блоки размером от 0,2x0,2x0,6 м до 0,3x0,3x0,8 м и монолитный бетон. Блоки образуют закрытую со всех сторон геометрическую фигуру. Толщина слоя монолитного бетона над блоками — 5–6 см [6]. Бетонные блоки, выполняя функцию несъемной опалубки, их оставляют в перекрытии. Таким образом из монолитного бетона формируются вертикальные ребра в растянутой зоне и сплошной настил в сжатой зоне перекрытия. В надпорной зоне (место пересечения с колоннами) конструкция устраивается как сплошная монолитная плита. Сверху блоков укладывают арматурную сетку, а в зоне сплошной монолитной плиты на блоки устанавливаются концы арматурных стержней (рис. 3).



Рис. 2. Кессонная опалубка типа «Skydome»

Таблица 1. Техничко-экономические показатели устройства перекрытий при пролете 12 м, и кратковременной нормативной нагрузке 6 кН/м<sup>2</sup>

Характеристика	Толщина, см	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Расход рабочей арматуры, кг/м <sup>2</sup>
Сплошная монолитная	25,0	0,25	63,84
Монолитная кессонная	46,0	0,19	24,2
Экономия материалов, %	-	24	62,1

На изготовление бетонных блоков с толщиной стенок 2 см требуется на 62–65 % меньше бетонной смеси, чем на полнотелый блок аналогичного размера. Каркасные здания с монолитными колоннами и сборно-монолитными кессонными перекрытиями гораздо легче, по сравнению с подобными, состоящими из монолитных колонн и сплошных монолитных перекрытий.

При расчете технико-экономических показателей, которые характеризуют затраты материалов на устройство сплошных монолитных и сборно-монолитных кессонных

перекрытий делается вывод о том, что при одинаковом расходе бетона на плиту длиной 6 м и одинаковой нормативной нагрузке экономия рабочей арматуры составляет порядка 48 % (табл. 2) [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение кессонных монолитных и сборно-монолитных перекрытий позволяет:

— Сократить сроки строительства за счет исключения необходимости монтажа дополнительных колонн и фундаментов.



Рис. 3. Сборно-монолитное перекрытие кессонного типа

Таблица 2. Техничко-экономические показатели устройства перекрытий при пролете 6 м, ширине 1,2 м и нормативной нагрузке 6 кН/м<sup>2</sup>

Характеристика	Толщина, см	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Расход рабочей арматуры, кг/м <sup>2</sup>
Сплошная монолитная	16,0	1,15	45,15
Сборно-монолитная кессонная с бетонными блоками	25,0	1,15	28,8
Экономия материалов, %	-	0,0	48,7

— Уменьшить общую толщину перекрытия по сравнению с балочными схемами.

— Значительно уменьшить расход материала по срав-

нению с полностью отлитым перекрытием.

— Использовать открытые пространства для свободной планировки помещений.

Литература:

1. Особенности расчета кессонных перекрытий // ЖБК. URL: [http://жбк.рф/concrete/simulation/ing\\_fea/kessons\\_sim/kessons\\_sim.php](http://жбк.рф/concrete/simulation/ing_fea/kessons_sim/kessons_sim.php) (дата обращения: 22.11.2016).
2. Малахова, А. Н. Монолитные кессонные перекрытия зданий // Вестник МГСУ. — 2013. — № 1. — с. 79–86.
3. Вахненко, П. Ф. Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий. Справочник проектировщика. — Киев, 1987. — 214 с.
4. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52–101—2003). — Нижний Новгород: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2005. — 214 с.
5. Опалубка для кессонных перекрытий Skydome // ПрогрессБилд. URL: [http://www.progressbuild.ru/?page\\_id=159](http://www.progressbuild.ru/?page_id=159) (дата обращения: 22.11.2016).
6. СП 52–101—2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. — М., 2005. — 54 с.
7. Опыт применения кессонных перекрытий при реконструкции большепролетных зданий // ЖБК. URL: [http://жбк.рф/concrete/simulation/ing\\_fea/kessons\\_sim/kessons\\_sim.php](http://жбк.рф/concrete/simulation/ing_fea/kessons_sim/kessons_sim.php) (дата обращения: 22.11.2016).

## Экспериментальное исследование процесса испытаний двигателей постоянного тока при реализации метода взаимной нагрузки

Литвинов Артем Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;

Бернс Павел Александрович, студент;

Абишов Ербол Гайдарович, студент;

Родина Дарья Евгеньевна, студент;

Логина Екатерина Станиславовна, студент;

Колесников Петр Александрович, аспирант

Омский государственный университет путей сообщения

Известно множество методов испытаний, позволяющих добиться экономии электрической энергии при испытании электродвигателей, которые принято называть схемами возвратной работы. Их разновидностью являются схемы, обеспечивающие испытание электродвигателей методом взаимной нагрузки. Данный метод успешно применяется при испытании тяговых двигателей постоянного тока и имеет известные преимущества. В настоящее время известно несколько схем, позволяющих обеспечить испытание асинхронных двигателей по методу их

взаимной нагрузки. Каждая из них имеет свои достоинства и недостатки. К таким схемам можно отнести классическую схему испытаний двигателей постоянного тока при реализации метода взаимной нагрузки (рисунок 1) и схему, представленную на рисунке 2, которая по алгоритму работы и своей функциональной направленности аналогична классической схеме, отличие в элементной базе [1].

Для проведения экспериментальных исследований собраны две схемы испытаний, общий вид экспериментальной установки приведен на рисунке 3

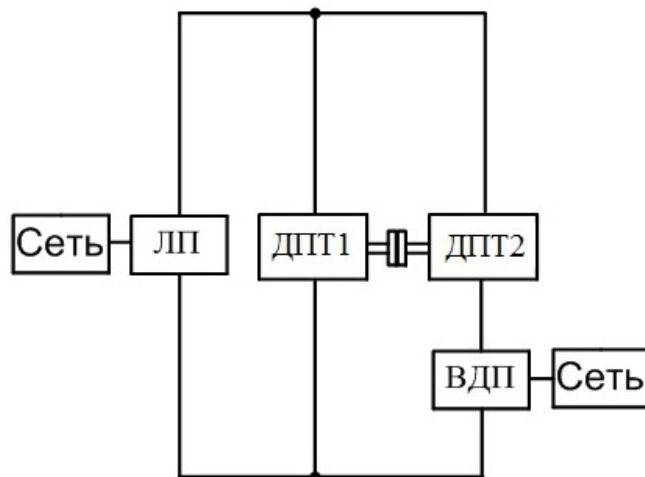


Рис. 1. Классическая схема реализации метода взаимной нагрузки двигателей постоянного тока: ЛП, ВДП — линейный и вольтодобавочный преобразователи; ДПТ1, ДПТ2 — двигатели постоянного тока

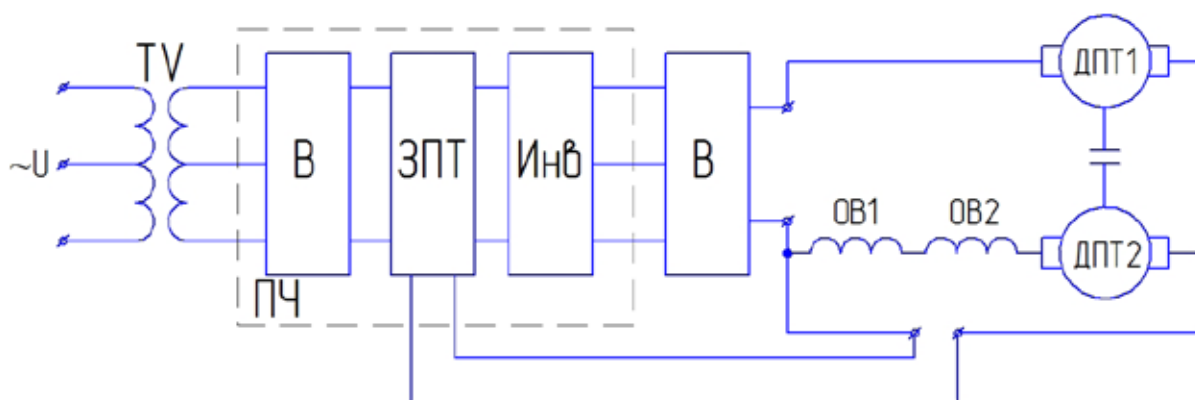


Рис. 2. Предлагаемая схема реализации метода взаимной нагрузки двигателей постоянного тока: В — неуправляемый выпрямитель; ЗПТ — звено постоянного тока; Инв — управляемый инвертор; ПЧ — преобразователь частоты; TV — трансформатор; ОВ1, ОВ2 — обмотки возбуждения двигателей постоянного тока; ДПТ1, ДПТ2 — двигатели постоянного тока

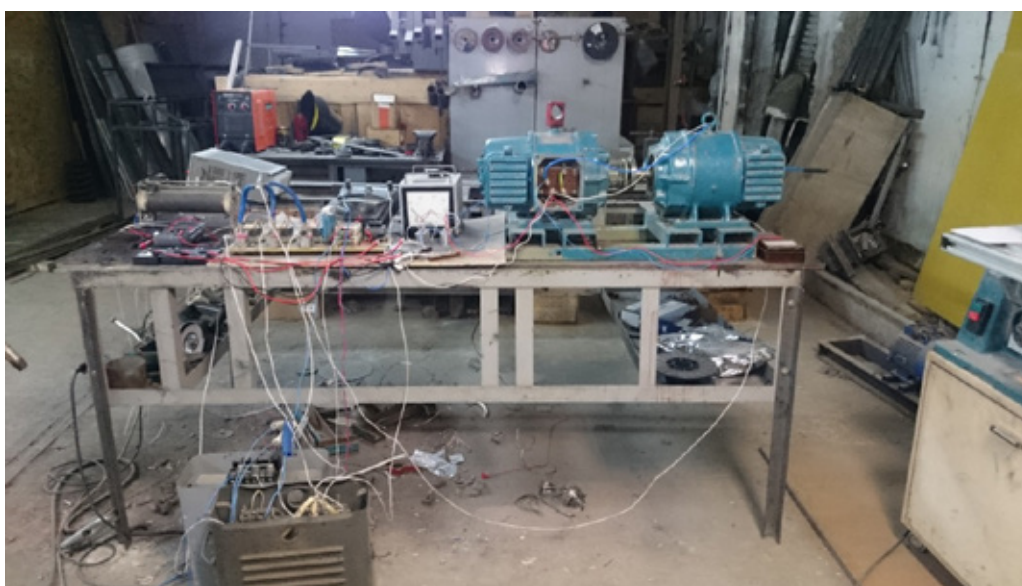


Рис. 3. Общий вид экспериментальной установка для реализации классической схемы испытаний

Испытуемые двигатели типа П-21 представлены на рисунке 4. Линейный преобразователь выполнен в виде однофазного лабораторного автотрансформатора с подключенным к нему однофазным диодным мостом (рисунок 5,

а). Вольтодобавочный преобразователь выполнен в виде нулевой управляемой схемы, выполненной на тиристорах с блоком фазового управления и собранном в одном корпусе (рисунок 5, б).

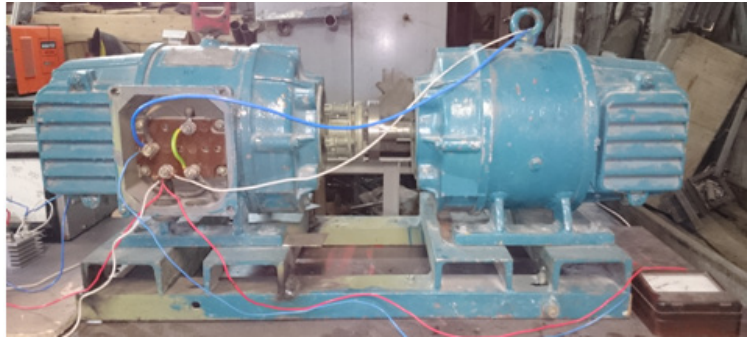


Рис. 4. Общий вид испытуемых двигателей

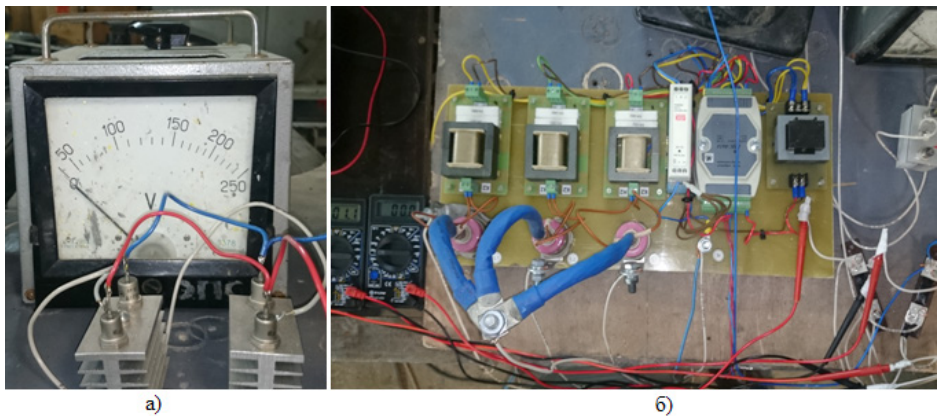


Рис. 5. Общий вид линейного преобразователя (а), вольтодобавочного преобразователя (б)

В процессе испытаний были проведены измерения, которые условно разделили на четыре режима. В таблице

1 приведены основные результаты при реализации указанных режимов для классической схемы испытаний.

Таблица 1. Результаты исследования классической схемы испытаний

Режим нагрузки	Илп, А	Ивдп, А	Ид, А	Улп, В	Увдп, В	Уд, В	Уяд, В	Уяг, В
1	1,72	12,96	15	55,5	33,2	50	44,4	23
2	1,8	9,6	12	63,6	28,2	50	44,2	26,3
3	2,04	8	10	54	24,8	50	45,2	28,8
4	2,28	5,28	7,72	53	19,5	50	46,9	34

Помимо фиксирования результатов нагрузочных испытаний с использованием электроизмерительных приборов, авторами выполнено осциллографирование формы напряжения на выходе основных элементов схемы испытаний: линейный преобразователь ЛП, вольтодобавочный преобразователь ВДП, испытуемый двигатель (рисунок 6).

Авторами были проведены попытки реализации предлагаемой схемы испытаний, представленной на рисунке 2,

однако из-за проблем с совместимостью высоковольтного источника ЛП и преобразователя частоты, работающего по ШИМ алгоритму (рисунок 7), нагрузочные испытания реализовать не удалось.

Проверка совместимости преобразователя частоты и выпрямительного моста при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку представлены на рисунках 8 и 9.



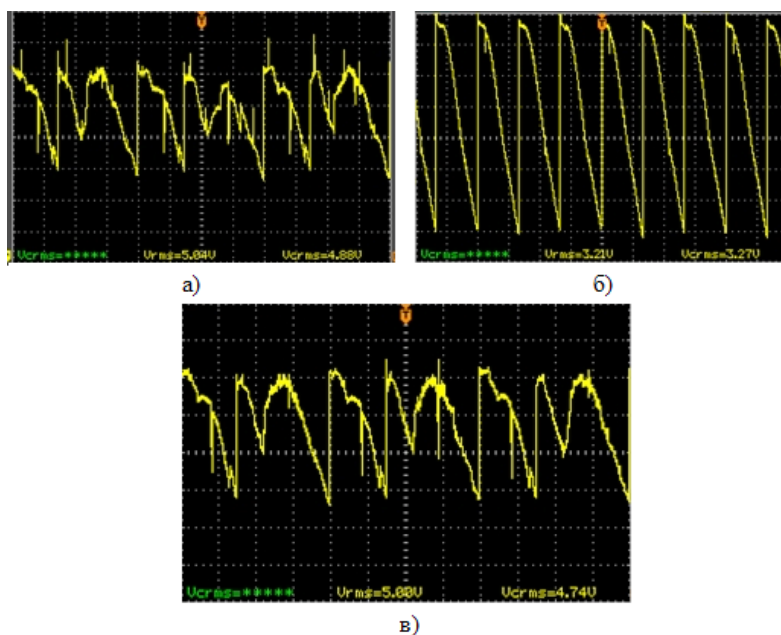


Рис. 6. Результаты осциллографирования формы напряжения при испытании двигателей постоянного тока по классической схеме (первый режим нагрузки): а — форма кривой напряжения ЛП, б — форма кривой напряжения ВДП; в — форма кривой напряжения двигателя

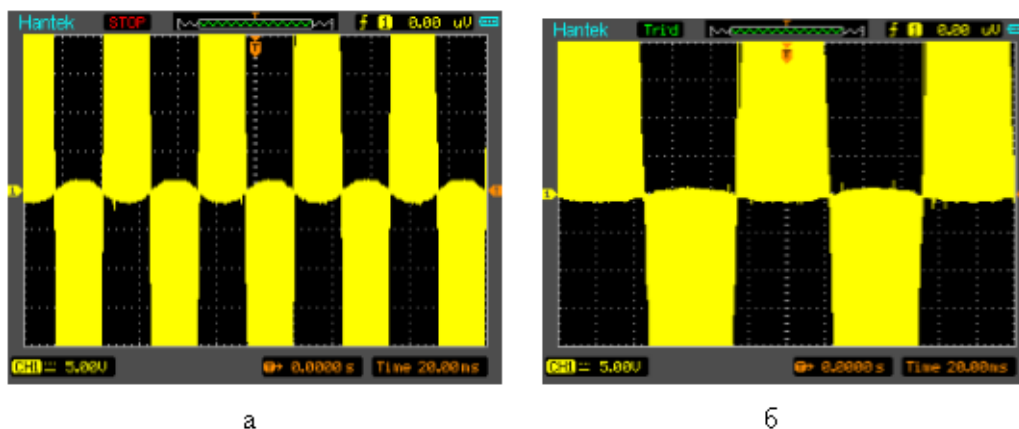


Рис. 7. Сигнал на выходе преобразователя частоты: а — частота питания — 10 Гц; б — частота питания 20 Гц

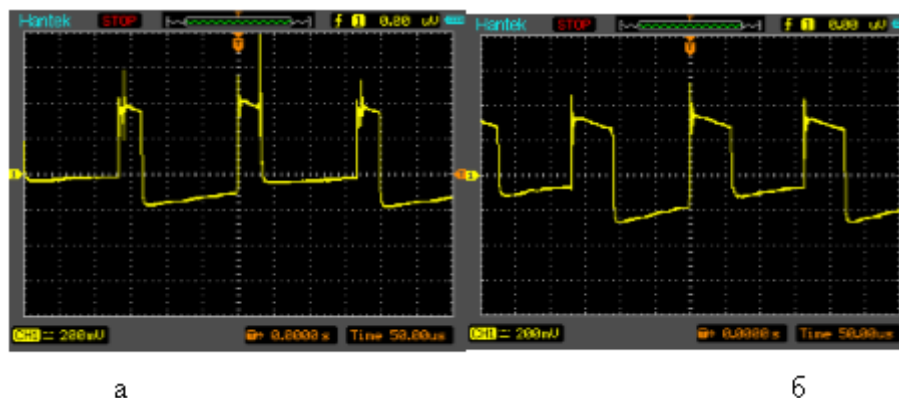


Рис. 8. Сигнал на выходе выпрямителя, работающего от преобразователя частоты, при активной нагрузке: а — частота питания — 10 Гц; б — частота питания 20 Гц

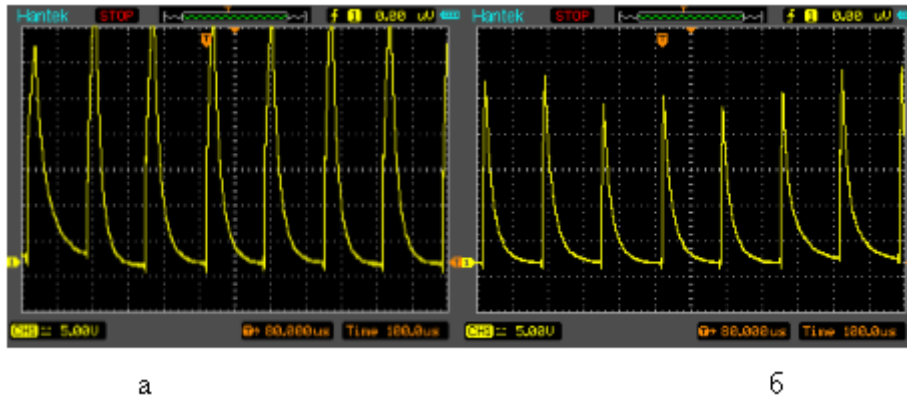


Рис. 9. Сигнал на выходе выпрямителя, работающего от преобразователя частоты, при активно-индуктивной нагрузке: а — частота питания 2 Гц; б — частота питания 10 Гц

Результаты, представленные на рисунках 8 и 9, показывают, что при активной нагрузке преобразователь частоты и выпрямитель устойчиво работают до реализации 20 Гц питающего напряжения; при активно-индуктивной нагрузке — до реализации 10 Гц. Таким образом, реализация схемы (рисунок 2), возможно лишь при детальной проработке совместимости преобразователя частоты и выпрямителя.

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования, позволили оценить форму сигналов напряжений на выходе преобразователей и напряжения питания двигателя, которые благодаря наличию полупроводниковых приборов резко отличаются от формы постоянного или пульсирующего напряжения. Применение схемы испытаний с таким составом оборудования и без специальных фильтрующих элементов, что может снизить энергетическую эффективность установки.

#### Литература:

1. Литвинов, А. В. Совершенствование технологии испытаний асинхронных тяговых двигателей локомотивов: дис. канд. технических наук. Омский гос. университет путей сообщения, Омск, 2014.

## Подбор параметров преобразователей частоты при испытании асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки

Литвинов Артем Валерьевич, кандидат технических наук, доцент  
 Бернс Павел Александрович, студент;  
 Абишов Ербол Гайдарович, студент;  
 Родина Дарья Евгеньевна, студент;  
 Логинова Екатерина Станиславовна, студент;  
 Колесников Петр Александрович, аспирант  
 Омский государственный университет путей сообщения

В настоящее время известны множество схем испытаний асинхронных двигателей, реализующих возврат электрической энергии в сеть или обратно испытуемому двигателю, что позволяет добиться экономии электрической энергии при проведении испытаний.

Общей особенностью, которую следует выделить при рассмотрении схем испытаний методом взаимной нагрузки, является применение преобразователей частоты, которые обеспечивают питание испытуемых двигателей напряжением несинусоидальной формы и переменной ча-

стоты. Частота питающего напряжения может изменяться в широком диапазоне нагрузки от режима холостого хода до нагрузки выше номинальной. При этом в процессе испытаний необходимо проводить измерения подводимой и передаваемой (генерируемой) мощности, тока, напряжения, что выдвигает особые требования к применяемым средствам измерения.

Одной из схем испытаний, реализующих взаимную нагрузку испытуемых асинхронных двигателей, с применением преобразователей частоты является схема, приве-

денная на рисунке 1 [1, 2]. Сущность способа заключается в том, что механически сопряженные муфтой два асинхронных двигателя 1, 2 подключают к однотипным преобразователям частоты 3, 4, причем каждый преобразователь частоты состоит из выпрямительных блоков 5, 6 звеньев постоянного тока 7, 8, управляемых инверторов 9, 10 с общим звеном постоянного тока 11. Шина постоянного тока используется для передачи, распределения или гашения электрической энергии, поступающей от

двигателя, переходящего в генераторный режим, в звено постоянного тока преобразователя частоты. На схеме также отмечена коммутационная аппаратура: контакторы КМ1 — КМ3 — для включения / отключения частей схемы со стороны сети (источника питания); контакторы КМ4, КМ5 — для включения / отключения шины постоянного тока; контакторы КМ6, КМ7 — для подключения / отключения испытуемого двигателя (нагрузочной машины) к (от) преобразователя частоты.

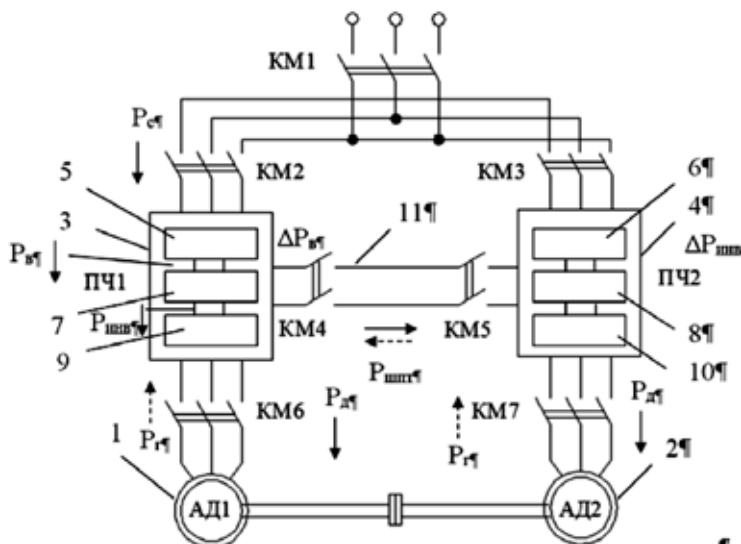


Рис. 1. Структурная схема испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки с использованием двух преобразователей частоты

Схема работает следующим образом. Посредством преобразователей частоты производят плавный запуск электродвигателей, увеличивая частоту подводимого напряжения одновременно на обоих асинхронных двигателях с помощью преобразователей частоты до ее номинального значения. Далее, например, оставив частоту питающего напряжения неизменной на втором асинхронном двигателе, снижали частоту питающего напряжения на первом асинхронном двигателе. Тем самым обеспечивается реализация режима взаимной нагрузки, при которой первый двигатель работает в режиме генератора, вырабатывая электрическую энергию, передавая её через подключенный к нему частотный преобразователь, общую шину постоянного тока, второй частотный преобразователь для питания второго асинхронного двигателя.

Для эффективного использования энергоресурсов, бесперебойного режима работы и достижения наибольшего коэффициента полезного действия реализуемой схемы испытаний требуется осуществить оптимальный подбор параметров преобразователей частоты и коммутационных аппаратов.

Реализация схемы для испытаний асинхронных двигателей, приведенная на рисунке 1, выполнена в лаборатории «Электрические передачи локомотивов» кафедры «Локомотивы» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС), сотрудниками кафедры «Ло-

комотивы» и «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС [3]. Представленный стенд укомплектован асинхронными двигателями марки АДМ71В4У2 и частотными преобразователями типа ACS355, номинальной мощностью 750 Вт и 1,5 кВт соответственно.

Для выполнения подбора параметров преобразователей частоты требуется выполнить эксперименты, на основании которых выдвинуть рекомендации по загруженности элементов преобразователей. Первый эксперимент реализован путем коммутации контакторов КМ1, КМ2, КМ4 — КМ7. Таким образом, общее питание схемы испытаний реализовано через выпрямительную установку 5 преобразователя частоты 3 (рисунок 1). Запуск схемы и реализация нагрузочных испытаний проводится в последовательности, описанной выше. Измерение мощности проводятся в следующих частях схемы: со стороны сети, в шине постоянного тока, со стороны питания двигателя. Так для определения потерь мощности в инверторе второго частотного преобразователя необходимо выполнить следующее действие:

$$\Delta P_{инв} = P_{шт} - P_{д} \tag{1}$$

Результаты первого эксперимента приведены в таблице 1.

Для определения потерь мощности в выпрямительной установке при различной степени нагружения двигателя выполнен второй эксперимент. Первая машина — в ре-

Таблица 1. Результаты первого эксперимента

$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$P_c, \text{Вт}$	$P_{\text{шпт}}, \text{Вт}$	$P_d, \text{Вт}$	$\Delta P_{\text{инв}}, \text{Вт}$
50	50	400	198	136	62
47	50	495	600	526	74
44	50	730	987	915	72
41	50	1080	1333	1266	67

жиме двигателя, вторая — в режиме генератора. Потери мощности в инверторе могут быть определены по результатам измерений потребляемой мощности двигателя (см. таблицу 1).

Мощность, потребляемая инвертором, определяется по формуле:

$$P_{\text{инв}} = P_d + \Delta P_{\text{инв}} \quad (2)$$

Мощность на выходе выпрямительной установки определяется по формуле:

$$P_v = P_{\text{инв}} - \Delta P_{\text{шпт}} \quad (3)$$

Потери в выпрямительной установке определяются по формуле:

$$\Delta P_v = P_v - \Delta P_c \quad (4)$$

Результаты расчета по формулам (2) — (4) представлены в виде таблицы 2.

Результаты нагрузочных испытаний при питании схемы от выпрямительных установок обоих преобразователей частоты представлены в таблице 3.

Распределение мощности по участкам схемы при работе двух преобразователей частоты приведена на рисунке 2.

По результатам проведенных экспериментов и несложных расчетов можно сделать следующие выводы:

- загруженность выпрямительных установок при питании схемы от преобразователей частоты в номинальном режиме работе испытуемого двигателя (41 Гц — частота питания нагрузочной машины) составляет для преобразо-

- вателя, питающего генератор — менее 30%; питающего двигатель — менее 60%;

- загруженность шины постоянного тока при питании схемы от преобразователей частоты в номинальном режиме работе испытуемого двигателя (41 Гц — частота питания нагрузочной машины) составляет порядка 52%;

- при реализации питания схемы от выпрямительной установки одного из преобразователей частоты загруженность шины постоянного тока (41 Гц — частота питания нагрузочной машины) составляет 106%; загруженность выпрямительной установки — 85%.

На основании вышеизложенного, можно дать следующие рекомендации, которые следует учесть при проектировании схем испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки:

- снизить потери в выпрямительных установках и управляемых-инверторах, т. к. они увеличивают мощность, потребляемую из сети, что в свою очередь нагружает все элементы преобразователей частоты;

- для предлагаемой схемы испытаний оптимальным является приобретение не двухзвенного преобразователя частоты, а, возможно, двух отдельных выпрямительных установок, либо одной общей выпрямительной установки для реализации питания схемы испытаний;

- учесть загруженность звеньев постоянного тока при реализации питания от выпрямительной установки одного

Таблица 2. Результаты второго эксперимента

$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$P_c, \text{Вт}$	$P_{\text{шпт}}, \text{Вт}$	$P_d, \text{Вт}$	$\Delta P_{\text{инв}}, \text{Вт}$	$P_{\text{инв}}, \text{Вт}$	$P_v, \text{Вт}$	$\Delta P_v, \text{Вт}$
50	50	400	136	136	62	198	334	66
47	50	495	184,1	526	74	600	415,9	79,1
44	50	730	338,55	915	72	987	648,45	81,55
41	50	1080	341,82	1266	67	1333	991,18	88,82

Таблица 3. Результаты экспериментов при питании схемы от выпрямительных установок обоих преобразователей частоты

$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$P_{c1}, \text{Вт}$	$P_{c2}, \text{Вт}$	$P_{\text{шпт}}, \text{Вт}$	$P_d, \text{Вт}$
49	50	170	240	107	301
47	50	168	316	301	563
45	50	330	442	480	820
43	50	253	580	575	1065
41	50	330	730	656	1270

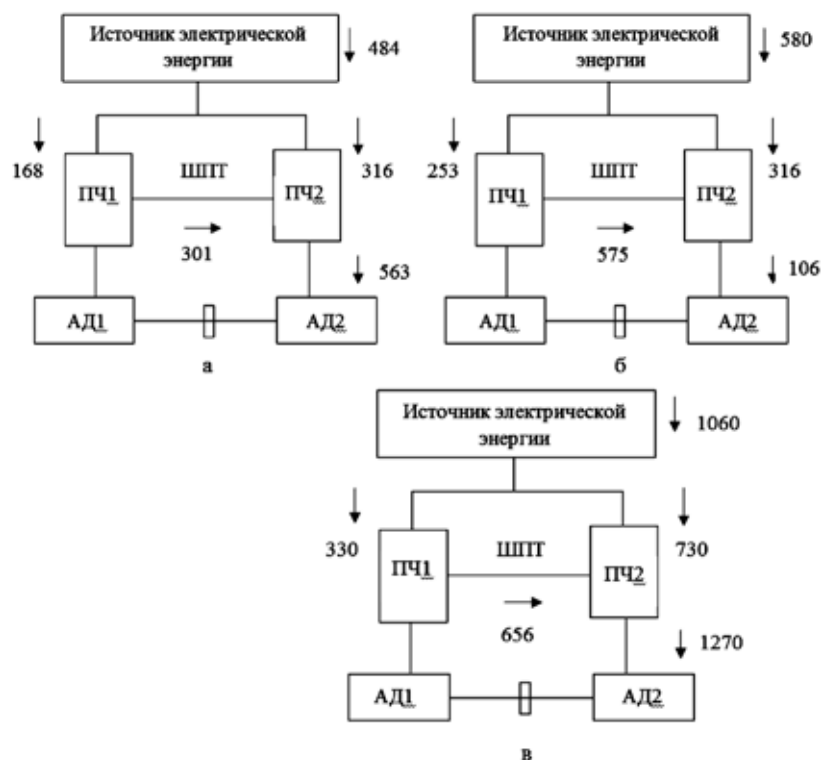


Рис. 2. Распределение мощности между основными элементами схемы:  
 а — 47 Гц и 50 Гц; б — 43 Гц и 50 Гц; в — 41 Гц и 50 Гц

преобразователя частоты, либо общей выпрямительной установки.

