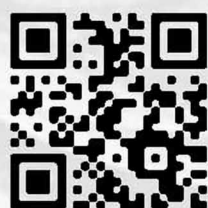


АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

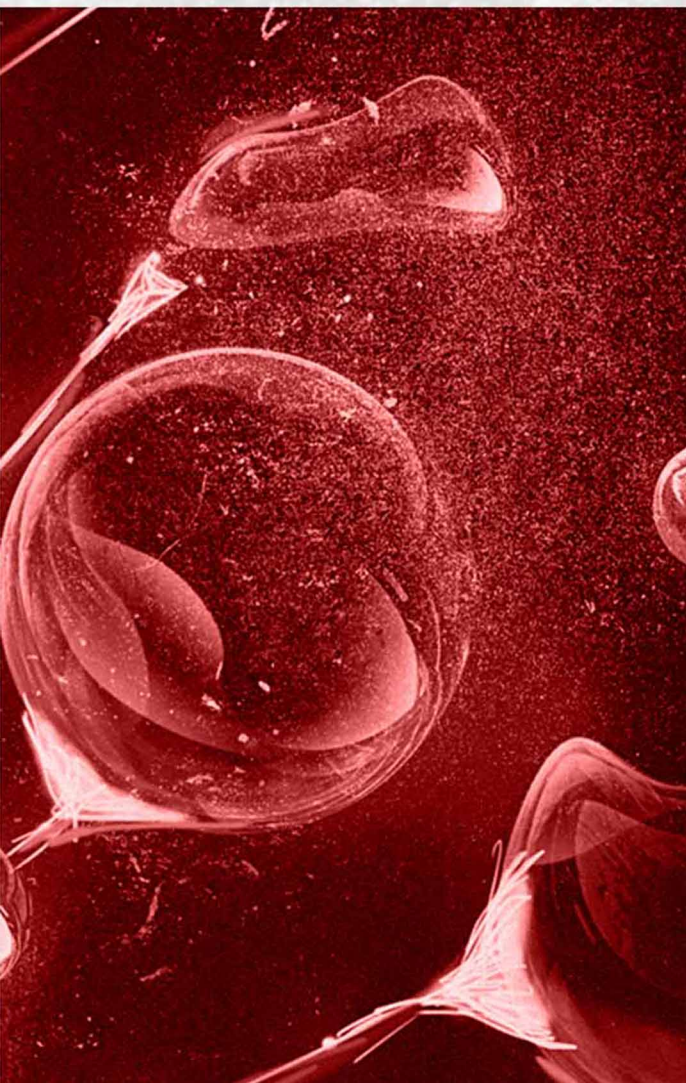
# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

ПО МАТЕРИАЛАМ XIX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 31 ОКТЯБРЯ 2016 Г.



2016 № 10-1  
ISSN 2413-0869



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**2016 • № 10, часть 1**

**Периодический научный сборник**

*по материалам  
XIX Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 31 октября 2016 г.*

**ISSN 2413-0869**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

2016 • № 10-1

### **Периодический научный сборник**

**Выходит 12 раз в год**

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-65905 от 06 июня 2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

### **Учредитель и издатель:**

ИП Ткачева Екатерина Петровна

**Главный редактор:** Ткачева Е.П.

**Адрес редакции:** 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

**Телефон:** +7 (919) 222 96 60

**Официальный сайт:** issledo.ru

**E-mail:** mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте: **www.issledo.ru**

*По материалам XIX Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 октября 2016 г.).*

### **Редакционная коллегия**

*Духно Николай Алексеевич*, директор юридического института МИИТ, д.ю.н., проф.

*Васильев Федор Петрович*, профессор МИИТ, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (РАЮН)

*Датий Алексей Васильевич*, главный научный сотрудник Московского института государственного управления и права, д.м.н.

*Кондрашихин Андрей Борисович*, профессор кафедры экономики и менеджмента, Институт экономики и права (филиал) ОУП ВО «Академия труда и социальных отношений» в г. Севастополе, д.э.н., к.т.н., проф.

*Тихомирова Евгения Ивановна*, профессор кафедры педагогики и психологии Самарского государственного социально-педагогического университета, д-р пед. наук, проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ

*Алиев Закир Гусейн оглы*, Институт эрозии и орошения НАН Азербайджанской республики, к.с.-х.н., с.н.с., доц.

*Стариков Никита Витальевич*, директор научно-исследовательского центра трансфера социокультурных технологий Белгородского государственного института искусств и культуры, к.с.н.

*Ткачев Александр Анатольевич*, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», к.с.н.

*Шаповал Жанна Александровна*, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», к.с.н.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>6</b>
<i>Александров В.И., Стренин М.В., Юдин В.С., Шумин Е.В.</i> ПРИЗНАКИ И ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ.....	6
<i>Баранов Д.М., Лапченков А.Г., Мишта Е.А., Шуваев Е.В.</i> МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР .....	10
<i>Баранов Д.М., Мишта Е.А., Москаленко В.А., Шуваев Е.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ .....	12
<i>Баранов Б.М., Пархоменко А.С., Сумбулян С.В., Мишта Е.А.</i> ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ КОТЛА К7-ФВ-2В ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖИРОВ ЖИВОТНЫХ ТОПЛЕННЫХ .....	14
<i>Бейтюк Ю.Р., Рамазанов В.М., Себровская Г.П.</i> АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭМУЛЯТОРА РС-СОВМЕСТИМОГО КОНТРОЛЛЕРА ADAM 5510M ДЛЯ КОМПИЛЯТОРА TURBOC++ .....	16
<i>Беляев С.В., Давыдков Г.А., Перский С.Н.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСПОРТЕ .....	19
<i>Бугаев А.М.</i> МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА МАШИН И МЕХАНИЗМОВ .....	22
<i>Васильев В.Ю., Евсюков Н.А., Балаев М.Д., Ахматшин Э.В.</i> ОСНОВНЫЕ ЦИКЛЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	24
<i>Веткин А.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА В ТРУБЧАТЫХ ПЕЧАХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ .....	26
<i>Виноградов К.М., Буфетова И.С.</i> БЕСКОНТАКТНЫЙ ГЕНЕРАТОР НА БАЗЕ СИНХРОННОЙ РЕАКТИВНОЙ МАШИНЫ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ .....	28
<i>Винокуров И.В., Дроздов И.Г., Чечета И.А.</i> АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОПТИМИЗАЦИИ ВЕСА СОЗДАВАЕМЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ .....	31
<i>Винокурова И.М., Коротов В.В., Иванова Д.Э.</i> МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОРРОЗИОННОМУ РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ .....	34
<i>Винокурова И.М., Жиленко В.А., Попов Л.Н.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ .....	37
<i>Гайдамаченко М.Е.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ АКТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОЗДАНИЕ ВСМ .....	42
<i>Григорьева О.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УЛИЦ ГОРОДА ОРЕНБУРГА.....	45
<i>Данилов А.Д., Минеев В.А.</i> ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	51

<b>Данилов А.Д., Ломакин В.А.</b> КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИБКИМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ .....	54
<b>Жильцов А.П., Колмаков Р.А.</b> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЖЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ВАЛКОВ ШЕСТЕРЕННОЙ КЛЕТИ .....	57
<b>Калиновская И.Н.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ТКАНИ С АДГЕЗИВОМ И СИЛЫ СКЛЕИВАНИЯ СЛОЕВ В МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ .....	60
<b>Коноваленко С.А., Королев И.Д., Медведев А.Н.</b> ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБРАЗА КОНТРОЛИРУЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ И ПРИОРИТЕЗАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ, СОБИРАЕМЫХ СРЕДСТВАМИ АНАЛИЗА ЗАЩИЩЕННОСТИ .....	63
<b>Кулешов А.Н.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В САЛОНЕ АВТОМОБИЛЕЙ .....	70
<b>Кутуков А.Ю., Подколызин А.И., Процей Р.Г., Пяк В.С.</b> ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТЕХНИКИ .....	74
<b>Лепешкин А.В.</b> К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ АКТИВИЗАЦИИ ПРИЦЕПНЫХ ЗВЕНЬЕВ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ПОМОЩИ ГИДРООБЪЕМНЫХ ТРАНСМИССИЙ.....	76
<b>Лоева Я.А., Гольцова П.А.</b> ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗРАБОТИЦА .....	82
<b>Мокина А.А., Асламова В.С.</b> НАХОЖДЕНИЕ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ .....	84
<b>Москаленко В.А., Чурсина А.С., Шевченко Л.А., Мишта Е.А.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО НА КАРУСЕЛЬНОМ ЭСКИМОГЕНЕРАТОРЕ .....	89
<b>Наумушкин В.А.</b> АНАЛИЗ НАВОДОК, ВОЗНИКАЮЩИХ В СКС.....	91
<b>Наумушкин В.А.</b> МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ МЕЖКАБЕЛЬНЫХ НАВОДОК В СКС .....	93
<b>Новоселов И.И., Сумбулян С.В., Югай С.С., Мишта Е.А.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОПЧЕНЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ КОПТИЛЬНОГО ДЫМА ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЫМОГЕНЕРАТОРА .....	96
<b>Пархоменко А.С., Баранов Б.М., Чурсина А.С., Мишта Е.А.</b> ПРОИЗВОДСТВО КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЕМКОСТНЫХ АППАРАТОВ .....	98
<b>Печенкин Д.В., Щербатов И.А.</b> К ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ.....	100
<b>Ринчинов Е.Б., Уваров А.П.</b> ШАХТНЫЕ САМОСВАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ АК АЛРОСА .....	103
<b>Саенко И.Б., Бушуев С.Н.</b> НОВЫЕ КЛАССЫ АТАК В СЕТЯХ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» .	106
<b>Сеферова К.М., Шукюров Э.А., Донцу Т.Г., Емельянов П.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ .....	108
<b>Скобелев Д.П.</b> ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЗАМЕНА ИНДУКТИВНОСТИ.....	110
<b>Степанова М.В.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В IoT СИСТЕМАХ .....	112

<b>Сумбулян С.В., Новоселов И.И., Югай С.С., Прохоренко Н.А.</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА В ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ.....	115
<b>Тырсин А.Н., Сурина А.А., Степанов А.Н.</b> О МОДЕЛИРОВАНИИ РИСКА В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ .....	117
<b>Убин К.А., Хватова К.А., Колос Е.А.</b> О ПРОБЛЕМАХ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ.....	126
<b>Чурсина А.С., Москаленко В.А., Шуваев Е.В., Мишта Е.А.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШИЛКИ А1-ОР2Ч ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ .....	131
<b>Шалыгин Р.К.</b> РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ.....	133
<b>Щеголькова А.С.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СЕРОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ .....	135

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ПРИЗНАКИ И ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

***Александров В.И.***

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, канд. воен. наук,  
доцент, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,  
Россия, г. Тюмень

***Стренин М.В.***

ст. преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,  
канд. тех. наук, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,  
Россия, г. Тюмень

***Юдин В.С.***

преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,  
Россия, г. Тюмень

***Шумин Е.В.***

преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,  
Россия, г. Тюмень

В статье признаки и причины дефектов аккумуляторных батарей рассматриваются производственные и эксплуатационные дефекты, а также рассмотрены возможные причины их появления.

*Ключевые слова:* аккумулятор, дефект, причина.

Сегодня существует множество различных аккумуляторов. Но не все аккумуляторные батареи одинаковы. Более подробно хотелось поговорить об автомобильных аккумуляторных батареях, а конкретно о признаках и причинах появления неисправностей в них.

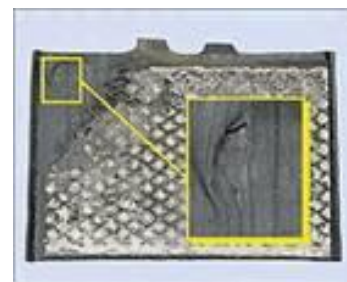
В новых АКБ могут возникать производственные дефекты. Если гарантийный срок не истек и есть подозрение, что неисправность батареи появилась по вине производителя, необходимо обратиться в специализированную мастерскую. При этом надо иметь кассовый или товарный чек, а также гарантийный талон с датой продажи и наименованием организации-продавца. К тому же обязательно, чтобы в нем были указаны характеристики батареи на момент продажи – плотность электролита, напряжение на выводах без нагрузки и т. д. Это поможет проведению экспертизы. В мастерской должны установить причину неработоспособности АКБ или снижения ее характеристик. Результаты исследования батареи заносят в гарантийный талон, и если



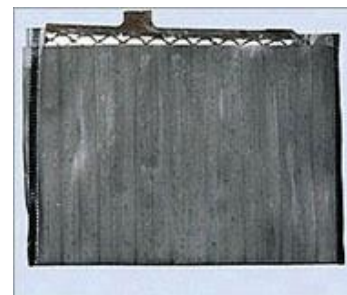
дефект производственный – АКБ подлежит замене на новую. И так, какие могут возникать производственные дефекты?

*Производственные дефекты*

Разрушение электрода от короткого замыкания в результате повреждения сепаратора при сборке.



Низкие сепараторы-конверты, приводящие к короткому замыканию.



Не полностью сформированная активная масса электрода.



Электрод без осыпавшейся активной массы

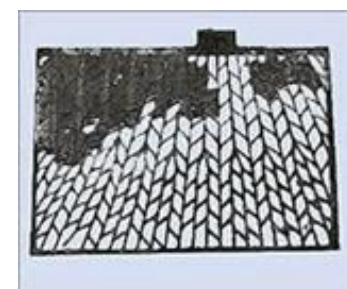


Таблица 1

**Дефекты аккумулятора, признаки и причины их появления**

Дефект	Признаки	Возможная причина
1	2	3
Разрыв электрической цепи внутри АКБ	Напряжение на выводах батареи есть, но стартер не вращается	Разрушение мостиков между банками. Плохая сварка полюсных клемм и т. п.
Короткое замыкание между положительными и отрицательными электродами (пластинами)	В дефектной банке плотность ниже, чем в остальных. При заряде зарядным устройством дефектная банка не "кипит". При работе стартера в банке происходит интенсивное газовыделение	Повреждение сепаратора или неправильное его размещение в процессе сборки. Низкое качество материала сепаратора или отклонение его размеров от допустимых. Перекос электродов



1	2	3
Недоформованная активная масса электродов	Полностью заряженная батарея не может обеспечить более двух – трех пусков двигателя, а при заряде и разряде интенсивно "кипит"	Нарушена операция формирования – процесс заряда электродов
Отрыв электродов (пластин) от соединительных мостиков	При работе стартера электролит в таковой банке "кипит". При бездействии батареи плотность электролита не снижается	

В процессе эксплуатации аккумуляторы постепенно изнашиваются, в них появляются неисправности, препятствующие нормальной работе. Знание причин возникновения неисправностей, их видов и способов устранения – необходимое условие правильной эксплуатации аккумуляторов.

*Эксплуатационные дефекты* возникают в результате небрежной эксплуатации батареи на автомобиле. Основные нарушения – не осуществляется контроль за уровнем электролита и состоянием электрооборудования. Дефекты, делают батарею практически непригодной к дальнейшему применению. Исключение составляет только оплывание активной массы электродов, да и то лишь в начальной стадии.

Разрушение корпуса из-за замерзания электролита сильно разряженной батареи.

Разрушение корпуса из-за взрыва смеси кислорода и водорода при уровне электролита ниже электродов.

Коррозия (полная) решетки положительного электрода.

Разрушение и спекание сепараторов-конвертов из-за длительной эксплуатации с низким уровнем электролита.

Таблица 2

**Эксплуатационные дефекты АКБ,  
их признаки и возможные причины возникновения**

Дефект	Признаки	Возможная причина
1	2	3
Сильное окисление полюсных клемм	Напряжение на выводах батареи есть, а стартер не крутится. Клеммы греются	Не проводилась очистка полюсных клемм
Оплывание активной массы – оголение решеток электродов	Темный цвет электролита. Быстрое снижение напряжения батареи при работе стартера	Длительная эксплуатация батареи с низкими степенью заряженности и уровнем электролита. Вибрация незакрепленной батареи
Замерзание электролита при отрицательных температурах	Вздутие стенок корпуса или его разрушение	Очень низкие степень заряженности и плотность электролита из-за глубокого разряда АКБ
Взрыв смеси кислорода и водорода (гремучего газа)	Трещины на крышке и стенках или полное разрушение корпуса	Уровень электролита ниже верхних кромок электродов приводит к накоплению гремучего газа, который взрывается при малейшем искрении

1	2	3
Коррозия (полная) решеток положительных электродов	Батарея плохо заряжается. Быстрое снижение напряжения батареи при работе стартера	Постоянный перезаряд из-за большого напряжения (более 14,6 В). Интенсивная эксплуатация автомобиля (более 60 тыс км. в год)
Короткое замыкание между электродами	В дефектной банке плотность ниже, чем в остальных. При заряде дефектная банка не выделяет газ и не "кипит". При работе стартера в банке происходит интенсивное газовыделение	ольшое количество оплывшей активной массы. Разрушение сепараторов из-за низкого уровня электролита.

#### Причины эксплуатационных дефектов:

- низкая степень заряженности (менее 75 %) может являться результатом: слабого натяжения ремня привода генератора; неисправности генератора и регулятора напряжения. При работающем двигателе на выводах батареи напряжение составляет менее 13,6 В;
- неисправности стартера, приводящие к увеличению силы тока, которую он потребляет, или повторению попыток пуска двигателя;
- окисление клемм соединений силовых проводов, что ухудшает работу стартера или заряд батареи;
- постоянное использование при стоянии в пробке мощных потребителей электроэнергии (например, обогревателя заднего стекла). Генератор не всегда может обеспечить их работу на холостых оборотах двигателя, поэтому АКБ разряжается;
- регулярные многократные прокручивания коленвала двигателя (неудачные попытки пуска) при последующем кратковременном движении. Генератор не успевает достаточно зарядить батарею. Уровень электролита будет ниже нормы, если:
  - своевременно не проводить контроль его уровня. В жаркую погоду желательно производить проверку чаще, поскольку высокая температура способствует быстрому испарению воды;
  - на выводы батареи подается напряжение более 14,6В. из-за неисправности регулятора напряжения. При интенсивной эксплуатации автомобиля в режиме "такси" (более 60 тыс. км в год) необходимо как можно чаще (через 3-4 тыс. км пробега) проверять уровень электролита. Также желательно, чтобы напряжение на клеммах АКБ находилось в пределах 13,8-13,9 В.

#### Список литературы

1. В.И. Александров и др. Устройство и эксплуатация войсковых передвижных электростанций. Учебное пособие. – Тюмень: ТВВИКУ, 2016. – 239 с.
2. Бондаренко Н.И. Химические источники тока. Кстово, НФВИУ, 2005 – 154 с.

## МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

*Баранов Д.М., Лапченков А.Г.*

студенты группы МАП-450, Волгоградский государственный техниче-  
ский университет, Россия, г. Волгоград

*Мишта Е.А.*

старший преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических и  
пищевых производств», Волгоградский государственный технический уни-  
верситет, Россия, г. Волгоград

*Шуваев Е.В.*

студент группы МАП-450, Волгоградский государственный техниче-  
ский университет, Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается модернизация мукомольного вальцового станка. Использо-  
вание сменной кассеты позволяет применять прогрессивные методы организации труда  
при эксплуатации и ремонте оборудования, положительно влияющие на коэффициент ис-  
пользования станка и качество продукции. Наличие регулируемой межвальцовой переда-  
чи увеличивает технический ресурс передачи и снижает шум при ее работе.

*Ключевые слова:* зерно, измельчение, вальцовый станок, кассета, передача.

Зерно является основным продуктом сельского хозяйства. Из зерна вы-  
рабатывают важные продукты питания: муку, крупу, хлебные и макаронные  
изделия. Зерно необходимо для успешного развития животноводства и пти-  
цеводства, что связано с увеличением производства мяса, молока, масла и  
других продуктов. Зерновые культуры служат сырьем для получения крах-  
мала, патоки, спирта и других продуктов [3].

Одной из основных стадий переработки зерновых культур является  
стадия измельчения. Интенсификация процесса измельчения зерна на техно-  
логической линии необходима для увеличения количества готовой продук-  
ции и улучшения ее качества [1].

Методами интенсификации процесса производства муки являются мо-  
дернизации основной машины на линии – вальцового станка.

Для снижения стоимости, уменьшении габаритов, веса мукомольного  
вальцового станка, удобства его обслуживания, снижения вибрации, повы-  
шении стабильности процесса измельчения в мукомольном вальцовом станке  
предлагается боковины выполнить из стального листа толщиной не менее 8  
мм, продольные элементы выполнить из стандартных машиностроительных  
профилей и соединить резьбовыми соединениями с боковинами станка, на  
которые наложены скаты из стального листа, крышку соединить со станиной  
с образованием лабиринтного уплотнения по длине мелющих вальцов и с па-  
зами в опорах, балку соединить с боковиной с помощью продольных элемен-  
тов и опереть на опоры штурвалов регулирования расстояния между мелю-  
щими вальцами.

Выполнение боковин станины мукомольного вальцового станка из стального листа с толщиной не менее 8 мм уменьшает до минимума операции обработки боковины, обеспечивает ее жесткость.

Выполнение продольных элементов из стандартных машиностроительных профилей с наложенными на них скатами из стального листа обеспечивает точность и жесткость конструкции мукомольного вальцового станка, обеспечивает простоту сборки станины, снижение стоимости мукомольного вальцового станка.

Соединение крышки со станиной с образованием лабиринтного уплотнения по длине мелющих вальцов и наличие в опорах крышки пазов обеспечивает герметичность рабочего пространства под мелющими вальцами и простоту доступа в случае осмотра станка или настройки.

Установка балки на опоры штурвалов регулирования расстояния между мелющими вальцами приводит к силовому замыканию усилий, действующих между мелющими вальцами, и обеспечивает простоту демонтажа мелющих вальцов, устраняет консоль крепления балки к боковинам станка.

Для обеспечения возможности качественно и в короткие сроки провести замену двух отработавших вальцов, уменьшить шум и увеличить технический ресурс межвальцовой передачи предлагается использовать кассетный вальцовый станок, в котором быстроходный и тихоходный вальцы вместе с механизмом отвала-привала и устройством для регулирования межвальцового зазора установлены на жестком основании и представляют собой кассету с возможностью перемещения на роликах, оси которых закреплены на станине, межвальцовая передача выполнена в виде редуктора, входной и выходной валы которого упругими муфтами соединены с вальцами. Редуктор, установленный на станине с возможностью перемещения вдоль оси вальцов, имеет две неподвижных оси зубчатых колес, а две другие оси зубчатых колес являются шарнирами рычажного механизма с возможностью перемещения. Опорные ролики кассеты установлены на эксцентричных осях, подвижно закрепленных в верхней части станины под основанием кассеты.

Использование сменной кассеты позволяет применять прогрессивные методы организации труда при эксплуатации и ремонте оборудования, положительно влияющие на коэффициент использования станка и качество продукции. Наличие регулируемой межвальцовой передачи, обеспечивающей точное зубчатое зацепление и размещение ее в герметичном корпусе редуктора, увеличивает технический ресурс передачи и снижает шум при ее работе [2].

#### **Список литературы**

1. Бакин И. А. Современные проблемы в области аппаратурного оформления пищевых производств. М.: Гиорд, 2014. 106 с.
2. Мачихин С. А. Машины и оборудование пищевой и перерабатывающей промышленности. Энциклопедия. Т. IV-17 / С. А. Мачихин, В. Б. Акопян, С. Т. Антипов и др. М.: Машиностроение, 2003. 736 с.
3. Мхитарьянц Л. А. Технология отрасли. Приемка, обработка и хранение семян / Л. А. Мхитарьянц, Е. П. Корнена Е.П., Е. В. Мартовщук. СПб.: Гиорд, 2012. 248 с.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ

**Баранов Д.М.**

студент группы МАП-450, Волгоградский государственный техниче-  
ский университет, Россия, г. Волгоград

**Мишта Е.А.**

старший преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических  
и пищевых производств», Волгоградский государственный технический  
университет, Россия, г. Волгоград

**Москаленко В.А., Шуваев Е.В.**

студенты группы МАП-450, Волгоградский государственный техниче-  
ский университет, Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается изменение технологической схемы производства хлебо-  
булочных изделий. Предлагается использовать тестоделитель-округлитель, что позволит  
снизить потери при перемещении тестовых заготовок между машинами, уменьшить коли-  
чество машин в линии и связывающие их элементы; снизить себестоимость продукции.

*Ключевые слова:* хлеб, тесто, тестоделитель, тестоокруглитель.

Производство хлеба является основным социальным продуктом пита-  
ния, поэтому его производство должно отвечать самым высоким требовани-  
ям и стандартам качества. Современное хлебопекарное производство являет-  
ся высокотехнологичным процессом, в котором задействовано большое ко-  
личество разнообразных машин и аппаратов, которые безупречно выполняют  
свою роль. Среднее количество аппаратов в технологической цепи достигает  
7 единиц [2].

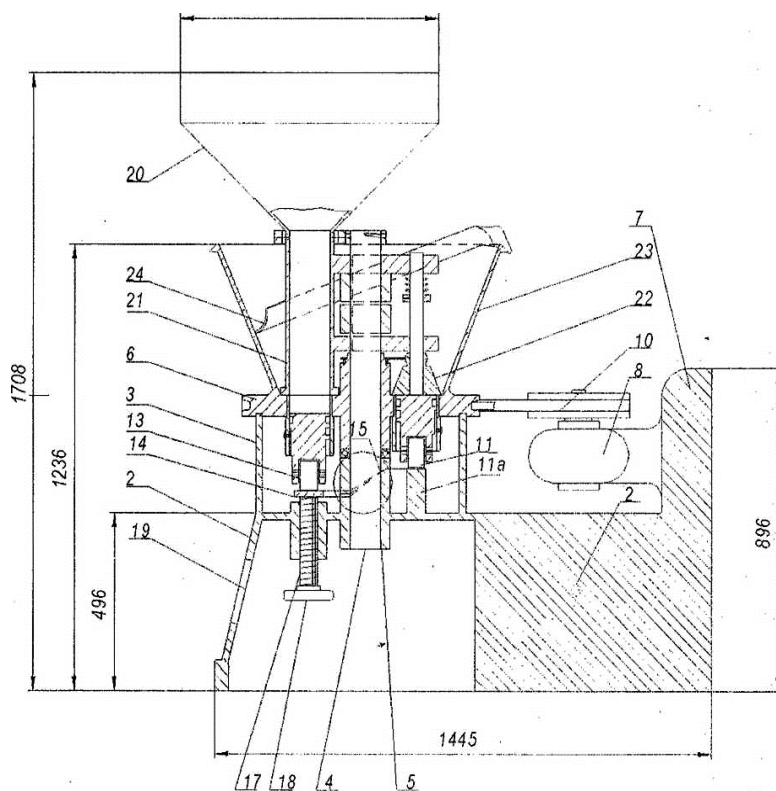
Узким местом при анализе технологических схем производства была  
выявлена связка машин тестоделитель и тестоокруглитель. К недостаткам  
можно отнести:

- потери при перемещении тестовых заготовок от тестоделителя к те-  
стоокруглителю;
- большое занимаемое пространство;
- необходимость подключения и обслуживания каждой единицы обо-  
рудования;
- необходимость создания транспортной линии для перемещения заго-  
товок от машины к машине [1].

Для устранения недостатков предлагается использовать тестоделитель-  
округлитель.

Передняя стенка 1 крепится на внутреннюю полость станины 3 и 2 –  
части машины, на которой крепится основной механизм. В центре имеется  
неподвижная вертикальная колонна 4 жестко закрепленная посредством вин-

та и имеется утолщение 5, прикрепленное к внутренней части станины 3 (рисунок).



- 1 – стенка; 2,3 – станины; 4 – колонна; 5 – утолщение; 6 – вращающийся стол;  
 7 – мотор; 8 – редуктор; 9 – ременная передача; 10 – ремень; 11 – дорожка; 11а – фланец;  
 12 – вал; 13 – ролики; 14 – направляющая; 15 – пластина; 16 – стойка; 17 – винт;  
 18 – ручное колесо; 19 – отверстие; 20 – воронка; 21 – желоб; 22 – волчок; 23 – стенка

Рис. Тестоделитель-округлитель

Партии теста помещаются в воронку 20. Измерительные карманы, в которые опускается тесто, проходят под падающий желоб 21. Поршень для этого кармана в это время находится в нижней позиции с роликом 13 движущейся по направляющей 14. Ролик 13 перемещает по направляющей 14 к верхней части направляющей 11 тестовую заготовку к верхней части стола. Поскольку стол вращается, он переносит разделенные тестовые заготовки до соприкосновения с транспортировочным волчком 22, который фрикционным образом заставляя тестовые куски двигаться по окружности в направлении противоположному наклону круговой стенки 23.

Тестовые заготовки перемещаются между стеной и волчком и продвигаются на желоб 21 и круговую стенку. Далее тестовый полуфабрикат подается на ленточный транспортер [3].

Таким образом, установка данной машины позволит снизить потери при перемещении тестовых заготовок между машинами, уменьшить количество машин в линии и связывающие их элементы; снизить энергоемкость производства, тем самым снизить себестоимость продукции.

#### Список литературы

1. Бакин И. А. Современные проблемы в области аппаратного оформления пищевых производств. М.: Гиорд, 2014. 106 с.

2. Олейникова А. Я. Технология кондитерских изделий. Практикум: учебное пособие / А. Я. Олейникова, Г. О. Магомедов, И. В. Плотникова и др. СПб.: Гиорд, 2015. 600 с.
3. Мачихин С. А. Машины и оборудование пищевой и перерабатывающей промышленности. Энциклопедия. Т. IV-17 / С. А. Мачихин, В. Б. Акопян, С. Т. Антипов и др. М.: Машиностроение, 2003. 736 с.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ КОТЛА К7-ФВ-2В ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖИРОВ ЖИВОТНЫХ ТОПЛЕННЫХ**

***Баранов Б.М., Пархоменко А.С., Сумбулян С.В.***

студенты 4 курса гр. МАП-450, Волгоградский государственный технический университет, Россия, г. Волгоград

***Мишта Е.А.***

ст. преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается техническое перевооружение котла К7-ФВ-2В при производстве жиров животных топленых путем установки дополнительной корзины, а также замена теплоносителя с целью уменьшения энергозатрат.