Представленные выводы и рекомендации позволят

повысить энергетическую эффективность схемы для испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки.

Литература:

1. Авилов, В.Д. Схема испытаний асинхронных двигателей методом их взаимной нагрузки: патент РФ № 140678, 2013 [Текст]/ В.Д. Авилов, Д.И. Попов, А.В. Литвинов.
2. Литвинов, А.В. Совершенствование технологии испытаний асинхронных тяговых двигателей локомотивов: дис. канд. технических наук. Омский гос. университет путей сообщения, Омск, 2014.
3. Авилов, В.Д. Физическая модель испытательной станции асинхронных тяговых двигателей с использованием метода взаимной нагрузки [Текст]/ В.Д. Авилов, Д.И. Попов, В.Т. Данковцев, А.В. Литвинов // Инновационные проекты и новые технологии для транспортного комплекса: Материалы четвертой научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки и 110-летию ОмГУПСа (8 февраля 2012 г.) / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2012. с. 69–73.

## Применение разработанных методик определения мощности для уточнения математической модели процесса испытаний асинхронных тяговых двигателей методом взаимной нагрузки и формирования алгоритмов выбора коммутационного оборудования и схемы испытаний

Литвинов Артем Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Бернс Павел Александрович, студент;  
 Абишов Ербол Гайдарович, студент;  
 Родина Дарья Евгеньевна, студент;  
 Логинова Екатерина Станиславовна, студент  
 Омский государственный университет путей сообщения

Разработанные методики [1] позволяют определить мощности, потребляемой всеми элементами схемы, за счет проведения ряда измерений и использования полученных зависимостей потерь в основных элементах схемы от подведенной к ним мощности. Это позволяет уточнить математическую модель процесса испытаний асинхронных

двигателей методом их взаимной нагрузки. Таким образом, можно синтезировать математическую модель, учитывающую работу преобразователей частоты как реальных элементов схемы, работа которых приносит дополнительные потери в схеме испытаний. Последовательность получения такой математической модели показана на рисунке 1.

### Математическая модель с учетом потерь $\Delta P$

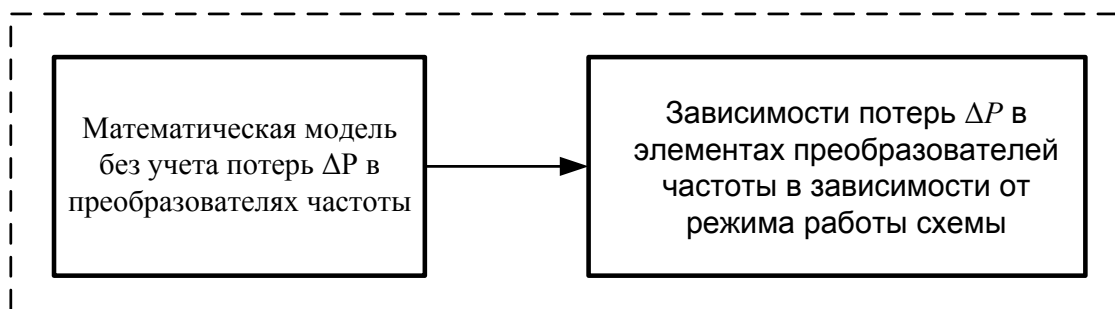


Рис. 1. Получение математической модели с учетом потерь в основных элементах схемы

Дополненная математическая модель работы асинхронных двигателей при испытании методом взаимной нагрузки представлена в виде системы уравнений (1).

Как отмечалось выше, система уравнений дополнена зависимостями потерь в основных элементах частотных преобразователей (выпрямителе и инверторе) от мощности, потребляемой асинхронным двигателем. Данная математическая модель является универсальной для каждой из предложенных схем испытаний [2].

Практическая ценность разработанных методик заключается в использовании общепромышленных электроизмерительных приборов, что позволяет отказаться от использования специализированных сложных электроизмерительных комплексов.

Использование результатов математического моделирования, с учетом потерь в основных элементах схемы, позволяет определить подведенную и генерируемую мощности; технические характеристики электроизмерительного оборудования, используемого во время испытаний, а также, при необходимости, коммутационного оборудо-

вания и требуемой во время испытаний мощности сети. Алгоритм определения параметров сети, коммутационного и защитного оборудования схемы испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки представлен на рисунке 2. Алгоритм выбора схемы для испытания асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки приведен на рисунке 3.

Подбор параметров испытуемых двигателей выполняется по данным каталогов, технических условий и конструкторских чертежей, для проведения математического моделирования процесса испытаний асинхронных двигателей.

Предварительный выбор схемы испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки выполняется с целью выбора математической модели для описания асинхронных двигателей с учетом конструктивных и функциональных особенностей схемы.

Расчет подводимой и генерируемой мощности испытуемых двигателей с помощью математической модели без учета потерь в основных элементах схемы (преобразова-

$$\begin{aligned}
 \frac{di_{1a}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{11}} \cdot \left[ u_{1a}(t) - i_{1a} \cdot R_1 + k_{1r} \cdot \left[ i'_{2a} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{112} \cdot (i_{1b} - i_{1c}) + L_{12} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right] \\
 \frac{di_{1b}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{11}} \cdot \left[ u_{1b}(t) - i_{1b} \cdot R_1 + k_{1r} \cdot \left[ i'_{2b} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{112} \cdot (i_{1c} - i_{1a}) + L_{12} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right] \\
 \frac{di_{1c}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{11}} \cdot \left[ u_{1c}(t) - i_{1c} \cdot R_1 + k_{1r} \cdot \left[ i'_{2c} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{112} \cdot (i_{1a} - i_{1b}) + L_{12} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right] \\
 \frac{di'_{2a}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{12}} \cdot \left[ k_{1r} \cdot (u_{1a}(t) - i_{1a} \cdot R_1) + \left[ i'_{2a} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{112} \cdot (i_{1b} - i_{1c}) + L_{12} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right] \\
 \frac{di'_{2b}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{12}} \cdot \left[ k_{1r} \cdot (u_{1b}(t) - i_{1b} \cdot R_1) + \left[ i'_{2b} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{112} \cdot (i_{1c} - i_{1a}) + L_{12} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right] \\
 \frac{di'_{2c}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_1 \cdot L_{12}} \cdot \left[ k_{1r} \cdot (u_{1c}(t) - i_{1c} \cdot R_1) + \left[ i'_{2c} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{112} \cdot (i_{1a} - i_{1b}) + L_{12} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right] \\
 \frac{d\omega}{dt} &= \frac{-P}{J \cdot \sqrt{3}} \cdot \left[ [i'_{1a} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c}) + i'_{1b} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a}) + i'_{1c} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})] \cdot L_{112} + [i'_{2a} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c}) + \right. \\
 &\quad \left. + i'_{2b} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a}) + i'_{2c} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})] \cdot L_{212} \right] - \frac{M_{\text{max}}}{J} \cdot \text{sign}(\omega) \\
 \frac{di_{2a}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{21}} \cdot \left[ u_{2a}(t) - i_{2a} \cdot R_1 + k_{2r} \cdot \left[ i'_{2a} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{212} \cdot (i_{2b} - i_{2c}) + L_{22} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right] \\
 \frac{di_{2b}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{21}} \cdot \left[ u_{2b}(t) - i_{2b} \cdot R_1 + k_{2r} \cdot \left[ i'_{2b} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{212} \cdot (i_{2c} - i_{2a}) + L_{22} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right] \\
 \frac{di_{2c}}{dt} &= \frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{21}} \cdot \left[ u_{2c}(t) - i_{2c} \cdot R_1 + k_{2r} \cdot \left[ i'_{2c} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{212} \cdot (i_{2a} - i_{2b}) + L_{22} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right] \\
 \frac{di'_{2a}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{22}} \cdot \left[ k_{2r} \cdot (u_{2a}(t) - i_{2a} \cdot R_1) + \left[ i'_{2a} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{212} \cdot (i_{2b} - i_{2c}) + L_{22} \cdot (i'_{2b} - i'_{2c})) \right] \right] \\
 \frac{di'_{2b}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{22}} \cdot \left[ k_{2r} \cdot (u_{2b}(t) - i_{2b} \cdot R_1) + \left[ i'_{2b} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{212} \cdot (i_{2c} - i_{2a}) + L_{22} \cdot (i'_{2c} - i'_{2a})) \right] \right] \\
 \frac{di'_{2c}}{dt} &= -\frac{1}{\sigma_2 \cdot L_{22}} \cdot \left[ k_{2r} \cdot (u_{2c}(t) - i_{2c} \cdot R_1) + \left[ i'_{2c} \cdot R_2' + \frac{P}{\sqrt{3}} \cdot \omega \cdot (L_{212} \cdot (i_{2a} - i_{2b}) + L_{22} \cdot (i'_{2a} - i'_{2b})) \right] \right] \\
 \Delta P_{\text{mag}} &= f(P_{\text{M}}) \\
 \Delta P_{\text{loss}} &= f(P_{\text{M}}) \\
 P_r &= \Delta P_{\text{loss}1} + \Delta P_{\text{loss}2} + \Delta P_{\text{mag}1} + \Delta P_{\text{mag}2} + P_{\text{M}}^3 + P_{\text{M}}^*
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

телях частоты) позволяет предварительно оценить величину мощности [3], потребляемую из сети, что в случае схемы испытаний с нестандартным преобразователем частоты [2], также позволит определить токовую нагрузку на неуправляемый выпрямитель. Зная потребляемую мощность из сети, можно определить технические характеристики электроизмерительных приборов, коммутационной и защитной аппаратуры.

В соответствии с предварительно выбранной схемой испытаний, осуществляется сборка схемы для измерения потерь и мощности в основных элементах схемы, строят зависимости по выбранной методике, по которым в дальнейшем определяют их величины по измеренной подводимой мощности на определенном участке схемы. Зная потери в основных элементах схемы, уточняются значения параметров сети, технических характеристик электроизмерительных приборов, коммутационного и защитного оборудования схемы.

Как правило, преобразователи частоты выбирают с полуторным запасом мощности двигателя, предназначенного для работы от него. С другой стороны, каждый преобразователь частоты может быть настроен для управления двигателем в половину меньшей мощности преобразователя. Таким образом, зависимости потерь в преобразователях частоты могут быть использованы для определения генерируемой и подводимой мощности асинхронных двигателей в широком диапазоне частот и мощностей двигателей от 50 до 100% мощности преобразователя.

Параметры сети, коммутационного и защитного оборудования, определенные по алгоритму (рисунок 2) используются в алгоритме выбора схемы испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки (рисунок 3).

Первым шагом в алгоритме выбора схемы испытаний является установление типа преобразователя, питающего тяговый двигатель в реальных условиях, как это реали-

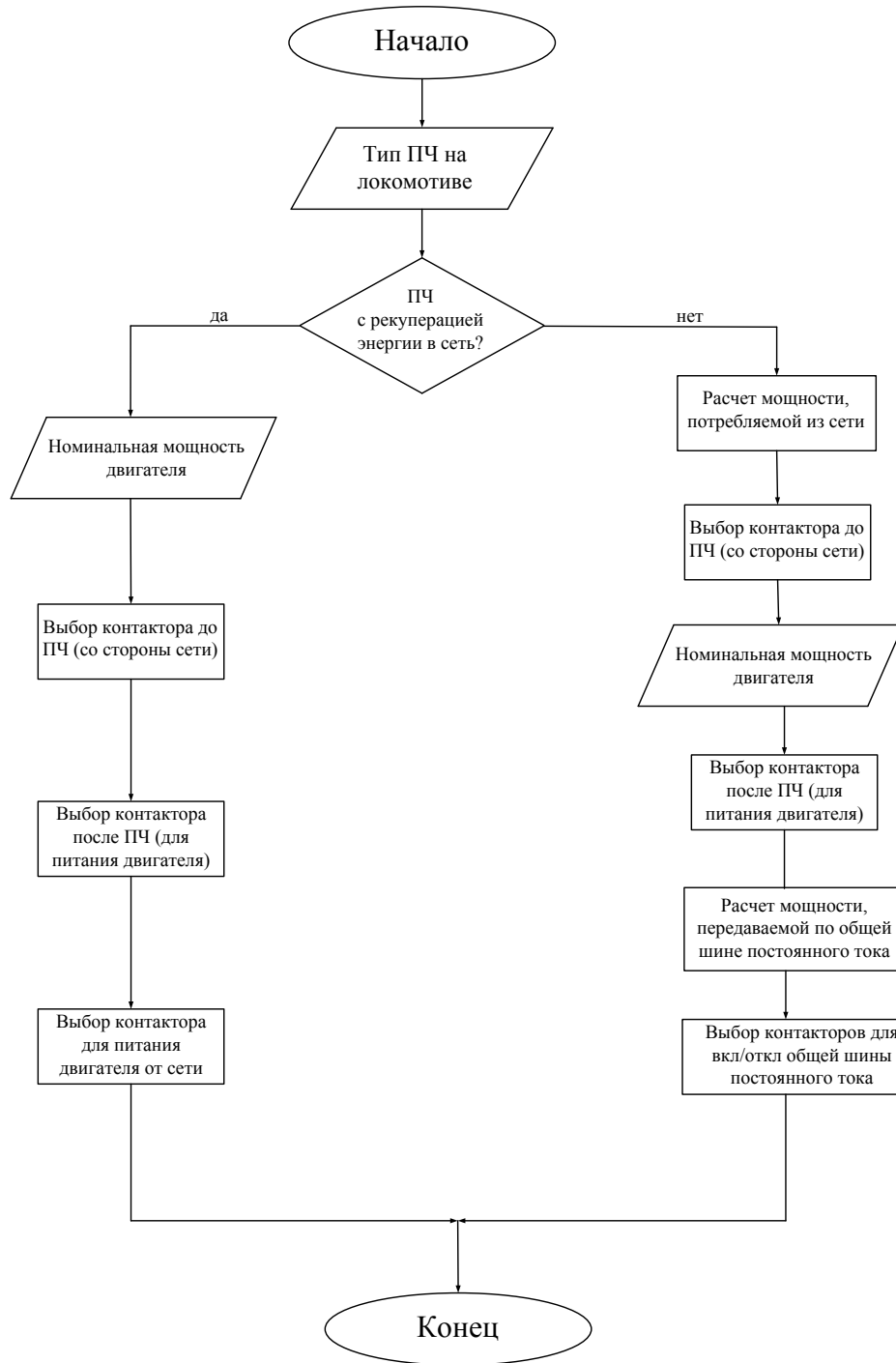


Рис. 2. Алгоритм определения коммутационного оборудования схемы испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки

зовано на локомотиве. Если двигатель получает питание от преобразователя частоты с функцией рекуперации энергии, то следует использовать схему с одним преобразователем частоты с функцией рекуперации (рисунок 3). В противном случае, могут быть использованы одна из двух других предложенных схем: схема с двумя преобразователями частоты или схема с нестандартным преобразователем частоты.

Далее выполняется проверка соответствия работы схемы установленным нормам по показателям качества

электрической энергии сети. В случае несоответствия требуется применение устройств помехоподавления и фильтров. Если работа схемы соответствует требованиям, то выполняется следующая проверка.

Проверка условия по допустимой нагрузке сети реактивной мощностью выполняется только для схемы с одним преобразователем частоты с функцией рекуперации, т. к. в данной схеме выполняется обмен реактивной энергией между сетью и асинхронным генератором. Если условие не выполняется, то принимают решение об установке



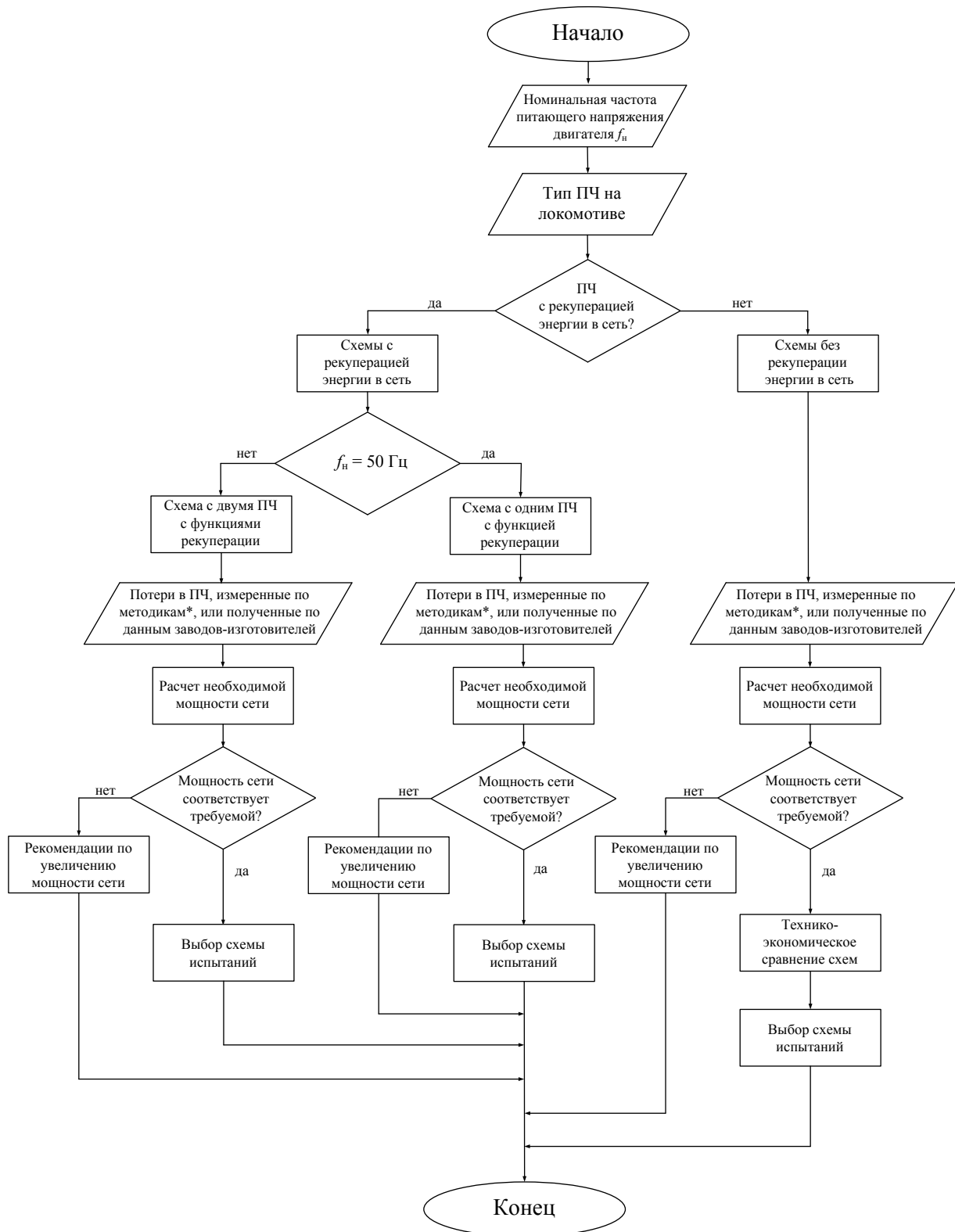


Рис. 3. Алгоритм выбора схемы для испытаний асинхронных тяговых двигателей методом взаимной нагрузки

устройств компенсации реактивной мощности и вновь повторяют проверку условия.

После этого выполняются расчет технико-экономиче-

ской эффективности схем испытаний асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки по результатам которого делается выбор в пользу той или иной схемы.

Литература:

1. Харламов, В. В., Попов Д. И., Литвинов А. В. Методика определения потребляемой мощности во время испытаний асинхронных тяговых двигателей методом взаимной нагрузки с учетом особенностей их питания // «Известия Транссиба». Научно-технический журнал. ОмГУПС. 2015. № 3. с. 53–62.
2. Литвинов, А. В. Совершенствование технологии испытаний асинхронных тяговых двигателей локомотивов: дис. канд. технических наук. Омский гос. университет путей сообщения, Омск, 2014.
3. Авилов, В. Д., Попов Д. И., Литвинов А. В. Математическая модель процесса испытаний асинхронных двигателей методом их взаимной нагрузки // Вестник СибАДИ. — Омск: СибАДИ. — 2013. — № 5 (33). — с. 75–81.

## Разработка, применение и функциональные возможности информационной системы «Научный потенциал»

Махманов Ориф Кудратович, соискатель;

Зайнидинов Хакиджон Насридинович, доктор технических наук, профессор  
Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

Таджикходжаев Закирходжа Абдусаттарович, доктор технических наук, профессор  
Центр внедрения и развития информационно-коммуникационных технологий (г. Ташкент, Узбекистан)

Необходимость оценки научного потенциала высших образовательных (ВОУ) и научно-исследовательских учреждений (НИУ) продиктована потребностью во владении объективной информацией об уровне научного потенциала (НП) в целом, а также межвузовского и меж научно-исследовательского сопоставления НП с целью выявления всех объективных особенностей и выполнения необходимых решений.

Достоверная информация, которая может быть получена в рамках регулярного мониторинга и стратегического анализа НП, необходима для развития, как самого учреждения, так и в целом.

Отсутствие новых методов и инструментария, обеспечивающего мониторинг, делает процесс сбора и обработки информации трудоёмким. С момента сбора информации, обобщения и анализа данных проходит слишком много времени, а иногда временной показатель препятствует к быстрому обобщению материалов. Поэтому повысить качество и эффективность организации мониторинга возможно только с использованием информационных технологий, то есть разработкой информационных систем, позволяющие получать ежедневно обновлённую информацию.

В настоящее время в ВОУ и НИУ наблюдается возрастная диспропорция в составе педагогических (ПР) и научных работников (НР), дефицит педагогических и научных работников необходимой высшей квалификации являющиеся элитой учреждений, ослаблении интереса к научно-педагогической деятельности.

Вместе с тем, необходимость поддержания конкурентоспособности рассматриваемых учреждений на высоком уровне требует от них повышения эффективности прини-

маемых решений в области воспроизводства научно-педагогических кадров. В этой связи возникает необходимость поиска эффективных внутренних механизмов управления формированием и использованием научного потенциала, которая требует постоянного мониторинга кадрового потенциала [1,2].

Результатом нашей работы явилась разработка информационной системы «Научный потенциал» предназначенная для мониторинга научного потенциала высших образовательных и научно-исследовательских учреждений сформировавшая постоянно возобновляемую базу данных, которая осуществляется доступом через Интернет и позволяющая создавать сложные отчёты в любых форматах [3].

Информационная система «Научный потенциал» представляет собой веб-приложение. Веб-приложение — ПР-НР — серверное приложение, в котором ПР-НР выступает браузер, а сервером — веб-сервер. Логика веб-приложения распределена между сервером и ПР-НР, хранение данных осуществляется преимущественно на сервере, обмен информацией происходит по сети. Одним из плюсов такого подхода является независимость от операционной системы ПР-НР — пользователя, поэтому веб-приложения служат межплатформенными сервисами. На PHP (YII Framework) выполнена серверная часть веб-приложения. Информация ПР-НР реализована на HTML5, CSS3, JavaScript (jQuery). При разработке ИС «Научный потенциал» использовался новый подход к разработке веб-приложений, называемый AJAX технологии. При использовании AJAX технологии страницы веб-приложения не перезагружаются целиком, а лишь догружают необходимые данные с сервера, что делает их более инте-

ративными и производительными. Доступ пользователя к информации осуществляется с помощью подключения модулей информационной системы к «серверу СУБД». Применение данного программного обеспечения может в любых сетях, функционирующих на основе протокола TCP/IP.

Для работы с базами данных применён MySQL, являющийся лучшим решением для малых и средних приложений [4]. Гибкость СУБД MySQL обеспечивается поддержкой большого количества типов таблиц, а запросы происходят на «понятном» ПР-НР — пользователю языке.

Применение при разработке информационной системы Yii Framework обусловлено тем, что он оборудован многими мерами безопасности для предотвращения веб-приложений от неспровоцированных атак, таких как SQL инъ-

екции, межсайтовый скриптинг (XSS), подделка запроса кросс-сайт (CSRF).

Для определения состояния и оценки научного потенциала, а также его прогнозирования разработанная информационная система «Научный потенциал», включает в себя базу данных педагогических работников 75 ВОУ и научных работников 70 НИУ.

Информационная система позволяет всесторонне проследить динамику формирования научного потенциала для ВОУ: кадров, кафедр, факультетов и ВОУ, для НИУ: кадров, лабораторий, отделов, НИУ, а также выявить участие кадрового потенциала ВОУ и НИУ в проведении научных исследований, с опубликованием научных статей в зарубежных и научных журналах рекомендуемых ВАК. Получения патентов или свидетельств на изобретение выданные Агентством по интеллектуальной собственности.

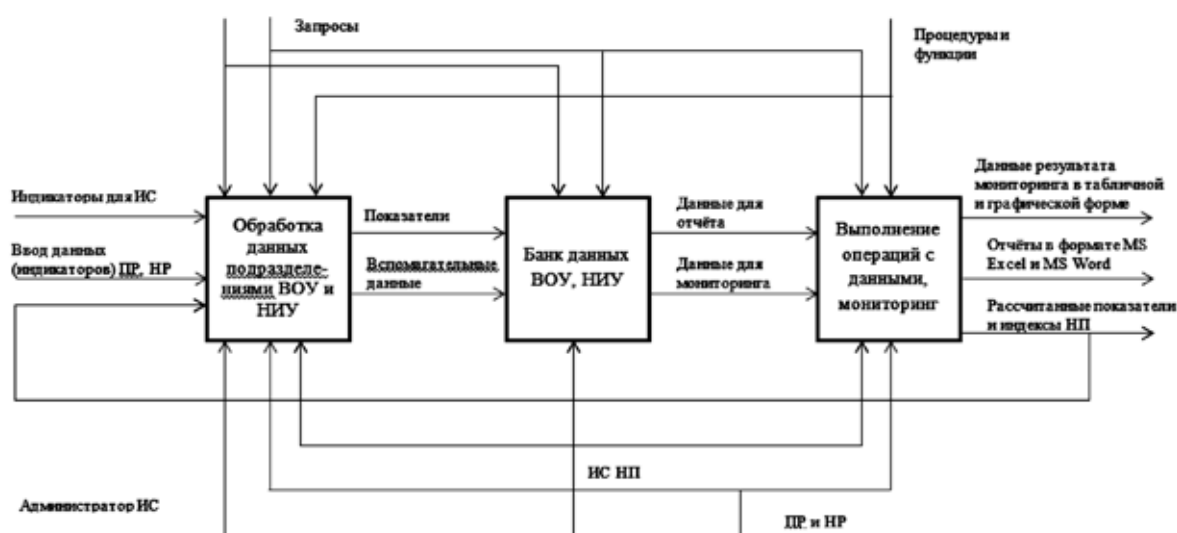


Рис. 1. Схема функционирования информационной системы НП

Для определения научного потенциала ВОУ и НИУ в целом:

- предложены критерии формирования научного потенциала учреждений с точки зрения острепенной и возрастной динамики, научной активности, конкурентоспособности подразделений между собой по научному потенциалу;

- анализ текущего состояния научного потенциала подразделений ВОУ и НИУ с использованием статистических данных из базы ИС «Научный потенциал»;

- Предложен системный и единый подход по определению научного потенциала для ВОУ и НИУ с использованием информационной системы, которая позволяет:

- учитывать развитие научного потенциала, позволяющие прогнозировать необходимость количественных и качественных параметров воспроизводства и ротации кадров с высшей квалификацией;

- проведения многофакторного анализа возрастной динамики научного потенциала, научной активности педагогических и научных работников.

Реализация разработанной ИС «Научный потенциал» позволит усовершенствовать систему управления подготовки научно-педагогических кадров и развития кадрового потенциала, которая поможет решить задачу обеспечения квалифицированными научными кадрами, повысить ответственность организаций образования и науки за качество и эффективность подготовки.

### Результаты мониторинга ВОУ и НИУ ИС «Научный потенциал»

Сформирована база данных (БД) педагогических и научных работников из числа работающих в ВОУ и НИУ, составляет более 30000 и на их основе проведены анализ данных и мониторинг:

- так для ВОУ и НИУ по БД определены количество педагогических и научных работников в каждом из рассматриваемом учреждении, при этом определены штатные педагогические или научные работники, из них



Таблица 2. (факультеты ВОУ/отделы НИУ)

Наименование факультетов/ отделов ВОУ/НИУ	кол-во педагогических / научных работников (осн/совм)	из них работающих				научный потенциал ВОУ/НИУ, (%) по		
		в основном штате		совместителем		основному штату	для сведения	
		остепененные	не остепененные	остепененные	не остепененные		совместительству	общее

Таблица 3. (кафедры ВОУ/лаборатории НИУ)

Наименование кафедр/ лабораторий ВОУ/НИУ	кол-во педагогических / научных работников (осн/совм)	из них работающих				научный потенциал ВОУ/НИУ, (%) по		
		в основном штате		совместителем		основному штату	для сведения	
		остепененные	не остепененные	остепененные	не остепененные		совместительству	общее

Таблица 4. (ВОУ/НИУ возрастные характеристики)

Наименование ВОУ/НИУ	кол-во педагогических/ научных работников				возрастные характеристики остепененных, %					
	общее		остепененные							
	всего	средн. возраст	всего	средний возраст	до 30 лет	31–40 лет	41–50 лет	51–60 лет	61–65 лет	66 лет и выше

**Выводы**

1. На сегодняшний в ВОУ и НИУ появилась возможность, мониторинга состояния и развития научного потенциала по базе данных информационной системы «Научный потенциал», а также проработки прогнозирования подготовки научных и научно-педагогических кадров.

2. Проведённый мониторинг состояния научного потенциала ВОУ и НИУ в разрезах вуза, факультетов, кафедр и научных подразделений — отделов, лабораторий показал необходимость поиска организационных решений, позволяющих рационально использовать имеющийся на-

учный потенциал, расширять возможности обеспечения за счет интеграции ВОУ-НИУ-ПРОИЗВОДСТВО и внутри вузовских ресурсов подготовки, привлечения и закрепления кадров, а также необходимо разрабатывать и внедрять механизмы, способствующие к повышению эффективности воспроизводства высоко-квалифицированного кадрового потенциала ВОУ и НИУ.

3. Стратегией развития ВОУ и НИУ требует разработки и реализации концепции опережающей подготовки научно-педагогических кадров, важнейшим элементом которой должны стать выявление и поддержка интеллектуального класса педагогических и научных работников.

Литература:

1. Донецкая, С.С. Научный потенциал преподавателей российских университетов (на примере химических факультетов) // Эко. 2007. № 4. с. 131–143.
2. Степанов, Ю.С., Рабинович М.И., Рабинович С.Ю. О построении функций свертывания информации для оценки деятельности подразделений и сотрудников высших образовательных учреждений // Technology-2001: Сб. науч. тр. междунар. дистанцион. науч.-техн. конф. Орел, 2001. с. 270–272.

3. Махманов, О.К., Хакимов З.Т., Таджиходжаев З.А. «Илмий салохият/ Научный потенциал» // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ, № DGU 02952 от 31.12.2014 г.
4. Гайдамакин, Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных / Н.А. Гайдамакин. — М.: Бином-Пресс, 2002 — с. 365.

## Совершенствование мяса птицы путем добавления функциональных компонентов

Машанова Нурбиби Советовна, доктор технических наук, старший преподаватель;

Айткулова Аймира Жигеровна, магистрант;

Шакенова Арайлым Айтчановна, магистрант;

Бекболатова Марьям Ерболовна, магистрант;

Мауешова Алима Нысанғалиевна, магистрант

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина (г. Алматы, Казахстан)

*Статья посвящена актуальным вопросам улучшения функциональных свойств продуктов из мяса птицы путем добавления дополнительного сырья, трав и специй.*

**Ключевые слова:** *мясо индейки, куриное мясо, индюшатина, ромашка, чабрец, шпинат, фенхель, розмарин, звездичное масло, тыква, тыквенные семечки, топинамбур*

Сегодня наблюдается повышение потребительского интереса в оздоровительной роли пищевых продуктов, или их физиологически активных компонентов. Мировые тенденции в области питания связаны с созданием продуктов, способствующих улучшению здоровья при ежедневном употреблении и получивших название функциональные. В настоящее время в условиях рынка при производстве продуктов питания наибольшее распространение получили такие функциональные компоненты, как пищевые волокна, травы, специи, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, антиоксиданты, олигосахариды, микроэлементы и бифидобактерии [1].

Функциональный пищевой продукт может быть определен как еда, которая может обеспечить заботу о здоровье, и аналогичен по внешнему виду обычной пище, предназначенной для потребления как часть обычной диеты, но был изменен, чтобы содействовать физиологической роли за рамки предоставления простых питательных потребностей [2]. В основном на рынке как функциональные продукты технологически разработаны ингредиенты с определенной пользой для здоровья [3]. Функциональный продукт — это еда, предназначенная обеспечить необходимыми питательными веществами организм человека, следовательно, предотвращения связанных с питанием заболеваний и улучшения физического и психического благополучия потребителей [4, 5, 6].

Мясо и мясные продукты имеют важное значение в питании современного мира. Пищевые продукты животного происхождения необходимы для поддержания здоровья организма человека. Их основными компонентами, кроме воды, являются белки и жиры, витамины и минералы с

высокой степенью биологической доступности. Мясо является ценным источником омега-3 жирных кислот, витамина В12, белка и биодоступного железа [2]. Мясо и мясные продукты используются не только для обеспечения необходимых питательных веществ, но и, имеют дополнительные функции для предотвращения заболеваний и повышения физического и психологического состояния потребителей, эти требования обеспечивают большие возможности для мясной промышленности. Обеспечение мясных продуктов более высокими функциональными качествами может быть с помощью ограничения или устранения нежелательных компонентов путем добавления пищевых волокон, трав и специй [7]. Хорошая усвояемость мяса птицы (на 96%) объясняется его химическим составом. В связи с тем, что в мясе птиц относительно слабо развита соединительная ткань, оно содержит больше полноценных и усвояемых белков по сравнению с мясом убойных животных [2]. Белков в мясе птицы больше, чем в мясе убойных животных, и они в основном водорастворимые. В белках птицы практически отсутствуют коллаген и эластин, что характеризует его хорошую усвояемость и пищевую ценность (много полноценных белков) [2].

Среди всех видов мяса птицы, наиболее популярным и полезным считается куриное мясо и мясо индеек. Исходя из химического состава это очень питательные и в то же время низкокалорийные продукты, которые богаты калием и фосфором, так же куриное мясо и мясо индеек производятся в промышленных масштабах, что может обеспечить их массовое потребление.

В рамках Государственной Программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на базе мясного цеха Казахского агротехнического универ-

ситета им. С. Сейфулина нами были разработаны 4 рецептуры для колбасных изделий из мяса птицы с функциональным назначением, комбинируя основной продукт с травами, специями и пищевыми добавками. Для первых двух рецептов было выбрано в качестве сырья куриное мясо, их отличия состояли в добавлении различных растительных добавок, в первой — порошка топинамбура, сушеного розмарина и гвоздичного масла, а во второй — тыквенные семена и тыквенное масло.

В клубнях топинамбура содержится особый полисахарид — инулин, биохимический состав топинамбура, как пищевой культуры является уникальным, что определяет ценность топинамбура, как пищевой культуры. [8, 9, 10]. Химический состав розмарина богат витаминами А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, С и РР, и в сухом виде является хорошим антисептиком, используется как профилактическое средство при расстройствах пищеварения, для борьбы с кишечными палочками и дрожжевыми грибами [11]. Среди специй, гвоздика имеет сильнейший антиоксидантный потенциал. Гвоздика как известно, обладает антимикробной активностью в течение длительного времени из-за его антимикробного ингредиента-эвгенол. В готовых к употреблению куриных сосисках, гвоздичное масло на 1–2% ингибирует рост *L. monocytogenes* во время хранения при 5°C и 15°C.

Введение семян тыквы при разработке второй рецептуры обусловлено содержанием незаменимых и заменимых аминокислот, вещества входящие в состав семян оказывают положительное воздействие на работу нервной системы и ЖКТ, полезны для здоровья кожи, ногтей и волос. Выделяются по содержанию полиненасыщенных омега-6 жирных кислот, мононенасыщенной омега-9 жирной кислот. Введение в рецептуру тыквенного масла обосновано тем, что оно обладает сбалансированным биохимическим составом, отличающимся высоким содержанием легкоусвояемых белков, витаминов, фитостеролов, фосфолипидов, флавоноидов, хлорофиллов и др. Тыквенное масло является также отличным источником мощного иммуностимулятора — антиоксиданта селена, железа [12].

Третье изделие было изготовлено путем комбинирования мяса курицы и мяса индейки с добавлением ромашки, и чабреца. В составе сырья ромашки содержатся белки, слизистые вещества, горечи, камедь, углеводы и различные витамины, фитостерины, кумарины, терпеноиды и дубильные соединения. Своим противовоспалительным и антибактериальным эффектом ромашка обязана азулену, который является также сильным антиоксидантом. Биофлавоноиды апигенин, апиин обладают успокаивающими свойствами, а также устраняют спазмы

Чабрец — трава, в составе которой есть сильнейший растительный антибиотик карвакрол, убивающий золотистый стафилококк. Это растение содержит эфирное масло (1–2%), отличающееся большим количеством тимола, линалола и кариофиллена. Помимо этого в чабреце при-

сутствуют: цимол; аскаридол; терпинеол; борнеол; камедь; урсоловая кислота; кальций; магний; калий; натрий; железо; селен; бета-каротин; холин [13]

Введение в состав последнего колбасного изделия шпината и фенхеля обогащает продукт полезными свойствами. Так как, шпинат содержит белки, углеводы, жиры; органические, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, клетчатку, крахмал, сахара; витамины А, Е, С, Н, К, РР, много витаминов группы В, бета-каротин; кальций, магний, натрий, калий, фосфор, железо, цинк, медь, марганец, селен. В листьях шпината очень много белка. Фенхель, в свою очередь, содержит в себе целый ряд необходимых организму витаминов, микро- и макроэлементов (витамины группы В (В<sub>1</sub> — В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>), А и С; кальций, натрий, селен, натрий, железо и другие вещества [14].

Данные травы и пищевые добавки были использованы так как являются местным растительным сырьем, что способствует значительной экономии расходов дорогостоящих продовольственных ресурсов с аналогичными или близкими по значению основными физико-химическими свойствами, снижению расходов по доставке сырья на производство.

Добавление в куриное мясо и мясо индеек пищевых волокон и трав способствовало изменению аминокислотного состава колбасных изделий в сторону увеличения по сравнению со стандартным продуктом. В таблице 1 и 2 указан аминокислотный состав разрабатываемых образцов, из таблицы видно, что, колбасы обладают высокой биологической ценностью и имеют высокий коэффициент аминокислотного сгора.

В таблице 3 и 4 указаны физико-химические показатели колбасных изделий. Разработанные образцы имеют более высокий уровень белка и фосфора.

Вышеперечисленные разработки являются одними из перспективных в сфере производства колбасных изделий из мяса птицы, результаты исследования на содержания белка и химический состав показывают, что разработанные образцы за счет добавления функциональных компонентов имеют высокую биологическую ценность и содержание белка и фосфора. Использование растительных компонентов является одним из основных направлений инновационного развития пищевых отраслей, так как вышеперечисленные компоненты не только улучшают органолептические характеристики мясных продуктов, но и наделяют колбасные изделия новыми биологически активными свойствами, делая продукт лучше по структуре и вкусовым характеристикам.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс приготовления колбасных изделий из мяса птицы активно совершенствуется. С каждым годом появляются новые разработки, которые направлены на улучшение рецептуры, структуры и вкусовых характеристик продукта, с целью расширения ассортимента мясных продуктов и удовлетворения спроса населения.

Таблица 1. Определение аминокислотного состава в 100 г продукта

Показатель	Колбаса вареная из мяса курицы с добавлением розмарина, гвоздичного масла и порошка топинамбура	Колбаса вареная из курицы с добавлением тыквенных семян и тыквенного масла
Аминокислотный состав, г/100 г продукта:	1	2
Валин	0,510	0,659
Изолейцин	0,403	0,521
Лейцин	0,821	0,106
Лизин	0,923	0,119
Метионин-цистин	0,274	0,354
Треонин	0,515	0,665
Триптофан	0,170	0,220
Фенилаланин-тирозин	0,433	0,559
Коэффициент аминокислотного сора (КРАС), %	0,288	0,341
Биологическая ценность (БЦ), %	99,71	99,63

Таблица 2. Определение аминокислотного состава в 100 г продукта

Показатель	Колбаса вареная из мяса индейки с добавлением фенхеля и шпината	Колбаса вареная из индейки и курицы с добавлением ромашки чабреца
Аминокислотный состав, г/100 г продукта:	1	2
Валин	0,544	0,602
Изолейцин	0,550	0,535
Лейцин	0,973	0,101
Лизин	1,033	0,111
Метионин-цистин	0,354	0,316
Треонин	0,514	0,590
Триптофан	0,189	0,205
Фенилаланин-тирозин	0,835	0,507
Коэффициент аминокислотного сора (КРАС), %	0,403	0,341
Биологическая ценность (БЦ), %	99,597	99,66

Таблица 3. Определение химического состава в 100 г продукта

Показатели	Контрольный образец	Образец колбасы вареной из мяса индейки с добавлением фенхеля и шпината	Образец колбасы вареной из индейки и курицы с добавлением ромашки и чабреца
Влага	63	67	65,6
Белок	16,3	16,5	16,9
Жир	14,1	18	14,8
Фосфор	0,4	0,4	0,5

Таблица 4. Определение химического состава в 100 г продукта

Показатели	Контрольный образец	Образец вареной колбасы из мяса курицы с добавлением розмарина, гвоздичного масла и порошка топинамбура	Образец колбасы вареной из курицы с добавлением тыквенных семян и тыквенного масла
Влага	63	67,5	68,8
Белок	16,3	16,6	16,9
Жир	14,1	15,5	14,5
Фосфор	0,4	0,4	0,5



Литература:

1. Cho, M.J., Unklesbay N., Hsieh F.H. & Clarke, A. D. (2004). Hydrophobicity of bitter peptides from soy protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (19), 5895–5901.
2. Dikeman, M. E., Hunt M. C., Addis P. B., Schoenbeck H. J., Pullen M., Katsanidis E., et al. (2003). *Journal of Animal Science*, 81 (1), 156–166.
3. Kramer, J. K. G. (1997). The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 77 (4), 723–725.
4. Ha, Y.L., Grimm N.K., & Pariza M.W. (1987). Anticarcinogens from fried ground beef: Heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8 (12), 1881–1887.
5. Harris, W.S. (2007). International recommendations for consumption of long-chain omega-3 fatty acids. *Journal of Cardiovascular Medicine*, 8 (Suppl 1), S. 50–S52 (Hagerstown, Md).
6. Jimenez-Colmenero, F., Carballo J. & Cofrades S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59 (1), 5–13.
7. Juniper, D. T., Phipps R. H., Ramos-Morales E., & Bertin G. (2008). Effect of dietary supplementation with selenium-enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 86 (11), 3100–3109.
8. Избыточная масса тела и ожирение в Казахстане, по заказу Министерства образования и Науки РК Казахская академия питания.
9. Кацерикова, Н.В. Технология продуктов функционального питания: Учебное пособие. / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2004 — с. 5–6, 44–45.
10. Wangang, Z., Shan X., Himali S., Eun J., Dong U. // Improving functional value of meat products, Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, — 2010. — С.
11. Картофель и топинамбур — продукты будущего / Д.Д. Королев, Е.А. Симаков, В.И. Старовойтов и др. / Под ред. В.И. Старовойтова. — Москва: ФГНУ «Росинформаротех», 2007 — с. 39.
12. Зайцева, Г.И. Использование нетрадиционных видов сырья // Пищевая пром-сть. — 1989. — № 3. — с. 33–34.
13. Багаутдинова, Р.И. Локализация и состав фруктозосодержащих углеводов у растений разных семейств. М.: 2001. 327 с.
14. Режим доступа: [http://vegetarian.ru/articles/Poleznyie\\_soystva\\_shpinata.html](http://vegetarian.ru/articles/Poleznyie_soystva_shpinata.html)

## Анализ бесступенчатых передач в электротехнике

Рахимов Феруз Мовлидинович, преподаватель;

Отаев Хамза Файзуллаевич, преподаватель

Зарафшанский промышленный профессиональный колледж (Узбекистан)

*В статье рассматриваются существующие виды конструкций бесступенчатых передач и анализ их достоинств и недостатков.*

**Ключевые слова:** бесступенчатая передача, механические бесступенчатые приводы, генератор энергии, мехатрон, автоматизация

Под бесступенчатой передачей понимается механизм для плавного изменения передаточного числа, электрические бесступенчатые передачи представляют собой совокупность устройств для преобразования электрической энергии в механическую и регулирования потока преобразованной энергии по определенному закону. Электрическая энергия вырабатывается генератором, который приводится во вращение двигателем [1].

По типу передачи электрические бесступенчатые передачи разделяют на электрические и электромеханические. Достоинствами таких передач являются долговечность, непрерывность и регулируемость. Ее узлы соединяются

между собой гибкими связями, что значительно упрощает компоновку трансмиссии. Недостатками являются сравнительно низкий КПД, большой вес электромашин и значительный расход цветного металла [3].

Гидравлическая передача — устройство, в котором механическая энергия и движение с заданными усилиями (крутящими моментами) и скоростью (частотой вращения) передается с помощью рабочей жидкости с преобразованием параметров.

По принципу действия гидрпередачи разделяют на гидрстатические (или объемного действия) и гидродинамические. К основным преимуществам гидропривода от-

носятся: возможность универсального преобразования механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки, простота управления и автоматизации; простота предохранения приводного двигателя и исполнительных органов машин от перегрузок; широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости выходного звена, большая передаваемая мощность на единицу массы привода, надежная смазка трущихся поверхностей при применении минеральных масел в качестве рабочих жидкостей [3].

В современных машинах наряду с электрическими и гидравлическими бесступенчатыми приводами широко применяют и механические бесступенчатые приводы (вариаторы), которые имеют принципиальное преимущество: так как при трансформировании механической энергии механическими устройствами не происходит двойного преобразования энергии движущегося твердого тела в энергию потока жидкости или в электрический ток и обратно в энергию движущегося твердого тела, то трансформирование механической энергии механическими устройствами возможно осуществлять с наименьшими потерями. Для целого ряда машин применение механических бесступенчатых приводов является наиболее простым способом совершенствования их технико-экономических показателей.

Конструктивно наиболее просто бесступенчатое регулирование осуществляется в передачах трением, вследствие чего они получили преимущественное распространение в вариаторах.

Передачи зацеплением характеризуются большим постоянством установленного передаточного отношения, меньшим давлением на валы, большей долговечностью. Однако из-за необходимости иметь шаг рабочих колес переменным, они оказываются конструктивно сложными и дорогими в изготовлении. Зубчатые передачи практически не применяются. Надежными и достаточно долговечными являются цепные вариаторы. В передачах периодического действия ведомое звено получает движение импульсами. При таких передачах в них и приводимых ими в движение системах имеют место значительные инерционные воздействия, снижающие долговечность элементов машин. Этот недостаток импульсных передач ограничивает их распространение, хотя конструктивно они относительно просты.

Бесступенчатые фрикционные передачи относятся к передаточным механизмам машин и служат для трансформации механической энергии по частоте вращения и передаваемым усилиям. Располагаются они, как правило, в приводе машин между двигателем и ее исполнительными органами. Фрикционным передачам по сравнению с другими видами передач присущ ряд достоинств: они позволяют легко и в широком диапазоне осуществлять бессту-

пенчатое регулирование скорости, содержат простые по форме тела качения, обеспечивают равномерность вращения при высоких скоростях, обладают высоким КПД.

Существенным достоинством фрикционных передач с цилиндрическими рабочими телами является также то, что они по нагрузочной способности, уровню шума и характеру вибраций при равных условиях работы не уступают, а в ряде случаев превосходят зубчатые передачи [2].

В фрикционных механизмах передача вращательного движения и мощности осуществляется силами трения, возникающими на площадках контакта рабочих тел под действием нормальных сил. Однако силы трения составляют весьма малую часть нормальных сил прижатия рабочих тел. Если принять, что коэффициент трения в зависимости от вида материалов и условий работы фрикционной пары изменяется в пределах от 0,2 до 0,05, то нормальная сила прижатия рабочих тел превосходит полезную передаваемую силу (силу трения) в 5–20 раз. В реальных фрикционных передачах из-за необходимости создания запаса сцепления, зависящего от характера нагружения передачи, необходимая сила прижатия будет еще больше. Это обстоятельство в первую очередь препятствует созданию малогабаритных фрикционных передач большой мощности. В таких передачах валы и подшипники испытывают повышенные нагрузки, и может оказаться, что нагрузочная способность передачи будет ограничиваться не прочностными и фрикционными свойствами контактных пар, а прочностью валов и подшипников.

К недостаткам фрикционных передач, кроме того, относят высокие требования к точности изготовления рабочих тел, необходимость применения специальных нажимных устройств, опасность повреждения при буксовании, наличие геометрического скольжения на контактных площадках. Устранение указанных недостатков и совершенствование фрикционных передач идет по пути создания их с замкнутыми нормальными силами прижатия, использования в конструкции принципа многократности, улучшения профиля рабочих тел, автоматически действующих нажимных устройств, улучшенных материалов и технологий изготовления рабочих тел, планетарных схем, применения фрикционных передач в схемах с разветвленным потоком мощности.

Многочисленные виды фрикционных передач отличаются назначением, характером изменения передаточного отношения (с постоянным и переменным передаточным отношением), конструкцией и другими признаками.

В ходе анализа, было выявлено, что наибольшее применение в машинах получили фрикционные передачи с переменным передаточным отношением, т. е. фрикционные вариаторы, которые изготавливаются в виде отдельных агрегатов или же специально для привода конкретных машин.

#### Литература:

1. Егоров, О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств Издательство МГТУ Станкин 2005

2. Егоров, О. Д., Подураев Ю.В. Мехатронные модули. Расчет и конструирование М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004. — 360 с.
3. Капустин, Н. М., Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ, — М.: Машиностроение, 1976, — 288 с.
4. Митрофанов, В. Г., Калачев О. П., Схиртладзе А. Г., Басин А. М. САПР в технологии машиностроения. Учеб. Пособие. — Ярославль: Изд-во Яросл. Гос. Тех. ун-та, 1995.—298 с.

## Method of assessing energy efficiency in small refrigerating machines

Romanov Pavel Vitalievich, postgraduate student;  
 Dmitrienko Nadezhda Alekseevna, Associate Professor;  
 Serebryakov Alexander Valerievich, applicant  
 Institute of service and business (branch) of Don state technical university in Shakhty

*The article presents the results of research on the problem of increasing the energy efficiency of small refrigeration machines. Approaches and algorithms of evaluating the technical condition of these cars are given.*

**Key words:** *small refrigerating machines, energy efficiency, condition monitoring*

One of the urgent tasks in the improvement of refrigeration equipment, including small refrigeration machine (MHM) of compression type, include household refrigeration appliances, the challenge is finding solutions to increase their energy efficiency, the ways of reduction specific energy consumption of these machines during operation are pointed out. Most small refrigerating machines do not have the means to control changes in their energy efficiency due to improperly operating conditions and natural temporal changes in the components of the refrigeration unit and the refrigeration Cabinet [1]. The number of these refrigerators are widely used in households, hotels and restaurants, enterprises of public and fast food, the enterprises of meat, dairy and fish industry, the storage of products in distribution centers, grocery and vegetable stores very large.

The total power consumption of these devices, for example for a town with a population of 200 thousand people, is approximately 100 thousand kWh/day or approximately 3 million kWh per month.

Possible performance loss [2] can be up to 10% of the power consumed, i. e. 0.3 million kWh per month. For conditions the cost of electricity is 3 cost of 1 kWh of losses in money spends may amount to about 0.9 million rubles. per month. For a city with a population of 1 million people, the loss may reach for about 4.5 million rubles a month.

This is a significant loss that should be excluded or minimized. To achieve this objective by monitoring the technical condition [3] of the refrigerator during operation in a timely manner and eliminate it causes of the increase in their consumption. We perform the study the above issues [4].

One of the methods for detecting changes (into specification data) specific (daily, annual) energy consumption is a method of measuring performance of the refrigerator prior

the usage process and after a regulated period of operation and detection of changes in these parameters [5].

The following is a variant method of assessing energy efficiency in a small refrigeration machine in the process of its operation.

The method presented in the idea of the algorithm is the sequence of actions that form the basis of the program of the microprocessor unit designed for monitoring thermal power performance of a refrigeration machine. The program provides automatic measurement of the current state of the refrigerator that we can compare the processes of actual performance of work with a nominal mode.

The algorithm is presented in figure 1 and consists of the following steps:

1. Creating a standard (normalized) test conditions at the beginning of operation of the refrigerator.
2. Measurement of the basic characteristics of the work of MCM.
3. The storage of the measurement results.
4. Enable timer operation.
5. Determining expiry the period of service for maintenance (specifications).
6. Creation of standard test conditions.
7. Measurement of actual performance.
8. Comparison of baseline and actual performance.
9. Display the results of the comparison.
10. Then the cycle repeats: is the timer operating time, etc. (items 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Another option for assessing the technical state of the model can be run on the principle of «control of the technical condition of the refrigerator by average power consumption» [6].

In this embodiment, the monitoring programs includes the following steps:

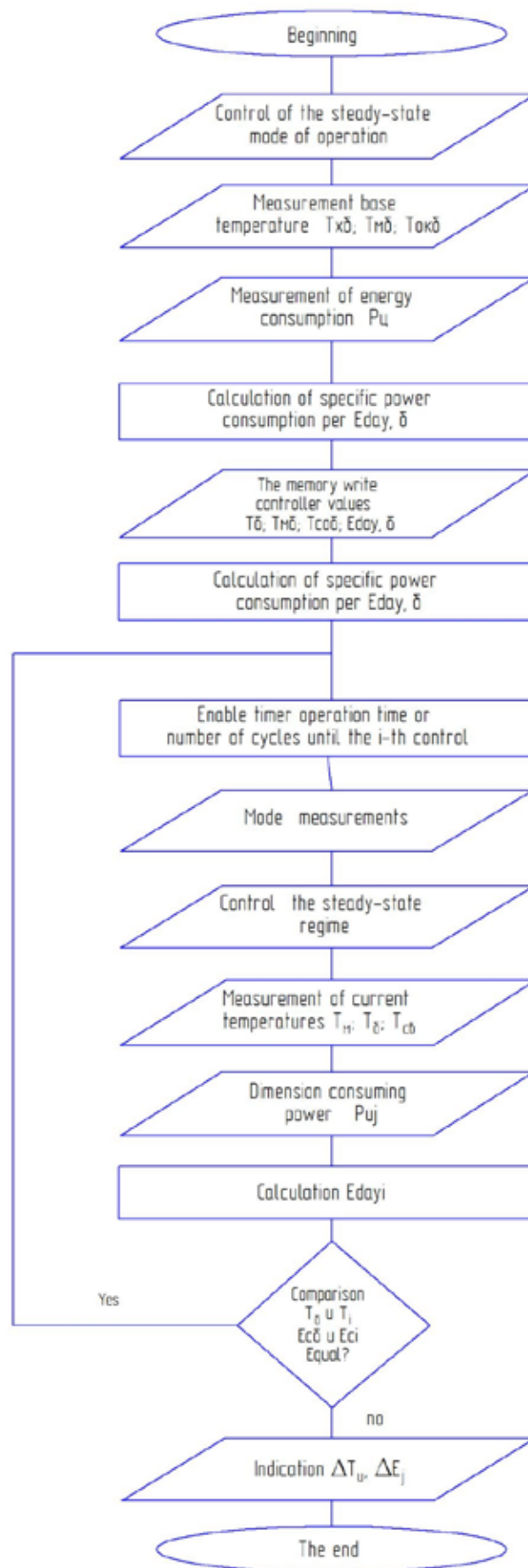


Fig. 1. Algorithm for monitoring the technical condition of mkhm

1. Before operation of the refrigeration machine, temperature of the ambient air, without loading the refrigerator cabinet with food measured ambient temperature and measured power consumption for a few (3–5) cycles of operation of the compressor in the steady state.
2. Calculated average daily consumption.
3. The memory controller in written, the initial average of daily consumption and temperature of the surrounding air.
4. Timer switches the countdown operation.
5. After start signal the need to perform routine maintenance of refrigerating machines (refrigerator off, clean, clean products and running 2–3 cycles in the steady state) is identified.
6. Measurements to be carried out for 3–5 of the cycle indices of energy consumption and ambient temperature.

7. Calculated average of daily consumption is stated. The refrigerator is loaded with food and operated and all indicators are registered.

8. Corrected if necessary, all calculated data, to state that the actual daily power consumption based on the ambient temperature of the basic, primary measurement.

9. Compares actual, planned value specific energy MXM.

10. Next, the results of comparisons are pointed out.

The same is true for the algorithm of evaluating the technical condition of the refrigerator according to the criterion of «the Ratio of working time» [7].

The algorithm allows the researchers to evaluate the technical condition of MHM and to detect deviations in the work without placing the refrigerator in a specialized stand, monitor under operating conditions.

#### References:

1. Lapaev D.A. Repair of household refrigerators, M.: Legprombytizdat, 1989, pp. 255–258.
2. Kozhemiachenko, A. V., Lemeshko M.A. providing the required technical condition of the household refrigerating appliances at the stage of operation./ In the book: Questions. Hypothesis. Answers: the science of the XXI century. Krasnodar, 2014. P. 258–276
3. Kozhemiachenko, A. V., Lemeshko M. A., Rugasevic V.V. Diagnosis of technical state of domestic refrigerating appliances./ News of higher educational institutions. The North Caucasus region. Series: Technical Sciences. 2012. No. 4. S. 110–114.
4. Kozhemiachenko, A. V., Lemeshko M.A., Urunov S.R. analysis of the influence of operational factors on the technical condition of the household refrigerating appliances. Technical and technological problems of service. 2015. No. 4 (34). S. 55–62.
5. Lemeshko M. A., Kozhemiachenko A. V. Urunov S.R., Kolesnikova A. N. Reliability compression refrigerators. In the book: Innovation in technologies of cultivation of agricultural crops. Materials of international scientific-practical conference. 2015. P. 356–360.
6. Lemeshko M. A., Kozhemiachenko A. V. Urunov S. R. an Algorithm for condition monitoring of a compression refrigerator. / In the book: Innovation in technologies of cultivation of agricultural crops. Materials of international scientific-practical conference. 2015. P. 360–364.
7. Lemeshko M. A. the Method of determining the technical condition of a compression refrigerator according to the operation mode of the compressor./ In the book: Innovation in technologies of cultivation of agricultural crops. Materials of international scientific-practical conference. POS Persianovka, 2015. P. 339–344.

## Возможные пути защиты поверхностей нагрева от коррозии во время пуска и остановки оборудования ТЭЦ

Рощин Николай Николаевич, магистрант;  
Кальницкий Петр Владимирович, магистрант  
Омский государственный технический университет

*Число отказов в работе барабанных котлов высокого давления продолжает оставаться довольно значительным. Одной из наиболее важных причин такого положения является внутренняя коррозия металла. Коррозионное повреждение любой из многих сотен котельных труб, включенных в пароводяной тракт, приводит к аварийной остановке котла. В статье рассмотрены и проанализированы возможные пути защиты поверхностей нагрева от коррозии оборудования современных ТЭЦ.*

**Ключевые слова:** ТЭЦ, водно-химический режим, коррозия металла, остановка котла, пуск котла, котлоагрегат, парогенератор, накипеобразование

В течение многих лет борьба с накипеобразованием и внутренней коррозией паровых котлов сводилась главным образом к улучшению качества питательной воды. Опыт эксплуатации современных барабанных котлов с форсированной теплопередачей показал недостаточность такого подхода. В зонах высоких тепловых нагрузок нередко обнаруживается интенсивная внутренняя коррозия парогенерирующих труб котлов даже при соответствии качества питательной и котловой воды действующим нормам. Установлено ускоренное образование в таких зонах железоокисных, железофосфатных, медистых и других отложений.

Согласно современным представлениям внутрикотловая коррозия обусловлена рядом взаимосвязанных факторов. К важнейшим из них относятся физико-химические гидродинамические характеристики рабочей среды, тепловая нагрузка, конструктивные факторы, качество металла. Центральная задача в предупреждении коррозии — создание на всей внутрикотловой поверхности качественных защитных пленок и поддержание их в неповрежденном состоянии, как в процессе эксплуатации, так и при простоях котлов. В решении этой задачи важная роль отводится вопросу рационализации режимов коррекционной водообработки. Поэтому кроме фосфатов на ряде ТЭС для внутри котловой коррекционной обработки находят применение нелетучие щелочи, комплексоны, полимеры. На некоторых ТЭС с теплонпряженными котлами проведены работы по оптимизации топочных режимов, снижению максимума и повышению равномерности распределения тепловых нагрузок в топочной камере.

Вместе с тем масштабы и уровень борьбы с коррозией барабанных котлов недостаточны. Проблема является комплексной, и ее решение требует совместных усилий специалистов по коррозии, химиков-водников, котельщиков, металлургов.

Основное загрязнение пароводяного тракта окислами железа происходит именно при пусках оборудования. Нередко после пуска котла непрерывная продувка подерживается максимальной в течение нескольких суток

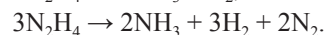
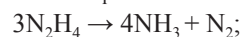
для осветления котловой воды. Однако снижение в ней концентрации железа связано не столько с продувкой, сколько с осаждением окислов железа на внутрикотловой поверхности (преимущественно в зонах высоких тепловых нагрузок). Поэтому необходимо принятие мер по максимальному улучшению котловой воды до набора нагрузки.

Это может обеспечиваться, например, за счет применения гидразинной обработки котла в процессе его пуска. При этом за сравнительно короткий период времени удается не только удалить из котла основное количество «пусковых загрязнений», но и одновременно восстановить защитную окисную пленку на внутриэкранный поверхности.

В питательной и котловой воде присутствуют разнообразные окислы железа: магнетит  $Fe_3O_4$ , гематит  $\alpha-Fe_2O_3$ , и их гидрированные формы  $Fe(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $FeOH$  и т. д. Частицы магнетита легче удерживаются на поверхности, чем частицы гематита; металлическое железо является «не прилипающим» шламом.

На скорость реакций гидразина и окислов железа и меди существенно влияет температура и pH среды.