*Ключевые слова:* жир животный топленый, варочный котел, пар, глицерин

В связи с увеличением переработки отечественного мясного сырья остро встает вопрос об утилизации фабрикатов, в том числе кости. В результате её комплексной переработки возможно получение как технических, так и пищевых продуктов (костная мука, желатин, клей, бульон, жир, и др.).

Кость может перерабатываться как сухим, так и мокрым способом, достоинством переработки мокрым способом является максимальное извлечение ценных веществ из кости. При комплексной переработки кости применяют варочный котел марки К7-ФВ-2В.

В результате эффективной переработки кости на выходе получают высококачественный бульон, пищевой жир и костную муку. Так как загрузка котла костным остатком не превышает 1500 кг в три корзины, то для увеличения выхода готового продукта и сокращения затрат на его производство целесообразно произвести модернизацию стадии варки: увеличить производительность котла на 30% с заменой теплоносителя и его циркуляции.

Увеличение производительности возможно путём установки в аппарат четвертой корзины и соответственно увеличение загружаемого костного остатка с 1500 кг до 2000 кг. Так как в аппарат загружаются 3 корзины общей высотой 1200 мм, то увеличение котла необходимо произвести на 400 мм, т.е на высоту одной корзины. После демонтажа днища и рубашки аппарата к нижним частям внутреннего и наружного корпусов ( $L_1$ ) приваривается обечайка ( $L_2$ ) (рисунок 1), увеличивая тем самым его высоту и производительность.



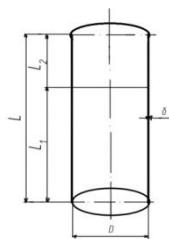


Рис. 1. Корпус аппарата

В качестве экономии пара предлагается его замена на такой высокотемпературный теплоноситель как глицерин. В силу того что глицерин имеет долгий срок эксплуатации предлагается его использование в замкнутом цикле (рисунок 2).

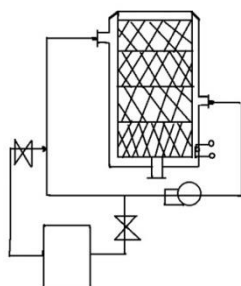


Рис. 2. Схема циркулирования глицерина

В соответствии с техническим паспортом аппарата марки К7-ФВ-2В расход пара за 1 час составляет 100 кг, что соответствует 900 кг в смену (при 12 часовой смене). Тогда при цене пара 2800 руб. за тонну сменные затраты составят 25200 руб., что за год составляет 6224400 руб.

Для стабильной работы котла работающего на глицерине в замкнутом цикле понадобится 3997 кг глицерина. В настоящее время цена за 1 кг глицерина составляет 60 рублей. На закупку глицерина потребуется 240000 руб., который будет использоваться впоследствии без замены. Т.о. использовать глицерин намного целесообразнее. Тем самым снижается себестоимость продукции. Стоимость глицерина не единственное его достоинство, к ним можно отнести следующие факторы:

- экологическая чистота;
- отсутствие побочных эффектов для человеческого организма;
- длительный срок эксплуатации;
- стопроцентная пожаробезопасность;
- отсутствие необходимости в промывке системы.

Нагрев глицерина происходит за счёт ТЭНа марки 75-А-13/2,5 Р 220 мощностью 2,5 кВт, вмонтированного в рубашку аппарата. Циркуляционный насос обеспечивает необходимое для полноценного функционирования системы давление. Преимуществом ТЭНов являются – универсальность, надежность и безопасность обслуживания. Их можно использовать при контакте с жидкими средами.

Таким образом, данная модернизация поможет увеличить производительность варочного котла марки К7-ФВ-2В в год на 370500 кг, снизить расходы на теплоноситель в 5984400 руб.

### Список литературы

1. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности – СПб: ГИОРД, 2010. – 736 с.
2. Бакин И.А. Современные проблемы в области аппаратурного оформления пищевых производств М.:Гиорд, 2014. – 106 с.

## АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭМУЛЯТОРА PC-СОВМЕСТИМОГО КОНТРОЛЛЕРА ADAM 5510M ДЛЯ КОМПИЛЯТОРА TURBOC++

***Бейтюк Ю.Р.***

доцент кафедры информационных систем и технологий, канд. техн. наук,  
доцент, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,  
Беларусь, г. Гродно

***Рамазанов В.М.***

старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий,  
Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,  
Беларусь, г. Гродно

***Себровская Г.П.***

старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий,  
Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,  
Беларусь, г. Гродно

В статье предложена программно-алгоритмическая структура программного эмулятора PC-совместимого контроллера ADAM 5510 с модулями дискретного и аналогового ввода-вывода ADAM 5050, ADAM 5017, ADAM5024. Приведена схема моделирования систем управления с использованием внешних эмуляторов управляемого оборудования.

*Ключевые слова:* PC-совместимый контроллер ADAM 5510, программный эмулятор, синтаксический анализатор кода TurboC++, моделирование работы модулей ввода-вывода ADAM 5050, ADAM 5017, ADAM5024.

Эмулирование работы контроллеров, как однокристальных, так и со встроенной операционной системой (ОС), является частью технологического цикла разработки и внедрения прикладного программного обеспечения (ППО). Причем если ошибки синтаксического характера легко устраняются на этапе компиляции самой средой разработки, то алгоритмические ошибки можно устранить только в процессе экспериментальной проверки на реальной системе управления с подключенным периферийном оборудованием.

Проблема является актуальной при любых технологиях разработки ПО контроллеров встраиваемых систем управления и промышленной автоматизации. В случае использования PC-совместимых контроллеров ADAM 5510M распространение получили три технологии, рассматриваемые далее.

К первой группе относится технология работы в среде Turbo C++ 3.0 [1, с. 27], рекомендуемая производителем контроллеров семейства ADAM

5510 [2, с. 56] в качестве инструментария разработки ППО для них. В связи с этим разработчики получают в свое распоряжение набор бесплатных библиотек для обслуживания функционала контроллера на уровне встроенной ОС, на коммуникационном уровне по интерфейсам RS-232, RS-485, Ethernet, а также для работы с модулями дискретного и аналогового ввода-вывода. Ко второй группе относятся специализированные среды разработки типа UltraLogik 32, MultiProg, использующие как универсальные, так и языки программирования с поддержкой стандарта IEC 61131-3. К третьей группе относятся средства разработки ППО для контроллеров, включенные в состав SCADA-систем.

Следует отметить, что технологии второй и третьей групп содержат гораздо более развитые средства эмуляции аппаратных средств, как контроллеров, так и средств ввода-вывода по сравнению с использованием среды Turbo C++ 3.0. Основной проблемой для разработчика в этом случае является отсутствие механизмов, как эмуляции входных сигналов в процессе отладки, так и учета сигналов обратных связей от исполнительных управляемых устройств для модулей ввода. Как следствие, это приводит к невозможности проверки в полном объеме соответствия реальных выходных сигналов контроллера их эталонным значениям, предполагаемым алгоритмом его функционирования.

Функционально эмулятор контроллера осуществляет следующие операции:

- эмуляцию и считывание значений входных сигналов, подаваемых на входы модулей аналогового и дискретного ввода от пользователя и цепей обратных связей эмуляторов управляемого контроллером оборудования;
- алгоритмическую обработку этих значений в пошаговом режиме в соответствии с С-кодом пользовательского программного обеспечения;
- вычисление результирующих значений выходных сигналов, формируемых на выходах модулей аналогового и дискретного вывода, для подачи их на эмуляторы управляемого оборудования.

На программно-алгоритмическом уровне эмулятор состоит из трех частей (рисунок 1).



Рис. 1. Программно-алгоритмическая структура эмулятора контроллера ADAM 5510M

Рассмотрим их в порядке включения в работу при запуске эмулятора. Анализатор построчно считывает инструкции ППО из текстового С-файла и выполняет их. Из полученных в результате обработки значений переменных выделяются те из них, которые соответствуют сигналам на выходах модулей вывода и помещаются в буфер I/O аргументов. Из этого же буфера анализа-

тор считывает необходимые ему для работы значения входных сигналов, записываемые туда пользователем через элементы управления графического интерфейса эмулятора модульной панели.

Буфер I/O аргументов представляет собой регулярную списочную структуру пар «ключ-значение», поддерживающую операции последовательной записи-чтения. В качестве ключа используется номер контакта модуля ввода-вывода, зависящий от конкретного набора модулей I/O контроллера и номера слота их установки, а в качестве значения – уровень напряжения на этом контакте.

Эмулятор модульной панели представляет собой приложение с интерактивным графическим интерфейсом, соответствующим конструктивному исполнению контроллера ADAM 5510 с предустановленными модулями ввода-вывода. Интерфейс организует ввод входных сигналов в анализатор пользователем и отображение значений сигналов на выходных контактах модулей ввода-вывода. Указанные значения записываются и считываются соответственно из буфера I/O. Это повышает эксплуатационную универсальность эмулятора контроллера в целом, позволяя исследовать реакцию внешних устройств даже при отсутствии самостоятельных программных средств их эмуляции. Их роль в данном случае будет выполнять пользователь в соответствии с известной ему логикой работы периферийного оборудования.

Наличие файлового буфера позволяет существенно расширить его имитационные возможности путем добавления внешних эмуляторов периферийного оборудования как показано на рисунке 2. При этом на них могут возлагаться задачи алгоритмического и графического моделирования реакции оборудования на выходные воздействия эмулятора контроллера и формирование сигналов обратной связи в таких случаях.



Рис. 2. Схема моделирования систем управления с использованием внешних эмуляторов управляемого оборудования

В первом случае из буфера I/O считываются, рассчитанные анализатором С-кода, значения выходных сигналов контроллера, а во втором – записываются входные сигналы после их расчета эмулятором периферии. Особенно актуальным этот подход становится для систем со следящими обратными связями, сервоприводов, систем управления расходом и т.д.

#### Список литературы

1. Эллис М., Страуструп Б. Справочное руководство по языку С++ с комментариями; Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 445 с.
2. ADAM5510M Data Acquisition Modules, Part No. 001500001 2'nd Edition, Printed in Taiwan Oct. 2001. URL: <http://support.advantech.com>)

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСПОРТЕ

***Беляев С.В.***

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,  
канд. техн. наук, доцент, Петрозаводский государственный университет,  
Россия, г. Петрозаводск

***Давыдков Г.А.***

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,  
канд. техн. наук, доцент, Петрозаводский государственный университет,  
Россия, г. Петрозаводск

***Перский С.Н.***

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,  
канд. техн. наук, Петрозаводский государственный университет,  
Россия, г. Петрозаводск

В статье рассматривается проблема повышения топливной эффективности и экологических характеристик автомобилей. Перспективным направлением совершенствования автомобильного транспорта является технология гибридного привода. Авторы представили анализ перспективных гибридных технологий. Обозначены ключевые проблемы на пути их совершенствования. Сделаны выводы о том, что гибридные технологии имеют потенциал для дальнейшего развития. Совершенствование конструкций двигателей внутреннего сгорания и исследования альтернативных источников энергии способствуют дальнейшему повышению экономических и экологических характеристик автомобилей, построенных на основе гибридных технологий.

*Ключевые слова:* автомобиль, гибридный автомобиль, топливная экономичность, выбросы, альтернативные источники энергии.

В современном мире постоянно повышаются требования к охране окружающей среды. В странах с наибольшим количеством автомобилей (США, Япония и др.) требования стандартов очень жесткие. Так, например, в Калифорнии (США) эти стандарты (emissions standards) строго определяют количество вредных веществ в отработавших газах для автомобилей. Более того, производители автомобилей в США и некоторых регионах мира имеют также другое, столь же строгое предписание повышать топливную экономичность современных автомобилей. Это положение заложено в США в законе, отвечающем требованием CAFÉ (Corporate Average Fuel Economy).

В связи со значительным ростом числа автомобилей в 21 веке ещё более остро встали проблемы оздоровления окружающей среды. В мире более миллиарда автомобилей, в США их количество превышает 250 млн. В России в недалекой перспективе количество автомобилей достигнет 50 млн. и более [1]. Решения принятые Европейским Союзом по улучшению качества воздуха с целью оздоровления окружающей среды настойчиво реализуются через

нормы, регулирующие выбросы ДВС. Серия стандартов ЕС и других стран уже помогла значительно уменьшить токсичность новых дизельных и бензиновых двигателей.

Исследователи и производители автомобилей вынуждены развивать новые технологии, в т.ч. основанные на возобновляемых альтернативных топливах [5-7].

В последние десятилетия были достигнуты высокие результаты по многим направлениям развития автотранспорта. Однако и здесь, надо отметить снижение прогресса, а зачастую и регресс в области топливной экономичности традиционных ДВС. Потенциал для совершенствования тепловых ДВС (дизелей и бензиновых) далеко не исчерпан. Так, например, в рамках программы автомобильных технологий в США проводятся исследования, на преодоление критических технических барьеров по коммерциализации двигателей внутреннего сгорания для всех типов автомобилей, отвечающим будущим требованиям по выбросам токсичных веществ. Одна из главных целей этой программы повысить термический КПД ДВС для бензиновых автомобилей до 45%, а для дизельных – до 55%, удовлетворяя ограничениям, как по стоимости, так и по надежности.

Очевидно также, что, уменьшая потребление топлива автомобилем, можно одновременно и уменьшить эмиссию вредных веществ в окружающую среду.

В целях повышения топливной экономичности и существенного уменьшения токсичных выбросов особенно в условиях крупных городов в последние годы получили развитие гибридные технологий [3]. Гибридные технологии на ближайшую перспективу [4, 8] могут быть более предпочтительными по сравнению с другими. Сегодня в объеме производства автомобилей всё большую долю занимают гибриды. На конец 2014 года только концерном «Toyota» продано свыше 7 млн. гибридных автомобилей.

Конечная суммарная эффективность и уровень эмиссии вредных веществ гибридных автомобилей зависит от комбинации многих факторов: систем и подсистем и способов интеграции их в конечный продукт (автомобиль); от стратегии управления этим сложным техническим комплексом. Например, гибридный автомобиль с силовой установкой на водородных топливных элементах мог бы обеспечивать большую экологическую эффективность, чем электромобиль на аккумуляторных батареях.

Фактически, гибридный автомобиль – это компромиссное решение. Это попытка существенно улучшить топливную экономичность и улучшить экологические характеристики бензиновых автомобилей, преодолевая недостатки электромобилей.

Чтобы быть конкурентоспособным, любой автомобиль должен отвечать некоторым минимальным требованиям:

- пробег между заправками не меньше 400–500 км;
- достаточно быстрая и легкая заправка;
- не быть помехой в потоке автомобилей.

Обычный бензиновый автомобиль отвечает этим требованиям, но при этом образует достаточно большое количество вредных веществ и обладает относительно невысокой топливной экономичностью.

С другой стороны, электромобиль [2] почти не образует вредных веществ. Пробег до заряда батареи может составлять более 300 км. Зарядка батарей занимает 6-8 часов.

Особенностью гибридного автомобиля является возможность применения ДВС меньшей мощности, веса и габаритов, чем в обычном автомобиле. Большинство режимов движения автомобиля требуют малых затрат энергии двигателя [9, 10]. Движение легкового автомобиля по шоссе со скоростью около 100 км/ч требует мощности около 15...22 кВт. Для равномерного движения автомобиля мощности ДВС гибридной установки вполне достаточно. При ускорении или преодолении подъема дополнительно используется электрическая энергия, накопленная в тяговой батарее. Таким образом, применив малоразмерный ДВС, мы получаем автомобиль с приемлемой средней мощностью.

Следует заметить, что гибридные энергетические системы были разработаны как один из вариантов компенсации недостатков электромобилей, работающих на аккумуляторах. Гибриды имеют потенциал, позволяющий повышать их роль в автомобильном секторе. Этому также способствует ряд факторов: ограниченность ресурсов нефти и газа; загрязнение окружающей среды; значительное количество автомобилей на улицах городов. Дальнейший прогресс в разработке новых ДВС и работа по применению альтернативных источников энергии для них позволит значительно расширить применение гибридных технологий и автомобилей на их базе. С целью активизации разработки отечественных гибридных автомобилей, по нашему мнению, необходимо тесное сотрудничество государственных структур и частных компаний. Положительный опыт накоплен в таких странах, как Япония, США и т. д. Для обеспечения конкурентоспособности отечественных НИОКР по передовым транспортным технологиям крайне важным является кооперация усилий правительства, бизнеса и науки в единую национальную программу.

#### Список литературы

1. Автомобилизация России: догнать и перегнать Ливию. Режим доступа: <http://www.zr.ru/content/articles/752284-avtomobilizaciya-rossii-dognat-peregnat-liviyu/>
2. Александров И. К., Раков В. А., Щербакова А. А. Перспективы развития транспортных средств с электроприводом // Транспорт на альтернативном топливе. 2011, №4 (22). С. 65-68.
3. Арав Б. Л., Бондарь В. Н., Беседин С. Н. Анализ концепций гибридных моторно-трансмиссионных установок транспортных средств // Журнал автомобильных инженеров. 2011, №5 (70). С. 35-39.
4. Бахмутов С. В., Карпухин К. Е. "Чистые" автомобили: направления реализации и достигаемые результаты // Журнал автомобильных инженеров. 2012, №6 (77). С. 51-54.
5. Беляев С. В., Давыдков Г. А., Перский С. Н. Биотоплива второго поколения: европейский опыт // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер.: "Ест. и техн. науки". Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. Т. 2, № 8 (129). С. 61-64.



6. Беляев С. В., Давыдков Г. А., Перский С. Н. Газификация биомассы – современное состояние и перспективы развития // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. Вып. 9. С. 8-9.

7. Беляев С. В., Давыдков Г. А., Перский С. Н. Проблемы и перспективы применения топливного этанола. ПетрГУ. Петрозаводск, 2012. 6 с. – Деп. в ВИНТИ 22.05.2012, №216.

8. Никишин С. В. Новые гибридные силовые агрегаты для автомобилей // Альтернативная энергетика и экология. 2005, №8 (28). С. 48-51.

9. Раков В. А., Смирнов А. В. Определение необходимой мощности ДВС гибридных силовых установок транспортных средств // Вестник машиностроения. 2010, №4. С. 32-35.

10. Сериков С. А., Двадненко В. Я., Бороденко Ю. Н., Серикова Е. А. Анализ результатов испытаний экспериментального гибридного автомобиля в городском ездовом цикле // Автомобильный транспорт. 2014, №34. С. 16–21. Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/at\\_2014\\_34\\_5.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/at_2014_34_5.pdf)

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

*Бугаев А.М.*

доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва

Статья посвящена наиболее перспективным технологическим и эксплуатационным методам повышения ресурса пар трения машин и механизмов.

*Ключевые слова:* трение, изнашивание, ресурс, триботехнологии, экономичность.

Трибология и триботехника получили широкое развитие во всех развитых странах мира в конце прошлого века, что связано с запросом на создание долговечных и экономичных машин, приборов, аппаратов, технологического оборудования, инструмента и т.д. Подобные тенденции связаны с одной стороны с удорожанием сырья и энергоресурсов, а с другой – со все более серьезными экологическими проблемами, встающими перед современным обществом. Развитие промышленности в последние десятилетия показало, что без пристального внимания к вопросам трения и изнашивания невозможна разработка и усовершенствование конструкций узлов трения, прогнозирование их ресурса, создание новых конструкционных и смазочных материалов, защитных покрытий; что надежные, долговечные машины и оборудование могут быть созданы только при удачном решении теоретических и прикладных задач трения, изнашивания и смазывания, т.е. задач трибологии и триботехники [1, с. 111].

Значимость вопросов трения и изнашивания для экономики государства обусловлена тем обстоятельством, что большинство машин выходят из строя не из-за поломок, а в результате износа и повреждения поверхностей трения подвижных соединений [2, с. 72]. Расходы на ремонт машин, оборудования и транспортных средств составляют в нашей стране десятки млрд. рублей в год. Затраты на ремонт и техническое обслуживание машин в не-

сколько раз превышают ее стоимость, так за сезон работы трактора на песчаных почвах приходится заменять два-три комплекта гусениц, что в среднем составляет 50% стоимости нового трактора. Кроме того, даже незначительное повышение долговечности машины ведет к ощутимой экономии металла, уменьшению затрат на производство запасных деталей, сокращению объемов и числа ремонтов, другими словами, оно эквивалентно вводу значительных новых производственных мощностей. Таким образом, трибология способна решать узловые проблемы экономики, относящиеся к сырьевым, энергетическим и трудовым ресурсам страны.

С точки зрения экономии материальных ресурсов и рабочей силы трибология привлекает к себе внимание широкого круга конструкторов, технологов, эксплуатационников, экономистов и ученых различных специальностей. За последние годы она обогатилась принципиально новыми достижениями в области понимания механизмов трения и изнашивания. В практике появилось большое количество новых материалов, эффективных смазок, новых конструкторских, технологических и эксплуатационных методов и приемов, обеспечивающих высокую долговечность узлов трения машин [3, с. 59].

В настоящее время не только разработан ряд конструкторских, технологических и эксплуатационных мероприятий по повышению срока службы машин, но и заложены научные основы трибологии.

Из технологических методов на сегодняшний день наибольший интерес представляет финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) – процесс нанесения защитной металлической пленки на стальную или чугунную поверхность деталей после ее традиционной окончательной обработки вследствие чего обрабатываемые поверхности приобретают высокие антифрикционные свойства и контактную жесткость. На основе указанного механизма разработана технология ФАБО гильз цилиндров ДВС, сущность которой состоит в том, что процесс нанесения тонкого слоя латуни на поверхность цилиндра производится обычным хоном с антифрикционными брусками МА, содержащими в качестве твердой смазки дисульфид молибдена. При натирании применяется медьсодержащая рабочая среда. На поверхности образуется тонкая пленка медьдисульфидмолибденового состава. Такое покрытие обеспечивает короткий период приработки цилиндра и поршневых колец и высокое сопротивление задиру поверхностей трения.

К эксплуатационным методам повышения ресурса машин относится ускоренная ресурсосберегающая обкатка ДВС. Обкатка – операция, качественное проведение которой позволяет уменьшить отказы в период эксплуатации и повысить ресурс двигателей, однако длительное время обкатки вызывает необходимость ее ускорения. Это возможно осуществить благодаря применению приработочных присадок, которые вводятся в двигатель с воздухом, топливом и добавляются к смазочному маслу. При применении металлоплакирующих присадок образующаяся сервовитная пленка на поверхностях трения деталей при обкатке двигателя приводит к снижению расхода мощности на трение и интенсивности изнашивания. Таким образом, применение подобных присадок способствует, с одной стороны, ускорению прира-

ботки, с другой снижению износа деталей. Так при ускоренной обкатке на маслах с металлоплакирующей присадкой средние износы деталей цилиндропоршневой группы в 1,6...3,2 раза ниже, чем при типовой обкатке на стандартном масле.

#### Список литературы

1. Игнаткин И.Ю., Кирсанов В.В. Универсальная установка обеспечения микроклимата // Вестник НГИЭИ. 2016. № 8 (63). С. 110-116.
2. Серов А.В., Серов Н.В., Бурак П.И., Латыпов Р.А. Функциональные покрытия в сельскохозяйственном машиностроении // Международный научный журнал. 2014. № 6. С. 71-77.
3. Бугаев А.М. Испытания на трение и износ агрегатов сельскохозяйственной техники при применении альтернативных технических жидкостей // Материалы VII международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня» – North Charleston, USA. 2016. – С. 58-60.

## ОСНОВНЫЕ ЦИКЛЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Васильев В.Ю., Евсюков Н.А., Балаев М.Д., Ахматшин Э.В.*  
студенты, Тюменский индустриальный университет, филиал г. Ноябрьск,  
Россия, г. Ноябрьск

В статье рассматриваются виды циклов работы строительных машин. Анализируются особенности работы землеройных машин в сезонный, сменный и рабочий циклы.

*Ключевые слова:* машина, цикл, сезонный, сменный, рабочий.

Земляные работы по своему удельному весу в общих объемах строительных работ являются наиболее массовыми и трудоемкими, и поэтому с ними справиться ручными способами не представляется возможным. При их выполнении крайне необходимы механизированные способы работ путем применения специальных машин.

Процесс функционирования машины, развернутый во времени, распадется на несколько вложенных один в другой циклов. Для землеройной машины в общем случае можно выделить три разновидности циклов – сезонный, сменный и рабочий. Сезонный цикл естественным образом связан с сезонным изменением климатических и грунтовых условий, поскольку в условиях Севера землеройные машины могут эффективно работать только в зимний период года.

Сменный цикл привязан к суточному жизненному циклу работающего на машинах персонала.

Рабочий цикл реализуется на машинах циклического действия и обусловлен циклическостью рабочих операций машины.

Такие машины, как одноковшовые экскаваторы, после выполнения группы рабочих циклов, соответствующих процессу копания на одной стоянке, выполняют операцию перехода на другую, откуда следует дополнительный цикл – цикл перемещения [1, с. 44].

Сезонный цикл состоит из смен и сопровождается достаточно плавным изменением климатических и грунтовых условий (температуры, скорости ветра, влажности, высоты снегового покрова, глубины промерзания и температуры грунта в пределах разрабатываемого слоя).

Начало сезонного цикла совпадает с промерзанием слоя почвы, оттаивающей за летний период на глубину 40-60 см, окончание – с оттаиванием слоя почвы на глубину, препятствующего нормальному передвижению машин.

Сменный цикл эксплуатации машины является периодическим элементом этапа нормальной эксплуатации машины в составе сезонного цикла. Сменный цикл включает в себя прогрев и запуск двигателя, прогрев и запуск гидросистемы, ежесменное техническое обслуживание, выполнение заданного технологического процесса, ожидание фронта работ, устранение нарушений технологического процесса и отдых экипажа.

При температуре ниже нуля увеличиваются затраты времени на запуск двигателя и прогрев гидросистемы. Осложнения с запуском двигателя являются следствием возрастания вязкости масла и топлива, а также невозможности нагрева воздуха в цилиндрах в конце такта сжатия до температуры самовоспламенения смеси. Это же влечет за собой ухудшение распыления топлива форсунками и соответственно снижение мощности двигателя. В качестве средств, позволяющих снизить затраты времени на запуск двигателя и приведение машины в рабочее состояние, используют жидкостные подогреватели и системы утилизации тепла обработанных газов.

После запуска двигателя должен проработать на малых оборотах до тех пор, пока температура охлаждающей жидкости и масла не достигнет 10-15°C.

После этого можно увеличить обороты до средних и довести температуру охлаждающей жидкости и масла до 40-50°C. На рабочем режиме температуру охлаждающей жидкости следует поддерживать в пределах 80-85°C, а температуру масла в картере – в пределах 75-85°C.

Одноковшовые экскаваторы относятся к машинам циклического действия. Рабочий процесс включает операции набора грунта, поворота гуженого ковша, к месту выгрузки, выгрузки грунта в транспортное средство или в отвал и установки ковша и исходное положение. Совокупность указанных операций – рабочий цикл.

Рассмотрим детальнее рабочий цикл одноковшового экскаватора. При разработке мерзлого грунта он состоит из следующих операций:

- рытье грунта за несколько проходов ковша, из которых первые проходы связаны с рыхлением грунта;
  - подъем ковша;
  - поворот рабочего оборудования на выгрузку;
  - выгрузка грунта из ковша;
  - поворот рабочего оборудования в забой;
  - опускание ковша для последующего набора грунта [2, с. 102].
- Совокупность указанных операций – рабочий цикл.

### Список литературы

1. Баловнев В.И. Определение оптимальных параметров и выбор землеройных машин в зависимости от условий эксплуатации/Уч. пос. Изд. МАДИ (ГТУ): – М., 2010. – 134 с.
2. Вахрушев С.И. Строительные машины для земляных работ : учеб. пособие Пермь: Перм. ГТУ, 2007. – 236 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА В ТРУБЧАТЫХ ПЕЧАХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

*Веткин А.В.*

аспирант кафедры «Термодинамика и неравновесные процессы переноса»,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

Выполнены численные исследования некоторых теплотехнических и экологических характеристик процесса горения газообразных топлив, используемых в настоящее время в трубчатых печах нефтеперерабатывающих заводов. Показано влияние на эти характеристики состава топлива.

*Ключевые слова:* газообразное топливо, тепловой поток, оксиды азота, трубчатые печи.

В связи с высокими ценами на природный газ и жесткими экологическими требованиями, ограничивающими сжигание газообразных горючих отходов открытым пламенем с выбросом продуктов горения в атмосферу, в трубчатых печах современных нефтеперерабатывающих заводов в настоящее время используется газообразное топливо разного состава. Это связано с необходимостью использования горючих газов от различных технологических установок [1]. Оно может включать газы (предельные и непредельные углеводороды и водород) от различных установок. Поэтому представляет интерес оценить, как изменятся характеристики теплопереноса в печах, спроектированных для работы на природном газе, при переходе на газообразное топливо другого состава, а также какое влияние может оказать изменение вида топлива на выбросы оксидов азота.

В настоящей работе представлены результаты численных исследований влияния состава газообразного топлива, температуры продуктов горения на свойства продуктов горения. Исследовалось также влияние вида топлива на равновесную концентрацию NO.

В качестве топлива рассматривались метан, этан, пропан, бутан, пропилен, водород, содержание которых в топливе во многих случаях является преобладающим.

Одна из характеристик топлива – это адиабатическая температура горения, зависящая от удельной теплоты сгорания, количества и теплоемкости образующихся продуктов и оказывающая существенное влияние на их излучательную способность и соответственно на процесс теплообмена.

На рис. 1 в виде диаграммы представлены значения адиабатической температуры горения  $t_a$  различных видов топлива.

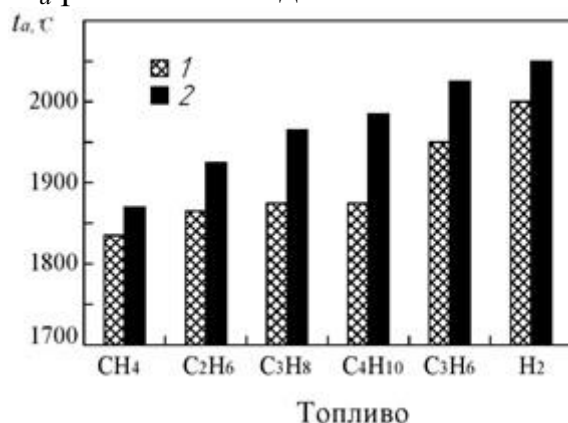


Рис. 1. Адиабатическая температура горения с учетом (1) и без учета диссоциации продуктов горения (2)

Расчеты термодинамического равновесия многокомпонентных систем проводились по методике, изложенной в работах [2-3].

При  $\alpha = 1.15$  концентрации NO в продуктах горения различных углеводородов при одинаковых температурах близки между собой и ниже, чем в продуктах горения чистого водорода. Однако в связи с разной адиабатической температурой горения топлив равновесные концентрации монооксида азота различаются (рис. 2).

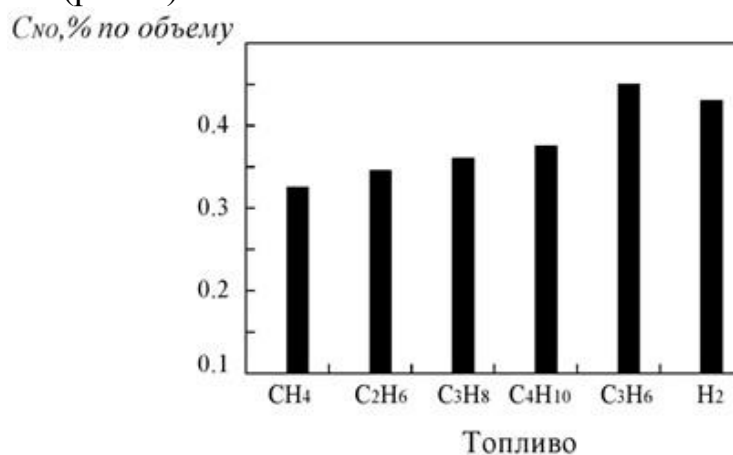


Рис. 2. Равновесная концентрации NO при адиабатических температурах горения

Равновесная концентрация NO рассчитывалась для адиабатических температур горения топлив с учетом диссоциации продуктов при  $\alpha = 1.15$  и  $t_0 = 25^\circ\text{C}$ .

Следует отметить, что равновесные концентрации продуктов горения определяются температурой процесса и соотношением количества химических элементов в исходных реагентах. При одной и той же температуре равновесная концентрация атомарного водорода, являющегося восстановителем, возрастает с увеличением соотношения чисел атомов водорода и углерода в молекуле углеводородного топлива (HC). Влиянием этих факторов объясняется различие концентраций NO при адиабатических температурах горения различных топлив (см. рис. 2).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при замене метана на более тяжелые углеводороды радиационный теплоперенос в печи может возрастать, а концентрация образующихся оксидов азота – увеличиваться.

#### **Список литературы**

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. 344 с.
2. Сурис А.Л. Термодинамика высокотемпературных процессов. М.: Metallurgia, 1985.
3. Suris A.L. Handbook of Thermodynamic High Temperature Process Data. N.Y., L.; Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 1987.

## **БЕСКОНТАКТНЫЙ ГЕНЕРАТОР НА БАЗЕ СИНХРОННОЙ РЕАКТИВНОЙ МАШИНЫ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ**

***Виноградов К.М.***

доцент базовой кафедры машиностроения, автоматизации и электроэнергетики механико-технологического факультета, канд. техн. наук, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», Россия, г. Челябинск

***Буфетова И.С.***

студентка, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», Россия, г. Челябинск

В статье рассмотрены существующие варианты применения бесконтактных генераторов на базе различных электрических машин. Приведены основные преимущества и недостатки каждого рассматриваемого типа генератора. Предложен вариант бесконтактного генератора на базе синхронной реактивной машины независимого возбуждения. Показаны его преимущества по отношению к другим вариантам электрических машин.

*Ключевые слова:* синхронная реактивная машина, пассивный ротор, бесконтактный генератор.

Важнейшей проблемой автономных электроэнергетических установок, которые работают на бортовую сеть, является совершенствование их массогабаритных показателей, повышение КПД. Решение подобных научно-технических задач весьма актуально и востребовано в связи с постоянным увеличением мощности бортовых потребителей и ростом их числа. Кроме того, это связано и с предъявлением повышенных требований к эксплуатационному ресурсу и надежности к генераторам. Обычно автономные энергоустановки для производства электроэнергии эксплуатируются в довольно тяжелых условиях, и поэтому к их генераторам предъявляют повышенные эксплуатационные требования: большая перегрузочная способность по току и мощности, поддержание напряжения на необходимом уровне при широком диапазоне изменения скорости вращения приводного двигателя. Необходимо обеспечить также интенсивное использование активных материалов, уменьшить тепловые и электрические потери, обеспечить простоту конструкции



электрической машины. В транспортных генераторных установках (автомобильных, самолетных, специальных) применяются вентильные (полупроводниковые) системы генерации, работающие как на переменном, так и на постоянном токе.

Например, генераторная установка автомобиля состоит из электрической машины и полупроводникового регулятора напряжения бортовой сети. Генераторная установка обеспечивает питанием потребителей, которые включены в бортовую сеть автомобиля (14, 28В постоянного тока). При необходимости от генератора также осуществляется заряд аккумуляторной батареи. Здесь следует заметить, что параллельная работа генераторной установки и аккумуляторной батареи является отличительной особенностью автономных энергетических установок. Сейчас автомобильные генераторы представляют собой синхронную машину когтеобразным ротором [2].

Автотракторное электрооборудование эксплуатируется в различных климатических зонах, погодных условиях, где достаточно широк диапазон изменения температуры окружающей среды (-60...+80°C). Это также предъявляет к генераторам такого оборудования высокие требования. Кроме того, в процессе эксплуатации они подвергаются воздействию механических вибрационных перегрузок, что нарушает нормальный режим работы и снижает механическую прочность, а также увеличивают износ.

В современных автотракторных установках привод генератора выполняется от двигателя внутреннего сгорания как правило через ременную или шестеренчатую передачи. В настоящее время наибольшее распространение получила повышающая ременная механическая передача. Встречается также и цепная передача. Передаточное число от двигателя к приводу генератора в отечественных тракторах находится в пределах 1,8...2,5.

Авиационные генераторы представляют собой особую разновидность автономных энергетических установок. Для них характерны специфические требования, предъявляемые к электрооборудованию летательных аппаратов (ЛА). Самыми главными требованиями являются: надежность работы в течение заданного срока службы, работа в условиях атмосферных и заатмосферных полетов, работоспособность при любых положениях ЛА в пространстве; работа при наличии сильных вибраций, низкого атмосферного давления окружающей среды, пониженных и повышенных температур; возможность кратковременных перегрузок по мощности и току нагрузки; обеспечение заданных(требуемых) показателей качества электрической энергии (форма и уровень напряжения), высокое быстродействие системы автоматического регулирования, улучшенные массогабаритные показатели, высокий КПД, заданная степень резервирования; высокие технико-экономические показатели; легкость демонтажа и замены. Необходимо также учитывать, что при уменьшении плотности атмосферного воздуха происходит ухудшение теплоотдачи электрической машины, т.е. нарушаются условия охлаждения, что может привести к потере мощности до 25% от номинальной на высотах более 10000 м. В первой половине 20 века на самолетах была распространена система постоянного тока напряжением 28,5 В. Сейчас на большинстве самолетов используются автономные системы электро-

снабжения на переменном токе. Такая система электроснабжения удовлетворяет до 80% всех потребителей электроэнергии самолета и только порядка 20% мощности используется потребителями постоянного тока. Синхронные генераторы переменного тока получают вращение от авиационных маршевых двигателей через механическую передачу. Для обеспечения постоянства частоты 400 Гц вырабатываемого переменного напряжения осуществляется регулирование частоты вращения генератора. В настоящее время для самолетов как военного, так и гражданского назначения, перспективной является система электроснабжения переменного тока синусоидальной формы напряжением 208 В. Следует заметить, что для бортовых систем остается характерной и частота 400 Гц. В последнее время стали применяться системы электроснабжения самолетов на постоянном токе, но в этом случае бортовая сеть имеет относительно повышенное напряжение, а 300...600 В. Такие системы рассматриваются как наиболее оптимальные варианты автономных систем электроснабжения самолетов нового поколения – летательных аппаратов с высокоэлектрифицированным оборудованием.

Среди бесконтактных машин, большую популярность получила вентиляльно-индукторная машина. В мировой технической литературе она известна, как Switched Reluctance Machine [1, 3]. На рисунке приведен поперечный разрез вентиляльно-индукторной машины.

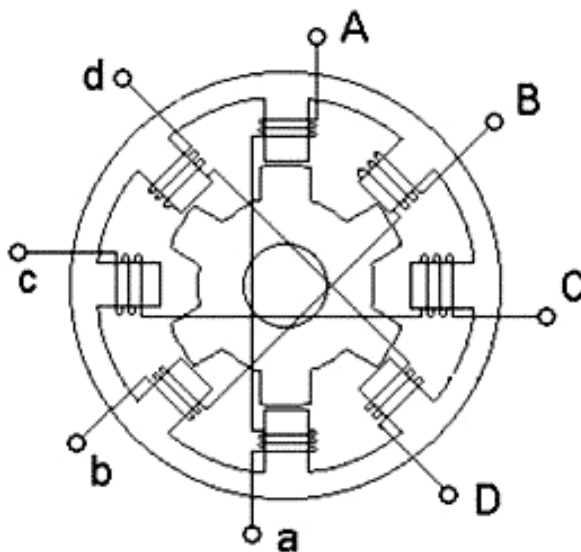


Рис. Поперечный разрез вентиляльно-индукторной машины

Она относится к классу бесконтактных синхронных реактивных электрических машин и представляет собой совокупность электромеханического преобразователя (индукторной машины) и полупроводникового преобразователя. Принцип действия ее основан на периодическом изменении магнитной проводимости воздушного зазора при вращении ротора. Магнитная индукция в каждой точке рабочего воздушного зазора изменяется только по величине, а ее направление остается неизменным. Поэтому магнитное поле в рабочем воздушном зазоре таких машин имеет пульсирующий характер и содержит основную переменную и «паразитную» постоянную составляющие. Обмотки

якоря и возбуждения размещаются на статоре в виде сосредоточенных катушек. Статор и ротор индукторной машины имеют явную зубчатость (полюсность) и выполняются из шихтованной электротехнической стали. Ротор не имеет обмотки.

В синхронной реактивной машине независимого возбуждения ротор делается явнополюсным и монолитным [2]. Это позволяет сделать ротор более удлиненным по сравнению с другими реактивными машинами, в которых шихтованный ротор обладает относительно меньшей жесткостью. Поэтому генератор на базе синхронной реактивной машины независимого возбуждения будет востребован в автономных электроэнергетических установках, где имеются принципиальные ограничения по объему и массе машины.

Бесконтактность и отсутствие обмотки на роторе позволяют использовать такой генератор в высокоскоростных агрегатах, что также существенно улучшает массогабаритные показатели и упрощает механическую передачу. Например, вал такого генератора можно совместить с валом турбины, исключив редуктор или мультипликатор.

Число фаз якоря синхронного реактивного генератора рационально выбрать кратно трем (например 6, 9, 12), что позволит использовать стандартные управляемые вентильные преобразователи на IGBT транзисторах. Увеличение числа фаз снижает пульсации выпрямленного напряжения.

#### **Список литературы**

1. Усынин Ю. С., Виноградов К.М. Генераторная установка с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. – 2007. – №12 (84). – С. 37-40.
2. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Виноградов К.М. Электроприводы и генераторы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Электричество. – 2007. – №3. – С. 21-26.
3. New Brushless Synchronous Machine for Vehicle Application / Yu.S. Usinin, M.A. Grigorjev, K.M. Vinogradov, S.P. Gladyshev // SAE Technical Papers. – 2007. – № 1.

## **АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОПТИМИЗАЦИИ ВЕСА СОЗДАВАЕМЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ**

***Винокуров И.В.***

аспирант кафедры «Ракетные двигатели»,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

***Чечета И.А.***

профессор кафедры «Технология машиностроения», д-р техн. наук, профессор,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

***Дроздов И.Г.***

профессор кафедры «Ракетные двигатели», д-р техн. наук, профессор,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

В данной статье разработана математическая оптимизация статических прочностных испытаний в координатах «напряжение  $\sigma$  – истинная относительная деформация  $\delta$ ».

*Ключевые слова:* расчет силы резания, стандартные испытания материала на прочность, деформация.

В представленной работе изложены приемы повышения точности экспериментально устанавливаемых показателей прочности конструкционных металлов и сплавов, а также – расширение технологической значимости экспериментально получаемых кривых упрочнения.

Известно, что результатом экспериментальных испытаний материалов на прочность является кривая упрочнения в координатах «напряжение – деформация». При этом напряжение

$$\sigma = \frac{P}{F}, \quad (1)$$

где  $P$  – величина деформирующей силы,

$F$  – площадь поперечного сечения испытываемого образца.

Что касается деформации, то в инженерной практике обычно имеют в виду следующее:

а) *абсолютная* деформация – представляет собой величину, например, фактического удлинения (или укорочения)  $\Delta l$  исследуемого размера  $l_0$ ;

б) *относительная* деформация  $\delta$  – это отношение в виде

$$\delta = \Delta l / l_0; \quad (2)$$

здесь абсолютную деформацию  $\Delta l$  делят на один и тот же начальный размер  $l_0$ ;

в) *истинная относительная* деформация  $\varepsilon$ , исчисляемая в каждый текущий момент времени по уравнению

$$d\varepsilon = dl / l; \quad (3)$$

здесь абсолютную деформацию  $dl$  делят на текущее значение размера  $l$ .

Сопоставление расчетных величин пунктов б) и в) показывает, что связь между относительной  $\delta$  и истинной относительной  $\varepsilon$  деформациями имеет вид:

$$\varepsilon = \ln(1 + \delta).$$

Из этого соотношения следует, что кривые упрочнения, представленные в координатах « $\sigma - \delta$ », дают существенно заниженную информацию о прочностных возможностях конструкционных материалов. Следствием этого является избыточная материалоемкость создаваемых деталей и узлов [1], что является нежелательным, прежде всего, для аэрокосмической техники. Это говорит о том, что экспериментально получаемые кривые упрочнения надо представлять в координатах «напряжение  $\sigma$  – истинная относительная деформация  $\varepsilon$ » [2]. При этом имеется в виду, что числовые данные кривой упрочнения, представленные в координатах « $\sigma - \varepsilon$ », являются достаточными для анализа силовых воздействий на обрабатываемый объект. Это утверждение обосновывается сопоставлением следующих двух математических моделей:

1) математическая модель силового воздействия, сформированная на основе кривой упрочнения в координатах « $\sigma - \delta$ »;

2) математическая модель силового воздействия, сформирована на основе кривой упрочнения в координатах « $\sigma - \varepsilon$ ».

Математическая модель применительно к кривой упрочнения в координатах « $\sigma - \delta$ » имеет вид [1]:

$$P = C_p t^x s^y v^n K_M. \quad (4)$$

Это уравнение сформировано (в соответствии с существующей методикой) по результатам многократного взвешивания силы  $P$  при последовательном варьировании расширенного диапазона основных параметров, например, резания. Все выполняемые действия сводятся к тому, что назначают параметры резания  $t$  (глубина резания),  $s$  (подача инструмента),  $v$  (скорость резания) и другие условия резания, последовательно ведут пробные резы, каждый раз варьируя величины всех параметров, и для каждого варианта взвешивают силу  $P$ . Этим накапливают базу экспериментальных данных, достаточных для построения экспериментальных графиков, подбирают для этих графиков математические зависимости, на основании которых графоаналитически находят как безразмерные величины коэффициентов  $C_p$ , характеризующих механическую прочность обрабатываемого материала, так и безразмерные величины показателей степени параметров резания, вошедших в уравнение.

Основные недостатки этого способа определения деформирующей силы:

а) очень большая трудоёмкость экспериментальных работ и последующего графоаналитического анализа по формированию расчётного уравнения;

б) получаемое конечное расчётное уравнение силы не имеет физического смысла и, соответственно, исключена возможность оценивать и степень точности находимой величины силы, и выбрать её оптимальную величину.

Математическая модель силового воздействия, сформированная на основе кривой упрочнения в координатах « $\sigma - \varepsilon$ », опирается на следующие исходные условия.

Принимают, что деформирующая сила (сила резания)  $P$  имеет составляющие:  $P_{сж}$  – сжимающая сила, предопределяющая усадку срезаемого слоя, и  $P_{из}$  – сила, предопределяющая искривление срезаемого слоя (стружки). В этом случае для оценки величины деформирующей силы представляется возможным воспользоваться последеформационной характеристикой в виде коэффициента  $K = l_0/l_k$  усадки образующейся стружки. Здесь  $l_0$  – исходная длина припуска, срезаемого при обработке и переходящего в стружку;  $l_k$  – конечная длина стружки.

Практическая значимость коэффициента  $K$  в том, что он является следствием совокупного действия всех параметров, составляющих режим резания. В свою очередь, натуральный логарифм отношения  $l_0/l_k$  представляет собой величину истинной относительной деформации

$$\varepsilon = \ln(l_0/l_k). \quad (5)$$

Соответственно  $K = e^\varepsilon$ . Здесь  $e$  – основание натурального логарифма.

В свою очередь, коэффициент  $K$  по известному соотношению И.А.Тиме составляет:

$$K = \cos(\theta - \gamma) / \sin \theta, \quad (6)$$

где  $\gamma$  – угол наклона передней грани резца,  $\theta$  – угол наклона плоскости сдвига

срезаемого слоя (стружки). Затем раскладывают вектор силы  $P$  на два составляющих вектора: сила  $P_{из}$ , расходуемая своей работой на искривление стружки, и сила  $P_{сж}$ , обеспечивающая усадку стружки методом осевого сжатия. В качестве главного составляющего вектора берут

$$P_{сж} = \sigma \cdot F = \sigma t s K,$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения стружки,  $\sigma$  – возникающее в материале напряжение.

Вектор силы  $P_{сж}$  направлен перпендикулярно к плоскости сдвига, являющейся поверхностью очага пластического деформирования стружки. В свою очередь, плоскость сдвига имеет угол  $\theta$  наклона к горизонтали, вдоль которой действует суммарный вектор силы  $P$ .

Тогда суммарный вектор  $P$  составляет

$$P = P_{сж} / \sin \theta = \sigma t s K / \sin \theta. \quad (7)$$

С учётом того, что  $K = e^\varepsilon$ , а угол  $\gamma$  заранее известен, по упомянутому соотношению И.А.Тиме есть возможность определять угол  $\theta$ , а затем и вычислять величину деформирующей силы  $P$ .

Изложенная методика определения величины деформирующей силы существенно расширяет технологические возможности кривой упрочнения, если эту кривую представлять в координатах «напряжение  $\sigma$  – истинная относительная деформация  $\varepsilon$ ». Положительным эффектом представленного способа является повышение точности расчета и существенный рост производительности за счет резкого сокращения технико-экономических затрат на его реализацию.

#### Список литературы

1. Чечета, И.А. Исследование исходных предпосылок для выбора величины деформирующей силы // И.А.Чечета, А.Е.Чечета. – Воронеж: ВГТУ, ж, «Вестник ВГТУ». Том 11, № 4. 2015. С. 4-7.
2. Патент RU 2 538 062 С2. Способ определения силы резания / И.А. Чечета, А.Е. Чечета. Заявка 201212440 от 13.06.2012. Опубл. 10.01.2015. Бюл.№ 1.

### МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОРРОЗИОННОМУ РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

**Винокурова И.М.**

доцент кафедры химии, канд. техн. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

**Коротов В.В., Иванова Д.Э.**

студенты кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

В данной статье дана оценка влияния коррозионного растрескивания на трубопровод. Приведены методы комплексного диагностирования, мониторинга и прогнозирования стресс-коррозионного состояния трубопроводов, подверженных КРН.

*Ключевые слова:* коррозия, коррозионное растрескивание, КРН, трубопровод, методы диагностирования.

Темпы роста коррозионных потерь за последние годы значительно превышают темпы роста производства металлов, что связано с отсутствием необходимого числа специалистов, а также недостаточно высокий уровень знания вопросов коррозии, для специалистов связанных по роду деятельности с проблемами получения металлов, создания металлоконструкций, эксплуатации, хранения и ремонта различных машин, приборов и оборудования [1-3]. Поэтому проведение диагностических обследований технологических трубопроводов является не только актуальным, но и особенно остро необходимо изучение коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) металла труб и соединительных деталей трубопроводов.

Коррозия под напряжением или коррозионное растрескивание — особый вид разрушений металлов и сплавов, происходящий при совместном действии на металл растягивающих напряжений (внешних и внутренних) и специфических агрессивных сред. При развитии этого процесса наблюдается обычно хрупкое разрушение металла без заметной пластической деформации.

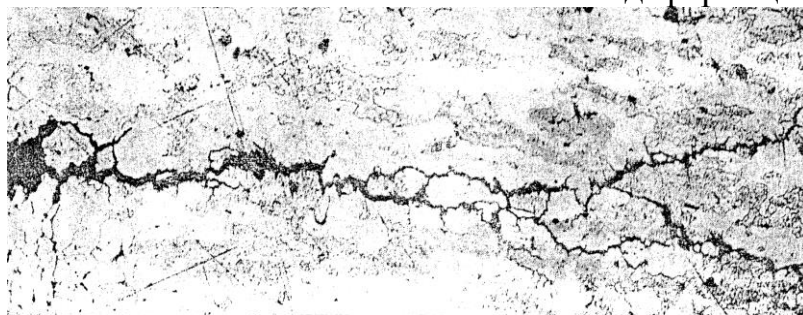


Рис. 1. Трещина в результате коррозии под напряжением

В нефтяной и газовой промышленности коррозии под напряжением подвержены трубы, пружины предохранительных клапанов и другое оборудование.

КРН является результатом комбинированного действия трех факторов:

1. Растягивающее напряжение в металле;
2. Агрессивные среды – особенно хлоридсодержащие или сероводородсодержащие ( $H_2S$ ) среды. КРН, вызываемое хлоридом, обычно происходит при температуре выше  $60\text{ }^{\circ}C$  ( $140\text{ }^{\circ}F$ );
3. Использование восприимчивых к коррозионному растрескиванию под напряжением материалов.

Особенности коррозионного разрушения металлов:

- существует возможность возникновения транскристаллитных и межкристаллитных трещин с разветвлениями;
- металл с появлением трещин охрупчивается;
- от величины приложенных растягивающих напряжений зависит время до начала образования трещины (индукционный период).

Коррозионное растрескивание сталей наблюдается в растворах, которые содержат кислоты, хлориды, щелочи, нитраты,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ .



В настоящее время разработаны методы, позволяющие обнаружить КРН на ранней стадии, либо спрогнозировать ее возникновение. В данной статье рассматриваются основные методы внутритрубной диагностики и наружной дефектоскопии.

Метод внутритрубной диагностики использует магнитные снаряды, создающие поперечное намагничивание (рис. 2). При проведении обследования участка магистрального газопровода длина, запускаемого в трубу снаряда с разделительными поршнями, составила около 2-х км. Магнитные снаряды, создающие продольную намагниченность, используются только для обнаружения общей коррозии, целостности сварных стыков и «поперечного» КРН. Основным недостатком метода является невозможность определить КРН на ранних стадиях.



Рис. 2. Снаряд-дефектоскоп для внутритрубной диагностики магистральных трубопроводов

Наиболее трудоемким методом обнаружения очагов КРН является наружная дефектоскопия. Это связано с вскрытием трубопровода и проведением контроля в шурфе в нижней части трубы. На рис. 3 приведены основные методы наружной дефектоскопии.



Рис. 3. Методы наружной дефектоскопии

Краткие выводы о коррозионном растрескивании под напряжением (КРН) [3]:

1. Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) характеризуется трещинами, распространяющимися либо транскристаллически, либо межкристаллитно.

2. КРН является результатом комбинированного воздействия трёх факторов: растягивающего напряжения, агрессивной среды и чувствительности материала.

3. Есть несколько видов коррозионного растрескивания под напряжением, например: КРН, вызываемое хлоридом, и КРН, вызываемое  $H_2S$ .

Коррозионное разрушение трубопроводов, резервуаров, реакторов, цистерн и т.д. может вызвать непредвиденный излив агрессивных и биологически опасных жидкостей и выделение в атмосферу соответствующих газов. В качестве примера увеличивающейся опасности загрязнения окружающей среды в результате коррозии можно привести все более расширяющееся применение трубопроводов как наиболее экономически выгодного способа транспортировки нефтепродуктов. Протяженность трубопроводов за последние годы возросла в 1,6 раза, а следовательно, и увеличилась опасность локального разрушения трубопроводов. Таким образом, более тщательный и углубленный подход к изучению проблем КРН и разработке методов защиты трубопроводов является очень своевременным.

#### **Список литературы**

1. Нефедов С. В., Соловей В. О. Напряженное состояние газопровода как основной фактор безопасности // В сб. науч. тр. ВНИИГАЗ. – 2004. – С. 86-89.

2. Александров Ю. В., Соловей В. О., Свирида М. М., Кузьбожев А. С. Задачи мониторинга напряженно-деформированного состояния газопроводов на потенциально-опасных по признакам КРН участках трассы // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 7. – С. 46-50.

3. Коротов В. В. Методы мониторинга коррозии трубопроводов [Текст] / В.В. Коротов, Д.Э. Иванова, В.А. Русин, И.М. Винокурова // Матер. междунар. научно-практической конференции: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Ч. IV. Воронеж. 2015. С. 52-57.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ**

***Винокурова И.М.***

доцент кафедры химии, канд. тех. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

***Жиленко В.А., Попов Л.Н.***

студенты кафедры автоматизированного  
оборудования машиностроительного производства,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

В данной статье разработана теория взаимодействия полей, обусловленная факторами технологического процесса импульсной обработки титановых сплавов. Проанализированы основные принципы и концепции создания экспертных систем оптимизации электрохимических процессов.

*Ключевые слова:* математическая модель, тепловые эффекты, оптимизация процессов, импульсные методы обработки.

Разработка математической модели тепловыделения на электродах при электрохимической размерной обработке титановых сплавов вытекает из необходимости аналитического определения истинной температуры в зонах реакции, в зависимости от задаваемых технологических параметров. В качестве объектов исследования разрабатываемой модели возьмем функции зависимости температурных эффектов от химического состава электролита, плотности тока и скорости потока. Возникающая, как следствие теории потенциалов, теория взаимодействия полей позволяет провести оценку влияния определённых факторов на технологический процесс и выбрать из возможных вариантов наиболее значимые. Анализируя возможности воздействия полей различной природы, можно классифицировать их по пяти основным группам, которые дифференцированы по экономическим затратам и эффективности влияния на процесс. Применительно к процессам электрохимической размерной обработки взаимосвязь основных фундаментальных наук может быть представлена схемой, приведённой на рис. 1.



Рис. 1. Связь разрабатываемой технологии ЭХРО с фундаментальными науками

Определяющими дисциплинами для разработки новых электрохимических технологий являются: математическая физика, инженерная физика и химия. Направления разработки указаны сплошными линиями, пунктирными линиями обозначены обратное влияние экспериментальных методов. Анализ указанных на схеме взаимосвязей ввиду сложности их исследований может быть проведён лишь в рамках определённых ограничений. А именно, определение границ применимости выбранных для математического описания уравнений в отсутствие чёткой корреляции между параметрами процесса является весьма трудной задачей.

Аналитические решения возможны, как правило, в ограниченном числе случаев при упрощённых граничных условиях. Математические методы теории потенциала и численные алгоритмы подробно описаны в работах [1-5]. Обратные связи, обозначенные на рисунке штриховыми линиями, позволяют

выявить не только наличие определённых энергетических эффектов, но и расширить наши понятия о механизмах их возникновения. Возникающая, как следствие теории потенциалов, теория взаимодействия полей позволяет провести оценку влияния определённых факторов на технологический процесс и выбрать из возможных вариантов наиболее значимые.

С точки зрения затрат на реализацию того или иного способа интенсификации, необходимо использовать такие характеристики, как удельные расходы энергии на величину съёма металла в единицу времени и эксплуатационные затраты на обслуживание оборудования.

Наиболее глубокой обратной связью коррелируются электрические и тепловые поля, причём знак этой связи (положительная или отрицательная) определяется характером химических реакций, являющихся следствием электродных процессов. Термокинетическим эффектам, возникающим на электродах, посвящено достаточное количество работ [2], но практически все авторы пытаются связать их непосредственно с протекающими электрохимическими реакциями на электродах. На наш взгляд, это не совсем корректно, так как аналитическая оценка тепловых эффектов показывает, что в большей мере они обусловлены последующими стадиями химических реакций. Поэтому главной задачей исследований должно стать изучение взаимосвязи температурных и электрических полей, методики управления ими с целью обеспечения стабилизации условий ЭХРО в оптимальных режимах. Учитывая, что управление параметрами электрического поля можно осуществить намного эффективнее, чем теплового, задача сводится к выявлению зависимостей

$$\text{grad } T = f(i_a, \tau, Q, f), \quad (1)$$

где grad T – градиент теплового поля ( $^{\circ}\text{C}/\text{см}$ );

$i_a$  – плотность анодного тока;  $\tau$  – длительность импульсного тока (мкс);

$Q$  – скважность импульсов;  $f$  – частота следования (Гц).

На рис. 2 приводится схема этапов построения полной математической модели электрохимического процесса применительно к ЭХРО титана и его сплавов [1-3].