Избыточный гидразин в условиях работы котла разлагается с образованием аммиака и азота:



В условиях, характерных для питательной и котловой воды, значительная часть  $N_2H_4$  успевает вступить в реакцию с оксидами железа и меди, прежде чем завершится реакция его разложения.

Образующийся азот относится к числу безвредных примесей, поступающих в рабочую среду основного цикла ТЭЦ. Вместе с другими легколетучими примесями азот удаляется из цикла при отсосе газов из конденсаторов турбин и подогревателей, уходит с выпаром из деаэраторов.

Гидразин способствует созданию защитных пленок на латунных и медных трубках и способствует предотвращению медистых отложений на теплопередающих поверхностях котла и лопаточном аппарате турбины.

Гидразин обеспечивает создание защитных пленок на стальных поверхностях и уменьшает загрязнение среды соединениями железа:

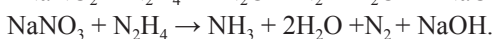
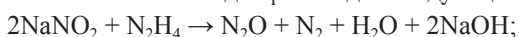


Скорость образования защитной пленки определяется избытком гидразина, температурой и рН среды.

Образование защитной пленки на поверхности металла под действием гидразина может произойти только после полного удаления продуктов коррозии с трубопроводов поверхностей нагрева.

Гидразин применяется так же для предотвращения нитритной и нитратной коррозии, которая вызывает разрушение металла питательных и экранных труб котлов. Эта коррозия имеет внешнее сходство с кислородной коррозией.

При взаимодействии гидразина с нитритами и нитратами в питательной воде происходит следующая реакция:



Концентрация гидразина в пусковом режиме котла согласно норм ПТЭ (правила технической эксплуатации) может быть увеличена до 3000 мкг/кг.

Применение увеличенной дозировки гидразина при растопке позволит решить проблему снижения содержания железа. Однако, дозирование гидразина на некоторых ТЭЦ (например, Омская ТЭЦ-5) ведется с общего трубопровода на все работающие котлы одновременно. Так как ТЭЦ-5 станция с поперечными связями, то повышенная концентрация гидразина при растопке даже на одном котле приведёт к росту рН питательной воды по всем работающим котлам. Гидразин-гидрат при высокой температуре (более 300 °С) разлагается с образованием аммиака, который легко распространяется по всему конденсатно-питательному тракту. Исходя из этого, использование штатной схемы для дозирования коррекционного раствора при пуске может применяться с существенными ограничениями, которые не позволят в полной мере решить проблему снижения содержания железа и образования защитной пленки.

Для подачи раствора реагентов может быть использована схема гидразинно-аммиачной консервации оборудования.

Подачу реагентов необходимо начинать одновременно с началом постоянной подачи питательной воды в котел.

Раствор аммиака увеличивает значение рН среды и тем самым подавляет термическое разложение гидразина при повышенных температурах.

Расход 100 %-го гидразина  $D_г$  (мг/дм<sup>3</sup>) определяем по формуле:

$$D_г = 3C_1 + 0,3C_2 + 0,15C_3 + 1,05C_4 + C_5,$$

где  $C_1, C_2, C_3, C_4$  — концентрация соответственно растворенного в воде кислорода, окислов железа, меди, нитритов и нитратов, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_5$  — избыточное содержание гидразина, мг/дм<sup>3</sup>.

Количество концентрированного раствора гидразина определяем по формуле:

$$V = V_в \cdot D_г \cdot k / 10 / C / \rho,$$

где  $V_в$  — объем воды на заполнение и пуск котла, м<sup>3</sup>;  $D_г$  — доза гидразина в растворе, заполняющем котел, мг/дм<sup>3</sup>;  $k$  — коэффициент запаса, учитывающий потери гидразина и его термическое разложение (для энергоблоков коэффициент запаса должен приниматься в пределах от 1,2 до 1,3 в зависимости от мощности блока);  $C$  — концентрация крепкого раствора гидразина (в баке хранения), %;  $\rho$  — плотность раствора гидразина, г/см<sup>3</sup>.

Аналогично определяем количество концентрированного раствора аммиака.

Оптимальная концентрация раствора подбирается опытным путем.

В график химического контроля при пуске котла дополнительно включается:

- в котловой воде определение содержания фосфатов, гидразина, соединений железа, значения рН;
- в питательной воде определение соединений железа;
- в перегретом паре определение содержания железа, гидразина, рН.

На основании данных научно-технической литературы [1, 2] можно сделать следующие выводы:

- при растопке котла подачу раствора гидразина и аммиака в котел необходимо начинать одновременно с началом постоянной подачи питательной воды в котел либо во время заполнения котла перед растопкой.
- ввод фосфатов во время растопки котлоагрегата при высоком содержании железа начинать при снижении содержания железа до 100 мкг/дм<sup>3</sup> или при полном отсутствии фосфатов в котловой воде;
- при снижении рН котловой воды во время пуска котла, корректировку рН котловой воды необходимо проводить едким натром до значений не ниже 9,0.

Режим обработки поверхностей нагрева раствором гидразина и аммиака при пуске котла проходит в настоящее время промышленные испытания при включении оборудования после длительного простоя.

Разработанные мероприятия по защите поверхностей нагрева позволят снизить содержание соединений в конденсатно-питательном тракте при пуске оборудования и сократить количество повреждений поверхностей нагрева.

#### Литература:

1. Гужулев, Э. П. Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике / Э. П. Гужулев, В. В. Шалай, В. И. Гриценко, М. А. Таран. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. — 383 с.
2. Копылов, А. С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты: учеб. пособие для вузов / А. С. Копылов, В. Ф. Очков, Ю. В. Чудова. М: Изд-во МЭИ, 2009. — 220 с.

## Моделирование искрового плазменного спекания: цели, задачи, проблемы и пути их решения

Смирнов Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;  
Юшин Денис Игоревич, доктор технических наук, профессор;  
Кузнецов Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор  
Московский политехнический университет

*Искровое плазменное спекание (ИПС) является одной из самых перспективных технологий синтеза новых порошковых материалов с уникальными свойствами. Однако, широкая номенклатура спекаемых материалов и сложность процесса ИПС сильно затрудняют назначение рациональных технологических режимов, необходимых для получения нужных свойств готового материала. При этом, технологические эксперименты очень дороги и трудоемки. Для сокращения количества экспериментов необходимо выявить зависимости свойств спекаемых материалов от режимов и условий процесса ИПС. Для решения этой сложной, но очень важной задачи, требуется комплексный подход, объединяющий экспериментальные исследования, численное моделирование и теорию спекания порошковых материалов.*

**Ключевые слова:** *искровое плазменное спекание; численное моделирование, метод конечных элементов, теория спекания*

*Spark plasma sintering (SPS) is one of the most promising technologies for the synthesis of new powder materials with unique properties. However, for a wide range of sintered materials and the complexity of the process of SPS are very difficult to assign to rational technological modes needed to obtain the desired properties of the finished material. At the same time, the technological experiments are very expensive and time consuming. To reduce the number of experiments, it is necessary to identify the dependence of the properties of sintered materials from the modes and conditions of the SPS process. To resolve this complicated but important task, it is required a comprehensive approach that combines experimental studies, numerical simulation and the theory of sintering of powder materials.*

**Key words:** *spark plasma sintering, numerical simulation, finite element method, theory of sintering.*

В данной работе представлен анализ технологического процесса и краткая характеристика основных теоретических моделей ИПС. Рассмотрен опыт применения численного моделирования МКЭ для исследования ИПС. Сформулированы цели и задачи численного моделирования данного технологического процесса. Обозначены основные недостатки и ограничения известных методик моделирования. Предложены варианты развития методик моделирования ИПС на основе комплексного подхода, объединяющего теоретические и экспериментальные исследования с численным моделированием и постановкой виртуальных экспериментов.

Одной из основных задач материаловедения является установление закономерностей зависимости свойств материалов от их микроструктуры и элементного состава. В свою очередь с этой задачей неразрывно связана важнейшая задача технологии материалов — получение требуемых свойств материалов при их синтезе, что достигается образованием необходимой микроструктуры и обеспечением нужного элементного состава. Данная задача, в настоящее время, приобрела особую актуальность в связи с быстрым развитием материаловедения и появлением новых технологий синтеза материалов с уникальными свойствами. Одной из таких технологий и является искровое плазменное спекание (ИПС) (англ. *Spark Plasma Sintering (SPS)* или *Field Assisted Sintering Technology (FAST)*).

В процессе ИПС порошковая засыпка нагревается посредством пропускания через систему импульсного постоянного тока большой силы, и подвергается одноосному механическому давлению. ИПС существенно сокращает время синтеза образцов и улучшает качество спеченного материала, так как позволяет свести к минимуму рост зерен и сохранить нано- и суб- микроструктуры в нанодисперсных порошковых материалах [1–3].

ИПС обладает очень широкими возможностями для спекания различных порошковых материалов и большой гибкостью технологического процесса, результат которого зависит от большого количества различных параметров. Это существенно затрудняет назначение рациональных технологических режимов. Кроме того, недостаток объективных знаний о процессах, протекающих в порошковой засыпке при ИПС, ограничивает уровень теоретического описания данной технологии, и, соответственно, предсказательные способности существующих теорий. Эмпирический подход продолжает оставаться основным методом исследования процессов ИПС и разработки технологических процессов создания материалов. Однако, высокая стоимость и большая трудоемкость подобных экспериментов определяют необходимость применения методов численного моделирования и дальнейшего развития теоретического описания ИПС.



**Анализ технологического процесса искрового плазменного спекания.** Технологический процесс ИПС порошковых материалов можно представить, как систему, состоящую из совокупности параметров (рис. 1): входных параметров -технологических режимов и исходных условий; контролируемых параметров процесса; выходных параметров - свойств материалов спечённого образца. Для практических целей спекания материалов с необходимыми свойствами наиболее важно знание закономерностей влияния технологических режимов на параметры качества материала спеченного образца. Для моделирования и теоретического исследования ИПС важно знать все закономерности взаимосвязей параметров технологического процесса.



Рис. 1. Схема системы технологического процесса ИПС

**Теоретическое описание ИПС.** В настоящее время существует несколько вариантов теоретического описания процесса ИПС. Наибольшее распространение получили теория Олевского и, так называемый, закон Абуафа (англ. *Abouaf law*).

**Теория спекания Олевского.** Основными факторами спекания, обеспечивающими массоперенос являются: деформация по степенному закону ползучести и зернограничная диффузия [4]. Деформация порошковой засыпки выражена в определяющем уравнении, которое связывает внешнее давление  $\sigma_{ij}$  с компонентами тензора скоростей деформаций  $\epsilon'_{ij}$  нелинейно-вязкими определяющими соотношением [5]:

$$\sigma_{ij} = \frac{\sigma(W)}{W} \left[ \varphi \epsilon'_{ij} + \left( \psi - \frac{1}{3} \varphi \right) e'_{Cr} \delta_{ij} \right] + P_L \delta_{ij}, \tag{1}$$

где:  $W$ — есть эквивалентная скорость деформации и  $\sigma(W)$  — эквивалентное напряжение;  $\varphi$  и  $\psi$  — нормированные сдвиговая и объемная вязкости;  $\delta_{ij}$  — символ Кронекера;  $\epsilon'_{ij}$ - тензор скорости деформации;  $e'_{Cr}$  — первый инвариант тензора скорости деформации по степенному закону ползучести;  $P_L$  — эффективное давление спекания.

Эквивалентная скорость деформации  $W$  зависит от пористости и инвариантов тензора скорости деформации:

$$W = \frac{1}{\sqrt{1-\theta}} \sqrt{\varphi \gamma'^2 + \psi e'^2_{Cr}}, \tag{2}$$

где:  $\theta$  — пористость,  $\gamma'$  — второй инвариант девиатора скорости деформации.

Эквивалентное напряжение выражается следующим образом:

$$\sigma(W) = AW^m, \quad (3)$$

где  $A$  и  $m$  — параметры закона ползучести.  $A$  определяется как:

$$A = \tilde{A}T^m \exp\left(\frac{m\Delta H_{SD}}{RT}\right), \quad (4)$$

где:  $\tilde{A}$  — предэкспоненциальный множитель;  $T$  — температура;  $m$  — показатель степени в законе ползучести;  $\Delta H_{SD}$  — энергия активации самодиффузии;  $R$  — универсальная газовая постоянная.

В определяющем уравнении (1) два параметра  $\varphi$  и  $\psi$  являются функциями пористости, и выражаются, в соответствии с реологической моделью Скорохода, следующим образом:

$$\varphi = (1 - \theta)^2, \quad \psi = \frac{2(1 - \theta)^3}{3\theta} \quad (5)$$

Эффективное давление спекания  $P_L$  функционально зависит от пористости и от размеров частиц спекаемого порошка:

$$P_L = \frac{3\alpha}{G}(1 - \theta)^2, \quad (6)$$

где:  $\theta$  — пористость,  $\alpha$  — поверхностное натяжение,  $G$  — средний радиус частицы порошка (на ранних стадиях спекания) и средний размер зерна (на поздних стадиях спекания).

Для вычисления скорости изменения пористости используется уравнение закона сохранения массы порошковой засыпки:

$$e' = \frac{\theta'}{1 - \theta}, \quad (7)$$

где:  $e'$  — общая скорость деформации (усадки) порошковой засыпки;  $\theta'$  — скорость изменения пористости.

Общая скорость деформации  $e'$  является суммой двух скоростей деформации, обусловленных ползучестью ( $e'_{Cr}$ ) и зернограницной диффузией ( $e'_{gb}$ ) [6]:

$$e' = e'_{Cr} + e'_{gb} \quad (8)$$

В свою очередь,  $e'_{gb}$  является суммой трех компонентов, которые представляют вклад установившейся электромиграции в общую скорость деформации, вклад от сил поверхностного натяжения и вклад от внешнего механического давления.

Для вычисления среднего размера частицы порошка (на ранних стадиях спекания) и среднего размера зерна (на поздних стадиях спекания), Олевским было предложено следующее уравнение:

$$G' = \frac{k_0}{3G^2} \left( \frac{\theta_c}{\theta_c + \theta} \right)^{3/2} \exp\left(\frac{-Q_G}{RT}\right), \quad (9)$$

где:  $G'$  — скорость роста частицы порошка или;  $k_0$  — константа, характеризующая свойства материала;  $Q_G$  — энергия активации роста зерна;  $\theta_c$  — критическое значение пористости для перехода от открытых пор к закрытым.

Все параметры, входящие в уравнения (1, 2, 4, 6, 9), определяются экспериментально или берутся из литературных источников.

**Закон Абюфа.** Основное определяющее уравнение связывает тензор механических напряжений, вызванных внешним механическим давлением, с тензором скорости деформаций порошковой засыпки (деформация соответствует степенному закону ползучести) [8]:

$$\sigma = 3K(T) \left( \sqrt{3\bar{\epsilon}'} \right)^{m-1} \left( \frac{2}{3c} \epsilon' + \left( \frac{1}{9f} - \frac{2}{9c} \right) e' \right), \quad (10)$$

где:  $\sigma$  — механическое напряжение, вызванное внешним давлением;  $K(T)$  — консистенция материала в плотном состоянии;  $T$  — температура;  $\bar{\epsilon}'$  — эквивалентная скорость деформации по степенному закону ползучести;  $\epsilon'$  — тензор скорости деформаций;  $m$  — параметр степенного закона ползучести (характеристика материала);  $e'$  — первый инвариант тензора скорости деформации;  $c$  — функция, зависящая от пористости, и связанная с напряжениями сдвига и изменением формы порошковой засыпки в процессе спекания;  $f$  — функция, зависящая от пористости, и связанная с гидростатическим давлением и изменением объема порошковой засыпки.

Функции  $c$  и  $f$  рассчитываются на основе экспериментальных данных по спеканию образцов из данного материала методом горячего изостатического прессования следующим образом:

$$f = \frac{1}{9} \left( \frac{\rho'_r}{\rho_r} \right)^{\frac{2m}{m+1}} \left( \frac{k}{P} \right)^{\frac{2}{m+1}}; c = \frac{3f \left| \frac{\varepsilon'_{v'}}{3} - \varepsilon'_{zz} \right| (\sigma_{zz} - 2P)}{\varepsilon'_{v'} |P + \sigma_{zz}|}, \quad (11)$$

где:  $\rho_r$  — относительная плотность (измеряется экспериментально);  $\rho'_r$  — скорость изменения относительной плотности (измеряется экспериментально);  $k$  — коэффициент, функционально зависящий от температуры;  $P$  — изостатическое давление прессования;  $\varepsilon'_{v'}$  — первый инвариант тензора скорости деформаций;  $\varepsilon'_{zz}$  — вертикальная компонента тензора скорости деформаций;  $\sigma_{zz}$  — вертикальная компонента тензора напряжений (рассчитывается исходя из условий эксперимента).

**Численное моделирование ИПС.** Так как процесс ИПС происходит при высокой температуре, вызванной протеканием импульсного электрического тока, то, в обеих теориях, расчет температуры порошковой засыпки производится по классическим уравнениям, описывающим Джоулев нагрев, теплопроводность и тепловое излучение.

Рассмотренные теории дают две системы уравнений, решая которые, можно рассчитать плотность спекаемого образца, скорость уплотнения, напряжения и деформации в образце, а также температуру и плотность тока. Дополнительно, пользуясь уравнением (10), можно рассчитывать размер зерна и скорость роста зерна.

Аналитические решения этих уравнений позволяют определять только средние значения пористости, размера зерна и температуры. Более важной информацией является распределение значений данных параметров по объёму спекаемого образца. Поэтому, при моделировании процессов ИПС используются методы численного решения рассмотренных систем уравнений для геометрических объемов образца, или системы оснастка — образец. В качестве метода решения, в подавляющем большинстве случаев, метод конечных элементов (МКЭ).

#### Цели и задачи численного моделирования ИПС

Целями численного моделирования ИПС являются:

- 1) проведение виртуальных экспериментов для сокращения количества технологических экспериментов при разработке техпроцессов спекания материалов и изделий сложной формы;
- 2) предсказание свойств спеченных материалов и выявление зависимости свойств от технологических режимов и начальных условий.

Для достижения данных целей необходимо решение основной задачи — разработать методику численного моделирования, которая будет учитывать взаимосвязи всех основных параметров процесса ИПС (рис. 1) и адекватно моделировать изменение микроструктуры спекаемого образца в течении процесса спекания, что позволит производить не только качественную оценку спекания, но и количественно рассчитывать параметры процесса и предсказывать, с достаточной точностью, свойства спеченных материалов.

**Применение численного моделирования ИПС.** На данный момент, опубликовано некоторое количество работ, выполненных разными исследовательскими группами, которые использовали рассмотренные теории для моделирования МКЭ процесса ИПС. В большинстве из них была применена теория Олевского. Основными результатами стали модели ИПС образцов из меди и оксида алюминия, в которых были получены распределения пористости по объёму спекаемого образца и изменение пористости (относительной плотности) в процессе спекания (рис. 2, а). В работах, где анализ МКЭ производился на основе уравнений Олевского, были получены данные о распределении размеров зерна по объёму образца и изменение размеров зерна во времени (рис. 2, б). Наиболее полное описание применения закона Абюфа для моделирования ИПС дано в работе [8], где была разработана и протестирована сложная модель процесса ИПС, которая учитывает контактное сопротивление и трение, но не учитывает вклад импульсного тока в кинетику уплотнения порошковой засыпки. В результате, были получены данные о распределении и изменении относительной пористости в сечении спекаемого образца и проведено сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными (рис. 3).

Моделирование процесса ИПС, описанное в работах [6-11], имеет ряд допущений и ограничений. Большинство параметров, характеризующих свойства материала порошка было принято константами, хотя они функционально зависят от температуры и пористости. Порошковая засыпка, с самого начала спекания, рассматривается как твердое пористое тело, но в начальный момент времени она является дисперсной системой. Допущение об образце как твердом пористом теле не позволяет учитывать в модели начальные условия спекания: изначальный размер частиц порошка и степень предварительного прессования засыпки. Данное допущение обуславливает тот факт, что нагрев реальной порошковой засыпки сильно отличается по всем своим параметрам от нагрева образца в модели.

Следующим важным ограничением данных моделей является отсутствие учета характеристик импульсного тока, то есть длительность импульсов и пауз, и их последовательность.

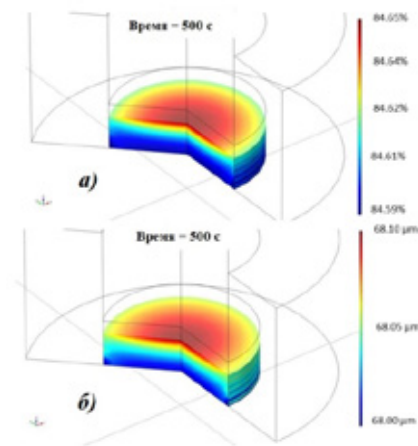


Рис. 2. Модель распределение относительной плотности (а) и размеров зерна (б) по объему образца из медного порошка в процессе ИПС [9]

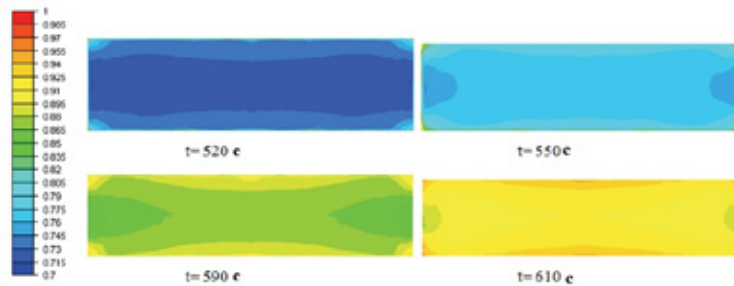


Рис. 3. Модель распределения относительной плотности в сечении образца из материала Инконель (англ. *Inconel*) в процессе ИПС [8]

Отдельно необходимо отметить, что в рассмотренных работах не изложена методика моделирования процесса ИПС с помощью МКЭ, а это значительно затрудняет применение теоретических описаний ИПС в исследовательской практике.

**Возможные направления развития теоретических исследований ИПС.** Рассмотренные теоретические модели позволяют определять, с помощью моделирования МКЭ, пористость спеченных компактов и размер зерна. Что позволяет, с большой погрешностью, судить о свойствах получаемых материалов (твёрдость, трещиностойкость и др.).

Задача о более точном предсказании свойств материалов и назначении рациональных режимов ИПС имеет два возможных варианта решения:

- 1) теоретический, основанный на физике рассматриваемого процесса;
- 2) эмпирический, основанный на анализе экспериментальных данных.

Теоретический вариант решения представляет собой математическое описание процесса на трёх уровнях масштаба (микро-, мезо-, макро-), причем, в их взаимосвязи перехода от микро- к макроуровню.

Микроуровень — атомно-молекулярный. На данном уровне необходимо моделировать диффузию атомов, миграцию вакансий и движения дислокаций (в том числе, вызванные электромиграцией, или "электронным ветром" [12]), а также фазовые переходы и химические реакции.

Мезоуровень — моделирование на уровне отдельных частиц порошка. Здесь необходимо учитывать вязкое течение материала, испарение вакансий, напряжения, вызванные механическим давлением, электричеством и кривизной поверхности порошинок и т.д. Здесь появляется связь напряжения и деформации.

Макроуровень — это порошковая засыпка и ее взаимодействие с пресс-формой и другими элементами ИПС системы. Описание макроуровня должно строиться на реологии, теплофизике дисперсных систем, протекании тока через дисперсную среду из твёрдых частиц, и, конечно, на известных теориях спекания ИПС.

Создание данной теоретической модели должно не только позволить эффективно решать технологические проблемы ИПС, но и способствовать развитию электроимпульсного спекания и созданию новых технологий синтеза материалов за счёт глубокого понимания физики спекания.

*Эмпирический вариант* заключается в систематизации и статистической обработке массива экспериментальных данных, полученных различными исследовательскими группами, с целью выявления зависимостей свойств спеченных материалов от параметров процесса ИПС, режимов и исходных условий. При этом, получаемые взаимосвязи между параметрами процессов не отражают их физической сути. Примером применения такого подхода является методика расчёта режимов резания, которая не затрагивает физической сути резания и является результатом статистической обработки большого массива экспериментальных данных.

Для достижения целей численного моделирования ИПС, в виду большой сложности процесса, наиболее рациональным решением будет разработка методики моделирования, объединяющей оба варианта: теоретический и эмпирический. Взаимосвязи параметров процесса ИПС, режимов и исходных условий, выявленные с помощью эмпирического подхода, предполагается использовать для рационального планирования виртуальных экспериментов, адекватного определения исходных условий, калибровки моделей и оценки адекватности результатов моделирования.

**Выводы.** На основе анализа основных теоретических разработок и их применения при численном моделировании, были сформулированы цели и задачи моделирования ИПС. Рассмотрены основные недостатки и ограничения существующих подходов к моделированию МКЭ данной технологии спекания. Предложено решение задач моделирования на основе комплексного подхода, объединяющего теоретические модели, методы численного моделирования и статистическую обработку экспериментальных данных. Применение данного подхода предлагается для достижения следующих целей: выявления закономерностей зависимости свойств спекаемых материалов от режимов и условий процесса ИПС, рационального назначения технологических режимов, предсказания свойств синтезируемых материалов, поиска наиболее эффективных направлений исследований процессов ИПС, уменьшения количества технологических экспериментов (исключая заведомо неэффективные). Все это, в комплексе, должно способствовать удешевлению технологии ИПС уже на этапе экспериментальных исследований и ускорить её выход на промышленный уровень.

#### Литература:

1. Suárez, M., Fernández A., Menéndez J. L., Torrecillas R., Kessel H. U., Hennicke J., Kirchner R., Kessel T. Challenges and Opportunities for Spark Plasma Sintering: A Key Technology for a New Generation of Materials / Sintering Applications. Edited by Burcu Ertuğ, ISBN 978-953-51-0974-7, 350 pages, Publisher: InTech, Chapters published February 06, 2013 under CC BY 3.0 license.
2. Orru, R., Licheri R., Mario Locci A., Cincotti A., Cao G. Consolidation/synthesis of materials by electric current activated/assisted sintering / R. Orru, R. Licheri, A. Mario Locci, A. Cincotti, G. Cao // Materials Science and Engineering R 63 (2009) 127–287 p.
3. Guillon, O., Gonzalez-Julian J., Dargatz B., Kessel T., Schiering G., Rathel J., Herrmann M. Field-Assisted Sintering Technology/ Spark Plasma Sintering: Mechanisms, Materials, and Technology Developments / ADVANCED ENGINEERING MATERIALS 2014, 16, No. 7, p. 830–849.
4. Olevsky, E. Theory of sintering: from discrete to continuum / E. Olevsky // Materials Science and Engineering, R23 (1998) 41–100 p.
5. Григорьев, Е. Г., Калинин Б. А. Электроимпульсная технология формирования материалов из порошков: Учебное пособие / Е. Г. Григорьев, Б. А. Калинин // М.: МИФИ, 2008. — 152 с.
6. Olevsky, E., Froyen L. Constitutive modeling of spark-plasma sintering of conductive materials / E. Olevsky, L. Froyen // ScriptaMaterialia 55 (2006) 1175–1178 p.
7. E. Olevsky, V. Tikare, and T. Garino, Multi-scale modeling of sintering — A Review, J. Amer. Ceram. Soc., 89 (6), 1914–1922 (2006)
8. Mondalek, P. Numerical modeling of the spark plasma sintering process / Doctoral thesis. MINES ParisTech, 2012. 235 p.
9. Wei Li. Constitutive Modeling and Simulation of Spark Plasma Sintering with Applications to Fabrication of Functionally Structured Mono-Carbides / Ph. D. thesis. University of California, San Diego, 2013. 271 p.
10. Olevsky E., A. et al. Fundamental Aspects of Spark Plasma Sintering: II. Finite Element Analysis of Scalability / E. A. Olevsky, C. Garcia-Cardona, W.L. Bradbury, C.D. Haines, D.G. Martin, D. Kapoor // J. Am. Ceram. Soc., 95 [8] 2414–2422 (2012).
11. Maniere, C. et al. Spark plasma sintering and finite element method: from the identification of the sintering parameters of a submicronic  $\alpha$ -alumina powder to the development of complex shapes / C. Maniere, L. Durand, A. Weibel, C. Estournes // ActaMaterialia 102 (2016) 169–175 p.
12. Гегузин, Я. Е. Физика спекания. — 2-е изд., перераб. и доп. / Я. Е. Гегузин // М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. — 312 с.

## Изучение дисбаланса колес, его последствий. Устройство и принцип работы балансировочных станков

Старостин Кирилл Васильевич, студент  
Северо-Восточный Федеральный университет имени М. К. Аммосова» (г. Якутск)

**Балансировка колес** — это процедура добавления на внутреннюю и внешнюю часть обода грузиков либо введение внутрь покрышки специальных гранул, которые, притягиваясь к поверхности шины, уравнивают дисбаланс.

«Балансировочный станок предназначен для определения степени и места динамической или статической неуравновешенности всевозможных вращающихся частей автомобиля — валов, турбин, роторов электродвигателей, шкивов и колес. В таком оборудовании балансируемое изделие устанавливается на опоры, являющиеся основой балансировочного станка. Балансировочный станок комплектуется приводами для вращения балансируемого изделия, а также измерительным оборудованием, состоящим из визуальных приборов.

Конструктивно балансировочные станки можно разделить на две группы:

1. Станки с податливыми опорами, в которых приборы фиксируют фазу и амплитуду колебаний самих опор, вызванных вращением неуравновешенного балансируемого изделия.

2. Станки с жесткими опорами, в которых приборы фиксируют фазу и силу давления ротора.

Балансировочный станок, предназначенный для статической и динамической балансировки по расположению осей вращения, может быть двух типов:

- с вертикальной осью вращения;
- с горизонтальной осью вращения.

Станок для балансировки, оснащается моторизованным приводом, позволяющим, в отличие от ручного вращения, произвести более точные замеры». [1]

### Схема действия неуравновешенных сил при статическом и динамическом дисбалансе колес

Статический дисбаланс колеса характеризует отклонение центральной оси инерции — оси вращения: на самом деле, они параллельны, но не идентичны. Несбалансированная масса образует крутящий момент происходят колебания (маятниковые) Для решения этой проблемы требуется статическая балансировка — установка специальных грузиков на диаметрально противоположной стороне колеса.

Динамический неуравновешенность возникает из-за дисбаланса ширины колеса. Такой дисбаланс возможно выявить путем осмотра колеса при его вращении. Появляется центробежная сила, направленная в разные стороны, формирующие пару с моментом кручения. При динамической балансировке, монтируют уравнивающие грузики на поверхности и внутри колеса.

### Виды балансировочных станков:

**Стенды для грузовых автомобилей** — балансировка колёс грузовых автомобилей выполняется в специализированных стендах. Такие стенды позволяет более точно распознать балансировку колеса. При успешной балансировке увеличивается срок службы автомобиля: уменьшение вибраций на корпус, ступицу и ходовую часть автомобиля, повышение плавности езды, увеличение срока службы работы шин.

Балансировочный стенд для грузовых автомобилей в отличие от обыкновенного стенда оснащен более усиленным каркасом. «Запуск двигателя стенда осуществляется при помощи кожуха, а измерение размера диска для

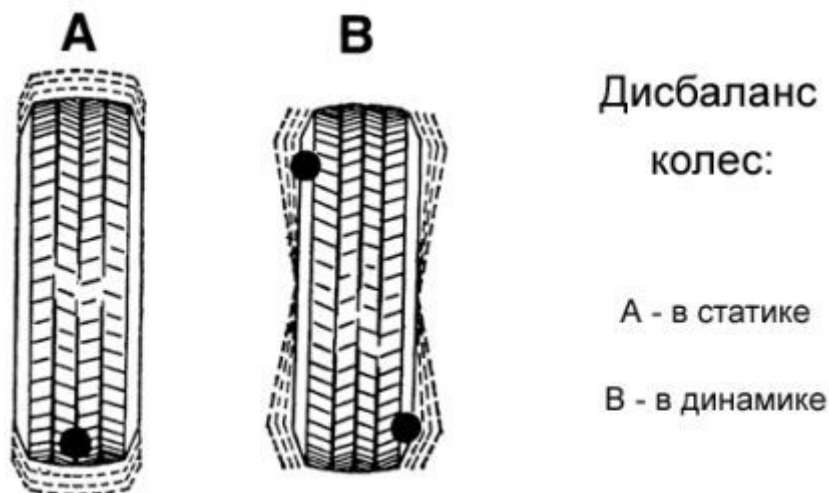


Рис. 1. Виды дисбалансов колёс

<b>Предельно допустимые биение шины и масса компенсирующих грузов при балансировке колеса в соответствии с ГОСТ 4754-97</b>				
Тип/ обозначение шины	Посадочный диаметр шины, дюймы	Предельно допустимая масса корректирующих грузиков при балансировке (всего на колесо), граммы	Предельно допустимое биение шины, мм	
			радиальное	боковое
<b>Радиальные (все типоразмеры)</b>	12"	50	1,0	1,5
	13"	60	1,0	1,5
	14"	70	1,0	1,5
	15"	70	1,5	2,0
	16"	70	1,5	2,0
215/80 R16 C	16"	140	1,5	2,0
225/75 R16 C	16"	160	1,5	2,0
<b>Диагональные (все размеры)</b>	13"	80	2,0	3,0
	14"	100		
	15"	140		
175/80-16	16"	120		

Рис. 2. Предельно допустимые биение шины и масса компенсирующих грузов

задания программы при помощи специальной линейки. Кроме того, большинство балансировочных станков для грузовых автомобилей оснащены брызгозащитным кожухом, который позволяет обезопасить работу на стенде».

**Стенды для легковых автомобилей** — позволяет определить качество вращения колеса легкового автомобиля. Вращение колеса должно быть без изменений в оси X и Y, центробежная сила не должна направляться в части автомобиля. При нарушении балансировки автомобиля (дисбаланс может возникать при резких физических нагрузках: яма, кочки и т. д.) так же, как и в грузовых автомобилях будет происходить различные вибрации кузова, физические нагрузки на подвеску автомобиля и уменьшение срока службы работы шин.

«**Дополнительное оборудование для балансировки** — включает в себя центрирующие конусы различных диаметров, благодаря которым на стенд возможно закрепить практически все виды колес любых производителей. Как правило, для балансировки колес мотоцикла выпускаются отдельные стенды. Однако при использовании специального фиксатора можно производить балансировку мотоциклетных колес BMW, Aprilia, Honda, Harley, Ducati практически на всех видах балансировочного оборудования. Также среди дополнительного оборудования можно встретить специальные установочные линейки. При по-

мощи установочных линейек можно с большой точностью установить балансировочный груз.

Также в дополнительные аксессуары для балансировки входят валы различного размера, комплекты центровки для вала, щупы измерительные. Все они помогут сделать работу с балансировочным стендом более удобной, быстрой и избавят от таких моментов, когда приходится создавать приспособления самостоятельно для удобной работы. Комплект конусов для дисков поможет точно и качественно работать со стендом. Как правило, комплекты различаются по размеру. Также автомастера используют универсальные планшайбы, комплекты для балансировки колес грузовиков, протекторы». [2]

**Расходные материалы для балансировки** — инструменты, которые позволяют уменьшить время, затрачиваемое на балансировку колес

Грузики считаются обязательным материалом для балансировки. С помощью грузиков можно легко устранить дисбаланс. Грузики при вращении колеса принимают на себя центробежную силу, благодаря чему колесо начинает вращаться правильно

«Грузы различают по массе в граммах. То есть, к каждому балансировочному стенду нужно иметь набор расходных материалов — грузиков различного размера, в граммах. Как правило, самая быстрая балансировка ко-



www.oborudunion.ru

Рис. 3. Балансировочный станд Flying BL656

леса происходит быстро путем прикрепления грузика к колесу. Балансировочный станок после проверки выдает, куда и какой массы нужно прикрепить грузик.

Грузики бывают набивные и клеевые». [3]

#### Принцип измерения дисбаланса на стенде.

Чтобы выполнить измерение необходимо использовать специальный балансировочный станок, который должен иметь конус крепления, который будет выравнивать положение колеса по оси вращения. Далее необходимо раскрутить колесо, перемещая расходные инструменты (грузики) на диске.

#### Современный станд для диагностики и балансировки колес

«Более точная балансировка производится с помощью электронного станка, в которую вносятся параметры колеса. Стенд автоматически измеряет равновесие в различных положениях колеса и выдает на экран места для установки балансировочных грузов и их вес. Грузы для балансировки изготавливаются из свинца и имеют раз-

личные виды. Они могут быть набивными или клеящимися. Универсальные клеящиеся балансиры устанавливаются на внутреннюю поверхность диска и не нарушают эстетику внешнего его вида». [3]

Перед началом работы со станком необходимо его настроить, выполнить визуальный осмотр колеса, очистку от пыли и грязи, удаление старых грузов, подобрать размер конуса для колеса, таким образом, чтобы не было смещений колеса при балансировке.

#### Причины нарушения баланса

1. износ покрышки колеса
2. установленные балансировочные грузила могут отлететь;
3. деформации диска

#### Периодичность балансировки

Балансировку выполняют после установки резины на диск колеса, после установки резины на диск; при возникновении сильной физической нагрузки на колесе сезонная замена шин (летние и зимние) каждые 15 тыс. км.





Рис. 4. Балансировочный стенд Hofmann Geodyna 4800 L



Рис. 5. Самоклеящиеся балансировочные грузики

Литература:

1. <https://www.farlam.ru/e-store/balansirovka/> // farlam. URL: (дата обращения: 16.11.2016).
2. <http://wmeste.su/balansirovka-koles-prichinyi-disbalansa/> // wmeste.su. URL: (дата обращения: 16.11.2016).
3. <http://avtomotoprof.ru/obsluzhivanie-i-uhod-za-avtomobilem/chto-nuzhno-znat-o-balansirovke-koles/> // avtomotoprof.ru URL: (дата обращения: 16.11.2016).

## Как защитить автомобильные стекла от замерзания

Старостин Кирилл Васильевич, студент  
Северо-Восточный Федеральный университет имени М. К. Аммосова» (г. Якутск)

Замерзшие стекла — не редкость в зимнее время. Особенно часто такая неприятность случается с автомобилем, который провел ночь на открытой стоянке. Вместо того, чтобы отправляться по своим делам водитель начинает подручными средствами удалять лед. В ход идут

скребки, кредитные карты или вода, которая позже так или иначе снова замёрзнет. Мало того, что эти ухищрения не эффективны, они могут повредить стекла из-за резкого изменения температур в результате чего в нём могут появиться трещины.



Рис. 1. Замерзшее стекло

### Каким образом обледенение уменьшает обзор водителя

При обледенении стекла ещё и образуется иней. Так же при включенной печи в салоне автомобиля лёд начинает слегка подтаивать и при резких остановках автомобиля лёд скалывается и спадает вниз к основанию лобового стекла, что приводит к значительному скапливанию льда значительно уменьшающий обзор водителю.

Каждый год происходят дорожные происшествия именно из-за обледенения стекла, так как иней и лёд сильно уменьшает обзор водителя автомобиля

### Почему стекла замерзают

К замерзанию стекол приводит совокупность повышенной влажности внутри автомобиля и низкой температуры снаружи. Сначала они запотевают, а позже по-

крываются наледью. Кроме того, на процесс обледенения влияет качество и материал самого стекла.

Также причиной обледенения может утечка охлаждающей жидкости:

«Утечка в системе печки также может привести к обледенению стекла. Это может быть связано с нарушением герметичности системы, и вследствие пробоя в салон начинает протекать тосол. Проверить это можно очень просто, после выпадения конденсата на лобовом стекле, потрогайте его, если пальцы прилипают, значит, так оно и есть — в салоне тосол.

**Решением** данной неисправности является лишь поиск и устранение течи тосола, а затем хорошенько вымыть лобовое стекло.

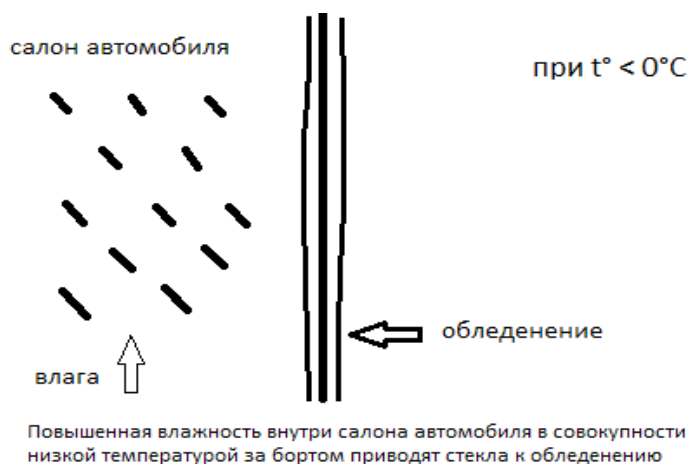


Рис. 2. Схематичное изображение обледенения

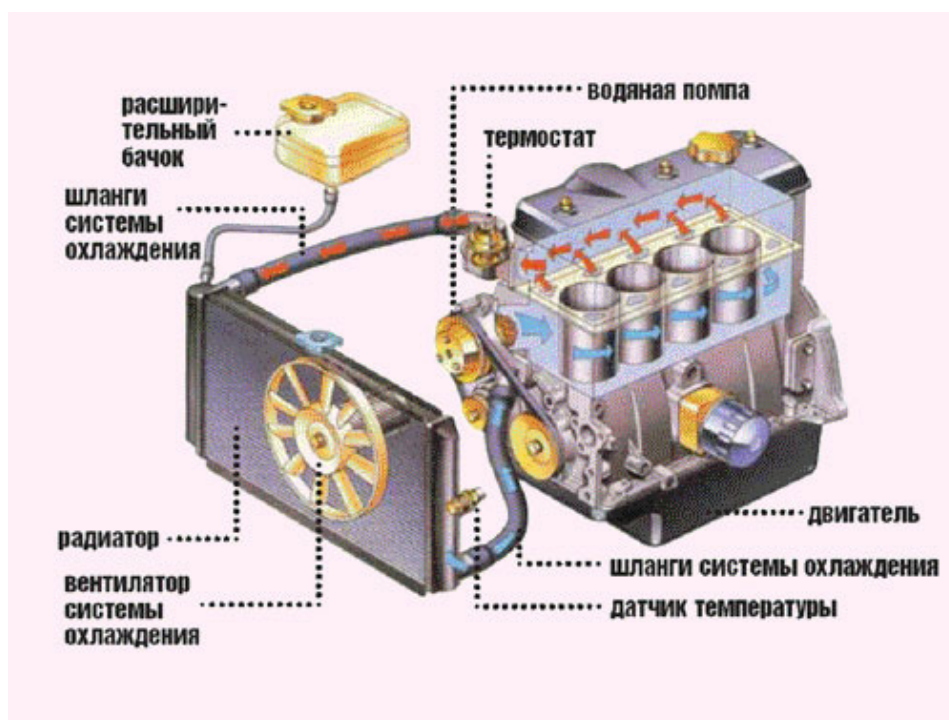


Рис. 3. Система охлаждения автомобиля

Также нужно внимательно следить за состоянием фильтров кондиционера. Такие изъяны в техническом состоянии машины приводят к плохому потоку воздушных масс, что грозит повышением влажности.

Очень частая чистка машины в холодный период года также может оказать негативное влияние. При мытье машины зимой и отсутствии необходимого качественного просушивания, в салоне начинает скапливаться влага. Поэтому частоту мойки машины можно конечно оставить на прежнем уровне, но потребуется серьезно просушивать авто». [1]

Большинство автомобилей оборудовано стеклами из сталинита. Материал имеет высокую теплопроводность, способствующую быстрому накоплению конденсата.

Атермальные стекла, благодаря своей структуре имеют низкую теплопроводность, поэтому запотевают они медленнее, чем любые другие

#### Как снизить влажность салона

В холодное время нужно обеспечить циркуляцию воздуха. Хорошо, если есть кондиционер, при его отсутствии можно настроить холодный обдув стекол.

Резиновые коврики следует заменить на текстильные. Они впитывают влагу, препятствуя образованию луж.

При посадке нужно очищать одежду и обувь от снега. Перед поездкой запускают двигатель, и пока он прогревается, скребком удаляют изморозь с лобового стекла.

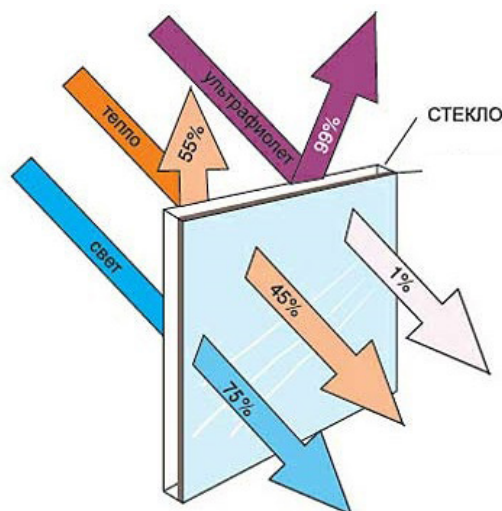


Рис. 4. Атермальное стекло

Так же можно побрызгать солевой раствор из внутренней стороны лобового стекла, т. к. солевой раствор препятствует его оледенению

#### Защитные средства

Для борьбы с обледенением существуют специальные средства. Но для достижения результата необходимо пользоваться ими в соответствии с инструкцией. Согласно правилам, перед каждым нанесением антиобледенителя стекла тщательно очищают. Средство распыляют в два этапа и эффективно оно в течение двух суток. Не всегда есть время для тщательной мойки, да и морозное утро к этому не располагает.

Существует народный способ защиты стекла, все что нужно — это вода, белый уксус и бутылка с распылителем. Вместо уксуса подойдет технический спирт. Жидкости смешивают в пропорции 2:1

Полученным составом обрабатывают окна, а при необходимости и наружные зеркала. Когда наледь «поплывет» стекла протирают мягкой тканью. Если использовать

средство вечером, то утром потребуется меньше времени на удаление льда.

Подготовить автомобиль к ночной стоянке помогут несложные меры. Еще до приезда отключают печку и открывают окна, так же на стоянке необходимо открыть двери на несколько минут, таким образом происходит выравнивание температур снаружи и внутри салона и наутро автомобиль будет иметь чистые, не замерзшие окна.

Также существуют специальные щётки для дворников автомобиля, резина которых не замерзает в зимний период. Омыватель при этом должен быть заполнен антиобледенительным раствором.

Обледеневшие стёкла не такая большая проблема, если подойти к ней с особой ответственностью, достаточно соблюсти не сложные инструкции перед и после эксплуатации автомобиля, также применив такие средства, как размораживающие химические растворы, незамерзающие жидкости для омывателей, и специализированные щётки для дворников.

Литература:

1. <http://rnessa.ru/answers/22561>

## Причины перегрева двигателя и его профилактика

Старостин Кирилл Васильевич, студент

Северо-Восточный Федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

Одной из серьёзных проблем у автолюбителей является перегрев двигателя, который в большинстве случаев происходит из-за халатного отношения к автомобилю и, реже, из-за выхода из строя частей моторного отсека. Стоит разобраться в причинах и методах решения этой проблемы.

Двигатель автомобиля и причина его перегрева. Перегрев из-за халатности. Причиной этого может послужить посторонний предмет, который находится перед радиатором. Многие автовладельцы просто забывают убрать утеплитель. Чаше происходит недосмотр за охлаждающей

жидкостью в радиаторе. Нужно периодически следить за уровнем тосола. Если обнаружена утечка жидкости, то доливая её понемногу, следует добраться до СТО, чтобы выяснить причину подтекания. Доливать в радиатор можно любую марку тосола, а вот воду только в крайнем случае. Ни в коем случае не открывать крышку радиатора, если мотор ещё горячий

«Перегрев двигателя можно предупредить, или хотя бы снизить вероятность появления такой поломки. Для этого следует придерживаться нескольких простых правил. Во-первых, обязательно следует периодически проверять уровень охлаждающей жидкости. Лучше всего данную процедуру выполнять перед каждой поездкой особенно владельцам старых автомобилей. Во-вторых, при техническом обслуживании, но не реже чем один раз в квартал проверяйте натяжение приводных ремней вентилятора и водяного насоса, проводите чистку радиатора с внешней стороны. Так же при появлении даже небольших трещин на резиновых трубках системы их необходимо сразу заменить» [1]

Технические причины:

**Поломка вентилятора.** Когда двигатель автомобиля работает, то он периодически или постоянно, в зависимости от конструкции автомобиля, должен вращаться. Причиной поломки вентилятора может быть выход из строя муфты привода или ослабление его ремня. Стоит обратить внимание на количество лопастей. Если некоторые сломаны, то это приведёт к неполноценному охлаждению радиатора. Решение простое — замена вентилятора.

**Протечка жидкости.** Основной причиной перегрева автомобиля является низкий уровень тосола. Чаше протекание возникает там, где соединяются патрубки или в радиаторе. Стоит внимательно присмотреться к местам, где крепятся хомуты. Ошибка многих автолюбителей в чрезмерном их затягивании, что приводит к тому, что патрубок

лопается. Также утечка может быть из радиатора печки. Обнаружить которую, можно по подтёкам в салоне автомобиля под передней панелью, а также специфическому запаху. Незначительную протечку можно устранить с помощью герметика, если в системе залит тосол. При наличии в системе воды, на её стенках могут образоваться солевые отложения, что в свою очередь при добавлении герметика может привести к закупорке канала.

**Пробка радиатора.** Многие современные автомобили оборудуются форсированными двигателями, и нагрев его некоторых элементов может выдерживать температуру до 120 градусов. Из источников информации можно узнать, что охлаждающая жидкость при такой температуре не закипает, так как она находится под маленьким давлением. Одно условие у такой системы — она должна быть герметичной.

При её нарушении в расширительный бачок попадает пар, а затем в атмосферу и двигатель перегревается. Из этого становится понятно, что прокладка головки блока порвана. Симптомы — образование пузырьков, пены, в расширительный бачок вытесняется жидкость. Также герметичность может нарушить клапан пробки радиатора. Определить неисправность можно, пощупав патрубки. Они должны становиться твёрже на прогретой машине. Если патрубки остались такими же мягкими — значит герметичность нарушена.

**Неисправность водяного насоса.** Помпа может неправильно работать, если ослабнет ремень привода. Ремонтируется это простым подтягиванием или заменой ремня. Также лопасти помпы могут со временем обрастать налётом или загнивать, что приведёт к плохой циркуляции жидкости в системе и перегреву. При замене на новый насос проблема решится.

**Не работает термостат.** Его задачей является открывать клапан, запуская тосол по большому кругу при опре-

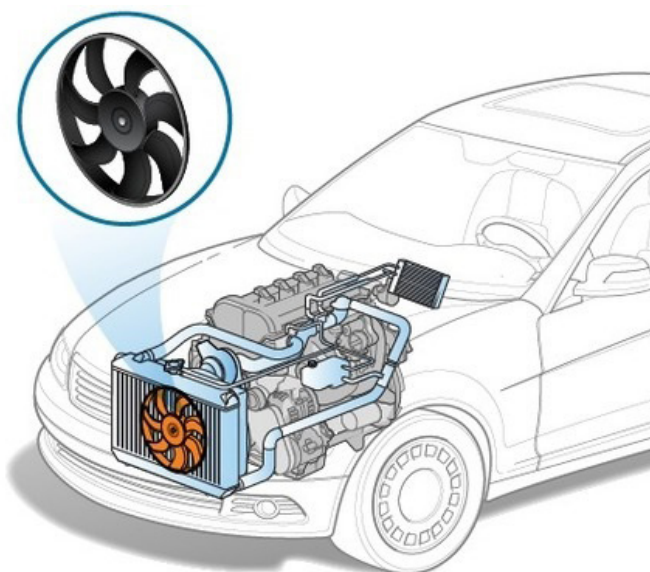


Рис. 1. Вентилятор системы охлаждения



Рис. 2. Новая и изношенная водяная помпа автомобиля ЗАЗ 1102

делённой температуре. Часто бывает, что он заклинивает, тогда перегрев двигателя обеспечен. Устранить неисправность можно, заменив его на новый.

**Разрыв прокладки головки блока цилиндров.** При такой неисправности в охлаждающую систему попадают отработанные газы из коллектора. Происходит потеря герметичности, падение давления и закипание тосола. На глаз можно увидеть большое количество пузырьков и вспенивание, подняв крышку радиатора. Для определения целостности прокладки головки блока нужно отсоединить трубку от бачка расширителя, поместив её в ведро с чистой водой, при этом второй конец должен быть закреплён

к пробке радиатора. Заводится автомобиль и смотрим как вытекает тосол. Если появляются пузырьки — значит прокладка пробита.

#### Что делать при перегреве двигателя?

Охлаждающая жидкость под высокой температурой представляет человеку опасность, которая может привести к ожогам. Поэтому необходимо включить печку на максимальную мощность и сразу припарковаться, таким образом снижается температура антифриза через радиатор печки. Далее проверяем работу вентилятора, шкив помпы должен вращаться. Так же нужно отключить двигатель автомобиля и на ощупь определить равномерность



Рис. 3. Разрыв прокладки

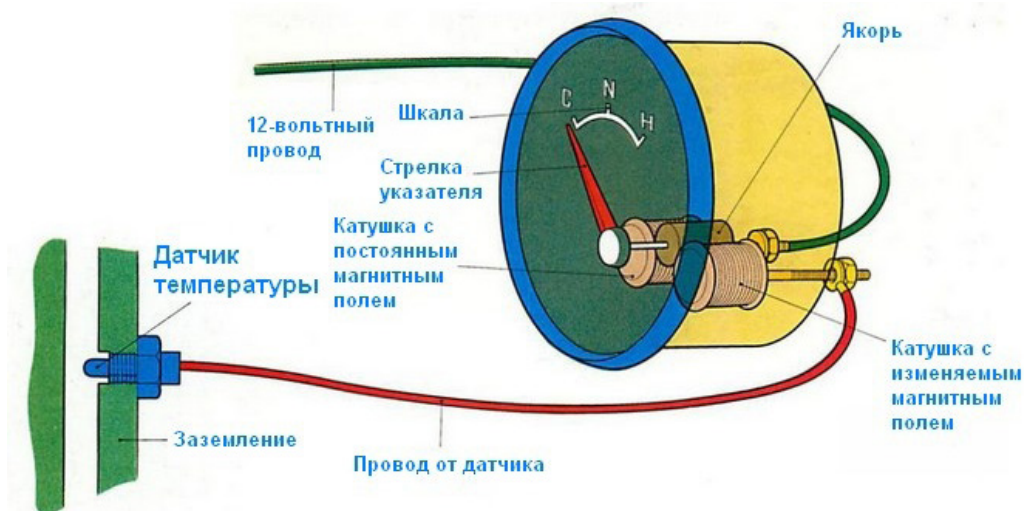


Рис. 4. Температурный датчик охлаждающей жидкости

прогрева радиатора. Если температура его поверхности разная, это означает, что термостат неисправен или забиты соты, при большей разнице температуры говорит о том, что помпа вышла из строя. После того, как температура двигателя упала, совершаем проверку уровня охлаждающей жидкости и доливаем по мере необходимости. Следует быть осторожным, головка блока может лопнуть, если температура жидкостей будет слишком разная.

#### Профилактические меры

Двигатель мгновенно не перегревается, повышение температуры происходит лишь в некоторых отдельных его частях, которое приводит, как правило к перегреву всей

системы. Для того чтобы исключить такой вариант событий, следует чаще наблюдать за показателями температурного датчика.

«Профилактика становится необходимой мерой, которая поможет избежать перегрева или хотя бы уменьшить его последствия. Это не требует от водителя больших денежных затрат, но может сохранить жизнь мотору. Для этого достаточно лишь уделять больше времени осмотру автомобиля, регулярно проверяя все элементы и детали, вызывающие подозрение, а также те части двигателя, которые чаще всего служат причинами его перегрева». [2]

Литература:

1. <http://avtomotospec.ru/poleznoe/chto-delat-pri-peregreve-dvigatelya.html#tops> // АвтоМотоСпец. URL: (дата обращения: 24.11.2016).
2. <https://www.avtobeginner.ru/articles/55013/how-to-prevent-overheating-of-the-engine.html> // Автобегиннер. URL: (дата обращения: 24.11.2016).

## Антикоррозийная обработка как средство защиты автомобиля

Старостин Кирилл Васильевич, студент

Северо-Восточный Федеральный университет имени М. К. Аммосова» (г. Якутск)

Как и любые металлические конструкции, кузов автомобиля подвержен коррозии. С этой проблемой сталкиваются все транспортные средства. Сырость и плохая вентиляция гаража со временем разрушают металл и сокращают срок службы машины. Тем не менее, существует очень действенный способ борьбы со ржавчиной.

#### Антикоррозийная обработка

Днище и колесные арки автомобиля хоть и не включают в себя подвижные части, но подвержены до-

вольно сильному износу из-за абразивного воздействия и частого контакта с водой, особенно если в ней содержатся агрессивные вещества, например, зимой из-за соли, которую используют против гололеда. Решить эту проблему помогает регулярная антикоррозийная обработка.

Слой противоржавного покрытия, нанесенный на заводе, эффективен лишь при механическом воздействии и далеко не всегда спасает от ржавчины. И это не удиви-

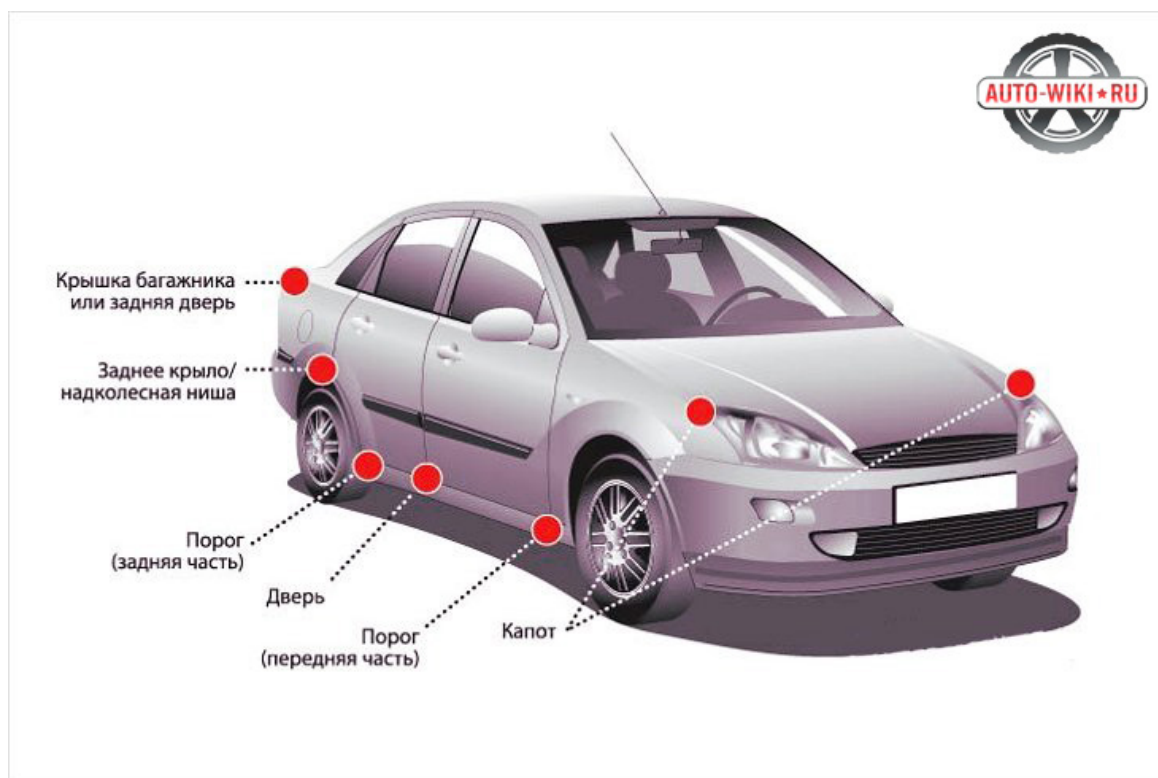


Рис. 1. Места кузова наиболее подвергающиеся коррозии

тельно, ведь наносят его до покраски, оставляя все отверстия без должной обработки, в лучшем случае закрыв их защитными заглушками, которые удаляются при сборке автомобиля на конвейере. Так что нелишним будет проверить состояние таких участков после приобретения

машины, и при необходимости обеспечить им дополнительную защиту.

Насколько часто будет требоваться антикоррозийная обработка, зависит от многих факторов. Сюда можно отнести условия, при которых эксплуатируется автомобиль,



Рис. 2. Днище автомобиля подверженное коррозии



качество средств обработки, а также полнота ее предыдущего проведения. Как бы там ни было, но раз в год транспортному средству требуется профилактический осмотр, в ходе которого также проверяется и состояние антикоррозионного покрытия. В ходе такого осмотра выявляются и устраняются все появившиеся на нем дефекты и повреждения.

Следует отметить, что новые детали кузова не обладают защитным слоем. Также он будет отсутствовать и на сварных швах этих деталей при их установке. Без должной защиты буквально через 3–4 года все новые элементы придут в полную негодность и потребуют замены. Чтобы продлить их жизнь, потребуется антикоррозионная обработка.

#### Антикоррозионные средства

Ассортимент средств для борьбы с коррозией деталей автомобиля в наши дни очень широк. Из наиболее распространенных можно выделить следующие:

- мастики битумные или резинобитумные;
- массы для защиты и консервации кузова и днища;

— средства для защиты закрытых полостей и профилей;

— преобразователи ржавчины.

Все эти средства препятствуют возникновению коррозии и продлевают срок службы металлических деталей автомобиля. Некоторые из этих средств наносятся непосредственно на металлическую поверхность, а другие требуют предварительной грунтовки.

#### Средства для защиты днища автомобиля

Как правило, к ним относятся битумные или резинобитумные мастики. Защитный слой, образующийся после обработки такими средствами, надежно защищает металл от образования ржавчины, так как в их состав входят вещества, замедляющие коррозию, — ингибиторы. Благодаря битумной основе обеспечиваются водоотталкивающие свойства. В состав некоторых марок антикоррозионных средств на основе битума может входить резиновая паста, что делает мастику более эластичной. Мастики подобного типа наносятся на металлическую поверхность, предварительно обработанную грунтовкой.



Рис. 3. Защитная арка колёс

#### Средства для защиты арок колес

В отличие от днища арки колес подвергаются большему абразивному воздействию, поскольку твердые частички, получающие ускорение от вращающихся колес, с большей интенсивностью ударяются о поверхность арки, чем вызывают усиленный износ и коррозию этого участка. А если учесть состояние и чистоту наших дорог, сразу становится понятно, что без защиты этого элемента конструкции не обойтись.

В этом случае можно установить пластиковые подкрылки. Как правило, такое решение позволяет избавиться от большинства проблем, связанных с износом металла, но такой монтаж имеет свои недостатки. Во-первых, пластиковые подкрылки не являются универсальными и изготавливаются для каждой модели автомобиля отдельно. Во-вторых, крепятся они на саморезы, а это значит, что в кузове автомобиля появятся новые отверстия, в-третьих, установка таких элементов заметно уменьшает пространство между колесом

и самой аркой, в результате чего шины с более высоким профилем могут цепляться за подкрылок при повороте.

Всех этих неудобств можно избежать, применив для защиты арки жидкие средства. Популярным среди них является «жидкий локер». Это средство представляет собой водовытесняющую полимерную композицию для антикоррозийной защиты.

Состав наносится на металлическую поверхность при помощи распылителя в 2–3 слоя и демонстрирует от-

личную эластичность, шумоизоляцию, защиту от ржавчины и износа.

«Жидкий локер» не единственное средство, которым могут воспользоваться автомобилисты. Колесные арки можно обрабатывать и мастиками, предназначенными для защиты днища. Обработка поверхности такими мастиками не требует использования распылителя и легко осуществляется своими силами. При нанесении двух-трех слоев обеспечивается хорошая защита металла.