В качестве типового процесса [A] – предлагается технология электрохимической размерной обработки титана. Основными уравнениями, отражающими физико-химические особенности процесса [B], являются уравнения электрохимической кинетики:

$$i_a = \frac{Z \cdot F}{1 - n_k} \cdot \frac{D}{\delta} \left[ C \exp \frac{+\Delta E \cdot Z \cdot F}{R \cdot T} - C_o \right], \quad (2)$$

$$T = T_{КП} (1 - e^{-k \cdot \tau}) + T_{эл-ма}, \quad (3)$$

$$T = [A + B \cdot i_a + C \cdot i_a^2 + \dots D \cdot i_a^n] + T_{эл-та}. \quad (4)$$

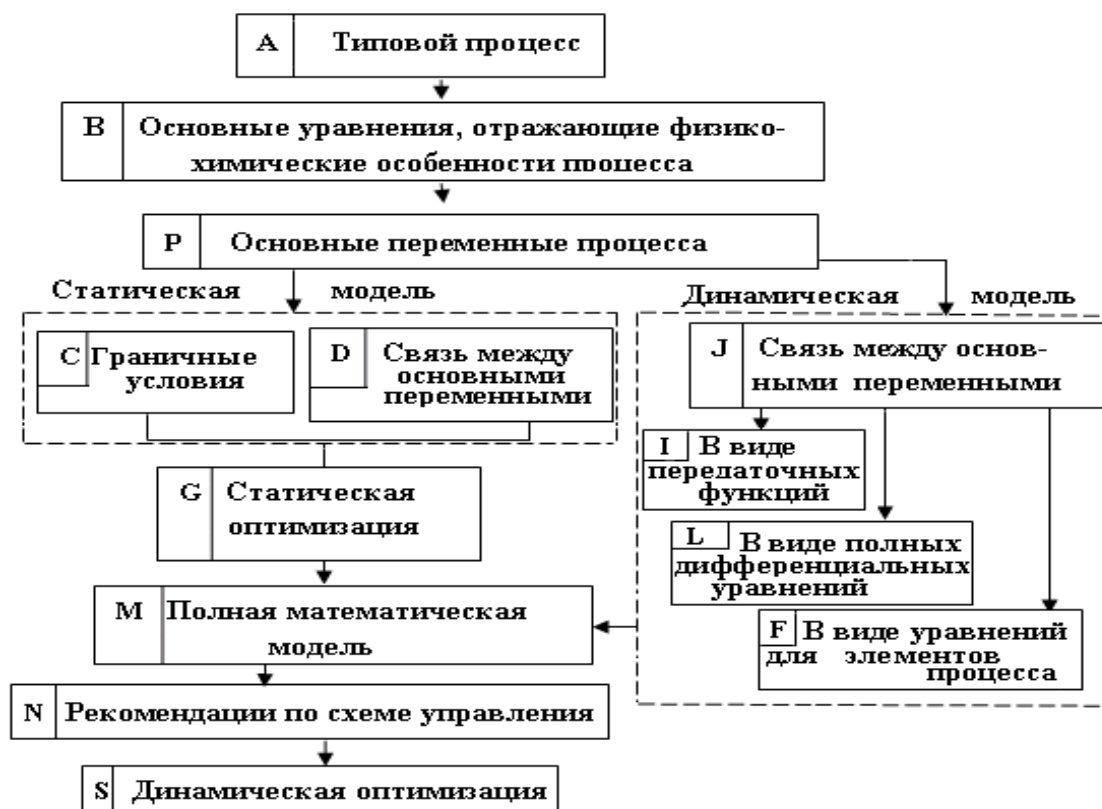


Рис. 2. Стадии построения математической модели электрохимического процесса

Применение процесса [P] в статической и динамической моделях различно вследствие неоднозначности условий анодной обработки титана. Граничные условия в статической модели имеют более узкий диапазон изменения переменных. Связь между переменными, например в условиях статики, определяющая локальное изменение удельной энтальпии, вызванное процессами теплопроводности, конвекции и молекулярной диффузии в статической модели, может быть описана известным уравнением теплопереноса [5]

$$\frac{di}{d\tau} = \frac{\alpha}{\rho} \nabla^2 t - \left( \omega_x \frac{di}{dx} + \omega_y \frac{di}{dy} + \omega_z \frac{di}{dz} \right) - \frac{1}{\rho} \operatorname{div} \sum \vec{J}_i \cdot \vec{i}_i. \quad (5)$$

Связь между основными переменными в динамической модели описывается уравнением более сложного вида, так как общий тепловой баланс изменяется во времени, причём изменения по координатам  $x$ , и  $z$  для всех переменных членов правой части уравнения зависят от температуры, являющейся функцией нескольких параметров (плотность тока, время, химический состав электролита).

Так, например, локальное изменение температуры во времени в зависимости от технологических параметров может быть определено по формуле

$$\Delta T = \frac{\tau}{a + \left( \frac{1}{i} \right) \cdot \tau}, \quad (6)$$

где  $\tau$  – время электролиза, мин;  $i$  – плотность тока, а/дм<sup>2</sup>.

Значения коэффициента,  $a$  определяются из номограмм и линейно зависят от  $\tau$ . Эти поправки вводятся блоком [F] для всех элементов процесса.

Полные дифференциальные уравнения динамической модели с учётом вводимых поправок формируются блоком [L]. Сравнение выходных параметров процесса по статической и динамической моделям осуществляется блоком [M]. Здесь же окончательно формируются возможные варианты алгоритмов системы управления, с учётом использования элементов обратной связи и основных положений теории устойчивости систем регулирования. Рекомендованные в блоке [N] схемы управления обрабатываются на макетах лабораторных стендов и формируются в блок управления, включающий входные и выходные устройства блока динамической оптимизации [S]. Например, реальная схема оптимизации процесса ЭХРО титана и его сплавов в качестве элемента регулирования использует источник импульсного тока с автоматическим регулированием основных параметров (ток, частота следования, скважность импульсов) в зависимости от поставленной задачи.

Перспективы более широкого использования импульсных режимов электрохимической обработки металлов по сравнению со стационарными обусловлены целым рядом причин. Импульсная обработка титана и его сплавов позволяет не только интенсифицировать этот процесс, но и существенно повысить чистоту и качество обработки металла.

Применение так называемых импульсных "жестких" режимов [1, 5] позволяет решить эту проблему, т.к. мгновенное значение  $i_k$  в импульсе может превышать его среднее за период в Q раз:

$$Q = \frac{\tau_{имп} + \tau_{паузы}}{\tau_{имп}} \quad (7)$$

где Q – скважность импульсов,  $\tau_{имп}$  – продолжительность импульса,

$\tau_{паузы}$  - продолжительность паузы.

Единственным ограничением в этом случае является необходимость соблюдения условия

$$\tau_{имп} < \tau_{разры} \quad (8)$$

где  $\tau_{разры}$  - собственное время разряда иона металла на поверхности электрода.

С другой стороны, проводя оптимизацию параметров импульсного тока по обеспечению макс вероятности восстановления компонента с наиболее отрицательным значением равновесного потенциала, можно реализовать систему, обеспечивающую получение сплава с заданным химическим составом.

Рассмотренные электростатические представления о механизмах растворения металла, позволяют качественно объяснить механизмы растворения, а также с учетом этого моделировать режимы обработки, состав электролита [4]. Таким образом, изучение особенностей характеристик анодных кривых при анализе поведения титановых сплавов, создает необходимость учитывать и вносить поправку на ток возможного сопряженного электрохимического процесса для получения истинных значений токов растворения сплава.

#### Список литературы

1. Мандрыкина, И. М. Исследование взаимосвязи термокинетических и электрохимических параметров при импульсных режимах обработки титановых сплавов. Дис.... Воронеж. 1998. – 210 с.

2. Винокурова, И.М. Определение оптимальных режимов при электрохимической размерной обработке титана и его сплавов с учетом особенностей тепломассопереноса [Текст] / И.М. Винокурова, В. П. Смоленцев // Изв. вузов Орел ГТУ. Сер. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. -2009. № 1/273(559). – С. 67-73.

3. Винокурова, И. М. Особенности эквивалентных схем тепловых полей в электродных схемах при электрохимической обработке металлов, склонных к пассивации [Текст]/ И.М. Винокурова, М.А. Завалишин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8. – № 7.2. – С. 61-65.

4. Винокурова, И. М. Определение температурных полей и зависимости от скорости съема металла при электрохимической обработке титановых сплавов с учетом массопереноса [Текст]/ И.М. Винокурова, Е.А. Рыканова // Молодежь. Техника. Космос. сбор. труд. VI Общероссийс. молодеж. науч.-техн. конф.: / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.; 2014. – 262 с. (Библиотека журнала. ВОЕНМЕХ. Вестник БГТУ., № 21). 19-21 марта 2014. Санкт-Петербург, Россия. С. 99-101.

5. Винокурова, И.М. Методы расчета процессов формообразования при электрохимической размерной обработке металлов на основе титана [Текст] / И.М. Винокурова // Совершенствование производства поршневых двигателей для малой авиации: тр. отраслевой научно-технич. конф. – Москва. Машиностроение. 2008. – С. 115-123.

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ АКТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОЗДАНИЕ ВСМ**

*Гайдамаченко М.Е.*

магистрант кафедры производственного менеджмента высокоскоростного железнодорожного движения, Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, Россия, г. Москва

Статья посвящена значимому вопросу железнодорожного транспорта – строительству новой высокоскоростной магистрали в России. Актуальность данной темы подтверждается множеством причин. Во-первых, развитие высокоскоростного движения уже стало неотъемлемой частью технического прогресса. Во-вторых, хоть наша страна пока и не входит в число стран с развитыми высокоскоростными магистралями, но уже ведется проектирование проекта ВСМ-2 Москва-Казань. В-третьих, для того, чтобы обеспечить полноценное строительство ВСМ необходимо в проектах подобного плана иметь достаточную нормативно – правовую базу. Последнее является очень важным вопросом, так как существующее нормативно-техническое регулирование вопросов строительства и эксплуатации железных дорог содержит недостаточно нормативно-правовых актов, регламентирующих подобные вопросы применительно к высокоскоростному движению.

*Ключевые слова:* высокоскоростные магистрали, нормативно-правовая документация.

Железнодорожное сообщение в наше время невозможно представлять без высоких скоростей. Высокоскоростные магистрали (ВСМ) являются эффективным инструментом для решения важных социально-экономических задач в масштабах всего государства. Разработка и далее реализация проектов скоростного и высокоскоростного движения в России внесет весомый вклад в развитие транспортной системы страны и поспособствует развитию различных отраслей.

На данный момент в России в стадии разработки проектной документации находится проект высокоскоростной магистрали ВСМ 2 Москва – Ка-

зань. Протяженность маршрута составит 770 км, максимальная скорость движения – до 400 км/ч [5]. Очень важно в проектах подобного плана иметь достаточную нормативно-правовую базу. Для этого должны быть определены и тщательно проработаны документы, регламентирующие создание ВСМ, в том числе технические нормативные акты [5].

Сооружение ВСМ, а в последующем создание сети высокоскоростных путей сообщения страны должно рассматриваться во взаимосвязи технических, нормативно-правовых, коммерческих, транспортно-стратегических составляющих.

Во всех странах, построивших и эксплуатирующих ВСМ, эти проекты, независимо от конкретной формы финансирования, имели исключительно высокий государственный статус и, как правило, относились и относятся к числу приоритетных, национальных. В большинстве стран, реализовавших проекты ВСМ, принимались специальные правовые акты на уровне законов.

Существующее нормативно-техническое регулирование вопросов строительства и эксплуатации железных дорог содержит недостаточно нормативно-правовых актов, регламентирующих подобные вопросы применительно к высокоскоростному движению [5]. В условиях действующего федерального закона «О техническом регулировании» необходимо принятие специального федерального закона, утверждающего соответствующий технический регламент, и, возможно, целого ряда подзаконных нормативно-технических правовых актов, необходимых для обеспечения процессов проектирования и строительства объектов высокоскоростного железнодорожного пассажирского транспорта.

Учитывая сложившуюся в России ситуацию и понимая, что реально начало эксплуатации ВСМ в нашей стране возможно не ранее 2020 года, следует говорить о необходимости тщательного анализа как собственных научно-технических возможностей, так и мирового опыта в области высокоскоростного железнодорожного движения [3]. Нужна серьезная долгосрочная национальная программа научных исследований в области высокоскоростного железнодорожного транспорта, с единым центром исследований, который объединит усилия всех отраслевых, учебных, академических и других учреждений и организаций [2].

**Состав нормативно-технической документации, регламентирующей создание высокоскоростных магистралей в России.**

Основные технические регламенты, регулирующие деятельность железнодорожного транспорта – **Технические регламенты Таможенного Союза:**

- О безопасности железнодорожного подвижного состава
- О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта
- О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта

Технический регламент Таможенного Союза "О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта" содержит, в основном, требования к устройству и составу подвижного состава, его составляющих, требования безопасности, требования приемки в эксплуатацию объектов инфра-



структуры высокоскоростного железнодорожного транспорта, требования сертификации объектов, требования проведения испытаний, требования маркировки и др. [4]

**Кодексы:** Градостроительный, Земельный.

Градостроительный кодекс определяет широту полномочий органов государственной власти в области градостроительной деятельности; территориальное планирование; архитектурно-строительное проектирование, строительство; охрану земель и др. Кодекс регулирует основные вопросы, касающиеся земельных вопросов и полномочий участников [1]. Земельный кодекс рассматривает такие вопросы, как образование, выдел, объединение, перераспределение, возникновение и сохранение прав на земельные участки), охрана земель, собственность на землю, порядок предоставления земельных участков для строительства, выбор земельных участков для строительства, приобретение прав на земельные участки, особенности купли-продажи земельных участков, возмещение убытков при изъятии земельных участков для государственных и муниципальных нужд и др.

**15 Специальных технических условий (СТУ)**, разработанных специально для участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург. Специальные технические условия содержат нормы, правила и требования на проектирование, строительство и эксплуатацию высокоскоростной железнодорожной магистрали. В СТУ определяются основные параметры ВСМ, касающиеся все устройств, сооружений, безопасности движения и безопасности устройств по отдельности и др. СТУ формируются, как правило, под конкретный проект ВСМ и основываются на ГОСТах, СНИПах, ОСТах, Технических регламентах и других нормативных документах, действующих на территории Российской Федерации. СТУ разрабатываются с учетом рекомендаций Европейских нормативных документов в области высокоскоростного железнодорожного транспорта; Европейских требований по совместимости инфраструктуры, утвержденных Директивой 2004/50/ЕС [5].

**Своды правил, стандарты:**

- Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ;
- Технические требования (условия) к продукции для строительства ВСМ;
- Требования к безопасности продукции для ВСМ;
- Методы контроля (испытаний), измерения для оценки соответствия продукции для ВСМ.

**Техническая документация:**

- Руководства по эксплуатации и ремонту;
- Технические требования;
- Технологические процессы и инструкции;
- Конструкторская документация;
- Программы и методики испытаний.

На данный момент времени существуют документы, требующие корректировки или полной разработки, которые необходимы для проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ.

Основные параметры и требования СТУ, требующие уточнения по результатам проектирования.

1. План и продольный профиль.
2. Искусственные сооружения.
3. Электроснабжение, система ЖАТ, электросвязь.
4. Земляное полотно и верхнее строение пути.

По итогам заседания Проектного офиса инвестиционного проекта «Строительство ВСМ Москва-Казань» от 18.12.2015 г. было оговорено, что доработки требуют 55 документов для стандартизации технических норм и требований к подвижному составу и объектам инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта [6].

В заключении хотелось бы отметить, что задачей государства и отрасли является обеспечение достаточных условий для сооружения высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва-Казань. Для этого необходимо четко руководствоваться нормативными актами. На данный момент так и остается ряд документов, который требуют доработки или полной разработки.

#### **Список литературы**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 19.10.2015) – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/)
2. Киселев И.П. Журнал «ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО». № 1, 2007. С. 15.
3. Скоростной и высокоскоростной железнодорожный транспорт. Сооружения и устройства. Подвижной состав. Организация перевозок. Т. 2. СПб: Изд-во «Информационный центр «ВЫБОР», 2003. – 448 с.
4. Технический Регламент Таможенного Союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (ТР ТС 002/2011).
5. Фионов А.Н. Управление проектами создания высокоскоростных железнодорожных магистралей: Курс лекций. – РИЦ «ИД Магистраль», 2016. – 162 с.
6. Экспертный Совет по технической политике в области проектирования, строительства и эксплуатации высокоскоростных железнодорожных магистралей в Российской Федерации. Москва, 18.12.2015. Материалы с мероприятия.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УЛИЦ ГОРОДА ОРЕНБУРГА**

*Григорьева О.Н.*

магистрант кафедры экологии и природопользования,  
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

В статье автотранспорт выступает в роли источника загрязнения атмосферного воздуха. Выявление влияния его выбросов на качество атмосферы проводится на основе

исследований и расчетов на примере улицы Родимцева города Оренбурга. На основе полученных данных предлагаются мероприятия по улучшению экологической обстановки на исследуемой улице.

*Ключевые слова:* автомобильный транспорт, загрязнение, загрязняющее вещество, качество атмосферного воздуха, категория опасности вещества, категория опасности улицы.

Автомобильный транспорт прочно вошел в современную жизнь, обеспечивая большой объем перевозок во всех сферах человеческой деятельности. Промышленность, строительная индустрия, сельское хозяйство, торговля не могут нормально функционировать без широкого использования транспортных средств [1, с. 59-68]. В связи с чем и возникает острая проблема загрязнения атмосферы городов автомобильным транспортом.

Объектом исследования влияния выбросов от автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха, была выбрана улица Родимцева. Исследуемая улица имеет длину 1610 м (1,610 км), проезжую часть с асфальтовым покрытием с двусторонним движением (4 полосы движения и две полосы движения). Жилая застройка представлена многоэтажными домами, расстояние до которых составляет 40 – 60 (м) от дороги. Вдоль проезжей части (на расстоянии 15 – 30 (м) от нее) находятся зеленые насаждения, представленные следующими видами растений: тополь, береза, яблоня, карагач, вишня, сирень, клен, шиповник, петунья, ирисы, тюльпаны.

Для того чтобы выполнить оценку влияния автомобильного транспорта на качество воздуха улицы Родимцева за зимний и весенний периоды была определена интенсивность движения. Для этого четыре раза в сутки: утром – с 8.00. до 9.00 часов; днём – с 12.30.до 13.30 часов; вечером – с 18.00. до 19.00 часов; ночью – с 20.30 до 21.30 часов – проводились подсчеты количества автотранспорта, проехавшего по улице (таблица 1).

Таблица 1

**Интенсивность движения автотранспорта в разное время суток  
в зимний период на ул. Родимцева**

Ул. Родимцева	Период исследования (зима, весна)								
	Время	Интенсивность движения за 1 час						Общая интенсивность за час	
		Легковые		Грузовые		Автобусы		Зима	Весна
		Зима	Весна	Зима	Весна	Зима	Весна		
Утро	2488	2364	6	9	216	219	2710	2592	
День	2084	2111	4	2	220	231	2308	2344	
Вечер	2239	2186	3	3	222	233	2464	2422	
Ночь	1424	1545	0	1	60	79	1484	1625	
Всего	8235	8206	13	15	718	762	8966	8983	

За период наблюдения в зимний период в транспортном потоке насчитывается 8235 легковых автомобилей, что составляет 91,8 % от общего потока; на автобусы приходится 718 единиц, что составляет 8 % от общего потока автотранспорта и количество грузовых автомобилей равно 13 шт., т. е. 0,14 %. Средняя интенсивность движения автотранспорта составляет 2241,5 авт/час.

Полученные нами данные за весенний период свидетельствуют о том, что наибольшая интенсивность характерна для легковых автомобилей – 91,4 %, наименьшая для автобусов – 8,5 % и грузовых автомобилей – 0,17 %. Средняя интенсивность движения в весенний период на улице Родимцева составляет 2245 авт/час.

Массовый выброс загрязняющих веществ автомобильным транспортом при движении по улице Родимцева рассчитывается по формуле [2, с. 18]:

$$M_{ij} = m_{ij} \times L_{\text{общ}}^N \times 10^{-6};$$

где:  $m_{ij}$ - приведенный пробеговый выброс (г/км),

$L_{\text{общ}}^N$  – суммарный годовой пробег автомобилей по данной улице, который является функцией времени, интенсивности и скорости движения автотранспортных средств, км.

Данные расчетов количества загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом на исследуемой улице за зимний и весенний периоды, представлены в таблице 2, 3 соответственно.

Таблица 2

**Количество загрязняющих веществ, выбрасываемое автотранспортом на исследуемой улице**

Ул. Родимцева	Период исследования (зима)						Суммарный выброс, т/сезон
	Тип автомобиля	Выброс разных веществ по сезонам, т/сезон					
		СО	СН	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	сажа	
Легковые	141,758	25,058	10,023	0,716	-	177,555	
Грузовые	0,1579	0,0278	0,063	0,0146	0,0039	0,2672	
Автобусы	32,979	2,76	6,294	0,468	0,140	42,641	
Всего	174,8949	27,8458	16,38	1,1986	0,1439	220,4632	

Таблица 3

**Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом на улице Родимцева**

Ул. Родимцева	Период исследования (весна)						Суммарный выброс, т/сезон
	Тип автомобиля	Выброс разных веществ по сезонам, т/сезон					
		СО	СН	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	сажа	
Легковые	141,259	24,97	9,99	0,713	-	176,932	
Грузовые	0,18	0,0321	0,073	0,0167	0,0043	0,3061	
Автобусы	35	2,928	6,68	0,498	0,148	45,254	
Всего	176,439	27,93	16,743	1,2277	0,1523	222,492	

По полученным нами данным, на первом месте по выбросам в окружающую среду в зимний период стоят легковые автомобили – 80,5 %, на втором месте – автобусы на их долю приходится 19,3 %, на третьем месте грузовые автомобили – 0,12 %.

Среди выбросов от легковых автомобилей на первом месте находятся примесь СО; на втором месте находятся примесь СН и на третьем месте примесь NO<sub>x</sub>.

Из всех вредных веществ, выбрасываемых грузовыми автомобилями и автобусами, на первом месте находится также примесь СО. На втором месте – NO<sub>x</sub>. Затем идёт примесь СН.

В весенний период также наибольшее количество загрязняющих веществ, выбрасываемое автотранспортом, приходится на легковые автомобили, затем на автобусы и грузовые автомобили.

Для установления категории опасности улицы – необходимо рассчитать категорию опасности автотранспорта и категорию опасности дороги.

Под категорией опасности автомобиля подразумевается объемная скорость генерирования примесей от всего автомобильного транспорта, находящегося на территории города. Она определяется по формуле:

$$КОА = \sum_I^n КОВ = \sum_I^n \left( \frac{M_j}{ПДК_j} \right)^{a_j},$$

где  $M_j$  – количество выбросов  $j$ -ой примеси в ОГ автомобиля;

$a_j$  – безразмерный коэффициент, позволяющий соотнести степень вредности  $j$ -того вещества с вредностью диоксида серы (III класс опасности);

$ПДК_j$  – среднесуточная ПДК  $j$ -того вещества в атмосфере населенного пункта,  $мг/м^3$  [2, 18].

Значение категории опасности вещества для различного вида автотранспорта и категория опасности автотранспорта в зимний и весенний периоды приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

**Значение категории опасности вещества для различного вида автотранспорта и категория опасности автотранспорта в зимний период**

Ул. Родимцева	Период исследования (зима)						КОА, $м^3/с$
	Тип автомобиля	Значения КОВ, $м^3/с$					
		СО	СН	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Сажа	
	Легковые	721,003	12,048	117488,7	453,944	-	118675,695
	Грузовые	1,585	0,0264	161,38	9,256	2,473	174,72
	Автобусы	194,069	1,6546	64165,8	294,712	88,76	64746,9956
	Всего	916,66	13,729	181815,88	759,962	91,233	183597,46

Таблица 5

**Значение категории опасности вещества для различного вида автотранспорта и категория опасности автотранспорта в весенний период**

Ул. Родимцева	Период исследования (весна)						КОА, $м^3/с$
	Тип автомобиля	Значения КОВ, $м^3/с$					
		СО	СН	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Сажа	
	Легковые	718,718	12,01	116986,08	425,042	-	118141,85
	Грузовые	1,783	0,03	195,442	105,878	2,726	305,859
	Автобусы	204,74	1,745	69327,97	315,732	93,832	69944,019
	Всего	925,241	13,785	186509,49	846,652	96,558	188391,73

Исходя из значений категории опасности автотранспорта, улица Родимцева в зимний и в весенний периоды относится к III классу опасности.

Кроме загрязняющих веществ, выделяющихся при сжигании топлива, движение автотранспорта при взаимодействии с дорогой сопровождается выбросами пыли, а пылеобразование на дорогах можно количественно описать через категорию опасности дороги (КОД), которая будет связана с количеством выбросов уравнением:

$$\text{КОД} = \frac{M_n}{\text{ПДК}_n} = \frac{CV^y}{\text{ПДК}_n},$$

где: С – концентрация пыли в воздухе улицы;  
 $V^y$  – объем воздуха, в котором рассеяна пыль.

Количество пыли, выбрасываемое N-ым количеством автомобилей рассчитывается по формуле:

$$M_a^y = \psi_i \times S_{ai} \times N_i,$$

где  $S_{ai}$  – площадь проекции автомобиля на поверхности дороги, м<sup>2</sup>;  
 $\psi_i$  – сдуваемость пыли, мг/(см<sup>2</sup>/с) (для легковых автомобилей –  $240 \times 10^3$ , грузовых –  $516 \times 10^3$ , автобусов –  $541 \times 10^3$ );  
 $N_i$  – интенсивность движения автомобилей i-го класса.

Объем воздуха, в котором распределяется пыль, рассчитывается через постоянный объем атмосферы ( $V_0^y$ ), определенной площади улицы (S) и высотой приземного слоя (h), и его прирост ( $\Delta V$ ), создаваемый диффузионными процессами и определяется по формуле:

$$V^y = V_0^y + \Delta V = Sh + \Delta V,$$

Для случая, когда в атмосфере наблюдается застойные явления ( $V=0 - 3$  м/с), прирост определяется через увеличение высоты приземного слоя.

$$\Delta V = [2(L * h) + S] * V_{\text{диф}} * t,$$

где t – время;  
 $V_{\text{диф}}$  – скорость диффузии.

Вероятность таких погодных условий составляет 45 %.

Так как в зимний период дорожное покрытие закрыто снегом и пыли не образуется, категория опасности дороги для этого периода не рассчитывалась [2, с. 32].

Категория опасности дороги в весенний период составляет  $1106730,933$  м<sup>3</sup>/с.

В качестве комплексного показателя, характеризующего качество атмосферы на улице любого назначения используется категория опасности улицы (КОУ), которая определяется через опасность автомобиля качественные характеристики автомобильной дороги [2, с. 38], т.е.

$$\text{КОУ} = \text{КОА} + \text{КОД},$$

По зимнему периоду значение КОД не учитывается и получаем:

$$\text{КОУ} = \text{КОА} = 183597,46 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Категория опасности улицы за весенний период в отличие от зимнего рассчитывается как сумма категории опасности автомобиля и категории опасности дороги, т.к. весной наблюдается обильное пылевыведение.

$$\text{КОУ} = 188391,728 + 1106730,933 = 1295122,661 \text{ м}^3/\text{с}$$

Граничные условия для деления дорог по категориям опасности представлены в таблице 6.

**Граничные условия для деления дорог по категориям опасности**

Значение КОУ, м <sup>3</sup> /с	Класс опасности
КОУ > 31,7 × 10 <sup>6</sup>	1
31,7 × 10 <sup>6</sup> > КОУ > 31,7 × 10 <sup>4</sup>	2
31,7 × 10 <sup>4</sup> > КОУ > 31,7 × 10 <sup>3</sup>	3
КОУ < 31,7 × 10 <sup>3</sup>	4

По расчетам за зимний период значение КОУ попадает в интервал  $31,7 \times 10^4 > 183597,46 > 31,7 \times 10^3$ , поэтому улица Родимцева относится к III классу опасности.

По данным расчетов можно сделать вывод о том, что улица Родимцева в зимний период относится к III классу опасности, а весенний – ко II.

Благодаря проведенным исследованиям можем предположить, что в летний период категория опасности улица увеличится, а значит необходимо для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха на улице Родимцева, разработать мероприятия, направленные на уменьшение степени загрязнения атмосферного воздуха. Наиболее простым и реальным мероприятием является посадка зеленых насаждений так, чтобы вредные вещества как можно больше улавливались ими и перерабатывались. Для этого необходимо по краям дороги рассадить кустарники высотой 30-40 (см), устойчивые к обильному пылевыведению. Это могут быть дерен белый, лапчатка кустарниковая и др. Далее посадить кустарники высотой 1-2 (м), желательны с опушенными листьями для дальнейшего улавливания загрязняющих веществ, например, для этого случая хорошо подойдет рябина Кузнецова, желтая акация и др. [3, с. 67-69]. И третьим рядом от дороги, необходимо высадить деревья, также устойчивые к загрязнениям от автотранспорта, например: тополя и ивы. Они имеют опушение листьев и высокую способность к восстановлению. Особыми свойствами обладает конский каштан: одно взрослое дерево очищает 20 тыс. м<sup>3</sup> воздуха от поступающих выхлопных газов.

**Список литературы**

1. Кияев И. А. Совершенствование управления процессом эксплуатации автомобилей по критериям качества атмосферы промышленных городов Экология // Автомобильный транспорт, 2013. – № 3. – С. 59-68.
2. Чекмарева О. В. Промышленная экология: методические указания к лабораторным занятиям/ О. В. Чекмарева, С. В. Шабанова, О. Е. Бударников. – Оренбург: ОГУ, 2007. – 68 с.
3. СП 82.13330.2015 Благоустройство территории. Актуализированная редакция СП 82.13330.2011 «СНиП III-10-75 Благоустройство территорий» // Издание официальное. Москва, 2015. 94 с.

# ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Данилов А.Д.*

профессор кафедры электропривода, автоматике  
и управления в технических системах, доктор технических наук,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

*Минеев В.А.*

аспирант кафедры электропривода, автоматике и управления в техниче-  
ских системах, Воронежский государственный технический университет,  
Россия, г. Воронеж

В данной статье рассматривается несколько программных комплексов для решения инженерных задач в рамках проектирования электронных устройств. Исходя из открытости исходного кода и выходных файловых форматов рассматриваемых систем, разрабатывается программа, позволяющая выполнить построение модели электронного устройства, основываясь на исходных данных выходных форматов одной рассматриваемой системы в формат доступный для других инженерных программ.

*Ключевые слова:* компьютерные системы, программное обеспечение, моделирование, визуализация.

В настоящее время сложно представить себе процесс проектирования без вывода результатов расчетов в графическом виде. Такой вид представления информации нагляднее и удобнее чем алфавитно-цифровой. Подавляющее большинство систем автоматизированного проектирования имеют такую возможность. Если устройство моделируется собственной программой инженера, а не в какой-либо системе проектирования, то вывод информации в графическом виде необходимо организовывать собственноручно. Работа с графикой, особенно трехмерной, достаточно сложна и требует специальных навыков, а также требуется много времени для создания таких подпрограмм, для их тестирования и отладки.

На сегодняшний день существует довольно большое количество программных комплексов обработки и визуализации инженерных задач для разработки электронных изделий, но из-за их высокой стоимости, использование этих программных продуктов не всегда возможно.

Поэтому предлагается использовать готовые решения на открытом исходном коде по лицензии GNU GPL. Самым успешным программным комплексом разработки и визуализации электронных устройств из рассмотренных является KiCAD.

Визуализация разработанного электронного устройства дает ряд преимуществ при проектировании изделий, где данное электронное устройство будет в дальнейшем использоваться. Но в рамках данного программного комплекса это реализовано не полностью и требуется использование других программных средств или доработка этого комплекса.

KiCAD использует в своей работе три типа файлов: – файлы *схем* \*.sch (EESchema) – файлы *библиотек* \*.lib (EESchema) – файлы *печатных плат* \*.kicad\_pcb (PCBnew).



Все эти файлы являются простыми текстовыми файлами ASCII, что позволяет нам использовать их в других программных комплексах или для разработки новых модулей программы. Для этого разработаны некоторые решения для применения готовой модели устройства в других системах проектирования, что говорит о достаточной гибкости программного комплекса.

Ниже представлены параметры файлов необходимые для построения трехмерной модели устройства.

**Описание модуля:**

**\$MODULE** <имя модуля> и заканчивается **\$EndMODULE** <имя модуля>

Описание модуля содержит четыре раздела:

- общая информация (фиксированного размера);
- описания полей (переменного размера);
- описания графики (переменного размера);
- описания выводов (переменного размера);
- информация о трёхмерной модели элемента.

Все размеры указываются относительно положения модуля. Это означает, что все координаты и размеры указаны для положения модуля в начале координат с нулевым углом поворота. В случае, если модуль повернут или отражён зеркально, реальные координаты пересчитываются соответствующим образом.

Таблица 1

**Представление модулей в файле печатных плат**

Пример	Описание
<b>\$MODULE</b> bornier6	<b>\$MODULE</b> <имя модуля>
Po 62000 30500 2700 15 3EC0C28A 3EBF830C ~	<b>Po</b> X Y ориентация(0.1 град) слой метка_времени параметр_1 параметр_2 параметр_1 – "F"-фиксирован, "~"-можно перемещать параметр_2 – "~" или "P" – не размещён или размещён автоматически.
Li bornier6	Указывает библиотечное название модуля
Cd комментарий	Строка комментария
Kw Keyword1 Keyword2 ...	Ключевое слово для выбора модуля
Sc 3EBF830C	Временная метка
Op 0 0 0	<цена_поворота_90> <цена_поворота_180> цена поворота для авторазмещения, от 0 (поворот запрещён) до 10 (нулевая цена)

Трёхмерная модель модуля представляет собой файл в формате vtm1, полученный с помощью трёхмерного редактора Wings3D. Трёхмерную модель можно масштабировать, поворачивать и перемещать, благодаря чему одну трёхмерную модель можно использовать для разных модулей (например, резисторы различных размеров). Некоторые модули элементов поверхностного монтажа используют это. Возможно также масштабирование элементов для лучшего отображения.

**Представление трехмерных моделей в файле печатных плат**

Пример	Описание
\$SHAPE3D	Начало блока
Na "device/bornier6.wrl"	Имя файла трёхмерной модели
Sc 1.00000 1.00000 1.00000	Масштаб по осям X Y Z
Of 0.00000 0.00000 0.00000	Сдвиг по осям X Y Z
Ro 0.00000 0.00000 0.00000	Угол поворота по осям вокруг осей X Y Z (в градусах)
\$EndSHAPE3D	Конец блока

Координаты трёхмерной модели мы задаем относительно координат модуля. Трёхмерная модель при отображении подвергается масштабированию, смещению и повороту в соответствии с указанными параметрами, после чего масштабируется, смещается и поворачивается вместе с модулем. Если модуль находится с обратной стороны платы, то координаты инвертируются соответствующим образом. Один модуль может иметь несколько трёхмерных моделей, например, микросхема и её колодка.

Как указывалось ранее, для разработки готового изделия требуется дополнительные программные средства. Проанализировав существующее программное обеспечение наиболее подходящим для дальнейшей разработки программы является FreeCad. Кроме своей открытости продукт имеет мощную систему макрокоманд на синтаксисе python, позволяющую выполнять сложные графические построения.

KiCad (на данный момент) имеет формат vrmf, а основным форматом передачи трехмерных моделей является step, то требуется выполнить преобразование из vrmf в step. Прямое преобразование имеет ряд проблем. Входной формат содержит полигональную информацию. Целевой формат содержит твердотельную или поверхностную (NURBS) информацию. В большинстве случаев требуется либо ручная пост-обработка файла, либо полная обрисовка поверхностей.

Для построения конечной модели устройства созданной в программном комплексе KiCad потребуется информация о модулях перечисленная в табл. 1 и информация об используемой модели (табл. 2), которую содержат файлы \*.kicad\_pcb.

При построении полноценной модели устройства, данных о текущем положении модулей и их моделей недостаточно. Для полноты моделирования необходима исходная информация о печатной плате устройства, которую также несут файлы \*.kicad\_pcb. Габариты печатной платы определяются словом Edge.cuts, толщиной (thickness), а также примитивами: линия(gr\_line), дуга(gr\_arc), окружность(gr\_circle).

Разработаны алгоритмы построения трехмерной модели устройства. На начальном этапе построения модели собирается информация о примитивах с учетом их геометрических характеристик. Полученные данные используются для построения модели печатной платы. После построения печатной платы по примитивам с учетом ее толщины, выполняется алгоритм установки модулей(элементов) печатной платы.

Результатом работы программы является трехмерная модель электронного устройства, которая доступна для редактирования в программном комплексе FreeCad с последующим сохранением в формате step, доступным для использования в других программах.

### **Вывод**

Использование программного комплекса проектирования электронных устройств KiCAD, имея открытость исходного кода и выходных файловых форматов, позволяет создавать на ее основе новые инструменты и применять новые методы решения инженерных задач, как для отображения спроектированного устройства, так и для этапов его проектирования.

### **Список литературы**

1. Боресков А.В., Шикин Е.В., Шикина Г.Е. Компьютерная графика: первое знакомство. М.: Финансы и статистика, 1996.
2. Данилов А.Д., Фёдоров А.И. Иерархическая структура процесса тестирования сложного программного обеспечения // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10, № 3-1. С. 18-21.
3. Данилов А.Д., Головнев В.Н. Цифровые системы управления. – Воронеж: ГОУ ВПО "Воронежская гос. лесотехническая акад.", 2007. 235 с.
4. Данилов А.Д. GTD, коллаборация и автоматизация документооборота на крупных предприятиях с распределенной структурой / А.Д. Данилов, А.Н. Боровцов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – Т. 7, №1. – С. 69-73.
5. Данилов А.Д. Модели для автоматизированного проектирования поточных производств/А.Д. Данилов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т.5, №6. – С. 163-166.
6. Тамре Л. Введение в тестирование программного обеспечения. – М.: Вильямс, 2003. 354 с.
7. Данилов А.Д., Минеев В.А. Визуализация инженерных задач при разработке электронных изделий на unix-подобных операционных системах // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. IX междунар. конф. ПМТУКТ-2016», 2016. – 468 с.

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИБКИМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ**

*Данилов А.Д.*

профессор кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, д-р техн. наук, профессор, Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

*Ломакин В.А.*

аспирант кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

Предлагаемый в данной статье подход применим для организации гибких и технологичных производств. Метод кластеризации позволяет оптимально распределять нагрузку

ку на гибкие автоматизированные участки с большой численностью производственного оборудования. Предлагается разбивать большие группы станков с ЧПУ на кластеры по их моделям или по выполняемой операции. Данная организация производственных ресурсов позволяет осуществлять равномерную загрузку станочного парка, оптимально составлять маршруты технологических процессов.

*Ключевые слова:* гибкое автоматизированное производство, кластеризация, технологический маршрут.

Одной из особенностей любого промышленного производства является то, что в процессе работы существует вероятность отказа технологической единицы или же её потребуется остановить на профилактический ремонт, вследствие чего возникает проблема динамического перераспределения нагрузки между оставшимся оборудованием так, чтобы не допустить остановку всего производства [1].

Для того чтобы устранить неравномерную загруженность производственных ресурсов, при этом осуществить оптимальный подбор технологического оборудования и перераспределение нагрузки на станочный парк, в случае непредвиденного или планового выведения оборудования из технологического процесса, предлагается использовать в системе управления гибким автоматизированным производством (ГАП) итерационную процедуру оптимизации коллективных действий групп гибких автоматизированных участков. Цель этой процедуры состоит в последовательном подборе для производственного участка такого вида технологической операции, который позволит оптимально распределить нагрузку между производственными единицами. Задача оптимального распределения нагрузки на производственные участки с использованием итерационной процедуры оптимизации коллективных действий считается решенной, когда по завершении некоторого числа итерационных циклов никакие комбинационные изменения операций по группам станков с ЧПУ не приводят улучшению показателей эффективности гибкого автоматизированного участка [2].

Исходя из этого, общее время  $t_{\text{опу}}$  решения задачи оптимального распределения нагрузки между производственными единицами будет составлять:

$$t_{\text{опу}} = (t_{\text{оим}} + t_{\text{ну}}) * N * K, \quad (1)$$

где  $t_{\text{оим}}$  – время подбора технологической операции для  $j$ -ого ( $j = 1, N$ ) станка участка;  $t_{\text{пи}}$  – время на передачу информации о выборе операции для  $j$ -ого станка остальным станкам группы;  $N$  – количество станков в группе;  $K$  – количество итераций.

Для того чтобы оптимизация распределения нагрузки происходила в режиме реального времени, необходимо выполнение следующего условия

$$t_{\text{опу}} \leq \tau_p, \quad (2)$$

где  $\tau_p$  – время изменения технологической задачи.

Из выражений (1) и (2) можно определить максимальное количество станков участвующих в оптимизации маршрутов техпроцесса:

$$N_{\text{max}} = \frac{\tau_p}{K * (t_{\text{оим}} + t_{\text{ну}})}, \quad (3)$$

Из уравнения (3) можно сделать вывод, что количество станков, участвующих в оптимизации процесса распределения нагрузки, зависит от вычислительных мощностей, отвечающих за подбор технологических операций для станков и за обмен информацией между другими ними.

Для решения проблемы оптимизации загрузки большой группы станков необходимо разбиение её на маленькие подгруппы, численность которых не превышает значения  $N_{max}$ . Данные группы называются кластерами, а процесс разделения – кластеризацией.

После проведения кластеризации задача управления действиями большой группы станков может выполняться в каждом отдельном кластере.

Большая группа технологического оборудования, как правило, предназначена для достижения большого числа целей из некоторого множества  $\{T\}$ . Каждый кластер должен обеспечить достижение некоторого подмножества целей  $\{T_j\} \in \{T\}$ . Такое подмножество целей, которое ставится перед некоторым кластером, называется целевой задачей кластера.

Процесс формирования множества целевых задач может осуществляться различными способами. Например, целями могут быть технологические операции, выполняемые для создания определенного типа изделий.

В процессе деления на группы, кластеры могут формироваться по маркам однотипных станков и по однотипности операций выполняемых ими.

Для того чтобы оптимизация нагрузки для большого количества станков выполнялась, необходимо такую группу разбить на  $N_1$  кластеров:

$$N_1 = \left\lceil \frac{N}{N_{max}} \right\rceil, \quad (4)$$

Целесообразно, чтобы каждый кластер выполнял свою технологическую операцию, поэтому множество задач  $\{T\}$  разбивают на  $N_1$  целевых операций. Число технологических операций в каждой такой целевой задаче будет равно

$$q = \left\lceil \frac{M}{N_1} \right\rceil, \quad (5)$$

где  $M$  – число технологических целей.

Таким образом, общее время  $t_{ону}$  решения задачи оптимального распределения нагрузки между большими группами производственных единиц будет составлять:

$$\begin{aligned} t_{ону} &= t^1_{ону} + t^2_{ону} + \dots + t^n_{ону} = \\ &= (t_{онм} + t_{ну}) * N_1 * K_1 + (t_{онм} + t_{ну}) * N_2 * K_2 + (t_{онм} + t_{ну}) * N_n * K_n = \\ &= (t_{онм} + t_{ну}) * (N_1 * K_1 + N_2 * K_2 + N_n * K_n), \end{aligned} \quad (6)$$

где –  $(1..n)$  – количество кластеров в системе,  $t^1_{ону} \dots t^n_{ону}$  – время решения задачи оптимального распределения нагрузки между кластерами;  $K_1..K_n$  – число итерационных циклов в процедуре оптимизации нагрузки.

Таким образом, была рассмотрена одна из проблем, возникающих при оперативном управлении производством, связанная с оптимальным распре-

делением нагрузки между большим количеством гибких автоматизированных участков. Для разрешения данной проблемы было предложено разбиение больших групп технологического оборудования на кластеры по марке станков или по выполняемой технологической операции. Данная организация производственных ресурсов позволяет оптимизировать маршруты технологических процессов, а также повысить загрузженность станочного парка, и тем самым существенно увеличить экономические показатели предприятия [3].

#### Список литературы

1. Данилов А.Д. Цифровые системы управления / А.Д. Данилов, В.Н. Головнев, – Воронеж: ВГЛТА, 2007. – 235 с.
2. Данилов А.Д. Модели для автоматизированного проектирования поточных производств/А.Д. Данилов //Вестник ВГТУ 2009. – №6. – С. 163-166.
3. Данилов А.Д. Технические средства автоматизации / А.Д. Данилов, – Воронеж: ВГЛТА, 2007. – 340 с.
4. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. 280 с.
5. Краснопрошина А. А. Системы управления гибкими автоматизированными производствами // Высшая школа, Главное издательство, 1987. 383 с.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЖЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ВАЛКОВ ШЕСТЕРЕННОЙ КЛЕТИ

*Жильцов А.П.*

заведующий кафедрой металлургического оборудования, канд. техн. наук, доцент, профессор университета, Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

*Колмаков Р.А.*

магистрант группы М-МО-15-1, Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

В статье рассматриваются параметры нагружения подшипников скольжения валков шестеренной клетки в составе привода непрерывного широкополосного стана 2000 горячей прокатки. Получено распределение удельных давлений по рабочей зоне вкладышей. Выявлено существенное различие по уровню воздействия температурных и нагрузочных параметров по длине рабочей зоны. Предложены рекомендации по обеспечению долговечности вкладышей при эксплуатации.

*Ключевые слова:* шестеренная клеть, подшипник скольжения, удельное давление, баббитовый вкладыш.

Анализ эксплуатации шестеренных клеток с опорами на подшипниках скольжения в составе приводов клеток непрерывных широкополосных станов горячей прокатки показывает, что для условий работы валков шестеренных клеток характерны следующие негативные воздействия: биение нижнего

(приводного) шестеренного вала вследствие неуравновешенности зубчатой муфты привода; возможная несоосность между выходным валом зубчатой муфты и треном шестеренного вала; ухудшение свойств уплотнений, что приводит к выдавливанию смазки из зоны контакта вкладыша с повышенной температурой в зоне наибольшего воздействия удельных давлений на вкладыши; снижение вязкости масла под воздействием повышенных температур; возможное осевое биение, воздействующее на торец вкладыша со стороны бочки шестеренного вала.

В результате воздействия вышеперечисленных факторов в процессе эксплуатации возможны выкрашивания баббита и снижение долговечности подшипника скольжения. Чрезмерный нагрев подшипников может вызывать изменение свойств и разложение смазочного материала, расплавление баббитовой заливки вкладышей, недопустимую деформацию подшипника [1].

Поэтому анализ условий нагружения баббитовых вкладышей является актуальной задачей, что позволяет разработать рекомендации по повышению долговечности подшипников скольжения или применению других типов опор (подшипников качения).

С этой целью произведены расчеты температур и удельных давлений, воздействующих на вкладыш с баббитовой заливкой, на основе расчетных методик [1]. Обычно нормальная эксплуатация подшипников скольжения с баббитовыми вкладышами обеспечивается условиями жидкостного или полужидкостного трения. Поэтому необходимо оценить реальное воздействие удельных давлений и температуры на условия трения. При этом граница между, например, полужидкостным и граничным трением определяется числом Зоммерфельда  $S_0$ , которое определяется удельным давлением  $p$ , относительным диаметральной зазором  $\Psi$ , динамической вязкостью масла  $\mu$  и угловой скоростью подшипника  $\omega$  [1]:

$$S_0 = p \cdot \Psi / \mu \cdot \omega .$$

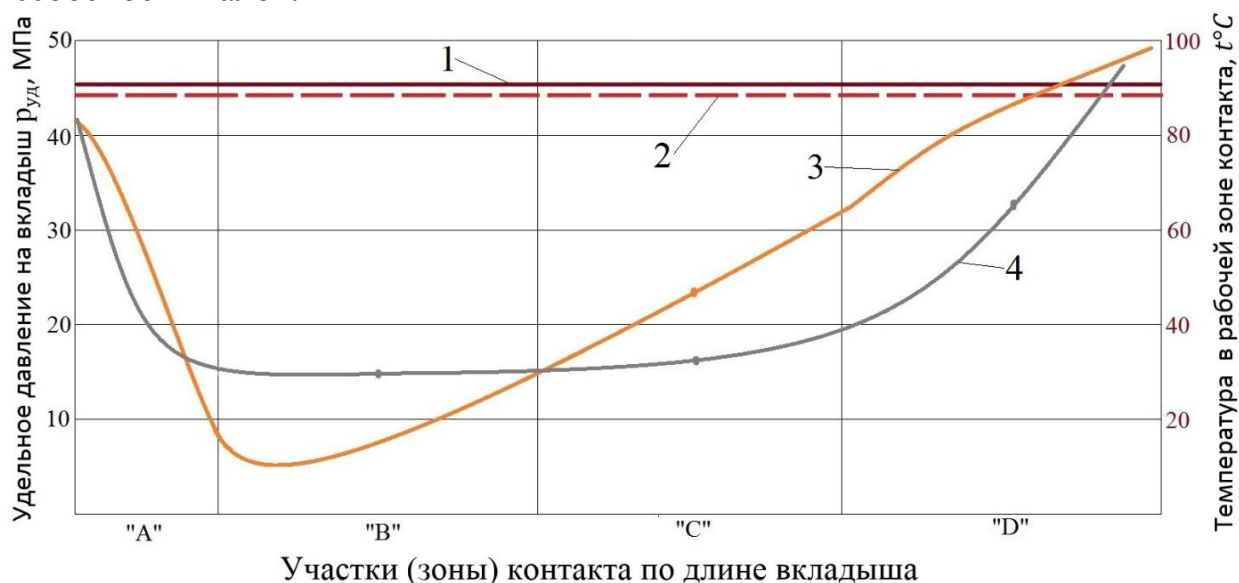
Полученное превышение расчетного значения  $S_0$  по сравнению с табличным [ $S_0$ ], свидетельствует о граничных условиях трения. При этом, одним из основных параметров при расчете условий трения является действующее удельное давление.

Расчет по методике [1] с учетом действующей радиальной (для зон «В», «С» и «D») и осевой (для зоны «А») нагрузок, переменной по зонам площади контакта вкладыша и цапф, свидетельствует о неравномерности распределения удельных давлений (рис.).

На рисунке также приведено распределение температуры рабочих зон вкладыша, рассчитанной из условия теплового баланса [2].

Анализ распределения удельных давлений (рисунок) свидетельствует о значительных величинах удельных давлений в зонах «А» и «D», что связано, для зоны «А» с взаимодействием торца вкладыша с плоской поверхностью торца бочки шестеренного вала вследствие передачи осевых нагрузок от приводных валков прокатной клетки через шпиндельные соединения [3]. В зоне «D» значительная величина удельного давления связана с условиями

биения со стороны муфты вследствие ее неуравновешенности и возможной несоосности валов.



- Участки (зоны) контакта по длине вкладыша
- 1 – допускаемое удельное давление для баббита Б-83 при температуре 80-90°С;
  - 2 – допускаемое удельное давление для баббита Б-88 при температуре 80-90°С;
  - 3 – действующее (расчетное) удельное давление по зонам; 4 – температура нагрева вкладыша;
  - зона «А» – прикромочная с максимальным удельным давлением на торец вкладыша;
  - зона «В» – минимально нагруженная; зона «С» – зона среднего удельного давления;
  - зона «Д» – зона максимального удельного давления

Рис. Распределение удельных давлений и температуры нагрева вкладыша на зонах контакта

Действующие расчетные удельные давления в наиболее нагруженных зонах близки по уровню с допускаемыми (см. рис.), что является критичным с точки зрения прочности баббитового слоя при нарушении условий эксплуатации, в частности, условий подачи смазки, неудовлетворительного состояния уплотнительных устройств, недостаточной центровки или расцентровки валов полумуфт в зубчатой муфте и др.

В целях повышения работоспособности (долговечности) вкладышей с баббитовой заливкой целесообразным является применение конструкций со съемными элементами в прикромочной зоне «А» [3], обеспечение надежной центровки валов и, как следствие, уменьшение биения в зубчатой муфте, применение эффективных уплотнений, предотвращающих утечки масла. Данные рекомендации позволяют снизить уровень удельных давлений и обеспечить эксплуатацию подшипников скольжения в соответствии с требованиями.

#### Список литературы

1. Жиркин Ю.В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин. Часть 1. Надежность металлургических машин. Учебник. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 230 с. – ISBN 5-89514-331-8.
2. Сулова П. Технический справочник [Электронный ресурс] // «Развитие» – product union. 2009 – 2016 г., URL: [http://razvitie-pu.ru/?page\\_id=2081](http://razvitie-pu.ru/?page_id=2081) (дата обращения: 31.10.2016).
3. Пат.2002104303/02 Рос. Федерация: МПК В21В35/14 Плахтин В.Д., Модеев В.Ф., Синев О.В., Сычев С.Ю., Патентообладатель: Открытое акционерное общество «Северсталь» заявл. 15.02.2002; опубл. 27.01.2004.



# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ТКАНИ С АДГЕЗИВОМ И СИЛЫ СКЛЕИВАНИЯ СЛОЕВ В МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

*Калиновская И.Н.*

доцент кафедры экономической теории и маркетинга, к.т.н.,  
Витебский государственный технологический университет,  
Беларусь, г. Витебск

В статье изучены вопросы получения качественного адгезионного соединения в многослойных текстильных материалах. Приведены основные свойства ткани, используемой в многослойных материалах, влияющие на прочность клеевого соединения. Предложены модели расчета площади контакта ткани с адгезивом и силы склеивания слоев в многослойных текстильных материалах с учетом основных свойств ткани. В результате установления факта влияния порядка фазы строения ткани, используемой в многослойном материале, разработаны модели расчета площади контакта ткани с адгезивом и силы склеивания слоев в многослойных текстильных материалах.

*Ключевые слова:* адгезионное соединение, площадь контакта нитей с клеевым составом, порядок фазы строения ткани, сила склеивания слоев многослойных материалов.

В настоящее время склеивание является одним из наиболее применяемых способов получения многослойных текстильных материалов. При изучении особенностей проявления адгезии используются разные теории, которые находятся в большой зависимости от области ее применения. Наиболее распространенными являются: механическая; адсорбционная теория высокополимерных материалов; электронная; реологическая (теория пограничных слоев и промежуточных фаз); поглощения (термодинамическая); диффузии; химических связей; склеивания текстильных материалов [3].

В данной работе изучение площади контакта ткани с адгезивом и силы склеивания слоев в многослойных текстильных материалах основывается на теории склеивания текстильных материалов.

При исследовании прочности адгезионного соединения за показатель прочностных характеристик принята измеряемая величина усилия при расслаивании.

Для определения причин, ослабляющих адгезионные соединения, были изучены результаты экспериментов и визуального обследования внешнего вида каждого компонента соединения после разрушения [1].

В результате анализа литературных источников установлено, что к основным свойствам ткани, влияющим на прочность клеевого соединения, относятся: диаметр используемой нити, количество волокон приповерхностного слоя текстильного материала (количество ворсинок), сырьевой состав текстильного материала, разреженность используемой ткани [3].

При проведении экспериментальных исследований было установлено, что внешняя расслаивающая нагрузка не приводит к разрушению полотна ткани и разрушению по массе клея, а чаще всего вызывает разрыв волокон, внедренных в структуру клея [2, 3].

Определим оптимальную площадь контакта текстильного материала с клеем ( $S_k, \text{см}^2$ ) исходя из допущения, что сечение нити утка ткани, представляющей собой часть тора, в любой точке  $x$  является окружностью. Данное допущение сделано исходя из того, что форма сечения поверхности тора, согласно уравнению овала Кассини, при условиях данной задачи стремится к окружности.

Если принять за центр системы координат центр нити утка, и в расчете учитывать только часть нити утка, лежащую ниже предполагаемой при этом оси абсцисс, тогда уравнение высоты сегмента нити утка ( $h_s$ ), помещенного в клей, в зависимости от координаты  $x$  будет иметь вид:

$$h_s(x) = \frac{d}{2} + \sqrt{R^2 - x^2} - R, \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр нити, см;  $R$  – радиус кривизны нити утка, см.

Находим площадь сегмента нити утка ( $S_y, \text{см}^2$ ), помещенной в клей:

$$S_y = \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx, \quad (2)$$

где  $l$  – ширина отрыва, см.

Запишем площадь сегмента основной нити ( $S_o, \text{см}^2$ ), помещенного в клей:

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{2}. \quad (3)$$

Таким образом, оптимальная площадь контакта ткани с клеем ( $S_k, \text{см}^2$ ) определяем как

$$S_k = \frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx. \quad (4)$$

Учитывая площадь контакта ткани с клеем, определим теоретическую прочность адгезионного соединения многослойных текстильных материалов ( $P, \text{Н/см}$ ):

$$P = \frac{B \cdot R_n}{l} \cdot \left( \frac{\pi \cdot d^2}{2} + \int_{\frac{d^2-2l^2}{4}}^{\frac{2l^2-d^2}{4}} d \cdot \arccos \left( \frac{\frac{l^2}{d} - \sqrt{\left(\frac{l^2}{2d}\right)^2 - x^2}}{d} \right) dx \right). \quad (5)$$

При более глубоком изучении прочности адгезионного соединения многослойных текстильных материалов был установлен факт влияния порядка фазы строения ткани, используемой в многослойном материале.

Формула для расчета площади контакта ткани с клеем для ткани I порядка фазы строения [4], с высотой волны изгиба нитей основы равной нулю, и с сечением нитей в местах пересечений основы и утка в форме круга имеет следующий вид:

$$S = n \cdot \frac{\pi d^2}{4} + (n-1) \cdot (d \sqrt{l_c^2 - 4d^2} + \frac{\pi}{90} d^2 \cdot \arcsin \frac{2d}{l_c}) \quad (6)$$

где  $n$  – число уточных нитей на линии разрыва, ед.;  $l_c$  – расстояние между центрами ближайших основных нитей, см.

В случае если ткань имеет II – VIII порядок фазы строения, с высотой волны изгиба нитей основы больше нуля [4], площадь контакта ткани с клеем в месте разрыва примет следующий вид:

$$S = n \cdot \frac{\pi d^2}{4} + (n-1) \cdot d \sqrt{l_c^2 + (1,5d)^2} \quad (7)$$

Если ткань имеет IX порядок фазы строения, с высотой волны изгиба нитей основы равной 2 [4], формула для расчета площади контакта ткани с клеем в месте разрыва примет следующий вид:

$$S = n \cdot \frac{\pi d^2}{4} + (n-1) \cdot dl_c \quad (8)$$

Для определения теоретической прочности адгезионного соединения с учетом порядка фазы строения используемой ткани и ворсистости получены следующие формулы:

$$P_1 = \frac{B \cdot (\frac{\pi d^2 n}{4} + (n-1) \cdot d \sqrt{l_c^2 - 4d^2} + \frac{\pi}{90} d^2 \cdot \arcsin \frac{2d}{l_c})}{3d \cdot l \cdot 100} \cdot \sum_{i=1}^k p_i \cdot R \quad ; \quad (9)$$

$$P_2 = \frac{B \cdot (\frac{\pi d^2 n}{4} + (n-1) \cdot d \sqrt{l_c^2 + (1,5d)^2})}{2,5d \cdot 100} \cdot \sum_{i=1}^k p_i R_{ni} \quad ; \quad (10)$$

$$P_3 = \frac{B \cdot (\frac{\pi d^2 n}{4} + (n-1) \cdot dl_c)}{3d \cdot l \cdot 100} \cdot \sum_{i=1}^k p_i \cdot R \quad , \quad (11)$$

где  $P_1$  – теоретическая прочность адгезионного соединения ткани I порядка фазы строения, Н/см<sup>2</sup>;  $P_2$  – теоретическая прочность адгезионного соединения ткани со II по VIII порядок фазы строения, Н/см<sup>2</sup>;  $P_3$  – теоретическая прочность адгезионного соединения ткани XI порядка фазы строения, Н/см<sup>2</sup>.