Рис. 4. Примеры скрытых полостей

#### Средства для скрытых полостей

Пожалуй, самыми сложными участками при антикоррозийной обработке будут скрытые полости, которых в автомобиле достаточно. Это и стойки, и усилители багажника, и лонжероны. Мастики, отлично подходящие для открытых участков, тут совершенно не годятся. Они просто-напросто не обладают необходимой проникающей способностью. Для этих участков требуются средства для защиты закрытых полостей и профилей.

По своей консистенции, это маловязкие препараты с высокой проникающей и влаговытесняющей способностью, в состав которых входят ингибиторы коррозии и преобразователи ржавчины. Такие средства образуют надежную водоотталкивающую пленку и отлично защищают труднодоступные и плохо проветриваемые участки элементов кузова. Наиболее подходящая форма выпуска таких средств — аэрозоли.

#### Антикоррозийная обработка своими силами

При выполнении такого рода работ первым делом потребуется очистить обрабатываемую поверхность от любого загрязнения. Так что начать нужно с мойки автомобиля.

Следующим этапом будет сушка. Влажная поверхность не даст сцепления с применяемым препаратом. Также на этом этапе желательно обезжирить поверхность, на которую будет наноситься защитное средство.

При обработке днища можно пользоваться кистью, валиком или шпателем. Колесные арки обрабатываются в зависимости от применяемого средства: либо при помощи распылителя, либо кистью. Ну а труднодоступные скрытые полости потребуют использования аэрозольных баллончиков.

Подобные работы следует проводить при температуре воздуха не ниже +15 °С.

Антикоррозийные препараты нетоксичны и неопасны для человека, тем не менее, при работе с ними рекомендуется использовать элементарные средства защиты.

Срок службы металлических элементов автомобиля после обработки увеличивается до 12–15 лет. Главное — регулярно проводить профилактические осмотры и своевременно устранять все появившиеся дефекты на защитном покрытии.

## Защита кузова автомобиля от коррозии

Старостин Кирилл Васильевич, студент  
Северо-Восточный Федеральный университет имени М. К. Аммосова» (г. Якутск)

«Коррозия, ржавление, ржа — это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Разрушение по физическим причинам не является коррозией, а характеризуется понятиями «эрозия», «истирание», «износ».

Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде». [1]

Коррозия является большой угрозой для кузова. Если вовремя не предпринять должные меры, в дальнейшем, коррозия может привести в непригодное состояние

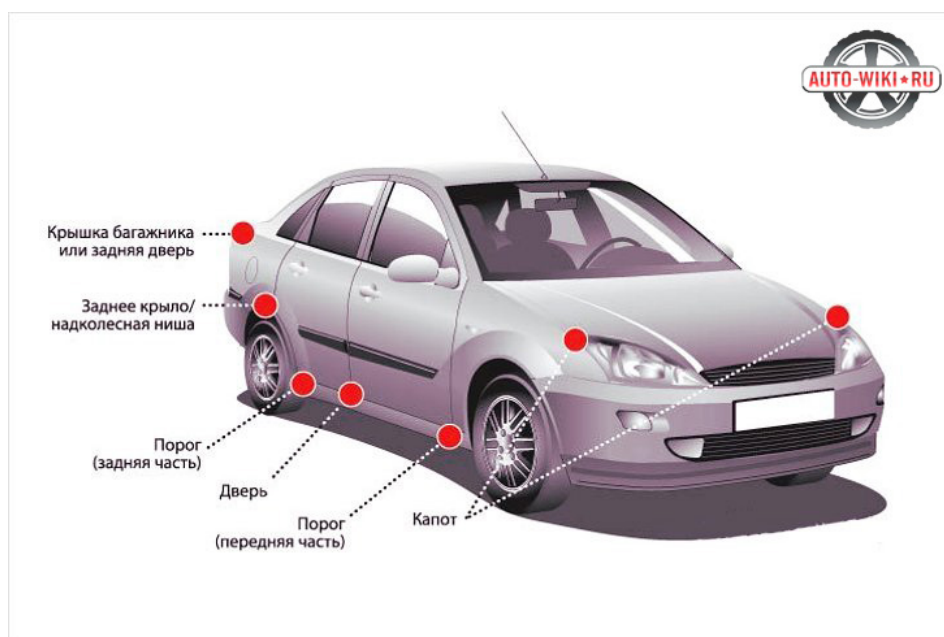


Рис. 1. Части кузова наиболее подвергающиеся коррозии

Причиной образования коррозионных процессов является сам кузов, так как изготавливается он из металла, структура которого в значительной степени подвержена окислительным процессам. В связи с этим, большинство владельцев автомобилей, с некоторой периодичностью, сталкиваются с подобными проблемами. Чтобы мелкий очаг не перерос в более значительный, осуществляется постоянный мониторинг состояния лакокрасочного покрытия кузова.

Одним из обязательных требований в эксплуатации автомобиля является проведение планового технического осмотра. Осматривая лакокрасочное покрытие на предмет повреждений, незамедлительной нейтрализации подвергаются даже незначительные царапинки или сколы. Если отнестись к этому без должного внимания, то скорость износа кузова автомобиля, в значительной степени, увеличивается. Восстановить участок кузова с развившимся очагом разрушения, является достаточно сложной задачей.

### Основные типы разрушения кузова автомобиля

Выделяют следующие типы окислительных процессов:

1. Местное окисление

В данном случае разрушение имеет точечный характер, развиваясь на небольшом участке. Подобный тип можно считать начальной фазой более значительных последствий;

2. Общее окисление

Здесь, распространение ржавчины предполагает значительный охват металлической поверхности, с высоким уровнем разрушения. Согласно настоящим исследовательским данным, в области ремонта автомобильной техники, разрушительные процессы коррозии, в основном, отличаются по окислительному воздействию. Соответственно, каждому виду окисления, выделяются также дополнительные уровни, подразумевающие частные особенности негативного воздействия на металлическую поверхность, либо идентичные детали. Подходя к решению проблемы без чьей-либо помощи, стоит получить, либо уже иметь, необходимые знания о причинах появления ржавчины и ее особенностях. Имеющийся арсенал знаний позволит предотвратить возникновение новых очагов разрушения, за счет проведения обязательного технического осмотра, со знанием основных моментов его осуществления.



Рис. 2. Пример образования коррозии на крыле автомобиля

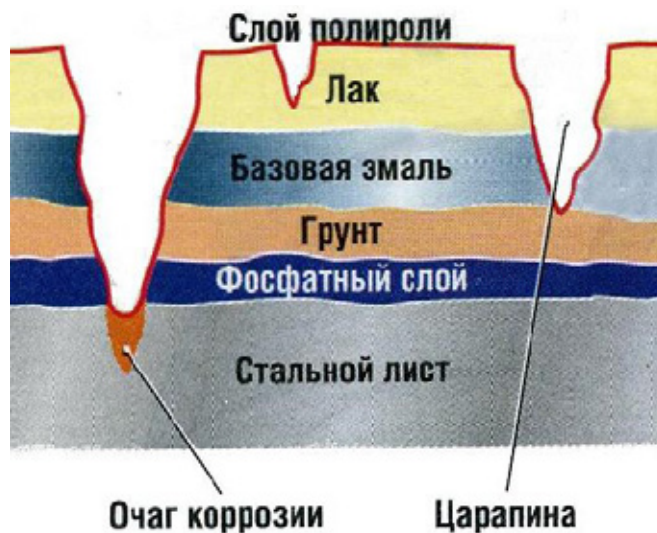


Рис. 3. Воздействие коррозии на кузов

### Источники возникновения разрушительных процессов

Основными источниками являются:

1. Воздействие механического характера

Вид разрушения металлической структуры, вызванной взаимодействием процессов окисления с непосредственным присутствием вибраций и трения;

2. Воздействие химического характера

Подобный тип разрушения кузова подразумевает активное вмешательство в структуру корпуса транспортного средства химических элементов из внешней среды;

3. Воздействие электрохимического характера

Основным источником электрохимической коррозии является вода, которая, в большинстве случаев, содержит различные примеси химического свойства. Природа происхождения подобных составов определяется уровнем загрязнения дорожного покрытия различного рода реагентами. Попадание этих веществ происходит в процессе

изменения погоды. Здесь главным образом подразумевается дождь или резкое потепление, при котором активные вещества, находящиеся в растворенном состоянии, легко попадают на кузов транспортного средства. В результате этого запускается начальный этап окисления металлической поверхности. Если относится к техническому осмотру недостаточно серьезно, то мелкое повреждение легко преобразуется в активный очаг разрушения.

В целях сохранения должной работоспособности транспортного средства, необходимо, на постоянной основе, проводить техническое обслуживание. Однако, вновь обнаруженные очаги развития, следует устранять на корню. Удаление последствий коррозии, с последующим восстановлением поверхности, подразумевает использование различных средств. На сегодняшний день, средства высокого качества доступны не только профессиональным специалистам. Их можно приобрести в любом автомобильном магазине.

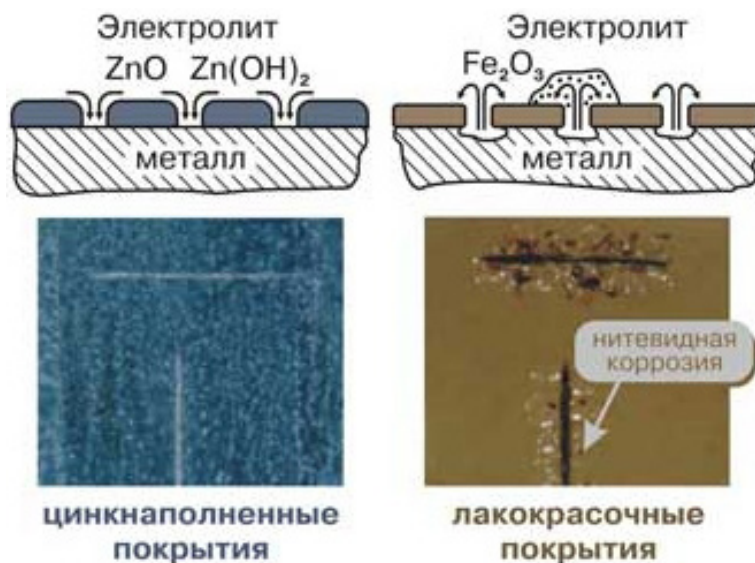


Рис. 4. «Особенности механизма защитного действия цинкнаполненных и лакокрасочных покрытий» [2]

### Ламинирование кузова

Процесс ламинирования кузова подразумевает нанесения на поверхность лакокрасочного покрытия специальной пленки, основу которой составляет полимерная структура. Такой способ достаточно удобный, так как после монтажа, она становится незаметной. Помимо высокой степени прозрачности пленки, незаметность также достигается за счет контакта высокой плотности. Использование такого способа защиты оправданно в местах с высокой степенью уязвимости поверхности. К ним относят двери, крылья и капот.

Вдобавок к высокой степени прозрачности, пленка отлично переносит резкие перепады температуры, позволяя тем самым сохранить поверхность автомобиля в первоначальном состоянии на длительный период времени. Как правило, использование подобного средства защиты поверхности практикуется у автомобилистов, часто меняющих транспортные средства.

### Оцинковка поверхности

Положительные характеристики данного способа защиты позволяют противостоять электрохимическому типу разрушения, являющегося наиболее распространенным. Процесс оцинковки, в большинстве случаев, осуществляется в процессе производства автомобиля, непосредственно на заводе. Условиями данного процесса предусматривается погружение корпуса будущего автомобиля в ванну с цинком.

Кристаллизация цинкового слоя позволяет обеспечить основному металлу качественную защиту. Таким образом, при получении повреждения, разрушается в первую очередь слой цинка. Только после этого воздействию подвергается основной металл. Замедление разрушительного процесса позволяет вовремя принять меры.

### Грунтование

Использование грунтовок в качестве защитного средства кузова автомобиля, является одним из самых популярных способов. Высокую популярность грунтовка по-



Рис. 5. Нанесение грунта



Рис. 5. Нанесение грунта

лучила по причине относительно низкой стоимости и простоты в эксплуатации. По истечении определенного временного промежутка, кристаллизованная грунтовка, помимо основной функции, приобретает изоляционные характеристики. Нанесение слоя грунтовки предполагает последующее нанесение краски.

Добившись нужного результата, создается совокупная защита, позволяющая уберечь металл от негативного воздействия воды и кислорода. Однако, воздействие ржавчины настолько сильное, что говорить о полной защите не приходится. Подобный способ позволяет снизить скорость развития процессов окисления, но не исключить их полностью. Таким образом, если не оказывать должного внимания лакокрасочному покрытию, то со временем также появятся очаги разрушения.

#### **Защита лакокрасочным покрытием**

Красящие вещества, активно применяемые автолюбителями, помимо создания внешней привлекательности,

создают отличную преграду различным воздействиям из внешней среды. Однако, процесс восстановления поврежденных участков с помощью краски требует должной сноровки, так как вновь окрашенный участок, с нарушением техники нанесения, более чем заметен.

Таким образом, покраска поврежденного слоя требует проведения ряда мероприятий, основанных на выборе более подходящей красящей структуры. Ее функции должны отвечать всем требованиям стойкости, отличному взаимодействию с грунтовкой и быть максимально безопасной в эксплуатации. В большинстве случаев, поверхность, доведенная до первоначального состояния, сохраняет свои положительные качества на достаточно длительный период.

Процесс организации защиты воздействиям коррозии является достаточно требовательным с точки зрения наличия обширных знаний и некоторого опыта. Главным образом, это необходимость выбора правильного требуемого материала и способа его эксплуатации.

#### **Литература:**

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%8F> // Википедия. URL: (дата обращения: 25.11.2016).
2. [http://www.kolorit-ind.ru/stati/protect\\_zink/](http://www.kolorit-ind.ru/stati/protect_zink/) // Колорит Индастриал. URL: (дата обращения: 25.11.2016).

## Современные тенденции развития инноваций в логистике

Стоякова Ксения Леонидовна, кандидат педагогических наук, доцент;

Волкова Дарья Александровна, студент

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского

*В статье представлен обзор набирающих популярность инновационных технологий, применяемых в логистике. Представлены краткий анализ текущего состояния российской логистической инфраструктуры и ее сравнение с показателями лидирующих в этой отрасли стран. Также обозначены основные тенденции развития отечественной логистики и возможности внедрения инновационных технологий при нынешнем состоянии инфраструктуры.*

**Ключевые слова:** логистика, инновации, транспортно-логистические услуги (ТЛУ), беспилотные летательные аппараты (БПЛА), WMS-системы

Внедрение инноваций — неотъемлемая часть любого предприятия и головная боль любого предпринимателя, желающего удержать имеющихся клиентов и привлечь новых. Логистика — это особенно важная сфера деятельности, так как логистический подход можно увидеть во всем: от способа подачи информации до простой доставки конечному потребителю. По определению, логистика — методология оптимизации и управления потоками в системах.

Одна из проблем российской логистики — устаревшее оборудование и отсутствие современных методов управления и инновационных технологий. Так же следует обратить внимание и на существенную долю логистических издержек в валовом внутреннем продукте. Россия входит в число стран с высоким уровнем логистических издержек, что существенно снижает эффективность производства и торговли, отрицательно влияет на конкурентоспособность компаний и страны в целом. В валовом внутреннем

продукте РФ доля логистических издержек доходит до 19%, тогда как в Китае она составляет 18%, в Бразилии и Индии — 11–13%, в США — 8,5%, в Италии — 9,7%, в Японии и Германии — 8,5% и 8,8%, соответственно. Средний мировой показатель логистических издержек в 2014 г. оценивается Armstrong&AssociatesInc в 11,7% [1].

Оценивая позицию российского рынка Транспортно-логистических услуг (ТЛУ) в мировом масштабе, выявим лидеров мирового рынка. Ими являются: США — 23% объема рынка, европейские страны — 19% и Китай — 15% рынка. На долю российского рынка приходится 2,5% объема услуг по данным за 2012 год [1]. Исходя из этих количественных показателей, можно прийти к такому выводу: в настоящее время на мировом рынке ТЛУ Россия не играет существенной роли, однако объем транспортно-логистических услуг возрастает [1]. Более полные данные приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Мировой и российский рейтинг ТЛУ

	ВВП, \$ млрд	Логистические затраты	Доля логистических затрат в ВВП, %	Транспортно-логистический рынок	Рынок ТЛУ (логистический аутсорсинг)	Доля аутсорсинга, %
США	15930,9	1332	8,5	1162,4	945,0	81,3
Европа	16414,1	1487,6	9,2	1213,0	783,6	64,6
Китай	8852,5	1486,8	18,0	1297,4	635,7	4,0
Россия	2097,5	398,525	19,0	319,9	121,6	38,0
Мир, всего	73786,5	8578,1	11,6	7521,4	4136,	55,0

Рассмотрим современные тенденции развития и существующие инновационные технологии, которые активно применяются в западных странах или только набирают обороты.

### 1. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Пока только компании-гиганты могут позволить себе экспериментировать и искать новые пути решения проблем, оптимизации и автоматизации. Так, например, компания-лидер по предоставлению логистических услуг — немецкая DHL, а также американские компании Google

и Amazon, уже предприняли попытку внедрения БПЛА в логистический процесс. БПЛА, естественно, имеют и свои плюсы, и свои недостатки, представленные в таблице 2 [3].

Подводя итог, можно сказать, что главными факторами, так или иначе, удерживающими логистические компании от применения БПЛА являются «проблемы в воздухе» и чувствительность к погодным условиям. Но, по моему мнению, дроны могут быть использованы в логистическом процессе внутри складских помещений или других

Таблица 2. Достоинства и недостатки БПЛА

Преимущества	Раскрытие параметра	Недостатки	Раскрытие параметра
Экономия средств	Стоимость доставки БПЛА груза, весом не более 2кг, была оценена в 0,1\$ против 2–8\$ наземным транспортом.	Конфиденциальность и безопасность	БПЛА — изначально военные объекты, что является важным фактором для его психологического восприятия. БПЛА являются основной угрозой информационной безопасности не только граждан, но и компаний.
Экологичность	Электроэнергия — единственный ресурс, который необходим для работы дрона, что в значительной мере «озеленяет» его.	Законопроекты	В законодательстве многих стран существует ряд законопроектов, так или иначе ограничивающих полеты беспилотников в воздушном пространстве. А также БПЛА подлежат обязательной регистрации, что также усложняет их в использовании, хотя и существуют дроны, освобожденные от регистрации в силу своих характеристик.
Исключение «человеческого фактора»	Данный фактор	«Проблемы в воздухе»	Птицы доставляют также ряд проблем. Например, в случае столкновения с ними, мы получим 3 проблемы сразу: сломанный БПЛА, испорченный груз и погибшую птицу.
Автономность, гибкость	Автономность позволяет корректировать курсы в случае необходимости или форс-мажорных обстоятельств. Гибкость проявляется в очень высокой скорости реагирования.	Погодные условия	БПЛА в зависимости от остальных транспортных средств, используемых в логистике, чувствителен к малейшим погодным условиям, что значительно затрудняет их использование.

закрытых пространствах для дополнительной автоматизации некоторых важных функций.

## 2. Упаковочная машина E-Jivaго.

В 2015 году французская компания «Savoie» выпустила первую полностью автоматизированную упаковочную машину, которая сама регулирует высоту коробок в зависимости от их наполняемости. Применение данной технологии имеет ряд преимуществ, которые до появления E-Jivaго нельзя было достичь с помощью всего одной машины. Во-первых, технология позволяет минимизировать затраты на упаковку и транспортировку. Так, по данным британской компании «Hallmark Cards» внедрение всего двух пилотных машин позволило сократить транспортные расходы минимум на 25%. Также компания дополнительно сэкономила благодаря высокой производительности машины (14 коробок в минуту) при обработке в среднем 4 тысяч коробок ежедневно и сокращению высоты каждой из них на несколько сантиметров, что в перспективе дало хорошие результаты [4]. Во-вторых, E-Jivaго позволяет оптимизировать транспортный объем при перевозке, благодаря чему значительно сокращается количество выхлопов CO<sub>2</sub>. Способствование установлению более благоприятной экологической ситуации — также большой плюс в адрес французской машины. В-третьих, это снижение трудозатрат, что позволит оптимизировать работу сотрудников. И в виде приятного дополнения —

это улучшение имиджа компании, благодаря современной упаковке.

## 3. Автоматизированные системы загрузки/выгрузки (АСЗ).

К сожалению, в России до сих пор сохранилось скептическое отношение к автоматизации складов, и потому они работают «по-старинке». На самом деле уже существует достаточно широкий выбор автоматизированных систем, значительно упрощающих работу склада и повышающих его эффективность. Причем выбрать можно, как из отечественных систем, так и из зарубежных.

Рассмотрим пример АСЗ, разработанной совместно Европейско-российским центром инжиниринговых компетенций (ЕвРоЦИК) и Московской высшей школой инжиниринга.

Бесспорно, главным преимуществом АСЗ является сокращение времени на загрузку/разгрузку автотранспорта. Следует отметить и повышение коэффициента использования полезного объема склада, т. к. АЗС работает с четырехуровневым буферным складом, в котором компактно хранятся готовые к отгрузке слоты. Например, стандартное время загрузки фуры составляет 60 минут, при помощи АСЗ время сокращается в среднем до 8 минут [5].

Применение АСЗ обеспечивает:

— увеличение прибыли за счет повышения оборачиваемости товаров и роста коэффициента полезного объема



как основного, так и буферного склада для скомплектованной продукции (буферный склад позволяет одновременно сформировать в 4 раза больше заказов);

- увеличение гибкости работы склада за счет повышения пиковой производительности и применения буферного хранения скомплектованной продукции;

- увеличение эффективности использования автотранспорта за счет улучшенной организации его маршрутов и снижения времени простоя на погрузке/разгрузке;

- равномерную занятость рабочего персонала склада;

- возможность еще на этапе планирования увеличить территорию склада за счет уменьшения площадей для стоянок автотранспорта, что, в свою очередь, обеспечит рост прибыли.

В результате компании, внедрившие данное решение, получают современный высокопроизводительный склад, а капитальные затраты на установку АСЗ покрываются за счет снижения операционных затрат в начале второго года работы системы.

#### 4. Виртуальный склад. 3D — Моделирование склада.

Если все-таки предприятие решает автоматизировать склад — первым этапом будет внедрение WMS-системы (Warehouse Management System). В идеале, WMS делается под ключ, так как опыт показывает, что нет двух одинаковых складов, а значит, только с учетом всех особенностей складских помещений может быть достигнута

максимальная его эффективность. Система WMS, обеспечивающая автоматизацию складских процессов в целом, обычно, выстраивается из более мелких автоматизированных производственных процессов, например, прогнозирование спроса и закупки товаров, оптимизация остатков, размещение на складе, контроль поставок и анализ данных, моделирование ситуации и т. д. Таким образом, можно настроить WMS-систему «под себя» и видеть только нужную информацию.

3D-Моделирование позволяет получать владельцу или ответственному лицу не просто сухие цифры, а наглядную картину, отражающую ситуацию в режиме реального времени и упрощающую восприятие большого объема информации. Интересны и некоторые «фишки», которые могут предоставить компании-разработчики. Например, компания «Silentium» в ее виртуальном складе «Storage 3D» предлагает раскрашивать грузы в разные цвета в зависимости от срока хранения: если срок хранения заканчивается, то цвет красный, если нет — зеленый [6]. Компания LoxistiX недавно представила систему мониторинга работы склада в режиме реального времени с использованием технологий виртуальной реальности (VR) на базе шлема Samsung Gear VR. Некоторые компании, пока еще не признающие VR, иногда предоставляют дополнительную функцию — эффект присутствия от первого лица и возможность «прогуляться» по складу как в компьютерных играх.

#### Литература:

1. Объем и структура российского рынка транспортно-логистических услуг // РБК. URL: [http://www.rbc.ru/reviews/transport2013/chapter\\_1.shtml](http://www.rbc.ru/reviews/transport2013/chapter_1.shtml) (дата обращения 23.10.2013).
2. Рынок логистических услуг в условиях экономической рецессии: прогноз 2015–2017 // РБК. URL: <http://bc.rbc.ru/2015/log/materials/585/EuSQht.pdf>.
3. Проблематика использования беспилотных летательных аппаратов (дронов) в логистике. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана // Scientificarticle.ru. URL: <http://scientificarticle.ru/images/PDF/2016/9/problematika-ispolzovaniya-besplotnykh.pdf>.
4. Организация склада на производстве. Упаковочные системы Jivago® на складах Hallmark Cards // Skladcom.ru. URL: <http://www.skladcom.ru/articles.aspx?articles=835>.
5. Инновации в складской логистике // Logistika-prim.ru. URL: [http://www.logistika-prim.ru/sites/default/files/log\\_0316\\_s22-24.pdf](http://www.logistika-prim.ru/sites/default/files/log_0316_s22-24.pdf).
6. Виртуальный склад «Storage 3D» // lentium.ru. URL: <http://www.silentium.ru/main.php?part=storage>.
7. Корпоративная логистика в вопросах и ответах / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; Под общ. и науч. ред. В.И. Сергеева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: НИЦ Инфра-М, 2013. — 634 с.
8. Дыбская, В. В. Логистика складирования. — М.: ИНФРА-М, 2011. — 559 с.
9. Степанов, В. И. Логистика производства. — М.: НИЦ Инфра-М, 2012. — 200 с.
10. Логистика. Под ред. Б. А. Аникина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2012. — 368 с.

## Исследование и совершенствование функционального уровня системы контроля качества при производстве бортового автомобильного компьютера

Тихомирова Юлия Владимировна, магистрант

Научный руководитель: Смелский Валерий Витальевич, доктор технических наук  
Костромской государственной университет имени Н.А. Некрасова

*Функционально-структурный подход (ФСП) определения качественного уровня производства бортового маршрутного компьютера (КМ) для автомобиля основан на декомпозиции объекта на составляющие его различных уровней, системного анализа процесса технического производства от проектирования до последующей эксплуатации, основанного на расчленении объекта на составляющие функциональные модули (ФМ), применения электронной морфологической таблицы для выявления функциональной структурности качества исследуемого объекта.*

**Ключевые слова:** маршрутный компьютер, функционально-структурный подход, декомпозиция объекта, системный анализа, процесс технического производства, функциональные модули, построение морфологической таблицы, качество производства исследуемого объекта

Элемент, без которого нельзя обойтись в системе управления автомобилем — бортовой маршрутный компьютер. Предназначен для обработки информации электронных систем автомобиля: центрального блока кузовной электроники (ЦБКЭ), системы управления двигателем (КСУД), антиблокировочной системы (ABS), комбинации приборов и других, поступающей по системе цифровой связи и управления электрическими устройствами автомобиля, позволяющей собирать данные от всех устройств, обмениваться информацией между ними, управлять ими (CAN-шине) с последующим выводом ее на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) маршрутного компьютера.

КМ должен осуществлять обмен информацией с другими устройствами, подключенными к CAN шине, в соответствии со спецификацией CAN v<sup>2.0B</sup>, со скоростью передачи 500 кбит/с. Функционирование КМ должно осуществляться в соответствии с документом «Технические требования к функциям управления». Дизайн меню (графической области ЖКИ), состав команд, логика меню должны соответствовать согласованному с потребителем контрольному образцу. Алгоритм работы КМ реализуется в форме программного обеспечения, согласованного с ОАО «АВТОВАЗ». Номер версии программного обеспечения маркируется на КМ и указывается в форме утверждения КМ в производство.

Бортовой маршрутный компьютер выполняет следующие функции:

**Текущее время суток:** Погрешность показаний часов должна быть:

— не более  $\pm 2$  с за сутки при температуре ( $25 \pm 10$ ) °С;

— не более  $\pm 5$  с за сутки в диапазоне температур от минус ( $40 \pm 3$ ) °С до плюс ( $70 \pm 3$ ) °С.

Часы должны начинать отсчет времени с нулевого значения после прерывания и последующего восстановления напряжения питания на клемме «30». Часы должны про-

водить отсчет времени независимо от наличия напряжения на клемме «15» при наличии напряжения на клемме «30». Переход в режим коррекции часов осуществляется через меню КМ.

**Календарь:** Календарь должен начинать отсчет с нулевого значения после прерывания и последующего восстановления напряжения питания на клемме «30». Календарь должен проводить отсчет независимо от наличия напряжения на клемме «15» при наличии напряжения на клемме «30».

Переход в режим коррекции осуществляется через меню КМ.

**Будильник:** Дата и время включения будильника задается через меню КМ. Должна обеспечиваться возможность установки не более 5 будильников.

После проведения установки будильника, он сохраняется в памяти независимо от наличия напряжения питания на клемме «30» и клемме «15».

**Температура за бортом:** Входной сигнал для определения температуры окружающего воздуха — «COMBI\_Outside Temp» (кадр «COMBI\_3»). При отсутствии или пропадании кадра «COMBI\_3» или при наличии сигнала 0xFF на ЖКИ должно иницироваться « — -».

**Средний расход топлива:** Входные сигналы для расчета среднего расхода топлива (Mcp):

— «ECM\_VehicleSpeed» (кадр «EMC\_SystemControl»);

— «ECM\_FuelConsumption» (кадр «EMC\_Status»).

Метод вычисления — в соответствии с документом «Принципы формирования сигналов в комбинации приборов с шиной CAN».

$Mcp [л/100км] = (0,00625 * N) / S$ , где N — глобальный счетчик израсходованного топлива «ECM\_FuelConsumption»; S — глобальный счетчик пройденного пути в  $км * 10^{-1}$ . Параметры N и S обнуляются только при отключении напряжения питания с клеммы «30» и при сбросе через меню КМ.

Обнуление значений среднего расхода топлива должно осуществляться через меню КМ. После обнуления, в первые 500 м пройденного пути на ЖКИ должно выводиться значение «00.0».

При выключении зажигания значение среднего расхода топлива должно заноситься в память и при последующих поездках рассчитываться с учетом предыдущих поездок. Индикация рассчитанного значения должна обновляться через постоянные интервалы времени длительностью 1 с.

*Общее время поездки:* При достижении показаний «99:59» должен происходить переход на значение «00:00» со сбросом всех расчетных параметров, после чего отсчет времени продолжается.

Отсчет значения «Общее время поездки» проводится только при работающем двигателе (обороты коленчатого вала более 500 мин<sup>-1</sup>).

При выключении зажигания значение времени поездки должно заноситься в память и при последующих поездках рассчитываться с учетом предыдущих поездок. Обнуление значений времени поездки осуществляется через меню КМ.

*Пробег за поездку:* Входной сигнал для расчета пробега за поездку — «ECM VehicleSpeed» (кадр «ECM SystemControl»).

Метод обработки входного сигнала скорости и вычисления пройденного пути в соответствии с документом «Принципы формирования сигналов в комбинации приборов с шиной CAN». До достижения показаний «999,9» отсчет происходит с шагом 0,1 км, после «1000» с шагом 1 км. При достижении показаний «9999» должен происходить на значение «0,0» со сбросом всех расчетных параметров, после чего отсчет продолжается с шагом 0,1 км.

При выключении зажигания значение пробега за поездку должно заноситься в память и при последующих поездках рассчитываться с учетом предыдущих поездок. Обнуление значений параметра осуществляется через меню КМ. После прерывания и последующего восстановления напряжения питания на клемме «30» КМ должен начинать отсчет пробега за поездку с нулевого значения.

*Средняя скорость поездки:* Входной сигнал для расчета средней скорости поездки ( $V_{cp}$ ) — «ECM VehicleSpeed» (кадр «ECM SystemControl»).

$V_{cp} [км/час] = (360 \cdot S) / T$ , где  $T$  — время поездки в секундах,  $S$  — глобальный счетчик пройденного пути в км $\cdot 10^{-1}$ .

Обнуление значений средней скорости поездки осуществляется через меню КМ. При выключении зажигания значение средней скорости должно заноситься в память и при последующих поездках рассчитывается с учетом предыдущих поездок. Индикация рассчитанного значения должна обновляться через постоянные интервалы времени длительностью 1 с.