В результате теоретических расчетов и экспериментальных исследований установлено, что к основным свойствам ткани, используемой в многослойных текстильных материалах, которые влияют на прочность клеевого соединения, относятся: диаметр нитей основы и утка, количество волокон приповерхностного слоя текстильного материала (ворсистость), порядок фа-

зы строения ткани. Разработаны модели теоретических расчетов площади контакта ткани с адгезивом и силы склеивания слоев в многослойных текстильных материалах как с учетом фазы строения используемой ткани, так и без учета данного фактора.

#### **Список литературы**

1. Калиновская, И.Н. Определение прочности адгезионного соединения текстильных настенных покрытий и факторов, влияющих на ее величину // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2007. №13. С. 8-12.
2. Калиновская, И.Н. Определение теоретической прочности адгезионного соединения слоев текстильных настенных покрытий // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый». 2010. №4. С. 83-86.
3. Кузьмичев В.Е. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды. – М.: Академия, 2005. – 255 с.
4. Мартынова А.А. Технология изготовления тканей. – М.: Академия, 2007. – 304 с.

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБРАЗА КОНТРОЛИРУЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ И ПРИОРИТЕЗАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ, СОБИРАЕМЫХ СРЕДСТВАМИ АНАЛИЗА ЗАЩИЩЕННОСТИ**

***Коноваленко С.А.***

адъюнкт, Краснодарское высшее военное училище, Россия, г. Краснодар

***Королев И.Д.***

профессор кафедры защищенных информационных технологий, д-р техн. наук,  
профессор, Краснодарское высшее военное училище, Россия, г. Краснодар

***Медведев А.Н.***

начальник кафедры защищенных информационных технологий,  
канд. техн. наук, доцент, Краснодарское высшее военное училище,  
Россия, г. Краснодар

В статье определены основные параметрические данные, собираемые средствами анализа защищенности информационных систем. Разработан алгоритм по идентификации образа контролируемой информационной системы, который повышает эффективность деятельности специалиста в вопросах обнаружения уязвимостей информационных систем.

*Ключевые слова:* образ контролируемой информационной системы, параметрические данные, средство анализа защищенности, уязвимость.

Параметрические данные (далее по тексту – ПД), собираемые средствами анализа защищенности информационных систем (далее по тексту – САЗ ИС), формируют образ контролируемой информационной системы (далее по тексту – ОКИС). В частности, формирование ОКИС осуществляется на основании множества значений ПД ( $X_n$ ), указанных в таблице 1 [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

## Основные параметрические данные, формирующие ОКИС

№ п/п	Параметрические данные	Max Patrol	XSpider	Internet Scanner	Nessus	Сканер -ВС	X
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	IP-адрес, DNS-имя, MAC-адрес контролируемой ИС (далее по тексту – КИС).	+	+	+	+	+	$x_1$
2.	Общее количество портов на КИС.	+	+	+	+	+	$x_2$
3.	Список открытых TCP и UDP портов на КИС.	+	+	+	+	+	$x_3$
4.	Состояние сканируемых портов (открыт, закрыт, фильтруется, закрыт/ фильтруется, открыт/ фильтруется, не фильтруется).	+	+	+	+	+	$x_4$
5.	Сетевые службы (сервисы), запущенные на открытых портах (имя, тип, версия).	+	+	+	+	+	$x_5$
6.	Протоколы (транспортного уровня и уровня приложений), используемые сетевыми службами (сервисами) КИС (имя, тип, версия).	+	+	+	+	+	$x_6$
7.	Операционная система, установленная на КИС.	+	+	+	+	+	$x_7$
8.	Программное обеспечение (далее по тексту – ПО), установленное на КИС (наименование, версия, дата установки и обновлений, внесенные изменения).	+	+	—	+	+	$x_8$
9.	Тип аппаратной платформы КИС, а так же вносимые изменения.	+	+	+	+	+	$x_9$
10.	Информация о состоянии аппаратных элементов КИС (степень загрузки процессора, количество протекающих процессов, состояние оперативной памяти, жестких дисков и т.д.).	+	—	—	—	—	$x_{10}$
11.	Конфигурация и настройки коммуникационного оборудования (коммутаторов, маршрутизаторов, межсетевых экранов).	+	+	+	+	—	$x_{11}$
12.	Информация о конфигурации и настройках беспроводных устройств.	+	—	—	—	+	$x_{12}$

1	2	3	4	5	6	7	8
13.	Наименование уязвимости, дата и место ее обнаружения в КИС.	+	+	+	+	+	$x_{13}$
14.	Информация об идентификаторе выявленной уязвимости из собственной базы данных.	+	+	+	+	+	$x_{14}$
15.	Информация о международной спецификации выявленной уязвимости (CVE).	+	—	+	+	+	$x_{15}$
16.	Информация об идентификаторе типа недостатка ИС, при котором выявлена уязвимость в КИС.	+	+	+	+	+	$x_{16}$
17.	Краткое описание выявленной уязвимости КИС.	+	+	+	+	+	$x_{17}$
18.	Значение CVSS (критерия опасности) и информация о степени опасности выявленной уязвимости КИС.	+	+	+	+	+	$x_{18}$
19.	Информация о классе выявленной уязвимости КИС.	+	+	+	+	+	$x_{19}$
20.	Информация об уязвимостях сетевых служб (сервисов) КИС.	+	+	+	+	+	$x_{20}$
21.	Информация об уязвимостях прикладного ПО КИС.	+	+	—	+	+	$x_{21}$
22.	Уязвимости коммуникационного оборудования (коммутаторов, маршрутизаторов, межсетевых экранов).	+	+	+	+	—	$x_{22}$
23.	Соотнесение КИС к тому или иному элементу сети (рабочая станция, сервер/проху-сервер, коммуникационное оборудование).	+	+	+	+	+	$x_{23}$
24.	Информация о ИС, отправляющей большое количество пакетов данных и снижающей пропускную способность сети (MTU).	—	—	—	+	—	$x_{24}$
25.	Учетные записи и группы пользователей КИС, их права и привилегии.	+	+	+	+	+	$x_{25}$
26.	Степень устойчивости паролей, применяемых пользователями КИС.	+	+	+	+	+	$x_{26}$
27.	Информация о подключаемых USB-устройствах к КИС (производитель, марка, имена, свойства, версия, дата и время подключения и т.п.).	+	—	—	—	+	$x_{27}$

1	2	3	4	5	6	7	8
28.	Информация о подключаемых модемах, мобильных устройств и беспроводных адаптеров к КИС.	+	—	—	—	+	x <sub>28</sub>
29.	Информация о выходах в Интернет с КИС.	+	—	—	—	+	x <sub>29</sub>
30.	Информация о смонтированных устройствах или о тех, которые могут быть смонтированы с КИС.	—	—	—	—	+	x <sub>30</sub>
31.	Информация о безопасности системы управления базами данных (далее по тексту – СУБД): - имя, тип СУБД; - информация о настройках сетевого взаимодействия в СУБД; - информация о системе аутентификации в СУБД; - информация о разграничении доступа в СУБД; - информация о пользователях СУБД, их права и привилегии; - информация об обновлениях в СУБД; - информация об уязвимостях в СУБД.	+	—	—	+	—	x <sub>31</sub>
32.	Идентификатор плагина, используемого для выявления уязвимости КИС.	+	+	+	+	+	x <sub>32</sub>
33.	Статистическая информация о сетевом трафике КИС.	+	+	+	+	+	x <sub>33</sub>
34.	Информация об известных и новых DOS-атаках, размер буфера для DOS-атак (Кб).	+	+	—	—	—	x <sub>34</sub>
35.	Информация о соответствии КИС стандартным и пользовательским политикам безопасности (количество соответствующих и несоответствующих хостов, изменение в количестве и т.п.).	+	—	—	+	—	x <sub>35</sub>
36.	Количество нестандартных портов КИС, на которых запущены несоответствующие им сетевые сервисы и приложения.	+	+	—	+	—	x <sub>36</sub>

37.	Информация о ИС, нарушающих правила антивирусной защиты.	+	—	—	—	—	$x_{37}$
...	...	...	...	...	...	...	...
n-1	Информация о системе идентификации и аутентификации на КИС.	+	+	+	+	—	$x_{n-1}$
n	Информация о нежелательных изменениях в КИС.	+	—	—	—	—	$x_n$

Представленные основные ПД, собираемые САЗ ИС, могут являться наиболее приоритетными при проведении работ по определению ОКИС, но здесь стоит отметить, что в различных условиях функционирования КИС необходимо учитывать и другие значения специфических ПД.

ОКИС можно представить в виде  $X_n = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n\}$ , где  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$  – значения собираемых ПД. Точность определения ОКИС ( $A_{окис}$ ) зависит от  $X_n$ . По результатам оценки [3] и на основании ПД, представленных в таблице, можно сделать вывод, что различные САЗ ИС обладают разной степенью  $A_{окис}$ . Для повышения  $A_{окис}$  и сокращения времени, затрачиваемого на выполнение этой работы и на принятие организационного решения, а также в целях снижения загруженности сетевого трафика контролируемой сети, необходимо осуществить оптимизацию  $X_n$  и приоритезацию  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$  [3].

Процедуры по оптимизации и приоритезации ПД являются достаточно сложными для специалиста, вследствие чего возникают случаи не выявления уязвимостей КИС и как следствие не определение проведения сетевой атаки со стороны злоумышленника. В связи с этим предлагаем, работу специалиста по идентификации ОКИС на основе оптимизации и приоритезации ПД организовать на двух этапах жизненного цикла КИС:

- на этапе реализации (настройки) КИС;
- на этапе эксплуатации (использования) КИС.

На этапе реализации (настройки) КИС специалисту необходимо:

- задать  $X_n$ , которое должно включать минимальное количество элементов ( $x_n$ ), необходимых для точной идентификации ОКИС;
- присвоить  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$  коэффициенты важности ( $K_x^6$ );
- задать множество группировочных классов ( $C_m$ ), к которым будут соотносить  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$ ;
- задать множество группировочных признаков ( $S_m$ ), характеризующих  $C_m$ , в целях систематизации процесса соотнесения  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$  к соответствующим  $C_m$  по определенным  $S_m$ ;
- присвоить группировочным классам, входящих в  $C_m$ , коэффициенты важности ( $K_c^6$ ).

В целях повышения эффективности работы специалиста на этапе эксплуатации (использования) КИС необходимо разработать алгоритм идентификации ОКИС на основе оптимизации и приоритезации ПД (рисунок).



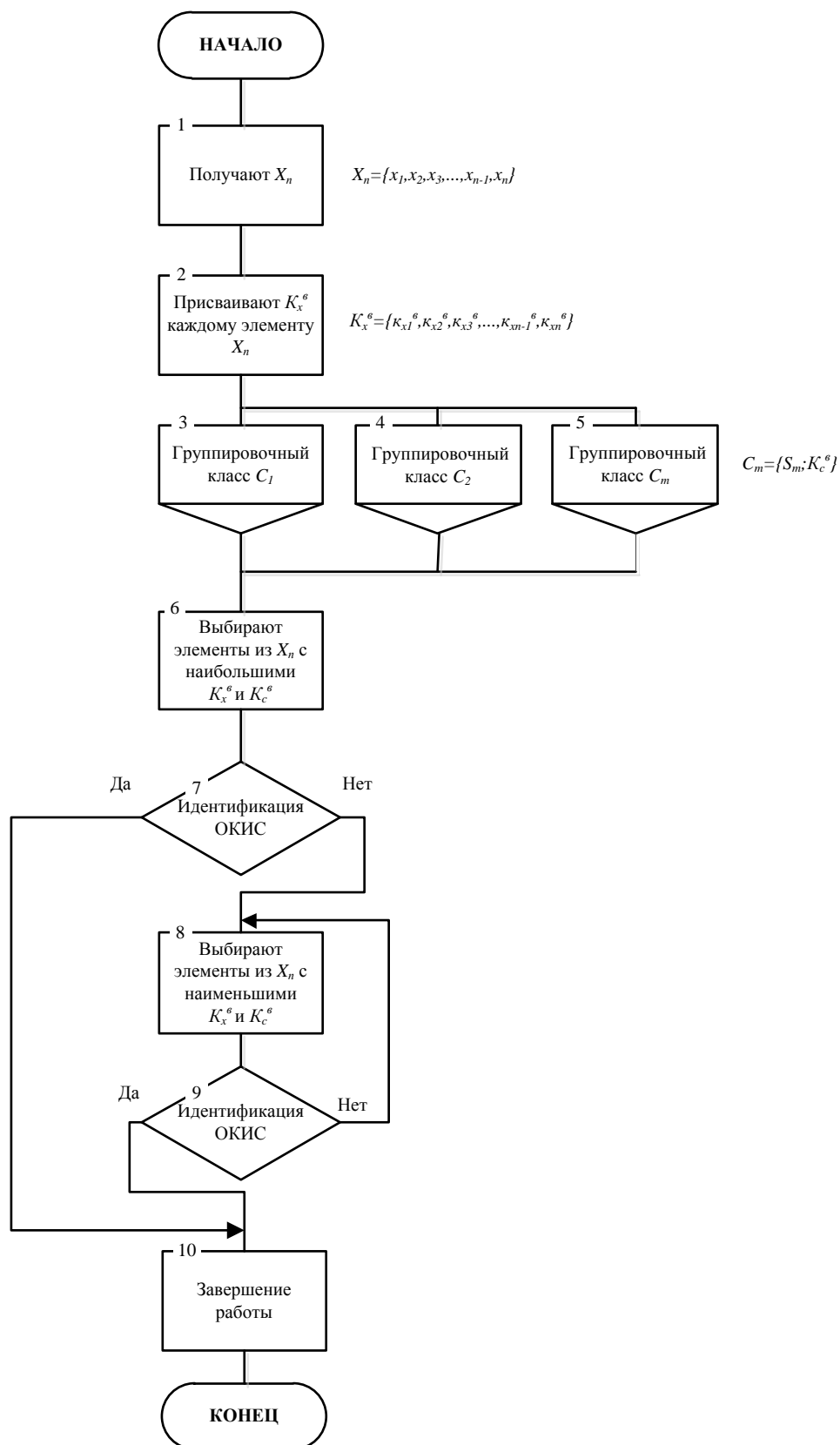


Рис. Алгоритм идентификации ОКИС на основе оптимизации и приоритизации ПД

Представленный алгоритм (рис.) показал, что  $A_{окис}$  и продолжительность времени, необходимого для идентификации ОКИС, находятся в прямой зависимости от  $X_n, K_x^g, C_m, S_m, K_c^g$ . При правильном формировании данных

множеств и присвоении коэффициентов,  $A_{окис}$  повышается, а временные затраты уменьшаются.

В результате идентифицированный ОКИС предоставляет возможность специалисту обнаружить присущие ему типы образов уязвимостей [2], с последующим принятием организационного решения о соотношении его либо к нормальному, при котором КИС функционирует в штатном режиме, либо к аномальному, при котором возникает необходимость устранения выявленных уязвимостей.

Разработанный алгоритм идентификации ОКИС на основе оптимизации и приоритезации ПД, собираемых с использованием САЗ, позволит специалисту с большой степенью эффективности организовать свою работу в вопросах обнаружения уязвимостей присущих КИС. С другой стороны, оценка состояния защищенности ИС, может осуществляться не только посредством САЗ, но и с использованием других средств, например систем мониторинга вычислительных сетей, которые в свою очередь осуществляют наблюдение за ИС, поиск неисправных систем, проводят многоступенчатую процедуру анализа (оценивания) большого объема значений специфических ПД (не оцениваемых САЗ), с последующим принятием информационного решения, направленного на сообщение о сбоях (отклонениях в работе) в сети посредством оповещения, при необходимости оказывают корректирующее воздействие по устранению выявленных неисправностей (приведение параметров, процессов в установленные пределы), на прогнозирование состояния наблюдаемой ИС в определенный момент времени. Вследствие чего, можно заметить, что предложенный второй подход к реализации контроля защищенности ИС, указанный в работе [3], является действительно перспективным и инновационным.

#### Список литературы

1. Андерсон Г. Введение в Nessus [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://www.securitylab.ru> (дата обращения: 28.09.2016).
2. Коноваленко С.А., Королев И.Д. Выявление уязвимостей информационных систем // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LXI междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», № 9 (58) сентябрь 2016. – С. 12-20.
3. Коноваленко С.А., Королев И.Д., Симонов А.В. Оценка существующих средств анализа защищенности информационных систем // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XXXIX междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», № 10 (32) октябрь 2016. – С. 6-15.
4. Лепихин В.Б. Сравнительный анализ сканеров безопасности. Часть 1. Тест на проникновение. – М.: Информзащита, 2008. – 50 с.
5. Проверки соответствия Nessus. Система аудита конфигураций и содержимого [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://www.static.tenable.com> (дата обращения: 29.09.2016).
6. Руководство пользователя программного комплекса «Средство анализа защищенности «Сканер-ВС». НПЭШ.00606-01. ЗАО «НПО «Эшелон», 2011.
7. Система анализа защищенности Internet Scanner [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://www.citforum.ru> (дата обращения: 02.10.2016).
8. Сканер безопасности XSpider. Руководство администратора [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://www.ptsecurity.ru> (дата обращения: 15.09.2016).

9. Сканер безопасности Nessus. Руководство пользователя сервера Nessus 4.4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://www.weta.ru> (дата обращения: 27.09.2016).

10. Сканер безопасности Max Patrol. Система контроля защищенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://www.ptsecurity.ru> (дата обращения: 16.09.2016).

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В САЛОНЕ АВТОМОБИЛЕЙ**

***Кулешов А.Н.***

старший преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,  
Россия, г. Тюмень

В статье применение электрофильтра для очистки воздуха в салоне рассматривается микроклимат в салоне автомобиля и способы очистки воздуха в нем. Применение электрофильтра позволят снизить концентрацию вредных веществ в салоне автомобиля.

*Ключевые слова:* микроклимат, салонный фильтр, электрофильтр, способы очистки воздуха.

Микроклимат в салонах автомобилей является одним из наиболее значимых факторов, влияющих как на работоспособность и нормальную деятельность человека. В свою очередь наружный воздух подаваемый с помощью систем вентиляции во внутреннее пространство автомобиля зачастую не соответствует санитарным нормам, предъявляемым к микроклимату рабочих зон, что наиболее актуально при продолжительной эксплуатации автотранспорта.

В салон автомобиля из окружающей среды поступает воздух, который может содержать:

- отработавшие газы двигателей находящихся рядом машин;
- газообразные промышленные выбросы, пыль и копоть;
- микроскопические грибки, бактерии, насекомых, пух, пыльцу и споры растений.

Концентрация мутагенных, канцерогенных, наркотических составляющих газовой смеси, вылетающие из выхлопной трубы впереди идущего автомобиля, превышает среднюю в 3-10 раз, а сами средние концентрации превышают предельно допустимые: по взвешенным веществам в 3-5 раз, парам топлива – в 20-80 раз, бензолу, толуолу – в 2-7 раз, окислам азота и углерода – в 5-25 раз. Некоторые газообразные вещества и взвешенные в воздухе твердые частицы могут вызвать аллергическую реакцию – слезотечение, кашель и чихание, в результате чего у водителя может возникнуть затруднение в управлении автомобилем и снижает безопасность движения.

Медики подсчитали, что в течение жизни через легкие человека проходит около 250 миллионов литров воздуха. Современный человек проводит за рулем автомобиля в среднем 3-4 часа в сутки, а кто-то и весь день.

Значительная часть потребляемого водителями воздуха идет через автомобильный кондиционер или печку. Если верить исследованиям, то в салоне автомобиля концентрация вредных веществ в 3 раза (а то и в 6 раз) выше, чем на улице или на «свежем» воздухе. Таким образом своевременная очистка и обеззараживание вентиляционного воздуха является актуальным.

Решение проблемы было найдено в очистке воздуха, поступающего в автомобиль через систему принудительной вентиляции. В настоящее время до 80% автомобилей в Европе и США оснащены этим устройством. На легковых автомобилях их монтируют вблизи воздухозаборника перед панелью приборов. Еще одно предназначение салонных фильтров – это защита радиаторов отопителя и (при наличии) испарителя кондиционера от засорения, поэтому фильтры иногда называют “фильтры отопителя” или “фильтры кондиционера”.

Через салон автомобиля «прокачивается» до 200000 литров воздуха в течение всего лишь часовой поездки. Салонный фильтр очищает поток воздуха, поступающий внутрь автомобиля, оставляя «за бортом» пыль, (а также бактерии, грибки, пыльцу, насекомых, пух, споры растений и т.д.) и позволяет нам легче дышать. Конечно, в случае если фильтр сделан добросовестно и установлен недавно.

К подобным фильтрам предъявляют жесткие требования.

Хороший фильтр должен качественно очищать поступающий воздух (расчетный показатель – до 90% вредных веществ), оставляя в последнем как можно меньше «грязных» частиц.

При этом сохранять свои свойства и работать в процессе жесткой эксплуатации в течение срока, рекомендованного заводом-изготовителем. И, конечно, пропускать максимальное количество свежего, чистого воздуха.

Поэтому, огромное значение приобретает регулярная замена салонного воздушного фильтра. Реальный срок службы фильтра зависит от многих факторов и колеблется в пределах 6000 – 20000 км пробега.

Одна из главных причин замены салонного фильтра состоит в том, что в течении определенного времени на поверхности фильтрующего материала начинают расти и размножаться различные микрофлоры, а именно бактерии и микроорганизмы, различные виды грибков. Это происходит из-за того, что фильтрующий материал находится в теплом и влажном месте без попадания на него ультрафиолетовых лучей. Наиболее быстрый рост происходит на поверхности обычного синтетического материала, который используется в низкосортных фильтрах. Некоторые производители используют специальные фильтрующие материалы с антибактериальной пропиткой. В то же время материал с антибактериальной пропиткой не может бесконечно долго сдерживать рост микрофлоры. Рано или поздно антибактериальный материал тоже «сдается». Вредные микроорганизмы попадают по воздухоканалам в салон автомобиля, что особенно вредно для пожилых людей и детей, а также для людей со слабым иммунитетом.

В салонных фильтрах применяются следующие основные способы очистки воздуха:

- механический – простым пропусканием воздуха через фильтрующий материал, выполненный в виде тонковолокнистой объемной сетки;
- адсорбционный – основанный на свойстве активированного угля поглощать (адсорбировать) вредные вещества и неприятные запахи (активированный уголь имеет очень пористую структуру и, как следствие, огромную поверхность, как губка всасывающую вредные вещества. При производстве фильтрующих материалов он наносится на пористую текстильную или синтетическую основу);
- электростатический – с использованием способности электрически заряженных частиц притягиваться к наэлектризованной поверхности с другой полярностью.

На ряду с вышеперечисленными способами очистки воздуха существует способ, основанный на электронно-ионной технологии, который заключается в использовании поля коронного разряда для высоко эффективной очистки и обеззараживания воздуха. Данный способ реализован в устройствах, называемых электрофильтрами [1, с. 179].

В основу действия электрофильтра положен коронный разряд, в поле которого происходит зарядка взвешенных в очищаемом воздухе частиц и их осаждение на осадительных электродах под действием электрических сил.

Побочным продуктом коронного разряда является озон, который окисляет большинство вредно действующих газовых составляющих, а так же насыщает воздух лёгкими отрицательными аэроионами [2, с. 587].

Нельзя также исключить возможность прямого бактерицидного (изоэлектрического эффекта) и бактериостатического воздействия сильных электростатических полей на микроорганизмы. Необходимо отметить, что атомарный кислород, образующийся при ионизации воздуха, как и озон, является мощным окислителем. Воздействие этих агентов на молекулы органических веществ, являющихся носителями запахов в воздухе, создает эффект дезодорации. Отчасти вследствие этого воздуху, очищенному в электрических фильтрах, присуща приятная свежесть

Электрофильтры по сравнению с другими фильтрами имеют ряд несомненных преимуществ:

- низкое аэродинамическое сопротивление;
- высокая степень очистки;
- способность улавливать частицы размером 10...0,01 мкм и менее;
- возможность регенерации фильтрующего элемента;
- возможность автоматизации всех процессов очистки;
- малое собственное потребление электроэнергии;
- низкая себестоимость очистки [3, с. 67].

На основании вышесказанного может быть реализована разработанная схема специального автомобильного электрофильтра, имеющий габариты обычного салонного фильтра и устанавливаемый на штатное место салонного фильтра.

Данный фильтр (рисунок) состоит из корпуса с габаритами  $a \times b \times h$ , сменного модуля осадительных электродов 1, блока питания 2, коронирующих электродов 3 и предфильтра 4, улавливающего крупные элементы (пух, листья и т.д.).

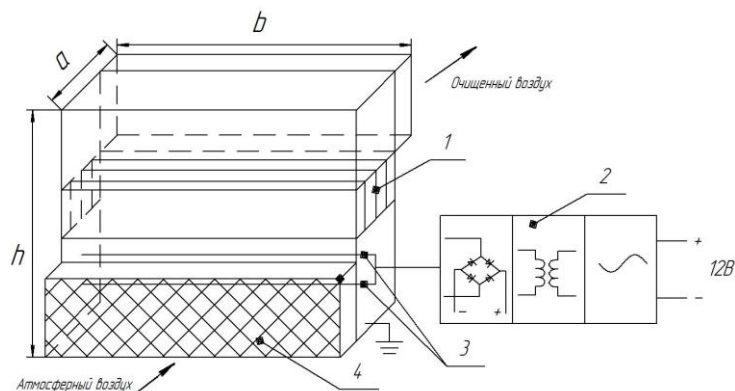


Рис. Автомобильный электрофильтр

Атмосферный воздух, проходя через предфильтр, попадает в поле коронного разряда, где пылевые частицы заряжаются и оседают на осадительные электроды сменного модуля. Как известно, микроорганизмы не существуют в чистом виде, а находятся на пылевых частицах. Т.о. очищая воздух от пыли происходит одновременное обеззараживание. В свою очередь озон окисляет вредные газы и дезодорирует воздух лёгкими отрицательными аэроионами.

Особенностью предлагаемого электрофильтра является наличие сменного модуля осадительных электродов, который в процессе эксплуатации может быть легко извлечён и очищен от осевшей пыли или заменён на аналогичный.

Применение АЭФ позволит:

1. Производить высокоэффективную очистку и обеззараживание вентиляционного воздуха от пыли, микроорганизмов и вредных газов;
2. Обеспечивать поддержание оптимального микроклимата в салоне автомобиля;
3. Снизить накопление пыли и микроорганизмов в узлах и воздуховодах вентиляционной системы;
4. Повысить энергоэффективность вентиляционной системы и всего автомобиля в целом.

В дальнейшем планируется сконструировать опытный образец и провести комплексные испытания, как в лабораторных, так и в производственных условиях.

#### Список литературы

1. Чекалов Л.В. Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов. М.: Русь, 2004. 424 с.
2. Капцов Н.А. Электрические явления в газах и вакууме. М.: ОГИЗ Гостехиздат, 1947. 808 с.
3. Возмилов А.Г. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в промышленном животноводстве и птицеводстве: Дис. д-ра техн. наук: 05.20.02 / ЧИМЭСХ. Челябинск, 1993. 337 с.

## ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТЕХНИКИ

*Кутуков А.Ю., Подколызин А.И., Процей Р.Г., Пяк В.С.*  
студенты, Тюменский индустриальный университет, филиал г. Ноябрьск,  
Россия, г. Ноябрьск

В статье рассматривается зависимость условий работы землеройных машин от характеристики разрабатываемого грунта. Грунт определяется как среда, на разработку (резание) единицы объема которой рабочим органом определенного вида затрачивается известное количество энергии.

*Ключевые слова:* машина, грунт, зависимость, энергия.

Любой строительный процесс начинается с производства земляных работ, т. е. разработки грунта, перемещению его или погрузки на транспортные средства. Так, для устройства оснований или фундаментов любого здания или сооружения отрывают котлованы необходимых размеров и глубины, а для прокладки наружных сетей трубопроводов – траншеи. Земляные работы по своему удельному весу в общих объемах строительных работ являются наиболее массовыми и трудоемкими, и поэтому с ними справиться ручными способами не представляется возможным. При их выполнении крайне необходимы механизированные способы работ путем применения специальных машин.

Машины для земляных работ по назначению разделяют на:

1. Землеройные, предназначенные для выполнения одной операции – отделения грунта от массива. К таким машинам относят одноковшовые экскаваторы (циклического действия) и многоковшовые (непрерывного действия). Наибольшее применение имеют одноковшовые экскаваторы, которые выполняют около 40% всего объема землеройных работ.

2. Землеройно-транспортные, которые не только отделяют грунт от массива, но и перемещают его. Основные землеройно-транспортные машины – бульдозер и скрепер, которые за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой в порожнем состоянии.

Важнейшей составной частью условий работы землеройных машин являются характеристики разрабатываемого грунта [1, с. 240].

Грунт в данном случае определяется как среда, на разработку (резание) единицы объема которой рабочим органом определенного вида затрачивается известное количество энергии, называемое энергоемкостью разработки грунта данного вида (категории).

В связи с изменчивостью и разнообразием свойств грунта эта характеристика ориентировочная и не исчерпывает всех свойств грунта, необходимых для проектирования машин.

Мерзлые грунты, подобно талым, по гранулометрическому составу делят на пески, супеси, суглинки и глины. В дополнительную разновидность грунтов выделяют торфяные грунты.

Каждая из разновидностей грунтов может находиться в талом и мерзлом состояниях.

Поскольку в условиях Севера землеройные работы выполняют в зимний период, то ниже описаны свойства мерзлых и вечномерзлых грунтов.

По длительности существования в мерзлом состоянии различают:

- кратковременномерзлые породы, которые существуют часы, сутки и имеют мощность (толщину пласта) порядка нескольких десятков сантиметров;
- сезонномерзлые породы, которые существуют несколько месяцев и имеют мощность до нескольких метров;
- многолетнее – или вечномерзлые породы, которые имеют мощность от нескольких метров до многих сотен метров.

На севере Тюменской области верхний слой сезонного оттаивания – замерзания, сложенный сезонномерзлыми породами, подстилается многолетнемерзлыми породами.

Особенностью местных грунтов, в большинстве торфяно-глинистых, является водонасыщенность, поскольку подстилающий слой вечной мерзлоты приводит к малому стоку поверхностных вод, а низкие температуры не способствуют их испаряемости.

В состоянии, соответствующем полному заполнению пор водой, пески, супеси, суглинки и глины имеют соответственно 12-18, 17-23, 22-28, 27-33%.

Вечномерзлые грунты по температурам ниже глубины распространения годовых колебаний температур и по мощности пласта делятся на грунты арктической, субарктической, умеренно холодной и южной зон.

Сезонный цикл землеройных машин естественным образом связан с сезонным изменением климатических и грунтовых условий, поскольку в условиях Севера землеройные машины могут эффективно работать только в зимний период года [2, с. 120].

Применительно к северу Тюменской области грунты арктической зоны, расположенные на полуострове Ямал, по побережью Ледовитого океана и Обской губы, имеют мощность пласта до 600м, температуру на глубине 10м порядка  $-9\div-10^{\circ}\text{C}$  и среднюю глубину сезонного оттаивания 0,7м.

В мерзлых и вечномерзлых грунтах землеройные работы ведут по типовым схемам, установленным для линейного строительства, исходя из накопленного опыта.

#### **Список литературы**

1. Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А. и др. Дорожные машины. Машины для земляных работ (часть 1): Учебник. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1972. – 504 с.
2. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации : Учебник для строительных вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.



## К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ АКТИВИЗАЦИИ ПРИЦЕПНЫХ ЗВЕНЬЕВ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ПОМОЩИ ГИДРООБЪЕМНЫХ ТРАНСМИССИЙ

*Лепешкин А.В.*

заведующий кафедрой, канд. техн. наук, профессор,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

В статье представлены данные научных исследований, связанные с разработкой научно обоснованной методики создания «интеллектуальной» системы автоматического адаптивного управления трансмиссиями многоприводных колесных машин. Здесь на основании результатов проведенного математического моделирования движения автопоезда с активизированным при помощи ГОТ прицепным звеном анализируются перспективы создания таких машин. При моделировании использовалась математическая модель установившегося прямолинейного движения рассматриваемой машины, учитывающая потери энергии как при взаимодействии эластичных колес машины с недеформируемой опорной поверхностью, так и в элементах трансмиссий тягача и прицепа.

*Ключевые слова:* многоприводные колесные машины, активизация прицепных звеньев автопоездов, гидрообъемные трансмиссии, системы автоматического адаптивного управления трансмиссией.

В данной статье приведены данные научных исследований, полученные при выполнении Государственного контракта № П1131 от 02.06.2010 и Соглашения от «27» июля 2012 г. № 14.В37.21.0290 на поисковые научно-исследовательские работы для государственных нужд по заданию Министерства образования и науки РФ на 2010 – 2012 г.г. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

Приведенные в статье данные являются результатом исследований разработанной автором математической модели движения автопоезда с активизированным прицепным звеном. Математическое описание, на основании которого создана эта модель, приведено в статье [1]. На программный комплекс, реализующий эту математическую модель, автором получено Свидетельство о регистрации электронного ресурса в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» [2]. При разработке данной математической модели использовались рекомендации, приведенные в работе [3].

В математической модели объектом исследований является автопоезд-лесовоз марки КраЗ-643701 6×6.2, состоящий из тягача и прицепа-ропусса марки ГКБ-9362, который при анализе рассматривается оснащенный регулируемой гидрообъемной трансмиссией (ГОТ) колес его тележки. При этом предполагается, что у тягача передние колеса ведомые, а колеса задней тележки – ведущие. Привод последних осуществляется традиционной механической трансмиссией со ступенчатым переключением передач от двигателя тягача, режимом работы которого управляет идеальный водитель, поддерживающий постоянную частоту вращения его вала в рассматриваемых условиях. Мощность к ведущим колесам тележки прицепного звена подводится при

помощи ГОТ от дополнительного двигателя, установленного на прицепе и имеющего специальную систему управления, обеспечивающую его валу постоянную частоту вращения. Управление режимом работы ГОТ, а значит, и обеспечение согласования работы ведущих колес тягача и прицепа, должна осуществлять «интеллектуальная» система автоматического адаптивного управления (СААУ). Разработка методики создания таких СААУ является главной целью проводимых исследований.

При моделировании предполагается, что движение рассматриваемого автопоезда происходит по недеформируемому основанию, по сопротивлению качению и сцеплению соответствующему «сухому асфальту» [3]. При этом изменения условий эксплуатации автопоезда задавались весом перевозимого груза (от нуля до 300 кН), преодолеваемым углом подъема дороги (от нуля до 10 градусов), а также передачей, характеризующей скорость его продольного движения. Расчет проводился для четырех значений передаточных чисел коробки перемены передач тягача, обеспечивающих следующие значения угловых скоростей вращения  $\omega_{к2}$  ведущих колес тягача: 2.24, 4.07, 7.77 и 11.8 рад/с. В принятых условиях движения эти угловые скорости приблизительно соответствуют следующим значениям продольной скорости автопоезда: 1.3, 2.67, 4.52 и 6.87 м/с, или соответственно: 4.68, 9.6, 16.2 и 24.5 км/час.

При математическом моделировании в каждом из принимаемых вариантов условий эксплуатации автопоезда использовалась следующая последовательность вычислений [4].

- Вначале проводится анализ возможности движения автопоезда в данных условиях при наличии у него только одной ведущей тележки – либо у тягача, либо у прицепа, и определяется необходимая для этого случая угловая скорость вращения  $\omega_{к3}$  колес прицепа.

- Если в данных условиях движение автопоезда с одной из упомянутых ведущих тележек невозможно, то определяется минимальная необходимая для этого тяга второй ведущей тележки. В этих случаях также определяется необходимая для этого угловая скорость вращения  $\omega_{к3}$  колес прицепа.

- На основании полученных данных определяется диапазон изменения относительного передаточного отношения  $i_x = \omega_{к3} / \omega_{к2}$  привода ведущих колес прицепа в данных условиях движения автопоезда. Очевидно, что в пределах этого диапазона между ведущими осями автопоезда не возникает циркуляции мощности, то есть ни один из ведущих мостов не попадает в тормозной режим.

- Из полученного диапазона выбирается ряд значений  $i_x$ , для каждого из которых определяются параметры, характеризующие соответствующие режимы работы трансмиссий и ведущих колес автопоезда при этом.

- В пределах полученного диапазона значений  $i_x$  методом «золотого сечения» определяется режим работы ГОТ ведущих колес прицепа, обеспечивающий максимальную эффективность автопоезда в данных условиях его движения. При этом эффективность автопоезда оценивается по величине

предложенного автором энергетического показателя  $K_N$  эффективности преобразования мощности трансмиссией и двигателем многоприводной колесной машины [5, 6].

- В пределах полученного диапазона значений  $i_x$  методом «деления отрезка пополам» определяется режим работы ГОТ ведущих колес прицепа, обеспечивающий в данных условиях движения автопоезда значение продольной составляющей усилия  $T_x$  в сцепке равное нулю. Если же в данных условиях такого режима работы нет, то определяется режим работы ГОТ при минимально возможном растягивающем усилии  $T_x$ .

На рис. 1 в качестве примера приведены полученные в результате расчета графики зависимостей реализуемых мощностей при движении рассматриваемого автопоезда по «сухому асфальту» в 10-ти градусный подъем с грузом 300 кН со скоростью 1,3 м/с от величины относительного передаточного отношения  $i_x$  привода ведущих колес прицепа.

На этом рисунке приведены следующие графики:

1 – график изменения мощности сопротивления движению автопоезда  $N_{f0}$ , под которой понимается мощность, необходимая для его буксирования с отключенными от трансмиссии колесами (работающими в ведомом режиме качения) в данных условиях с принятой продольной скоростью (эта мощность считается полезной для двигателя автопоезда в данных условиях);

2 – график изменения суммарной мощности  $N_{кд}$ , подведенной через трансмиссию автопоезда к его ведущим колесам (колесному двигателю), необходимой для обеспечения движения автопоезда в тех же условиях с принятой скоростью (превышает мощность  $N_{f0}$  на величину потерь, возникающих при взаимодействии ведущих колес автопоезда с опорной поверхностью);

3 – график изменения суммарной мощности  $N_{\Sigma}$ , потребляемой у двигателей тягача и прицепа трансмиссиями, необходимой для обеспечения движения автопоезда в тех же условиях с принятой скоростью (превышает мощность  $N_{кд}$  на величину суммарных потерь в трансмиссиях тягача и прицепа);

4 – график изменения мощности  $N_{мт}$ , передаваемой через механическую трансмиссию тягача, реализуемой на валу привода тележки тягача при движении автопоезда в рассматриваемых условиях с принятой скоростью (складывается из мощности, реализуемой на валах ведущих колес тягача и механических потерь в редукторах его главной передачи);

5 – график изменения мощности  $N_{e1}$ , потребляемой у двигателя тягача трансмиссией при движении автопоезда в рассматриваемых условиях с принятой скоростью (превышает мощность  $N_{мт}$  на величину суммарных механических потерь в коробке перемены передач, раздаточной коробке и карданной передаче тягача) (пробуксовка сцепления не рассматривается);

6 – график изменения мощности  $N_{ГОТ}$ , реализуемой на валу привода тележки прицепа (гидромотора) при движении автопоезда в рассматриваемых условиях с принятой скоростью (складывается из мощности, реализуемой на

валах ведущих колес прицепа и механических потерь в редукторах его главной передачи);

7 – график изменения мощности  $N_{e2}$ , потребляемой насосом ГОТ у двигателя прицепа при движении автопоезда в рассматриваемых условиях с принятой скоростью (превышает мощность  $N_{ГОТ}$  на величину потерь в ГОТ).

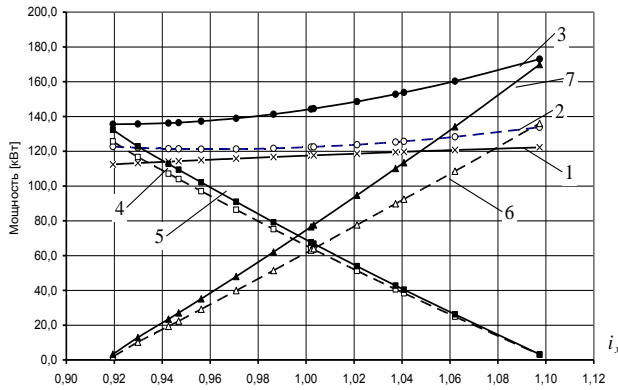


Рис. 1. Характер изменения мощностей, реализуемых при движении автопоезда, от относительного передаточного отношения  $i_x$  привода ведущих колес прицепа

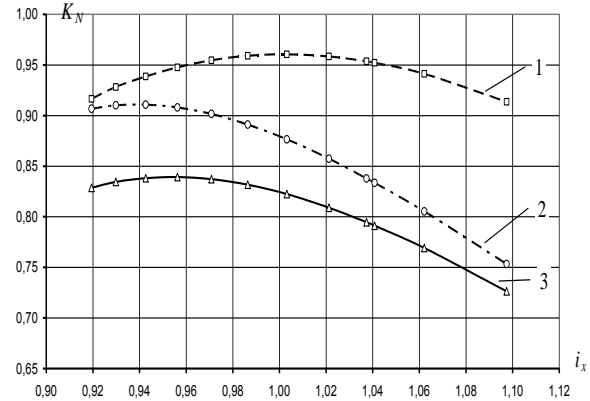


Рис. 2. Влияние учета потерь в трансмиссии рассматриваемого автопоезда на результаты математического моделирования:  
1 – без учета потерь в трансмиссии;  
2 – с учетом потерь только в ГОТ;  
3 – с учетом потерь в ГОТ и механических элементах трансмиссий

Заметим, что получившееся на рис. 1 возрастание мощности  $N_{f0}$  (график 1) при увеличении  $i_x$  обусловлено возрастанием скорости продольного движения автопоезда из-за уменьшения величины буксования в пятне контакта ведущих колес тягача с дорогой при снижении величины реализуемой на них мощности (частота вращения ведущих колес тягача при этом не меняется).

Зависимости, аналогичные приведенным на рисунке 1, были получены при моделировании других принятых условий эксплуатации рассматриваемого автопоезда.

На рис. 2 для сравнения показаны графики изменения показателя эффективности автопоезда  $K_N$ , полученные в тех же условиях, что и графики на рис. 1, при учете и без учета потерь в ГОТ и механических элементах трансмиссий автопоезда по методике, приведенной в работах [5, 6].

Из графика на рис. 2 видно, что учет потерь в трансмиссиях автопоезда сказывается не только на величине показателя  $K_N$ , а и на положении на графике максимального его значения. Так, для идеальной трансмиссии автопоезда (без учета потерь) в рассматриваемых условиях движения максимум  $K_N$  находится вблизи значения  $i_x \approx 1,0$ , при учете потерь только в ГОТ максимум  $K_N$  перемещается в область значений  $i_x \approx 0,935$ , а при учете потерь и в ГОТ, и в механических элементах трансмиссий автопоезда – в область значений  $i_x \approx 0,96$ . Это указывает на достаточно высокую чувствительность принятого критерия эффективности  $K_N$  к возникающим в процессе движения

автопоезда потерям энергии, изменяющимся в зависимости от условий эксплуатации рассматриваемого автопоезда, а значит, и на целесообразность использования его в запланированных исследованиях.

На рис. 3, 4 и 5 приведены полученные на основании результатов математического моделирования графики изменения показателя  $K_N$  от относительного передаточного отношения  $i_x$  привода ведущих колес прицепа.

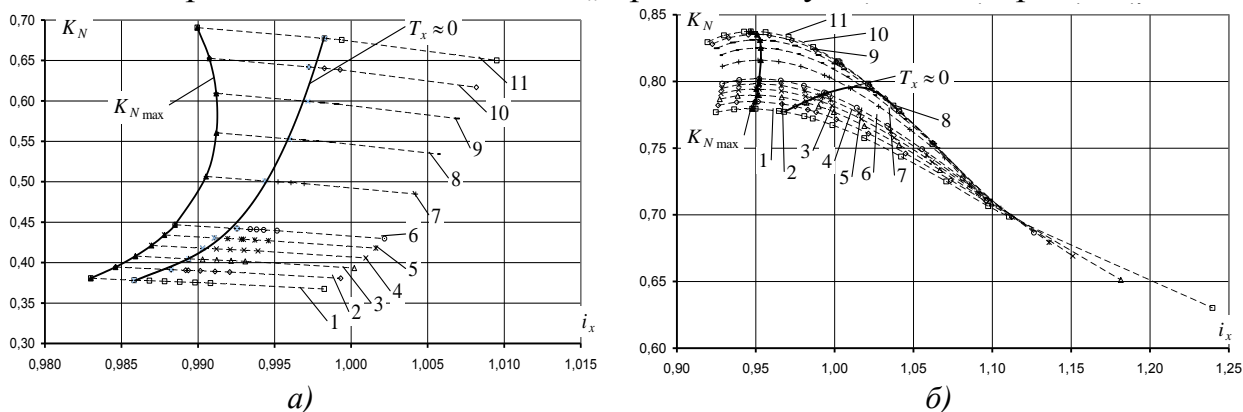


Рис. 3. Зависимость показателя  $K_N$  от  $i_x$  и величины перевозимого груза при движении автопоезда со скоростью 1.3 м/с на горизонтальной дороге (а) и в 10-ти градусный подъем (б): 1 – без груза; 2 – 10 кН; 3 – 20 кН; 4 – 30 кН; 5 – 40 кН; 6 – 50 кН; 7 – 100 кН; 8 – 150 кН; 9 – 200 кН; 10 – 250 кН; 11 – 300 кН

На рис. 3 и 4 эти графики построены в зависимости соответственно от величины перевозимого автопоездом груза и от преодолеваемого им угла подъема дороги при движении на скорости 1.3 м/с, а на рис. 5 – от величины скорости движения автопоезда с грузом 300 кН в 10-ти градусный подъем.

Кроме этого на этих рисунках сплошными линиями большей толщины соединены точки, соответствующие режимам работы автопоезда в принятых условиях с максимальным значением показателя эффективности  $K_N$ , и точки, характеризующие в рассматриваемых условиях движения автопоезда режим, при котором значение продольной составляющей  $T_x$  усилия в сцепке приблизительно равно нулю.

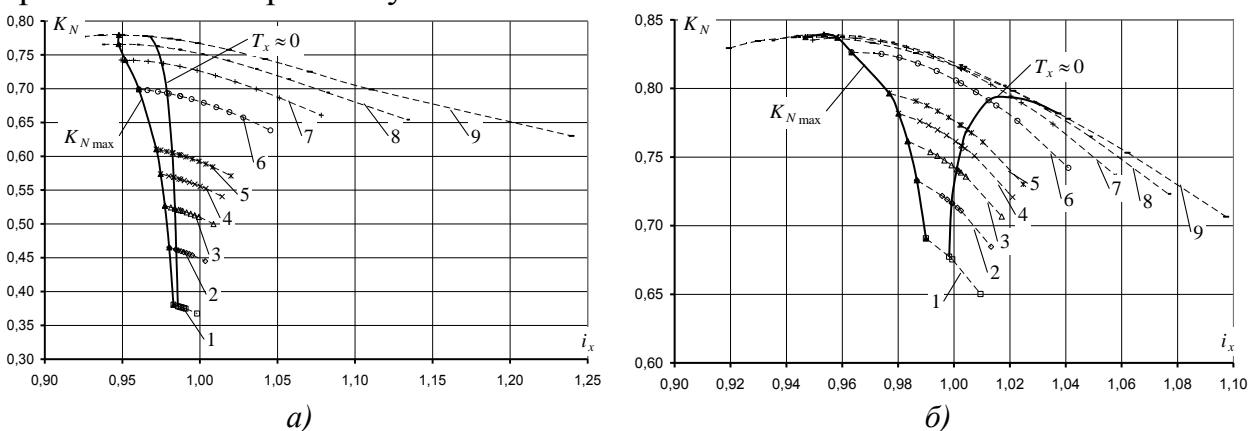


Рис. 4. Зависимость показателя  $K_N$  от  $i_x$  и величины угла подъема дороги при движении автопоезда со скоростью 1.3 м/с без груза (а) и с грузом 300 кН (б): 1 – горизонтальная дорога; 2 – 0,5 град.; 3 – 1 град.; 4 – 1,5 град.; 5 – 2 град.; 6 – 4 град.; 7 – 6 град.; 8 – 8 град.; 9 – 10 град.

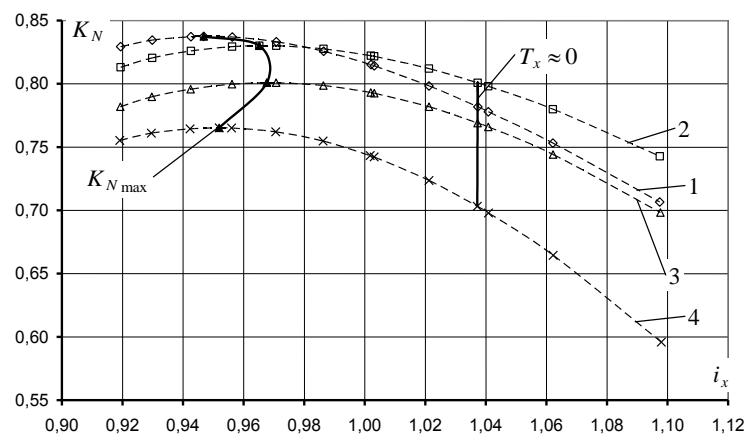


Рис. 5. Зависимость показателя  $K_N$  от  $i_x$  и скорости движения автопоезда в 10-ти градусный подъем с грузом 300 кН: 1 – 1.3 м/с; 2 – 2.67 м/с; 3 – 4.52 м/с; 4 – 6.87 м/с

Анализ приведенных графиков позволяет сделать следующие выводы:

1. Вследствие того, что математическое моделирование проводилось для движения рассматриваемого автопоезда по недеформируемому основанию со сцепными свойствами, соответствующими покрытию «сухой асфальт», в большинстве случаев режимы работы автопоезда с максимальным значением показателя эффективности  $K_N$  соответствуют случаю, когда колеса прицепа находятся в ведомом режиме качения. Только при необходимости обеспечения достаточно больших значений суммарных сил тяги ведущих колес автопоезда становится эффективным использование ГОТ привода ведущих колес прицепа. Объясняется это достаточно высокими сцепными свойствами ведущих колес тягача в рассмотренных условиях и существенно большими по величине потерями в ГОТ ведущих колес прицепа по сравнению с потерями в механической трансмиссии тягача.

2. Во всех рассмотренных случаях система управления ГОТ, стремящаяся обеспечить значение продольной составляющей  $T_x$  усилия в сцепке автопоезда равное нулю, будет выбирать режим работы ГОТ, при котором эффективность автопоезда будет меньше возможной в данных условиях эксплуатации. Поэтому разрабатываемая «интеллектуальная» СААУ режимами работы ГОТ ведущих колес прицепа автопоезда должна основной целью управления ставить достижение максимальной эффективности автопоезда в данных условиях. При этом, исходя из требований техники безопасности, СААУ должна иметь контур, исключая возникновение толкающих усилий в сцепке, особенно при движении автопоезда на спуске или по бездорожью.

3. Скорость движения автопоезда оказывает существенное влияние на величину относительного передаточного отношения  $i_x$  привода ведущих колес прицепа, при которой в данных условиях достигается режим максимальной эффективности автопоезда. Это объясняется существенными различиями в характере изменения потерь в ГОТ и механических элементах трансмиссий автопоезда при изменении скорости его движения. В связи с этим разрабатываемая СААУ в своей работе должна учитывать влияние этого фактора.

Справедливость сделанных выводов подтверждается материалами, приведенными в работах [7, 8, 9].

### Список литературы

1. Лепешкин А.В. Математическая модель установившегося движения автопоезда с активизированным прицепным звеном, позволяющая оценить потери в трансмиссии // Известия МГТУ «МАМИ». 2011, № 2(12). С. 27-41.
2. Математическая модель установившегося прямолинейного движения автопоезда с активизированным прицепным звеном по недеформируемой опорной поверхности. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16710 от 08.02.2011. Авт.: А.В. Лепешкин. Объединенный фонд электронных ресурсов «Наука и образование».
3. Петрушов В.А., Московин В.В., Евграфов А.Н. Мощностной баланс автомобиля. – М.: Машиностроение, 1984. 160 с.
4. Лепешкин А.В. Методика разработки СААУ трансмиссий многоприводных колесных машин. Издательство «LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG» (Германия). 2011. 102 с. ISBN 978-3-8454-3161-1.
5. Лепешкин А.В. Критерии оценки энергоэффективности многоприводных колесных машин // Автомобильная промышленность. 2010, № 10. С. 19-23.
6. Лепешкин А.В. Показатели оценки эффективности передачи и преобразования энергии трансмиссией и двигателем колесной машины // Тракторы и сельхозмашины. 2014, № 11. С. 29-36.
7. Лепешкин А.В. Активизация колес прицепного звена как способ повышения энергоэффективности автопоезда // Автомобильная промышленность. 2011, № 8, с. 51-59.
8. Лепешкин А.В. Теоретическое обоснование методики формулирования закона управления регулируемым приводом ведущих колес прицепа автопоезда // Автомобильная промышленность. 2011, № 11. С. 16-19.
9. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Катанаев Н.Т. Анализ распределения потоков мощности в трансмиссии автопоезда с активизированным прицепным звеном // Известия МГТУ «МАМИ». 2015, № 2(24), т.1. С. 90–100. ISSN 2074-0530.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗРАБОТИЦА

*Лоева Я.А., Гольцова П.А.*

студентки магистратуры, НИ ТГУ, Россия, г. Томск

В данной статье дано описание термина «технологическая безработица» и его значения. Затрагиваются вопросы об обратной негативной стороне технологических инноваций, их роли в жизни современного общества. Также в тексте приведены наиболее яркие примеры искусственного интеллекта. В заключении выдвинуто предположение о дальнейшем пути развития данного явления.

*Ключевые слова:* технологическая безработица, инновации, технологический процесс, искусственный интеллект, техника, технологии.

В то время как технологические инновации прочно укрепляют свои позиции в современном обществе, все чаще и чаще возникает вопрос об обратной стороне медали. Не заплатит ли человечество за эти блага слишком высокую «цену» в виде безработицы в краткосрочной перспективе? Данный вопрос как никогда актуален, так как технологический прогресс способствует

не только экономическому росту, но и сокращению числа рабочих мест, то есть ведет к технологической безработице.

В настоящее время понятие «технологическая безработица» подразумевает под собой потерю рабочих мест, вызванную технологическими изменениями. Подобные изменения зачастую включают в себя использование трудосберегающих машин или более эффективных процессов производства. Наиболее известным примером технологической безработицы из истории является обнищание ткачей-ремесленников после создания механизированных ткацких станков. Примером современной технологической безработицы является уменьшение числа кассиров в магазинах розничной торговли после внедрения касс самообслуживания [1]. Таким образом, технологическая безработица прежде всего связана с переходом к новому уровню техники и технологии, с механизацией, а затем и автоматизацией ручного труда, когда для определенного производственного процесса основная часть рабочих рук оказывается невостребованной, либо требуются люди гораздо более высокого уровня квалификации.

Однако возникает естественный вопрос: как общество может изменить или остановить этот процесс, ведь умные устройства, современные технологии и сервисы стали неотъемлемой частью жизни всего мира? И есть ли вообще повод для беспокойства? С одной стороны, с уверенностью можно сказать, что технологические инновации существуют на протяжении многих сотен лет, и в настоящее время по всему миру больше рабочих мест, чем было когда-либо. Так как по мере того, как технология автоматизирует конкретный сектор (сельского хозяйства или промышленности), его продукция становится дешевле. Таким образом, люди получают больше чистого дохода, который они могут потратить на новые товары и услуги, соответственно, появляются рабочие места в новых секторах. Кроме того, с ростом населения, которое обеспечивает спрос на товары и услуги, требующие человеческого труда, появляется всё больше и больше рабочих мест.

С другой стороны, за несколько тысяч лет люди научились использовать сначала силу животных, затем силу ветра и воды, потом паровых двигателей, двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей. Однако замены человеческому мозгу и человеческим рукам, с их уникальной способностью управлять, воспринимать и контролировать неструктурированную среду, принимать решения, обрабатывать информацию и общаться с другими людьми пока нет. Современные технологии (например, искусственный интеллект) меняют это соотношение. Многие задачи, которые раньше могли выполнять только люди, скоро станут доступны технологиям [2]. В этом то как раз и таится величайшая опасность для людей.

Яркими примерами применения искусственного интеллекта являются такие изобретения, как: Watson – перспективная разработка IBM, способная воспринимать человеческую речь и производить вероятностный поиск, с применением большого количества алгоритмов; MYCIN – одна из ранних экспертных систем, которая могла диагностировать небольшой набор заболеваний, причем часто так же точно, как и доктора; Deep Blue – шахматный су-



перкомпьютер, разработанный компанией IBM; HipNav – это система, в которой используются методы компьютерного зрения для создания трехмерной модели анатомии внутренних органов пациента, а затем применяется робототехническое управление для руководства процессом вставки протеза, заменяющего тазобедренный сустав; Proverb – это компьютерная программа, которая решает кроссворды намного лучше, чем большинство людей и др. [3].

В заключении хотелось бы отметить то, что какими бы умными, интеллектуальными, быстрыми и точными не были бы современные инновационные технологии, это всего лишь подобие человеческого разума, пусть и с отлаженным механизмом и отточенным алгоритмом действия. Ни один робот, ни одна современная технология не может сравниться с опытом, талантом, креативным мышлением, интуицией, сознанием и подсознанием живого человека. Однако, несмотря на это, такое понятие как «технологическая безработица» будет становиться все более распространенным и обсуждаемым среди мирового сообщества.

#### **Список литературы**

1. Википедия. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологическая\\_безработица](https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологическая_безработица) (Дата обращения: 20.09.2016).
2. Умные штуки. Должны ли мы бояться технологической безработицы? [Электронный ресурс]. – URL: <https://thatsmart.ru/2015/06/should-we-be-afraid-very-afraid/> (Дата обращения: 27.09.2016).
3. Портал искусственного интеллекта. Современные разработки в области искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aiportal.ru/articles/other/actual-developments.html> (Дата обращения: 27.09.2016).

## **НАХОЖДЕНИЕ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ**

***Мокина А.А.***

магистрант кафедры техносферной безопасности,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
Россия, г. Иркутск

***Асламова В.С.***

профессор кафедры техносферной безопасности, д-р техн. наук, профессор,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
Россия, г. Иркутск

В статье описаны области применения теории графов и рассмотрен алгоритм решения задачи заблаговременной эвакуации населения, которая сформулирована как нахождение кратчайшего пути в графе. Граф представляет собой линейную сетевую модель (маршруты передвижения по существующей транспортной сети дорог) без циклов, начальной вершиной является сборный эвакуационный пункт, а конечной вершиной – приемный эвакуационный пункт, цифры на ребрах – длина пути между промежуточными пунктами.

*Ключевые слова:* заблаговременная эвакуация населения, алгоритм нахождение кратчайшего пути, линейная сетевая модель без циклов, граф.

Термин «граф» впервые ввел в 1936 году венгерский математик Денеш Кениг. Графами были названы схемы, состоящие из точек и соединяющих эти точки отрезков прямых или кривых (примеры графов изображены на рис. 1).