*Температура двигателя:* Входной сигнал для определения температуры двигателя «ECM EngineCoolantTemp»

(кадр «ECMStatus»). При невалидном сигнале 0xFF, а также при отсутствии или пропадании кадра «ECM Status» на ЖКИ должны индизироваться символы «—».

*Автоматическое поддержание температуры:* При включении данной функции на ЖКИ должны выводиться соответствующий символ. При наступлении события, соответствующего введенным установкам, КМ должен выдавать сигнал запуска двигателя на CAN шину. При достижении температуры двигателя уровня, соответствующего введенным установкам, КМ должен выдавать сигнал останова двигателя на шину. КМ должен выводить на ЖКИ сообщение о неисправностях и сервисные сообщения.

Бортовой маршрутный компьютер изготавливается на ЗАО «Электромеханический завод «Пегас» (г. Кострома) Качество и высокие характеристики изделий обеспечиваются конструкторскими разработками, использованием высокопроизводительных технологий и оборудования, а также высокой квалификацией персонала (карта потока процесса представлена в приложении 1).

В соответствие с существующими направлениями совершенствования управления автомобилем, используются всевозможные системы, позволяющие в автоматическом режиме регистрировать скоростные, температурные параметры; обрабатывать информацию от электронных систем автомобиля (системы управления двигателем), проводить отслеживание движения транспорта и автоматически регулировать как скорость, так и снижать аварийность за счет позиционирования машины в общем потоке движения машины, в различных погодных условиях, наличия скоростной трассы или бездорожья.

*Качественный уровень* функционирования определяется на основании действующей системы менеджмента качества, сертифицированная фирмой «TUV Management Service GmbH SUD» на соответствие международным стандартам серии ISO-9001. Автомобильные комплектующие прошли сертификацию в НИИ «Автоэлектроника» и имеют сертификаты соответствия.

Набор рассматриваемых показателей, заложенных в систему функциональных возможностей, определяет структурный уровень изделия в общем ряду подобных приборных систем.

На рис. 1 представлена предложенная нами схема функционального уровня системы контроля качества при производстве бортового маршрутного компьютера.

*Функциональный уровень* определяется значением интегрального показателя, учитывающего набор частных показателей, характеризующих уровень внедрения, использование результатов машинных расчетов, технических средств, организационный уровень и трудоемкость работ по обеспечению функционирования АСУ на предприятии с учетом коэффициентов весомости каждого частного показателя в общей совокупности регистрируемых параметров функционирования [1,3].

Процесс изготовления включает в себя операции изготовления корпуса (цех пластмасс) и деталировка комплектующих изделий (сборка). Качественные показатели про-

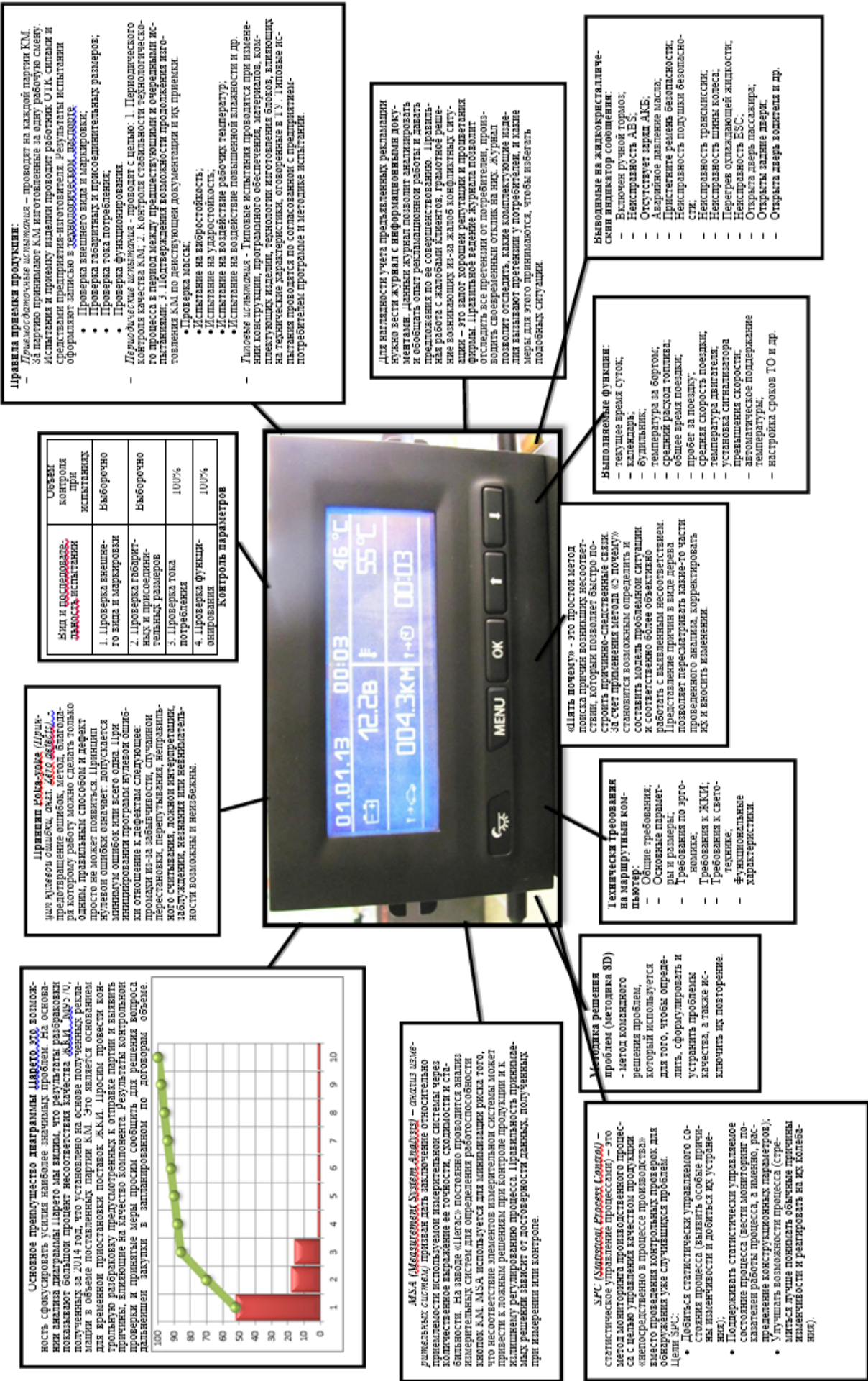


Рис. 1. Схема функционального уровня системы контроля качества КМ

**Правила проверки продукции:**

- Демонстрация шпильки – проводится на каждой партии КМ. За партию принимают КМ изготовленные за одну рабочую смену. Испытания и приемку изделия проводят работники ОТК. Испытания и приемку изделий изготовителя, результаты испытаний оформляют согласно в технологическом процессе.
- Проверка внешнего вида и маркировки.
- Проверка габаритных и присоединительных размеров.
- Проверка тока потребления.
- Проверка функциональности.

**Лабораторные испытания – проводятся с целью:**

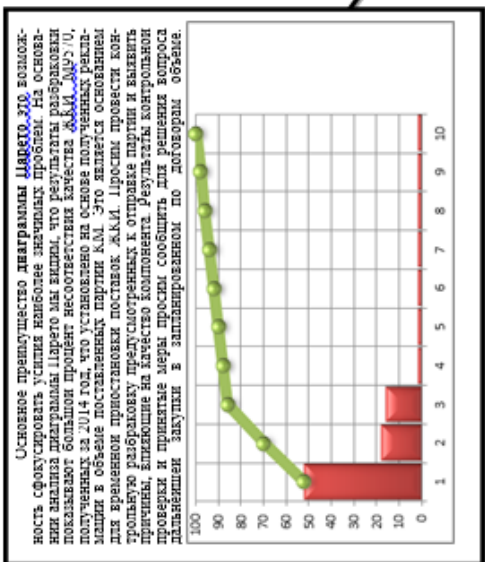
1. Проверки качества контроля качества КМ.
2. Контроля стабильности технологического процесса в период между производственными и очередными испытаниями.
3. Подтверждения возможности производства изготовления КМ по действующей документации и их приемки.
- Проверка массы.
- Испытание на ударопрочность.
- Испытание на ударопрочность.
- Испытание на воздействие рабочей температуры.
- Испытание на воздействие рабочей влажности и др.

Целью испытаний является проверка качества при изменении параметров, проверка соответствия параметров, установленных в технических условиях изготовления, требованиям к техническим характеристикам, отобранным в У. Испытания проводятся по согласованию с производителем-потребителем программы и методики испытаний.

Объем контроля при испытании	Выборочно
1. Проверка внешнего вида и маркировки	Выборочно
2. Проверка габаритных и присоединительных размеров	100%
3. Проверка функциональности	100%

**Правила работы (Принципы работы) шпильки:**

Целью работы шпильки является проверка качества изготовления изделия. Для этого необходимо использовать метод, позволяющий быстро и точно определить качество изделия. Метод заключается в том, что шпилька имеет определенную форму, которая позволяет ей легко проникать в изделие и проверять его качество. Шпилька имеет определенную длину, которая позволяет ей легко проникать в изделие и проверять его качество. Шпилька имеет определенную форму, которая позволяет ей легко проникать в изделие и проверять его качество.



**MSA (Метод измерения Способности Анализ) – оценка измерительных систем**

Метод измерения Способности Анализ (MSA) – это метод измерения способности измерительных систем. Метод измерения Способности Анализ (MSA) – это метод измерения способности измерительных систем. Метод измерения Способности Анализ (MSA) – это метод измерения способности измерительных систем. Метод измерения Способности Анализ (MSA) – это метод измерения способности измерительных систем.

**SPC (Statistical Process Control) – статистическое управление процессом**

Статистическое управление процессом (SPC) – это метод мониторинга производственного процесса с целью управления качеством продукции. Статистическое управление процессом (SPC) – это метод мониторинга производственного процесса с целью управления качеством продукции. Статистическое управление процессом (SPC) – это метод мониторинга производственного процесса с целью управления качеством продукции.

**Техническая трювавання на маршрутичний компютер**

- Общее трювавання.
- Основные параметры и размеры.
- Трювавання по трювавання.
- Трювавання к ЖКИ.
- Трювавання к светотехнике.
- Функциональные характеристики.

**«Почему?» – это простой метод поиска причин возникновения несоответствия, который позволяет быстро построить причинно-следственные связи.**

За счет применения метода «3 почему» становится возможным определить и устранить причину возникновения несоответствия. Метод «3 почему» позволяет исследовать причину в виде дерева, позволяющего проследить за процессом возникновения несоответствия.

**Выполняемые функции:**

- текущее время суток.
- календарь.
- будильник.
- температура за бортом.
- средний расход топлива.
- общее время поездки.
- пробег за поездку.
- средняя скорость поездки.
- температура двигателя.
- установка спидометра.
- установка порога давления.
- температура.
- настройка сроков ТО и др.

**Выполняемые функции:**

- Включен выключатель освещения.
- Неисправность ABS.
- Отсутствие заряд АКБ.
- Аварийное давление масла.
- Пристегните ремни безопасности.
- Неисправность подушки безопасности.
- Неисправность трансмиссии.
- Неисправность шин колеса.
- Перегрев охлаждающей жидкости.
- Неисправность ESC.
- Открыта дверь пассажира.
- Открыта задняя дверь.
- Открыта дверь водителя и др.

веряются в соответствии с требованиями международных стандартов. По мере изготовления проводится пооперационный контроль показателей.

При рассмотрении техники как объекта управления необходимо исходить из характерных особенностей этой категории. Важная особенность техники как продукта созидательной деятельности состоит в том, что она, с одной стороны, обладает способностью удовлетворять определенные потребности, а с другой, несет в себе определенную сумму затрат, поскольку является продуктом труда. Таким образом, возникает необходимость рассматривать технику со стороны качества, как совокупность определяющих его свойств, учитывая их взаимосвязь и взаимообусловленность с характером изменяющихся потребностей, а также с техническими и экономическими возможностями ее производства.

Важным аспектом системной концепции проектирования является рассмотрение процессов производства как особой формы управления качеством в жизненном цикле создаваемой и применяемой техники, на стадиях и этапах которого формируются и проявляются ее основные свойства. Последовательность стадий жизненного цикла техники определяет принцип последовательного формирования качества: качество техники закладывается при ее исследовании и проектировании, обеспечивается в производстве и реализуется в процессе эксплуатации. Отсюда следует, что управление качеством КМ строится на основе системного анализа процессов его создания, промежуточного контроля переходов технического производства, дальнейшего его применения.

Функционально-структурный подход (ФСР) основан на расчленении объекта на составляющие его различных уровней, т. е. раскрытии, функциональной структурности качества. На каждом шаге декомпозиции выявляются конструктивные элементы, реализующие эти функции или участвующие в их реализации. Выявленные элементы группируются по признакам их функциональной однородности в функциональные модули (ФМ) составные части объекта, определяемые в терминах выполняемых ими функций безотносительно к их конструктивной или технологической реализации. Выполненная декомпозиция позволяет представить качество объекта в виде иерархически организованной структуры качества функциональных модулей различных уровней. При ФСР первичной является функциональная декомпозиция, а вторичной — объектная (морфологическая) [2].

#### Литература:

1. Алексеев, Ю. Ф., Махмутов И. Х., Немировский Е. Я. — Опыт создания и внедрения АСУ от бурения Уфимского УБР, Уфа: Башк. кн. изд-во, 1990.
2. Калейчик, М. М. — Квалиметрия: учебное пособие /М. М. Калейчик. — М.: МГИУ, 2007. — 200 с.: ил.
3. Электронный ресурс — [[http://b-c-group.ru/page\\_id=470](http://b-c-group.ru/page_id=470)] — СПС. Статистическое управление процессами.

Для этого используется разработанная нами электронная структурная схема функциональной модели процесса, представленная в виде таблицы 1. Основные разделы (АСГ) включают:

- 1) направления совершенствования и повышения качества (КМ) и технологических процессов,
- 2) графический редактор, обеспечивающий наглядность принципов последовательного формирования теоретического и технического уровня качественных показателей,
- 3) функциональные параметры изделия, 4) документация и оборудование при производстве (КМ).

Завершающим этапом каждой партии изготавливаемой продукции (КМ) и ее поставки является отслеживание эксплуатационных характеристик поставляемых заказчику партий изделий.

Качество проектируемого объекта существенно зависит от полноты и глубины анализа его функций, обоснованности требований к объекту и его составным частям. Важным направлением этих исследований является применение системного анализа для формализованного описания и структуризации функций. Построение функциональной модели процесса помогает наглядно отследить возможность совершенствования качественных показателей системы контроля при производстве бортового маршрутного компьютера.


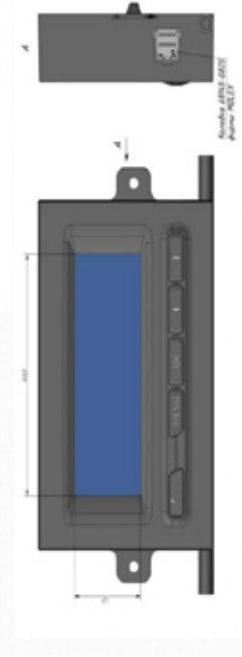
#### ВЫВОДЫ:

1. Рассмотрена последовательность определения функционального уровня КМ, с учетом требований качественного уровня, соответствующего требованиям международных стандартов, и применением в управлении автомобилем, а также с учетом надежности работы в общей системе контроля параметров и хранения необходимой информации.

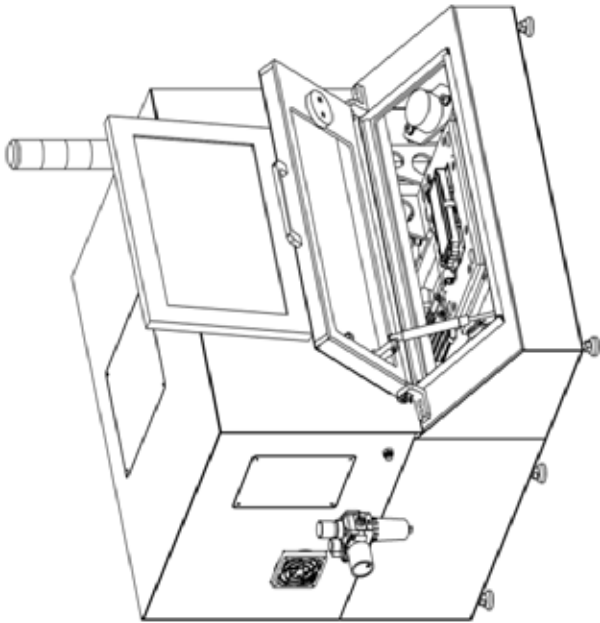

2. Рекомендуется при рассмотрении объекта управления исходить из характерных особенностей функциональных возможностей данной категории изделия удовлетворять техническим и экономическим показателям эксплуатации.

3. Качество проектируемого объекта существенно зависит от общей системы функциональных возможностей изделия, технологичности его изготовления и требований современного мирового уровня.




Таблица 1. Структурная схема функциональной модели процесса

Направления со- вершенствования	Текстовый, графический редактор	Функциональные параметры	Документация и оборудование
<p>Расширение функций управ- ляемых параметров при поступлении за- явки</p>	 <p style="text-align: center;">Эскиз КМ</p>  <p style="text-align: center;">Модуль в сборе</p>	<p>Маршрутный компьютер предна- значен для обработки информации электронных систем автомобиля: цен- трального блока кузовной электро- ники (ЦБКЭ), системы управления дви- гателем (КСУД), антиблокировочной системы (ABS), комбинации приборов и др., поступающих по системе циф- ровой связи и управления электриче- скими устройствами автомобиля, по- зволяющей собирать данные от всех устройств, обмениваться информа- цией между ними, управлять ими (CAN- шине) с последующим выводом ее на ЖК индикатор маршрутного компью- тера. Маршрутный компьютер выпол- няет следующие функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• текущее время суток;</li> <li>• календарь;</li> <li>• будильник;</li> <li>• температура за бортом;</li> <li>• средний расход топлива;</li> <li>• общее время поездки;</li> <li>• пробег за поездку;</li> <li>• средняя скорость поездки;</li> <li>• напряжение бортовой сети;</li> <li>• температура двигателя;</li> <li>• установка сигнализатора превы- шения скорости;</li> <li>• автоматическое поддержание темпе- ратуры;</li> <li>• настройка сроков ТО.</li> </ul>	<p>Нормативно-техническая доку- ментация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ШРКН. 453819.000 Техниче- ские условия (КМ) и01;</li> <li>• Стандарты ГОСТ;</li> <li>• План управления на КМ;</li> <li>• Рабочая инструкция КМ 2172;</li> <li>• Карта потока на КМ;</li> </ul> <p>Чертежи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ШРКН. 408124.069 СБ (КМ Модуль) и03;</li> <li>• ШРКН. 408124.069 СП (КМ Модуль) и03;</li> <li>• ШРКН. 735224.025 (КМ Корпус) и02;</li> <li>• ШРКН. 758711.045 Е (КМ ПП) и01.</li> </ul>

<p>Процесс сборки и проверка надежности. Контроль параметров.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Линия сборки КМ</i></p> <p style="text-align: center;">Автоматическая оптическая инспекция</p>	<p>Вид и последовательность испытаний Объем контроля при испытаниях</p> <p>1. Проверка внешнего вида и маркировки Выборочно</p> <p>2. Проверка габаритных и присоединительных размеров Выборочно</p> <p>3. Проверка тока потребления 100%</p> <p>4. Проверка функционирования 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• План управления на КМ;</li> <li>• Карта потока процесса (приложение 1)</li> </ul>
		<p>Операция автоматического контроля качества изделий с помощью установок, осуществляющих съемку изделия и анализ полученного изображения. Получение изображения осуществляется камерой или сканером.</p> <p>Установки АОИ применяются для контроля несобранных печатных плат и поиска дефектов после сборки печатных узлов. Поскольку большая часть дефектов сборки в технологии поверхностного монтажа обусловлена ошибками нанесения пасты. Система АОИ применяется для контроля паяльной пасты после трафаретной печати. В зависимости от установки, определение дефекта может осуществляться на основе плоского или трехмерного изображения. Вторым вариантом позволяет более точно определять такие параметры, как высота отпечатка пасты и количество припоя в паяном соединении.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• РИ КМ 2172;</li> <li>• Руководство по эксплуатации</li> </ul>

<p>Внешний визуальный контроль</p> <p>Функциональный контроль в стенде</p>	 <p>Стенд проверки компьютера маршрутного с ЖКИ 2172-3857010</p>	 <p>Подключение разъема от приспособления к компьютеру</p>	<p>Внешний осмотр изделия, наличие составляющих компонентов.</p> <p>Стенд предназначен для проверки компьютера маршрутного с жидкокристаллическим индикатором 2172-3857010 и позволяет осуществлять:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проверку тока потребления КМ в рабочем режиме и в режиме покоя; проверку работоспособности и равномерности подсветки ЖКИ;</li> <li>• проверку работоспособности подсветки клавиш управления КМ;</li> <li>• проверку функционирования клавиш управления КМ;</li> <li>• проверку правильности установки клавиш управления КМ;</li> <li>• проверку аналогово-цифровых преобразователей КМ;</li> <li>• проверку работоспособности шины CAN.</li> </ul> <p>При успешном прохождении теста печатается этикетка на изделие.</p> <p>При обнаружении несоответствий изделие изолируется, идентифицируется и оформляется ярлык несоответствия.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• РИ КМ 2172</li> <li>• РИ КМ 2172;</li> <li>• Руководство по эксплуатации ШРКН-304598 РЭ</li> </ul>
--	---	--	--	---



	<p>Функциональный контроль в стенде</p>  <p>Проверка светимости пикселей на экране и равномерность подсветки</p>  <p>КМ установлен в контактное устройство стенда</p> 		
<p>Работа с рекламациями</p>	<p>Результаты теста</p> <p>Окончательный контроль</p> <p>Журнал учета рекламаций</p>	<p>Проверяется работоспособность изделия в целом, кроме проверки ЖКИ.</p> <p>Данный журнал позволит анализировать и обобщать опыт рекламационной работы и давать предложения по ее совершенствованию.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• РИ КМ 2172</li> <li>• Журнал учета рекламаций</li> </ul>

Приложение 1

«ПЕГАС»		Карта потока процесса				ШРКН. 00499 КП		ОБОЗНАЧЕНИЕ КАРТЫ ПОТОКА			
ЗАКАЗ		ОБОЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ		НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ		ЦЕХ №					
КМ		ШРКН. 000		КОМПЬЮТЕР МАРШРУТНЫЙ		2					
Номер цеха, участка	Номер операции	Тип операции			Наименование операции	Специальные характеристики продукции	Специальные контрольные характеристики	Квалификация работника	Рока Yoke	Номер предыдущей операции	Номер следующей операции
		Производство	Перемещение	Хранение							
ЛВК	005					-	-	Контролер ЛВК	-	-	010
02	010				ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ	-	-	Мастер	-	005	015
02	015				ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	-	-	Логист	-	010	045
ПДО	030				ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ	-	-	Оператор 1 разряда	-	-	80
02	035				ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ	-	-	Оператор 2 разряда	-	010	035
02	040				ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ	-	-	Оператор 2 разряда	-	035	070
02	045				МОНТАЖНАЯ	-	-	Оператор 2 разряда	-	010	050
02	050				МОНТАЖНАЯ	-	-	Монтажник 3 разряда	-	045	053
02	055				СБОРОЧНАЯ	-	-	Оператор 2 разряда	-	053	060
02	060				РЕГУЛИРОВОЧНАЯ	-	-	Оператор 2 разряда	-	055	065
02	065				КОНТРОЛЬНАЯ	-	-	Контролер	-	060	070
02	070				СБОРОЧНАЯ	-	-	Оператор 2 разряда	-	065	075
								Разработал		Нестеров	

Изм	Лист	Номер изв.	Подпись	Дата	Изм	Лист	Номер изв.	Подпись	Дата	Проверил Н. контр.	Смирнов Смирнов	Подпись	Дата	
<p>«ПЕГАС»</p> <p>Карта потока процесса</p> <p>ШРКН. 00499 КП</p> <p>ОБОЗНАЧЕНИЕ КАРТЫ ПОТОКА</p>														
ЗАКАЗ		ОБОЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ			НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ		ЦЕХ №							
КМ		ШРКН. 000			КОМПЬЮТЕР МАРШРУТНЫЙ		2							
Номер цеха, участка	Номер операции	Тип операции			Наименование операции	Специальные характеристики продукции	Специальные контрольные характеристики	Квалификация работника	Рока Уоке	Номер предыдущей операции	Номер последующей операции			
		Производство	Перемещение	Хранение								Контроль	Изм	Лист
02	075				РЕГУЛИРОВОЧНАЯ (ПСИ)	-	-	Оператор 2 разряда	-	070	077			
02	077				ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ			Контролер	-	075	080			
02	080				УПАКОВОЧНАЯ			Оператор 2 разряда	РУ	077	-			
02	-				ТРАНСПОРТИРОВОЧНАЯ	-	-	Логист	-	080	-			
02	-				ХРАНЕНИЕ	-	-	-	-	-	-			
Изм	Лист	Номер изв.	Подпись	Дата	Изм	Лист	Номер изв.	Подпись	Дата	Изм	Лист	Номер изв.	Подпись	Дата

## Функциональность информационной модели на этапах проектирования, строительства и эксплуатации здания

Чегодаева Мария Алексеевна, магистрант  
Тольяттинский государственный университет

В настоящее время активно развиваются средства автоматизированного проектирования зданий и сооружений, тем самым позволяя как минимизировать ошибки, так и разработать слаженную систему взаимодействия участников проекта. Этим требованиям, а также и многим другим, отвечают BIM-технологии. BIM (с английского

Building Information Modeling), а именно информационное моделирование зданий, позволяет продуктивно использовать единую информационную модель здания на протяжении всего жизненного цикла здания (рис. 1). Рассмотрим поэтапно специфику применения модели на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.



Рис. 1. Многообразие использования информационной модели

### 1. Проектирование

В первую очередь, говоря о роли информационной модели на стадии проектирования, необходимо отметить, что важную роль в ее создании играет наличие архитектурно-конструкторской, экономической, технологической, инженерной и других видов информации со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, возможность ее анализа и передачи для последующего использования во внешние системы. Здание воспринимается как единый объект с неотделимыми друг от друга элементами, находящимися в непрерывном контакте [1]. Именно понятие «Information» в BIM-технологиях всегда первостепенно, от информационной оснащенности объекта в большинстве случаев зависит дальнейшее использование информационной модели.

Практические преимущества информационного моделирования перед традиционными видами проектирования также не поддаются сомнению. Во-первых, очевидным плюсом является возможность в режиме реального времени согласовать, рассчитать и собрать во-

едино, разработанные различными специалистами или предприятиями элементы сооружений, что способствует формированию целостного представления об объекте проектирования, а также предотвращает возникновение внутренних нестыковок (коллизий). Также информационное моделирование помогает отлаживать процесс дистанционной работы проектировщиков, что позволяет не только повысить уровень комфорта рабочего процесса, но и обмениваться между организациями опытом, созданными структурными компонентами, шаблонами BIM-модели и т. д.

Во-вторых, единая информационная модель, которая является квинтэссенцией разделов единого проекта, может служить для расчетов характеристик здания, создания спецификаций, ведомостей объемов работ, смет в их упрощенном виде и другой документации. Комплекс программ, служащих для разработки и использования информационной модели, сгенерирован таким образом, что свободный оборот данных между программными комплексами — неотъемлемая часть рабочего процесса. Созданная с нуля BIM-модель служит основой для выпол-

нения статических и динамических расчетов отдельных элементов и пространственных конструкций, проверки полученных результатов. При этом изменения, генерируемые в производных файлах, автоматически проецируются на единую модель, следовательно, исключается человеческий фактор при повторных выполнениях необходимых расчетов.

В-третьих, построенная единожды информационная модель является неиссякаемым источником создания рабочей документации всех видов.

В-четвертых, BIM-проектирование экономит временной ресурс проектировщиков (рис. 2). На начальном этапе проектирования этот вывод кажется более заблуждением, чем истиной. Однако, в отличие от CAD-проектирования (с английского Computer-Aided Design), функция зависимости производительности от времени в BIM-проектировании не симметрична, т. е. основные временные затраты приходится именно на начальную стадию проектирования, в процессе которой выстраивается преобладающий объем информации [2].

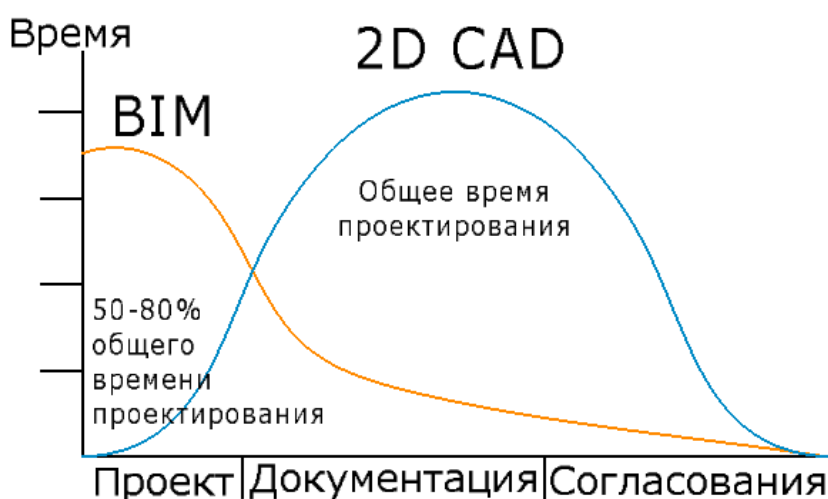


Рис. 2. Сравнительный анализ общего времени проектирования BIM и CAD

## 2. Строительство

С помощью информационной модели здания также можно последовательно отслеживать ход строительства объекта. Добавляя к пространственной системе координат параметр «время», заказчик может иметь представление о степени готовности возводимого объекта, соблюдении запланированных сроков, а также делать выводы о возможной оптимизации процессов.

Календарный график строительства, созданный на основе информационной модели здания, находится в непрерывном взаимодействии с ней, что позволяет назначить выбранным элементам единой модели определенный временной промежуток. На стадии строительства продолжается процесс накопления информации, так, например, информация о строительных машинах и оборудовании, задействованных на площадке, не способна повлиять на саму модель во время ее непосредственной разработки, но на стадии строительства она может привести к оптимизации путей движения техники [4].

Информационная модель здания также является неотъемлемым помощником в осуществлении авторского надзора за строительством, это позволяет не только делать модель более достоверной с точки зрения строительных процессов, но и избегать ошибок при строительстве. Ин-

женер, используя планшетный компьютер с заранее загруженной BIM-моделью, контролирует процесс проведения строительно-монтажных работ и дополняет ее информацией о недочетах и ошибках [5]. Изменения, внесенные непосредственно на строительной площадке, синхронизируются с исходной моделью, следовательно, в офис проектной организации информация поступает максимально достоверной.

## 3. Эксплуатация

Согласно сложившимся стереотипам, BIM-модель принято считать технологией проектирования. Однако спектр ее возможностей шире, чем кажется на первый взгляд. В условиях сложившейся городской застройки на первое место все чаще встает не столько создание новых, сколько обслуживание существующих зданий и сооружений [6]. В данном вопросе BIM-технологии также нашли свое применение.

Преимущества BIM в процессе эксплуатации:

1. Возможность использовать полные и достоверные данные о конструктиве здания, хранящиеся в информационной модели здания;
2. Моделирование возможных признаков физического износа конструкций и элементов здания от мелких

повреждений отделки до критических трещин в несущих конструкциях [7];

3. Детальное планирование технического переоснащения здания;

4. Мониторинг состояния основных конструктивных элементов здания, возможность отслеживания динамики контролируемых параметров [8];

5. Управление энергопотреблением здания;

6. Оперативная навигация по проекту в случае экстренного обслуживания систем, необходимые данные для устранения внештатных ситуации поставляются в кратчайшие сроки.

Благодаря информационному моделированию заказчик или управляющая компания всегда будут иметь точные сведения об объеме предстоящих работ, графике их производства, поставках необходимого оборудования, финансовых поступлениях. Роль BIM в системе ЖКХ также предполагает большой объем изменений. Т. к. бумажные паспорта зданий малоэффективны, требуют уточнения и

ручного поиска всей информации, целесообразен переход на информационное моделирование.

Информационное моделирование также нашло свое применение в решении вопросов рационального потребления ресурсов. Так, снабжая модель соответствующей информацией, уже на начальных этапах проектирования появляется возможность моделировать виртуальный водный и энергобаланс. Дополняя полученные величины тарифами расходов на водоснабжение и электроснабжение, можно получить годовые эксплуатационные доходы или расходы, т. е. эксплуатационный денежный поток [9].

В современных реалиях повсеместное внедрение BIM-технологий является вопросом времени, к концу 2016 года планируется завершить разработку первых нормативных документов, регламентирующих правила работы с информационными моделями зданий и сооружений на разных стадиях их жизненного цикла, что, несомненно, говорит о широком влиянии BIM на современную строительную отрасль.

#### Литература:

1. Талапов, В. В. BIM: что под этим обычно понимают // Цикл авторских публикаций об информационном моделировании зданий. — 2010. [Электронный ресурс]. URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=14078](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078) (дата обращения 10.11.2016)
2. Талапов, В. В. Технология BIM: Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий [Текст]: ДМК Пресс 2015. ISBN 978–5–97060–291–1.
3. 4D Building Information Modeling [Электронный ресурс]. URL: <https://infars.ru/bim/4d/> (дата обращения 10.11.2016)
4. Талапов, В. В. Технология BIM и эксплуатация зданий // Цикл авторских публикаций об информационном моделировании зданий. — 2014. [Электронный ресурс]. URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=17409](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17409) (дата обращения 11.10.2016)
5. Строганов, А. Управление строительством как интеллектуальный сервис коммуникатора // СТТ: Строительная техника и технологии. 2016. № 3 (119). с. 76–80.
6. Ерышев, В. А., Ерышева Е. В., Тошин Д. С. и др. Оценка степени коррозионного поражения эксплуатируемых железобетонных конструкций покрытия // Градостроительство, реконструкция и инженерное обеспечение устойчивого развития городов Поволжья: сб. докладов Всероссийской науч.-практич. конф. / ТГУ. — Тольятти, 2004. С. — 101–104.
7. Тошин, Д. С., Подпорин В. А. Расчет ребристых железобетонных плит покрытия с дефектами // Объединенный научный журнал. — 2003. — № 29. — с. 46–47.
8. Тошин, Д. С. Способ определения напряжений в строительных конструкциях при сложившихся эксплуатационных нагрузках // Научное обозрение. — 2016. — № 17. — с. 16–19.
9. Болотин, С. А., Гуринов А. И., Дадар А. Х., Оолакай З. Х. Оценка энергоэффективности архитектурно-строительных решений начального этапа проектирования в программе Revit Architecture // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 8. с. 64–91.

## Отправление (исходящей) корреспонденции по ФГУП «Почта России» Тюменским государственным университетом

Шаходанова Ольга Юрьевна, кандидат исторических наук, доцент;  
Шиленко Ирина Андреевна, магистрант  
Тюменский государственный университет

*В статье описываются основные процессы регистрации писем и отправлений на предприятии «Почта России», так же дается характеристика видам почтовых отправлений. Указывается количество исходящих и входящих бумажных писем на адрес университета. Описывается отслеживание маршрута письма по идентификационному номеру на сайте «Почта России».*

**Ключевые слова:** корреспонденция, информация, электронная карточка, канал отправки, трек-номер, уведомление о вручении, адресат

В XXI веке с развитием средств связи, использованием телефонных каналов связи (факса, электронной почты) численность документов, отправляемых почтой, уменьшается. Сейчас уже невозможно представить себе рациональную организацию документооборота не только без компьютеров, но без средств связи, соединяющих их между собой, — компьютерных сетей и программы электронной почты. [1, с. 140] Передача документов с использованием электронной почты значительно уменьшает время доставки, исключает возможность потери информации, позволяет организовывать оперативный обмен информацией как внутри организации, так и между организациями, вне зависимости от их месторасположения. Тем, не менее, современный мир не готов отказаться полностью, от бумажных документов, в том числе и корреспонденции отправляемой отделениями связи почтой России.

В Тюменский университет ежедневно поступает различного вида корреспонденция, только в бумажном варианте на адрес университета сотрудник почтового отделения приносит более 50 почтовых отправлений. По количеству отправлений университет не отстает, входящей документации в среднем за день оправляется более 40 писем. К основным видам, входящей корреспонденции поступающей на адрес университета относятся: простая, заказная и заказная с уведомлением о вручении письма.

Прием и отправка корреспонденции осуществляется централизованно — в отделе Документационного обеспечения управления [2]

За всю корреспонденцию отвечает менеджер отдела Документационного обеспечения управления. Для прозрачности и уверенности в том, что действительно поступил (отправлен) документ необходимо провести ряд операций таких как:

- составление проекта документа в том числе и в системе электронного документооборота;
- согласование, визирование (в необходимых случаях);
- подписание и утверждение (при необходимости);

- регистрация;
- отправка документа адресату.

**Составление проекта документа.** Проект документа составляется исполнителем после изучения вопроса по существу и с использованием, как нормативных документов, так и инструкции по делопроизводству.

**Согласование документа.** До передачи подготовленного проекта документа по подписи руководителю исполнитель проводит процедуру внутреннего согласования, представляя на проекте визы согласования или гриф согласования.

**Внутреннее согласование (визирование)** — неизбежный и необходимый этап подготовки исходящего документа.

**Подписание документа.** Ознакомившись с проектом документа, руководитель либо сразу удостоверяет его своей подписью, либо отправляет на доработку исполнителю, если в этом есть необходимость. В этом случае исполнитель дорабатывает документ с обязательным проведением процедуры составления проекта от начала до отправки [3, с. 36].

После прохождения основных значимых этапов для письма, и его подписанием распечатывается бумажная версия электронного документа.

Отправление бумажного экземпляра получателю.

Сотрудником отдела ДОУ проверяется правильность и комплексность исходящих документов. Документ, отправленный от структурного подразделения университета, должен быть зарегистрирован в Системе электронного документооборота, т. е. на каждый документ, отправляемый по почте России заводится электронная карточка не зависимо от вида отправки.

Электронная карточка — это набор реквизитов электронного документа позволяющих одновременно идентифицировать его в системе электронного документооборота [2].

В электронной карточке заполняются следующие обязательные поля:

- Содержание — дается краткое внутреннее содержание письма;

— Контрагент — лицо, которому адресовано данное письмо (если письмо адресовано в организацию, конкретному лицу также заполняется поле);

— В зависимости от контрагента письму присваивается вид. Вид письма в университете простой и министерский;

— Указывается подписант данного письма;

— Канал отправки: простая, заказная, ценная корреспонденция. Если письмо будет отправлено заказным, необходимо занести почтовый идентификационный номер;

— Исполнитель письма;

— Указывается приоритет письма, обычный, весьма срочно, срочно;

— После регистрации письма в системе электронного документооборота, отправителем выбирается канал отправки и формат конверта в зависимости от формата документа и его возможностью сгиба, или невозможностью.

Адресат заполняет конверт, с заранее подготовленным адресом получателя и индексом отправления. Существует так же виды отправления писем такие как:

— Простое письмо;

— Простое письмо 1 класса;

— Заказное письмо;

— Заказное письмо 1 класса;

— Ценное письмо;

— Ценное письмо 1 класса;

— Экспресс-письмо EMS.

Если адресат выбрал канал отправки заказного письма с уведомлением, необходимо заполнить уведомление. В отличие от простого, есть трек-номер для отслеживания. На территории РФ заказное письмо вручается адресату под роспись лично или представителю адресата по доверенности.

Трек-номер для отслеживания пробивается в чеке оплаты за корреспонденцию (Рис. 1).

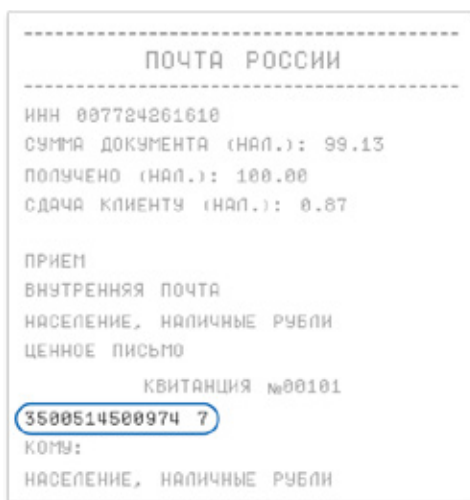


Рис. 1. Чек с указанным трек-номером

Трек-номер отправлений по России состоит из 14 цифр. Его вводят без пробелов и скобок.

Пример: 35005145009747

Отслеживание международных отправлений

Трек-номер международных отправлений состоит из 13 символов, в нем используются латинские заглавные буквы и цифры. Его также вводят без пробелов и скобок.

Пример: SA893456789RU

Согласно Техническому стандарту Всемирного Почтового Союза, отслеживаться могут только международные регистрируемые почтовые отправления, трек-номера которых начинаются на буквы R, S, E, V и L.

Простое отправление из-за границы нельзя отследить по России — оно не регистрируется в почтовой информационной системе.

Уведомление о вручении — документ, информирующий отправителя, что его почтовое отправление доставлено адресату. Уведомления бывают простые, заказные, а также уведомления о вручении отправлений

1 класса. Для отправки письма, посылки или денежного перевода с уведомлением о вручении нужно заполнить специальный бланк. Бланки можно получить в любом почтовом отделении [4].

Для отправлений по России — ф. 119.

Для международных — CN 07.

Бланк уведомления о вручении следует вместе с самим отправлением. После того, как почтовое отправление вручено адресату, уведомление оформляется соответствующим образом и возвращается отправителю уже самостоятельно. Срок доставки уведомления отправителю — как у простой или заказной открытки.

Существуют ограничения размеров по отправке заказного письма:

Минимальный размер — 110 × 220 мм (евроконверт) или 114 × 162 мм (формат С6)

Максимальный размер — 229 × 324 мм (формат С4) По РФ — 100 г

Максимальный вес — За границу — 2 кг



Таким образом, на сегодняшний день Тюменский государственный, как и другие образовательные учреждения не могут отказаться от услуг почтовой связи России. Несмотря на то, что многие считают, что отправка писем эта устаревшая система, которая в большинстве своих случаев тормозит рабочий процесс, и не передает так быстро информацию, как услуги глобальной сети интернет.

Тем самым затрудняя процесс получения информации во время, исходя из этого сотрудники университета отправляют только документы которые невозможно отправить через электронную почту. Большим рывком в отправлении бумажной заказной корреспонденции, появление возможности отследить весь маршрут письма от начала до конца.

#### Литература:

1. Румынина, Л. А. Документационное обеспечение управления. — 6-е изд. — М.: Академия, 2008. — 224 с.
2. ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет Приказ от 30.06.2014 № 406 «О введении в эксплуатацию системы электронного документооборота». [Электронный ресурс] (дата обращения: 21.11.2016) [https://docs.utmn.ru/Shared %20Documents/406. pdf](https://docs.utmn.ru/Shared%20Documents/406.pdf)
3. Железнова, Л. А., Малахова О. В. Инструкция по делопроизводству ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет». — Тюмень: Тюменского государственного университета, 2016. — 102 с.
4. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ от 31 июля 2014 г. № 234.
5. «Об утверждении Правил оказания услуг почтовой связи» [Электронный ресурс]: <http://base.garant.ru/70835708/#ixzz4QrE2gKnI> (дата обращения: 21.11.2016).

## Применение беспилотных летательных аппаратов в локальных конфликтах и войнах

Яцук Константин Васильевич, доцент, заместитель начальника кафедры;  
Стафеев Максим Станиславович, курсант;  
Казаринов Сергей Вячеславович, курсант  
Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия», филиал в г. Челябинске

Современные локальные конфликты предъявляют новые требования к ведению боевых действий, где всё большее участие принимают высокоточные образцы вооружения и военной техники. Всё большее применение и развитие получают образцы техники, не имеющие экипажей, которые, в свою очередь, на данном этапе развития науки и техники, стали относиться к высокоточным образцам вооружения, управляемые с помощью радиосвязи. Большое развитие получили беспилотные летательные аппараты, которые имеют уже довольно большой послужной список. Определелись так же и «законодатели моды» в этом направлении.

Лидерами по производству и развитию БЛА в настоящее время являются следующие государства: Израиль, США, Китай и ряд европейских стран. Между некоторыми из них происходит обмен опытом, взаимодействие по применению подобной техники, созываются даже конференции.

Современные локальные конфликты предъявляют новые требования к ведению боевых действий, где всё большее участие принимают высокоточные образцы вооружения и военной техники. Всё большее применение и развитие получают образцы техники, не имеющие экипажей, которые, в свою очередь, на данном этапе развития науки и техники, стали относиться к высокоточным

образцам вооружения, управляемые с помощью радиосвязи. Большое развитие получили беспилотные летательные аппараты, которые имеют уже довольно большой послужной список. Определелись так же и «законодатели моды» в этом направлении.

Лидерами по производству и развитию БЛА в настоящее время являются следующие государства: Израиль, США, Китай и ряд европейских стран. Между некоторыми из них происходит обмен опытом, взаимодействие по применению подобной техники, созываются даже конференции.

Летом 2000 г. В Лондоне Английская корпорация «Шепард» провела конференцию по БЛА. Подводился итог развития беспилотников, опираясь на применения их в локальных конфликтах, в частности Югославском конфликте, обсудили дальнейшие перспективы развития «Дронов».

Специалисты, принявшие участие в конференции, сделали вывод о том, что БЛА приносят огромную пользу, т. к. пилотируемая авиация была более затратной. Помимо прочего с помощью БЛА решались многие задачи по разведке и целеуказанию.

Также акцентировали внимание на достоинствах беспилотников в сравнении с пилотируемой авиацией:

1. Сохранность летного состава в ходе эксплуатации, а также малое время подготовки личного состава.

2. Малые затраты на обслуживание и эксплуатацию.
3. Незаметность в ходе выполнения боевой задачи, трудности обнаружения противником.
4. Способность резко совершать эволюции по крену и тангажу, позволило добиться высокой живучести летательного аппарата.

Отмечалось что при отсутствии летчика, можно снять немало конструктивных ограничений, что позволит уменьшить массу, повысить надежность и уменьшить стоимость аппарата. А также при ведении разведки и обнаружении цели возможность осуществлять полет на наимыгоднейшей высоте и скорости, что позволит увеличить время полета БЛА в районе поставленной задачи.

По результатам применения БЛА Predator и Hunter в операции «Союзническая сила» Югославском конфликте, и БЛА Predator и Global Hawk в войнах Афганистана и Ирака (2003 г.) была сделана оценка Американских военных. Причинами потери беспилотников являлись не боевыми: более трети потерь приходится на проблемы с двигателем, четвертая часть — несовершенство системы управления, пятая часть — на ошибки операторов, остальные — на проблемы со связью и прочие проблемы.

В 1991 г. Антииранская коалиция вела разведку иранских войск переднего края с помощью БЛА Пионер (Pointer). Также во время конфликта было развернуто 45 единиц видовой разведки БЛА Эксдрон. Стала возможность развертывать комплексы с БЛА типа «Пионер» на линкорах «Миссури» и «Висконсин», в сухопутных войсках США в частности в подразделениях морской пехоты. В комплекс «Пионер» входило четыре БЛА, производящие разведку местности, а также могли вскрывать объекты наиболее важных сил иранской армии. Достоинством считалось малая заметность беспилотника, что позволила проходить оборону противника на глубину около 160 км, производить корректировку арт-огня и контролировать нанесенный урон. В феврале 1991 г. Комплекс с БЛА «Пионер» производил корректировку огня по прибрежным объектам иранской армии с артиллерийского орудия линкора «Висконсин», в общем было совершено более 300 боевых вылетов с общим налетом 1011 ч. Также приоритет беспилотника «Пионер» ведение разведки днем и ночью, подсвета неземных целей ударным самолетам. А для сухопутных войск в частности для ударных вертолетов составлялся полетный маршрут, передавались координаты цели, место положение своих войск и войск противника.

Контроль и управление БЛА «Пионер» осуществлялся с помощью усовершенствованного наземного пункта управления (УНСУ) на дальности свыше 180 км. Беспилотник оснащался телевизионной (для ведения разведки днем в благоприятных погодных условиях) или тепловизионной камерой (для ведение разведки ночью). За весь конфликт в Ираке, два БЛА «Пионер» были сбиты, девятнадцать были направлены на ремонт базу в результате неправильной эксплуатации. Благодаря этому конфликту БЛА «Пионер» показал преимущество беспилотной авиации, эффективность боевого применения.

Помимо комплекса «Пионер» у морской пехоты США на вооружении стоял более малый комплекс «Пойнтер». «Пойнтер» это комплекс состоящий из четырех БЛА обладал меньшей высотой полеты и радиусом действия. Данный беспилотник заинтересовал себя только для разведки иракских войск у линии соприкосновения.

В июне 1995 года были испытаны три экспериментальных образца БЛА «Предатор», в миротворческих операциях в Боснии и Герцеговине. Данный комплекс позволил снизить потери американских войск.

В Иракском конфликте «Буря в пустыне» также были испытаны БЛА Франции. На вооружении Французской армии имелся комплекс «Март» который был развернут в Саудовской Аравии. Основным отличием французских БЛА это совместная работа с РЛС «РАТАС» обеспечивая подсвета (целеуказания) для РСЗО, остальной принцип предназначения схож с американскими комплексами с БЛА.

Летом 1995 года в Боснию и Герцеговину американцы отправили несколько единиц «Предатор», взамен Нэт-750. В результате они хотели получить снижение потерь личного состава своей армии, принимавшей участие в миротворческой операции.

БЛА «Предатор», развёрнутые в Албании, налетали над Боснией более 750 часов, за период июля по октябрь 1995-го. Выполнено было 80 полётов, при этом БЛА взаимодействовали с самолётами-разведчиками, которые направляли беспилотники в районы проведения операций и дислокаций частей миротворческих сил.

Из вышеперечисленных «дронов», наилучшим образом показал себя «Предатор», который имел более надёжные каналы связи. Он и сейчас довольно активно используется в конфликтах. БЛА «Предатор» на тот момент уже мог определять минные поля, вести разведку, при полёте выше верхних слоёв облачности, помимо этого, его полезная нагрузка позволяла осуществлять поиск снайперов.

Также есть данные о том, что все единицы «Предаторов» были потеряны за небольшой промежуток времени. Следует заметить, что применяемые БЛА в условиях, максимально приближенных к боевым, были утрачены в результате аварий, или неполадок в двигателе. Один беспилотник был сбит зенитным огнём югославской противовоздушной обороны.

Беспилотники «Предатор» использовались с целью разведки расположения боснийских сербов. Наиболее вероятно, что информация передавалась американцами противоборствующей стороне, т. к. их слаженность и координированность действий заставляла отходить со своих позиций боснийских сербов, а также по сербским командным пунктам и позициям противовоздушной обороны наносились точечные удары.

Беспилотники облегчали определение места расположения сербских складов, материально-технических баз, командных пунктов, выведение из строя или уничтожение которых существенно нарушали работу войск боснийских

сербов, дезорганизовывали их, сбивали с намеченных целей. Информация, добытая с помощью БЛА, была использована и для нанесения ударов объединёнными силами.

За год эти «дроны» выполнили свыше 520 полётов с целью разведки. Часы налёта БЛА над Боснией и прилегающей территории составили примерно 2400 часов, передавая на пункты управления информацию в реальном масштабе времени, что позволяло наиболее эффективно корректировать и проводить наземные операции против сербов.

Помимо этого, в миротворческой операции в Боснии рассматривали предложение об переброске БЛА «Хантер». Стоит отметить, что данный «дрон» показал себя на пробных полётах крайне ненадёжным. Поэтому применять и, так сказать, «обкатывать» «Хантера» в Югославии не стали.

В 1998 г. Министерство обороны США провело реальные испытания БЛА «Хантер», в вооруженном конфликте Югославии. Испытания данных типов БЛА оказались успешными. Силы НАТО в апреле дали команду по обеспечению беспилотными комплексами в ближайшие сроки. Была перебросена группа беспилотников, включавшая восемь комплексов «Хантер» и эксплуатационное оборудование по управлению. «Хантер» располагает разведывательной аппаратурой, которая может собирать и передавать информацию в радиусе выше 200 км, но с использованием ретранслятора, т. е. второго аппарата. Данные аппараты были также более актуальны, т. к. учитывая гористую местность, БЛА были терпимы к неудовлетворительным для другой авиатехники ВПП.

Одной из главных особенностей конфликта в СРЮ было широкое применение БЛА авиагруппировкой НАТО. Против Югославии было применено около 40 единиц беспилотников. Отрабатывалось взаимодействие как между БЛА и другой авиационной техникой, так между БЛА и наземными силами. Помимо этого, отрабатывалось взаимодействие, обмен информацией между группировками миротворческих сил. Помимо американских «дронов», были замечены БЛА французского, немецкого, а также итальянского производства. Все комплексы с БЛА размещались близко к границам Югославии.

С новой силой и большим натиском весной 1999 года начали действия Объединённые ВС НАТО в распадающейся СРЮ. БЛА здесь разместили уже непосредственно в зоне конфликта. Использование БЛА «Предатор» не позволяло расширить возможности ударной авиагруппировки Объединённых ВС НАТО. Информация от беспилотника была актуальна лишь в случае применения наземных сил и средств. БЛА «Предатор» крайне широко применялись над территорией Косово, выполняя круг известных по предыдущим конфликтам задач.

«Предаторы» барражировали в небе по 17–18 часов. Они передавали информацию в рассредоточенные по территории Боснии и Герцеговины пункты приёма. Крайне положительным стало использование БЛА «Предатор» и

самолётов радиолокационной разведки E-8 «Джистарс», где первый наблюдал за районами, скрытыми от второго рельефом подстилающей поверхности, после чего информация беспилотника и самолёта-разведчика совмещалась и в режиме реально времени передавалась потребителям.

С целью расширения боевых и специальных задач беспилотниками, а также испытания и выявления недостатков и преимуществ, оборонное ведомство США приняло решение испытать БЛА «Хантер» в боевой обстановке. За все испытательные (боевые) вылеты из-за многих недостатков в конструкции и эксплуатации, беспилотники типа «Хантер» оказались неудачны.

В 1987 г. В южноафриканском конфликте впервые испытали БЛА «Искатель» для поиска ангольских партизан, так как прежние способы разведки были невозможны из-за условий местности (высокая плотность растительности, непроходимые топи, малые площадки для пунктов наблюдения, заросшие дороги). Основное достоинство данного беспилотника — неуязвимость от партизанского огня. Аппарат мог подниматься на высоту 5500 м, был практически невидим в небе. При крейсерской скорости мог производить разведку в течение 6 часов, при этом радиус действия был свыше 200 км. Одним из достоинств данного комплекса БЛА «Искатель» это одновременное поднятие трех беспилотников, что повышало площадь наблюдаемой территории. Благодаря этому Министерство Обороны Анголы могло контролировать все объекты повстанцев, пути отхода, укрытия и неожиданно нанести удар. По данному конфликту беспилотный летательный аппарат южноафриканско-израильского производства зарекомендовал себя в лучшую сторону. Многие страны Африки, в частности Алжир, принял на вооружение аналогичный комплекс. БЛА «Искатель» применялся южноафриканской армией против Зулусских боевиков вплоть до 1990 г.

В 2003 г. во время войны в Ираке отмечается широкое использование беспилотных летательных аппаратов антииракской коалицией. Благодаря разведывательным беспилотникам, командиры американских и британских войск могли быстро координировать свои войска, резко менять позиции благодаря информации, которая передавалась в командные пункты и в главный штаб.

Отмечалась, что в операции «Закат» американские БЛА «Пионер» обнаружили около 100 укрытий партизан, основные опорные пункты. Данная операция проводилась 7 ноября 2004 г. под контролем морской пехоты «Сторожевые псы» с целью уничтожения религиозной общины в городе Фалуджи. Основная задача БЛА «Пионер» разведка в любое время суток, производить корректировку огня. Беспилотный летательный аппарат «Пионер» с помощью радиоканала мог передавать разведывательную информацию в виде электросигнала, фотографий, видеоматериалами в центр обработки данных. Там информация с помощью различной аппаратуры, и дешифровщиков обобщалась, а уже дальше информация распределялась по потребителям во основном это были дивизия-полк-батальон. Благодаря

этой информации можно было определить приоритеты целей, уязвимые места противника, какие силы и средства нужны для успешного выполнения боевой задачи.

В целом, по данным примерам ряда последних локальных войн можно сделать вывод о том, что БЛА в настоящее время уверенно «прописались» во многих передовых армиях. Они стали основой разведки, мониторинга ситуации. Беспилотники отлично подходят для ведения сетцентрической войны, которую уже довольно долго практикуют Вооружённые силы соединённых штатов. Что касается сетцентрической войны, то это тема для отдельного разговора. Но представить такой способ управления войсками и мониторингом на полях сражения без БЛА практически невозможно. Именно по этим причинам, а также по вышеперечисленным достоинствам, беспилотники являются перспективнейшим средством для ведения боевых действий. Актуальность выбранного курса в плане развития БЛА лишь ещё раз можно подтвердить, с помощью высказывания бывшего министра обороны США Дональда Рамсфелда: «Применение БЛА «Предатор» и «Хантер» показали высокую их эффективность». «Мы и впредь будем наращивать эффективность нашей авиации с помощью БЛА», — заявил министр. Нынешние главы оборонных ведомств мыслят подобным образом и сейчас, спустя более десятилетие.

Определённые успехи в развитии, с оглядкой на Запад, имеются и у Китая. Хотя и неизвестны случаи боевого применения БЛА Китайской Народной Армией, но в своих вооружённых силах китайские беспилотники получили широкое распространение. Китай является на данный момент лидером-экспортёром БЛА, причём не только аппаратов для выполнения специальных задач, но и ударных (СН-4), получивших название «Птеродактиль». Кроме того, более самолётов 200 J-7 и JJ-7 (китайских копий МиГ-21), выведенных из состава боевых частей и находящихся на хранении, переделывается в боевые БЛА.

По уровню развития беспилотной авиации, как было сказано ранее, Китай входит в тройку сильнейших стран мира вместе с США и Израилем. Кроме многочисленных разведывательных БЛА созданы ударные «Илонг», WJ-600, «Лицзянь», серия СН. Кроме того, в боевые беспилотники переделываются списываемые истребители J-7 и J-6. Эти машины будут применяться для прорыва ПВО противника (как камикадзе, на которые противник вынужден тратить ЗУР).

Большое распространение получают БЛА китайского производства на Ближнем Востоке, где очень охотно приобретают данную продукцию. Они же и получили распространение в армиях Ирана, Казахстана, и т. д. Опыт их применения в вооружённых конфликтах практически неизвестен.

Боевые операции, за исключением нанесения БЛА ракетно-бомбовых ударов и ретрансляции, проводятся, в настоящее время и Вооружёнными Силами Российской Федерации, которая до недавнего времени имела существенное отставание в развитии БЛА от ведущих армий

мира. Сравнительно малое применение беспилотников в КТО на Северном Кавказе, а также проводимых всё чаще военных учений внутри страны, имели относительно малую пользу. Настоящим экзаменом в их применении стал конфликт в Сирийской Арабской Республике. Комплексы с БЛА «Форпост» и «Застава», производящиеся из израильских комплектующих, оказали существенное влияние на тактику ведения боевых операций. Грамотные и скоординированные действия Сирийской Армии на земле при поддержке авиацией ВКС России, обеспечивались при помощи российских беспилотников.

Как уже неоднократно указывалось, в современных вооружённых конфликтах всё более увеличивается доля и роль беспилотных летательных аппаратов. Широкое распространение БЛА начинает получать и в нашей армии, которая уже имеет боевой опыт применения БЛА в Сирийской Арабской Республике.

Несмотря на некоторое техническое отставание, которое не позволяет на сегодняшний день применить реально работающий экземпляр ударного БЛА, наши войска применили БЛА разведывательного типа, которые во взаимодействии с ВКС осуществляли наводку ударных самолётов с АСП, контроль за поражением цели, разведку. Видеоматериалы давали возможность оценить действия экипажей, положение правительственных вооружённых сил САР, положение противника, координировать удары в связи с изменившейся обстановкой. Всё это в совокупности принесло немало опыта по взаимодействию между подразделениями и войсками. Позволило грамотно вести мониторинг ситуации на ТВД. Помимо всего вышеперечисленного, держа в памяти 2008 год, когда для мировой общественности Россия выступила в лице агрессора против Грузии, БЛА помогли с помощью видеоматериалов показать честность намерений и правильность действий ВКС России, соответствие использования вооружений по всем законам, нормам и правилам ООН, международных договоров. Поэтому можно сделать вывод, что БЛА также обеспечивает необходимую информационную составляющую, которая не позволяет дискредитировать Россию в лице мирового сообщества, но позволяет вести оборону на информационной арене противостояния.

Получается, что помимо выполнения боевых задач, БЛА способствуют миру с помощью видеоматериалов, которые впервые стали пересылаться не только в штабы и командные пункты, но и на телевидение, являясь тем самым достоверным первоисточником информации, своего рода «репортёром» с места событий. Это новое качество беспилотников было открыто уже нашими специалистами.

Наше руководство также готово выделять значительные средства для закупки, разработки и реализации беспилотных комплексов. В феврале 2014 года министр обороны РФ С. К. Шойгу заявил: «В соответствии с принятыми программами комплексы с БЛА внедряются в полном объёме». «До 2020 года на программу по развитию и внедрению беспилотников будет израсхо-

довано 320 млрд рублей, однако работы в этом направлении ещё непочатый край», — отметил глава военного ведомства.

Соответственно сейчас можно наблюдать уже значительный прирост отечественных беспилотников в ВС РФ.

В условиях автоматизации управления войсками, очень важно иметь современные БЛА, выполняющие целый круг возложенных на них задач. Современные боевые действия становятся уже немислимыми без беспилотной авиации, а перспективы её развития колоссальны.

Литература:

1. <https://topwar.ru/101726-ne-lomaya-kopiy.html>
2. <http://www.modernarmy.ru/article/154>
3. <http://armyman.info/stati/23918-bla-zarubezhnyh-stran-boevoe-primenenie.html>
4. Беспилотные летательные аппараты. Боевые, разведывательные. Под редакцией Василина Николая Яковлевича

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал  
Выходит еженедельно

№ 25 (129) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметов И. Г.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Каленский А. В.  
Куташов В. А.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Абдрасилов Т. К.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О. Т.  
Алиева Т. И.  
Ахметова В. В.  
Брезгин В. С.  
Данилов О. Е.  
Дёмин А. В.  
Дядюн К. В.  
Желнова К. В.  
Жуйкова Т. П.  
Жураев Х. О.  
Игнатова М. А.  
Калдыбай К. К.  
Кенесов А. А.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Курпаяниди К. И.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матвиенко Е. В.  
Матроскина Т. В.  
Матусевич М. С.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Паридинова Б. Ж.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенцов А. Э.  
Сенюшкин Н. С.  
Титова Е. И.  
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Атаев З. В. (Россия)  
Ахмеденов К. М. (Казахстан)  
Бидова Б. Б. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Демидов А. А. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешиев А. М. (Кыргызстан)  
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)  
Игисинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Колпак Е. П. (Россия)  
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)  
Куташов В. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)  
Ребезов М. Б. (Россия)  
Сорока Ю. Г. (Украина)  
Узаков Г. Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А. К. (Казахстан)

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Г. А.

**Ответственные редакторы:** Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

**Художник:** Шишков Е. А.

**Верстка:** Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

**почтовый:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

**фактический:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

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

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 7.12.2016. Тираж 500 экз.

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