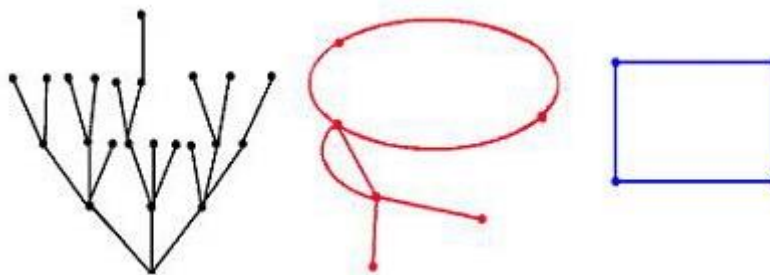


Рис. 1. Примеры графов

Первой работой теории графов как математической дисциплины считают статью Эйлера (1736 г.), в которой рассматривалась задача о Кёнигсбергских мостах. Только спустя столетие теория графов получила следующий импульс с развитием исследований по электрическим сетям, кристаллографии, органической химии и другим наукам. На современном этапе развития применение теории графов широко и разнообразно:

- ✓ в химии для описания структур химических элементов [1] и числа теоретически возможных изомеров углеводородов и других органических соединений [2];

- ✓ в информатике и программировании (граф – блок-схема алгоритма);

- ✓ в коммуникационных и транспортных системах для поиска кратчайшего пути на сети дорог [3]. В частности, для маршрутизации данных в Интернете. Алгоритмы нахождения кратчайшего пути применяются для нахождения путей между физическими объектами на таких картографических сервисах, как карты Google или OpenStreetMap;

- ✓ в дискретной математике [4]. Без методов теории графов невозможно обойтись при анализе и синтезе различных дискретных преобразователей: функциональных блоков компьютеров, комплексов программ и т.д.;

- ✓ в геоинформационных системах. Существующие или вновь проектируемые дома, сооружения, кварталы и т.п. рассматриваются как вершины, а соединяющие их дороги (инженерные сети, линии электропередачи и т.д.) – как рёбра. Используя различные алгоритмы теории графов, можно найти, например, кратчайший объездной путь или ближайший продуктовый магазин, спланировать оптимальный маршрут [1];

- ✓ в логистике [4];

- ✓ при замене оборудования;

- ✓ при проектировании газопроводов и многое другое.

Согласно постановлению Правительства РФ от 22.06.2004 № 303 "О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы", разработанному в соответствии Федеральным законом "О гражданской обороне", эвакуация населения в мирное время – это комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) населения из зон чрезвычайной ситуации (ЧС) или вероятной ЧС природного и техногенного харак-

тера и его кратковременному размещению в заблаговременно подготовленных по условиям первоочередного жизнеобеспечения безопасных (вне зон действия поражающих факторов источника ЧС) районах [5].

В зависимости от времени и сроков проведения выделяются варианты эвакуации населения:

- ✓ упреждающая (заблаговременная);
- ✓ экстренная (безотлагательная).

Организация планирования, подготовки эвакуации в безопасные районы, жизнеобеспечения эвакуированного населения, хранения материальных и культурных ценностей в субъектах РФ и входящих в их состав муниципальных образования возлагаются на руководителей гражданской обороны (ГО) – руководителей органов исполнительной власти субъектов РФ и руководителей органов местного самоуправления, а в организациях – на руководителей ГО – руководителей организаций. Планы эвакуации разрабатываются заблаговременно в период повседневной деятельности [6].

Упреждающая эвакуация населения проводится из прогнозируемых зон ЧС. Перевозки населения на расстояние до 100 км выполняются, как правило, автотранспортом, местными и пригородными поездами, воздушными, морскими и речными судами. Перевозки населения на расстояние свыше 100 км – железнодорожным транспортом, воздушными, морскими и речными судами.

Рассмотрим задачу нахождения кратчайшего пути эвакуации, которая состоит в нахождении связанных между собой дорог на транспортной сети, имеющих в совокупности минимальную длину от исходного сборного эвакуационного пункта до пункта назначения (приемного эвакуационного пункта). Такую сеть дорог представим в виде графа с положительными весами, которые соответствуют протяженности данного участка, км (рис. 2).

Модель линейного программирования для задачи о кратчайшем пути строится следующим образом.

1. Каждая переменная соответствует дуге.
2. Каждое ограничение соответствует вершине сети.

Пусть  $x_{ij}$  представляет величину потока по дуге между вершинами  $(i, j)$ ,  $d_{ij}$  – длина дуги. Тогда математическая модель задачи о кратчайшем пути в сети с  $n$  узлами запишется в виде:

$$Z = \sum_{(i,j)} d_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\begin{cases} \sum_{1,j} x_{1j} = 1 \text{ (исходный сборный эвакуационный пункт)} \\ \sum_{i,k} x_{ik} = \sum_{(k,j)} x_{kj} \text{ (для всех } k \neq 1 \text{ или } n, \text{ какой поток зашел, такой и вышел)} \\ \sum_{(i,n)} x_{in} = 1 \text{ (приемный эвакуационный пункт)} \\ x_{ij} \geq 0 \text{ (для всех } i \text{ и } j) \end{cases}$$

Ограничения модели линейного программирования соответствует фор-

мулировке задачи о кратчайшем пути как транспортной задачи с промежуточными пунктами. Единица потока доставляется из узла 1 в узел  $n$ . Первым и последним ограничениями устанавливается, что суммарный поток (сумма переменных), выходящий из узла 1, равен 1, как и суммарный поток, поступающий в узел  $n$ . В любом промежуточном узле суммарный входной поток равен суммарному выходному потоку. Целевая функция требует, чтобы общее расстояние, пройденное единицей потока, было минимальным.

Следует подчеркнуть, что данная постановка имеет реальный смысл. Дуга  $(i, j)$  принадлежит кратчайшему пути, только если  $x_{ij} = 1$ . Если  $x_{ij} = 0$ , то дуга  $(i, j)$  не входит в кратчайший путь.

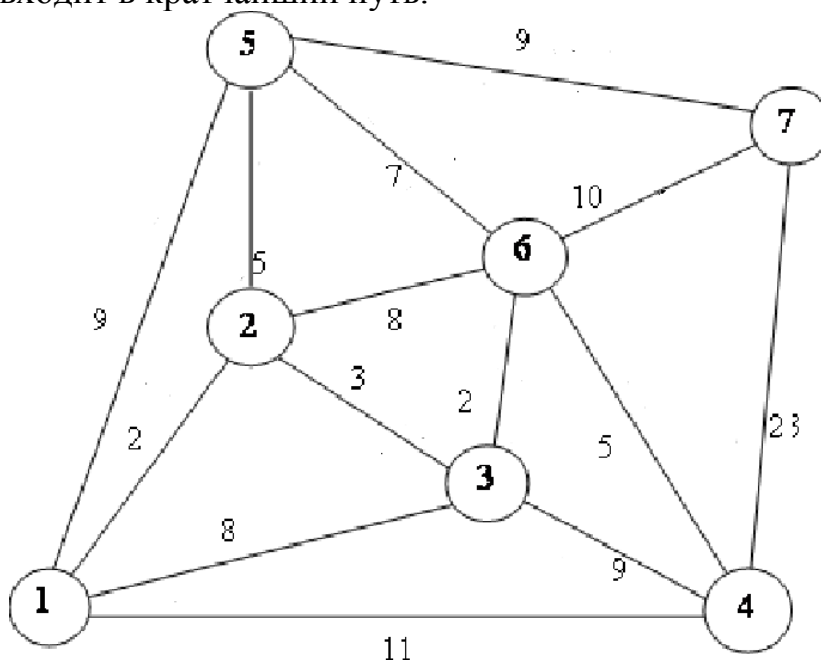


Рис. 2. Транспортная сеть дорог: 1 – исходного сборного эвакуационного пункт, 2-6 – промежуточные пункты, 7 – приемный эвакуационный пункт

Представленную задачу следует решать более простыми методами по сравнению с методом потенциалов (Моди, [7]). Рассмотрим алгоритм на числовом примере (рис. 2). Заметим, что сеть не имеет циклов, поскольку нет ни одной цепи, связывающей узел с самим собой.

Прежде чем описать процедуру решения, введём следующие обозначения:  $d_{ij}$  – расстояние на сети между смежными узлами  $i$  и  $j$ ,  $u_j$  – кратчайшее расстояние между узлами  $i$  и  $j$ ,  $u_1 = 0$ .

Процедура завершается, когда получено значение  $u_7$ . Общая формула для вычисления  $u_j$  имеет вид (1).

$$u_j = \min_i (u_i + d_{ij}) \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что кратчайшее расстояние  $u_j$  до узла  $j$  можно вычислить лишь после того, как определено кратчайшее расстояние до каждого предыдущего узла  $i$ , соединенного дугой с узлом  $j$ . Вычислительная схема состоит из следующих этапов.

Этап 1:  $u_1 = 0$ .

Этап 2:  $u_2 = u_1 + d_{12} = 0 + 2 = 2$  (из 1);

Этап 3:  $u_3 = \min\{u_1 + d_{12}; u_2 + d_{23}\} = \min\{0 + 8; 2 + 3\} = 5$  (из 2).

$u_4 = \min\{u_1 + d_{14}; u_3 + d_{34}\} = \min\{0 + 11; 5 + 9\} = 11$  (из 1).

$u_5 = \min\{u_1 + d_{15}; u_2 + d_{25}\} = \min\{0 + 9; 2 + 5\} = 7$  (из 2);

Этап 4:  $u_6 = \min\{u_3 + d_{36}; u_4 + d_{46}; u_5 + d_{56}\} = \min\{5 + 2; 11 + 5; 7 + 7\} = 7$  (из 3);

$u_7 = \min\{u_4 + d_{47}; u_5 + d_{57}; u_6 + d_{67}\} = \min\{11 + 23; 7 + 9; 7 + 7\} = 16$  (из 5).

Минимальное расстояние между узлами 1 и 7 равно 16 км, а соответствующий маршрут  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 7$ . Заметим также, что решение даёт кратчайшее расстояние между узлом 1 и любым из других узлов сети.

Представленный выше тип вычислений интересен тем, что он имеет рекурсивный характер, так как вычисления выполняются с использованием информации о всех кратчайших расстояниях до непосредственного предшествующего узла.

Если количество узлов транспортной сети велико, то встает вопрос об автоматизации вычислений. Блок-схема разработанного алгоритма представлена на рис. 3.

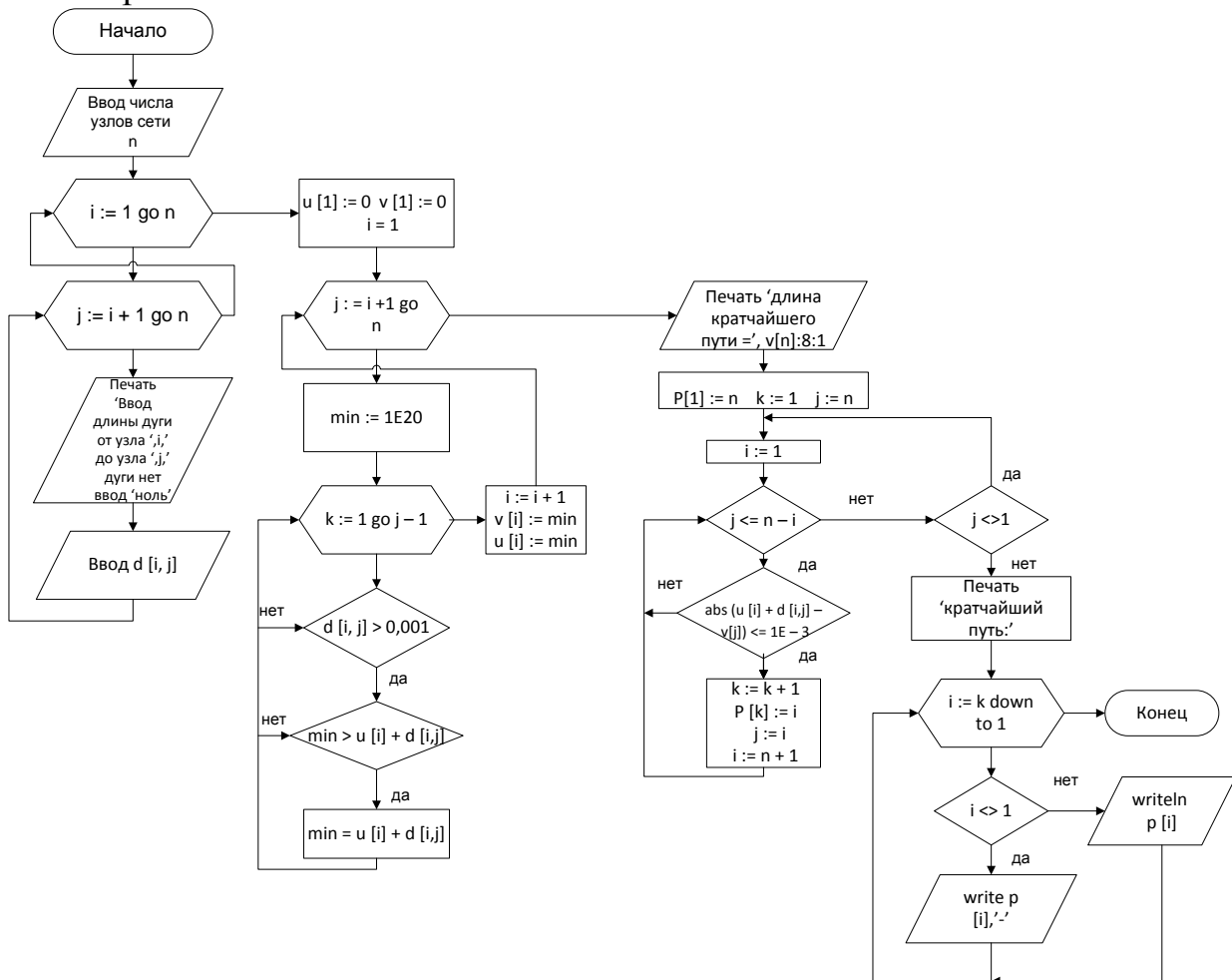


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчета кратчайшего пути в транспортной сети без циклов

В алгоритме использованы массивы  $u$  и  $v$  для хранения кратчайших расстояний, причем  $v[j] = u[i]$  при  $j = i$ . Массив  $v$  нужен при идентификации узлов, вошедших в кратчайший путь. Номера узлов кратчайшего пути хра-

няться в массиве  $p$ . Так как сеть без циклов, используется только часть матрицы расстояний  $d$  над главной диагональю.

Алгоритм реализован в интегрированной среде Турбо Паскаль 7.0. Результаты ручного счета совпали с тестовым расчетом по программе.

#### Список литературы

1. <http://mathhelpplanet.com/static.php/teoriya-grafov-ponyatiya-i-opredeleniya>.
2. Яблонский Г.С., Быков В.И., Горбань А.Н. Кинетические модели каталитических реакций. Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1983. 255 с.
3. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Нахождения кратчайших путей в графе. Графы. Модели вычислений. Структуры данных. Нижний Новгород: Нижегородский гос. ун-т, 2005. 307 с.
4. Пахомов В.И., Петрова Г.П. Логистика. М.: Проспект, 2006. 232 с.
5. Постановление Правительства РФ от 22.06.2004 № 303 "О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы".
6. Методические рекомендации по планированию, подготовке и проведению эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы: Библиотека начальника территориального органа МЧС России. М.: ООО «Мультимедиа Технологии и Дистанционное Обучение», 2005. 128 с.
7. Асламова В.С., Кулакова И.М., Крипак М.Н. Алгоритмы решения транспортных, сетевых задач и задач о назначении. Ч. 2. Учебное пособие. Ангарск: АГТА, 2009. 190 с.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО НА КАРУСЕЛЬНОМ ЭСКИМОГЕНЕРАТОРЕ

*Москаленко В.А., Чурсина А.С., Шевченко Л.А.*  
студенты группы МАП-450, Волгоградский государственный  
технический университет, Россия, г. Волгоград

*Мишута Е.А.*  
ст. преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых  
производств», Волгоградский государственный технический университет,  
Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается модернизация линии производства мороженого на карусельном эскимогенераторе. За счет замены бака охлаждения рассола на пластинчатый теплообменник, охлаждаемый аммиаком, позволяет уменьшить расход энергии и длительность охлаждения.

*Ключевые слова:* мороженое, карусельный эскимогенератор, производство мороженого, охлаждающий агент.

Мороженое – лакомство любимое всеми с детства. Одним из самых распространенных видов мороженого является “Эскимо”, производимое на линиях экструзионного мороженого и эскимогенераторах карусельного типа.

При производстве мороженого на эскимогенераторе марки Л5–ОЭК производится заморозка дозированного мороженого методом непрямого

охлаждения посредством погружения форм в охлажденный (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ) рассол (раствор хлорида кальция).

Подача и отвод хладагента производятся через штуцера, расположенные в нижней части рассольной ванны, в которую вставлена закалочная кольцеобразная форма. Накопление и охлаждение рассола перед началом работы происходит в баке-охладителе. Охлаждающим агентом является аммиак. Это приводит к большому расходу энергии, подготовки установки к работе и длительности охлаждения. Бак и трубопровод, подводящий к эскимогенератору рассол, выполнены из стали. Однако физико-химические свойства рассола приводят к быстрой их коррозии.

Для устранения этих недостатков предлагается заменить бак охлаждения рассола на пластинчатый теплообменник, охлаждаемый аммиаком.

Во избежание аварийных ситуаций предлагается применить пластинчатый теплообменник кассетного типа, состоящий из пакета кассет, расположенных между неподвижной и подвижной плитами. Кассета состоит из двух пластин, сваренных между собой лазерной сваркой. В пакете каждая кассета отделена от других прокладками. Аммиак подаётся во внутреннюю полость кассет, а солевой раствор поступает в пространство между кассетами.

Профиль пластин и кассет позволяет при сборке их в пакет образовать жесткую пространственную конструкцию, способную выдерживать высокие давления даже при малой толщине пластин. При этом создается "сотовая" конструкция, имеющая следующие достоинства:

- развитую поверхность при малых габаритных размерах;
- малую материалоемкость;
- малые объёмы внутренних полостей;
- профиль, обладающий высокой турбулизирующей способностью.

Теплообмен между средами происходит через разделительную стенку при движении теплообменивающихся сред по каналам. В связи с тем, что толщина разделительной стенки минимальна (0,5...0,8 мм), термическое сопротивление элементов конструкции так же мало. Лабиринт, образуемый профилем пластин, способствует турбулизации потоков теплообменивающихся сред, что способствует высоким коэффициентам теплоотдачи, как со стороны аммиака, так и со стороны охлаждающегося раствора  $\text{CaCl}_2$  [1].

Для бесперебойной подачи захолаженного рассола в эскимогенератор после теплообменника целесообразно установить уравнительный бак (буферную емкость). Благодаря этому значительно снижается время на охлаждение рассола и подготовку эскимогенератора к работе.

Для нейтрализации кислотности в рассол вводится ингибиторная добавка, что позволяет увеличить срок службы оборудования.

Благодаря модернизации существующей установки, возможно уменьшить расход энергии и длительность охлаждения; увеличить срок службы оборудования без замены хладоносителя. Важным достоинством пластинчатых теплообменников является простота их конструкции, позволяющая без специального оборудования производить ремонтные и восстановительные

работы, производить очистку поверхности от загрязнений (отложений) силами персонала предприятия, эксплуатирующего оборудование [2].

#### Список литературы

1. Арсеньева Т. П. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 4. Мороженое. СПб.: ГИОРД, 2002. 184 с.
2. Отраслевой каталог. Оборудование технологическое для молочной промышленности / В. В. Липатников, Л. М. Татушина, Ю. Н. Кузьмин и др. М.: Агроконсалт, 1987. 715 с.

## АНАЛИЗ НАВОДОК, ВОЗНИКАЮЩИХ В СКС

*Наумушкин В.А.*

бакалавр по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом возникновения электромагнитных наводок в структурированных кабельных системах.

*Ключевые слова:* электромагнитные наводки, структурированные кабельные сети.

Как известно, срок службы структурированных кабельных систем (СКС) составляет не менее 10 лет. Чтобы не заменять СКС уже в первой четверти ее гарантийного срока, необходимо проектировать и создавать ее с учетом требований будущих запросов [1-3]. При этом приходится решать новые проблемы, в частности такие, как межкабельные наводки [4-8].

Кабельный жгут или параллельно проложенные неэкранированные кабели могут создавать недопустимый уровень помех работе в высокоскоростных сетях. Межкабельные наводки можно определить, как нежелательные электромагнитные сигналы от проложенных в жгутах смежных кабелей. Измеряются как отношение сигнала, подаваемого на активную витую пару (пары) одного кабеля, к сигналу, наведенному в контрольной паре другого кабеля [9-11].

Для анализа воздействия переходных помех используются методы математического моделирования, где исходят из того, что на конкретную цепь передачи информационного сигнала оказывает влияние не менее шести соседних кабелей (рисунок).

Наибольший уровень наводок возникает между витыми парами, имеющими одинаковый шаг скрутки. Все проводники имеют цветовую маркировку, потому можно говорить, например, о наводках между синими или коричневыми парами.

Если в жгуте более двух кабелей, появляется эффект суммарных наводок. Кроме равношаговых, остальные пары тоже оказывают негативное воздействие.

Как и для помех между парами, межкабельные наводки могут быть двунаправленными (Alien NEXT) и однонаправленными (Alien FEXT).



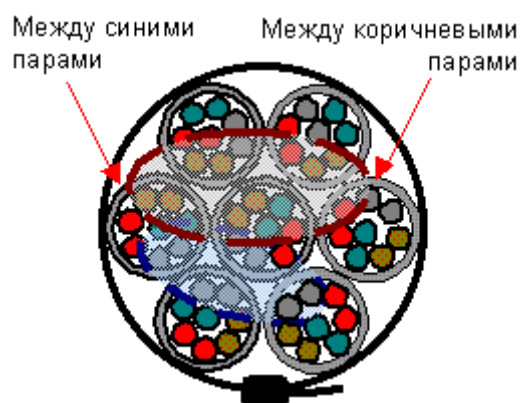


Рис. Межкабельные наводки в жгуте

Соседние кабели вносят дополнительные помехи, превышающие их уровень между парами внутри кабельной оболочки. Это снижает отношение сигнал / шум канала и может повлиять на работу протоколов. В результате уменьшаются динамический и частотный диапазоны канала.

Важно учесть, что после монтажа системы эффект межкабельных наводок невозможно обнаружить с помощью стандартных методик и средств измерений. Следовательно, для уменьшения их уровня придется ужесточать требования стандартов или принимать другие меры.

Расширение частотного диапазона требует учета источников наводок, которые прежде не принимались во внимание. В системах категории 5 существенно возрастает затухание и наводки. В каналах максимальной длины их отношение оказывается недостаточным для работы протоколов класса D (Fast Ethernet, ATM 155). При этом основным источником помех являются кабельные разъемы. Изменение волнового сопротивления зависит, прежде всего, от геометрии проводников. Расплетение витых пар для монтажа гнездовых разъемов создает. Разъем может создать уровень шума в несколько раз больше, чем кабель длиной 90 метров.

Мощность межкабельных наводок выше, чем у межпарных, и сопоставима с наводками от расплетенных пар. Однако проблем у систем категории 5 не возникает благодаря технологии передачи.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, 2007. – 94 с.
2. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
3. Артюшенко, В. М. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова: учебное пособие / под ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.
4. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2007. Т.3, №3. С.20-23.

5. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. – Т.5, № 1. – С.19-23.
6. Корчагин, В. А. Проблемы электромагнитной совместимости цифрового электротехнического оборудования на промышленных и бытовых объектах [Текст] / В.А. Корчагин, В.М. Артюшенко // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2009. – №4. – С. 95-98.
7. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VACNET [Текст]: Монография. – М.: ГОУ ВПО «МГУС», 2006. 138 с.
8. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. – Т.5, №3. С. 3-11.
9. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
10. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2005. – №3. – С. 20-27.
11. Артюшенко, В. М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2009. – №4. – С. 3-10.

## МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ МЕЖКАБЕЛЬНЫХ НАВОДОК В СКС

*Наумушкин В.А.*

бакалавр по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом методов уменьшения электромагнитных наводок в структурированных кабельных системах.

*Ключевые слова:* электромагнитные наводки, структурированные кабельные сети.

Основными источниками помех принято считать [1-5]: аппаратные помехи; наводки от соседних цепей; разъемы низкого качества; реактивное сопротивление и низкое качество кабеля; неточное согласование кабеля с волновым сопротивлением передатчика и приемника; питание от разных фаз и наличие «петель заземления», дающих помехи по «земле» (рисунок).

Второстепенными источниками шумов являются гальванические и электролитические процессы, трибоэлектрический эффект и вибрации кабелей.

Аппаратные или промышленные помехи – эти помехи, называемые также промышленными помехами, проявляют себя в местностях, где работают электростанции и различные электрические установки, аппараты и приборы: электродвигатели, аппараты электросвязи, медицинские приборы, ПК, электросварочные аппараты, электрические звонки, системы электрического зажигания двигателей внутреннего сгорания. Помехи, создаваемые приемом другими радиостанциями также можно отнести к промышленным помехам [6-9].

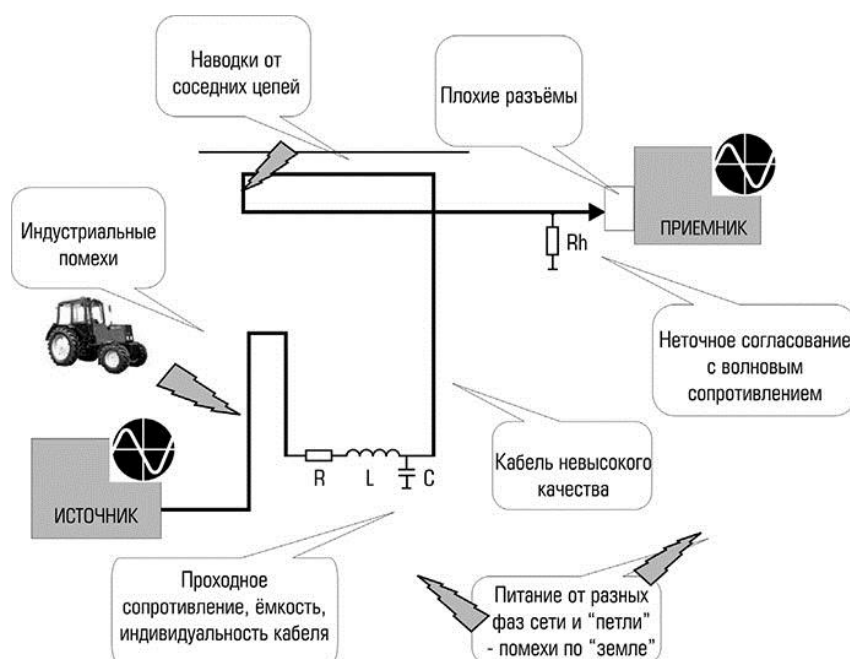


Рис. Основные источники помех

Наводки от соседних цепей возникают в тех случаях, когда сигнальный провод или кабель попадает в зону действия электромагнитного поля, создаваемого другим проводом или кабелем. Основным источником шумов в разъемах бывают так называемые контактные шумы, которые возникают вследствие несовершенства контакта между материалами штыря и гнезда.

Сам по себе кабель, особенно если он экранированный, не является источником существенных шумов, однако, от его качества сильно зависит затухание сигнала в линии, а от индуктивных и емкостных (реактивных) характеристик – искажения передаваемого сигнала.

Режим электрической цепи, при котором сопротивление приемника равно сопротивлению линии, называется режимом согласованной нагрузки. Если нагрузка несогласованная, то часть передаваемого сигнала не поступит в приемник, а отразится в виде обратной волны, снижая уровень передаваемого сигнала и создавая искажения.

Неправильно спроектированное питание аппаратуры (от разных фаз сети переменного тока) и неправильно организованные контуры заземления способны вызвать появление мощных помех, борьба с которыми в уже смонтированной аппаратуре чрезвычайно сложна и малоэффективна.

Рассмотрим и проанализируем основные способы уменьшения межкабельных наводок. Различают пассивные и активные методы борьбы с шумами и помехами. Пассивные методы борьбы с шумами состоят, в: уменьшение длины кабельных сетей до разумного минимума и уменьшении количества кабелей; использование кабелей и разъемов только высокого качества, от известных фирм-производителей; разделение стволов сигнальных и силовых кабелей; использование согласованных нагрузок; прокладке кабелей с радиусами большого изгиба, чтобы избежать помех от так называемого трибоэлек-

трического эффекта (накапливания заряда внутри кабеля); таком использовании аппаратуры, чтобы ее рабочие режимы находились значительно ниже предельных; использование самого устойчивого к помехам интерфейса. Лучше всего передавать цифровой сигнал SDI, композитный, S-video, или VGA.

Активные методы борьбы с шумами состоят, в: использование промежуточных усилителей сигналов, которые компенсируют их затухание в линии из-за омического сопротивления и потери на высоких частотах из-за реактивности кабеля; переходе на витую пару; переходе на оптоволоконный кабель при необходимости передачи сигнала на очень большие расстояния (до 25 км.). Оптоволоконная линия связи полностью развязана по «земле» и в ней гарантированно отсутствуют помехи.

### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, 2007. – 94 с.
2. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова : Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
3. Артюшенко, В. М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2009. – №4. – С. 3-10.
4. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2007. Т.3, №3. С. 20-23.
5. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. – Т.5, №1. – С. 19-23.
6. Корчагин, В. А. Проблемы электромагнитной совместимости цифрового электротехнического оборудования на промышленных и бытовых объектах [Текст] / В.А. Корчагин, В.М. Артюшенко // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2009. – №4. – С.95-98.
7. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VACNET [Текст] : Монография. – М. ГОУ ВПО «МГУС», 2006. – 138 с.
8. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
9. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2005. – №3. – С. 20-27.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОПЧЕНЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ КОПТИЛЬНОГО ДЫМА ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЫМОГЕНЕРАТОРА

*Новоселов И.И., Сумбулян С.В., Югай С.С.*  
студенты 4 курса гр. МАП-450, Волгоградский государственный  
технический университет, Россия, г. Волгоград

*Мишута Е.А.*  
старший преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических  
и пищевых производств», Волгоградский государственный технический  
университет, Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается производство копченых мясных изделий с предложением модернизации дымогенератора с целью улучшения экологичности производства.

*Ключевые слова:* дымогенератор, копченые мясные изделия, рециркуляция коптильного дыма, экологичность.

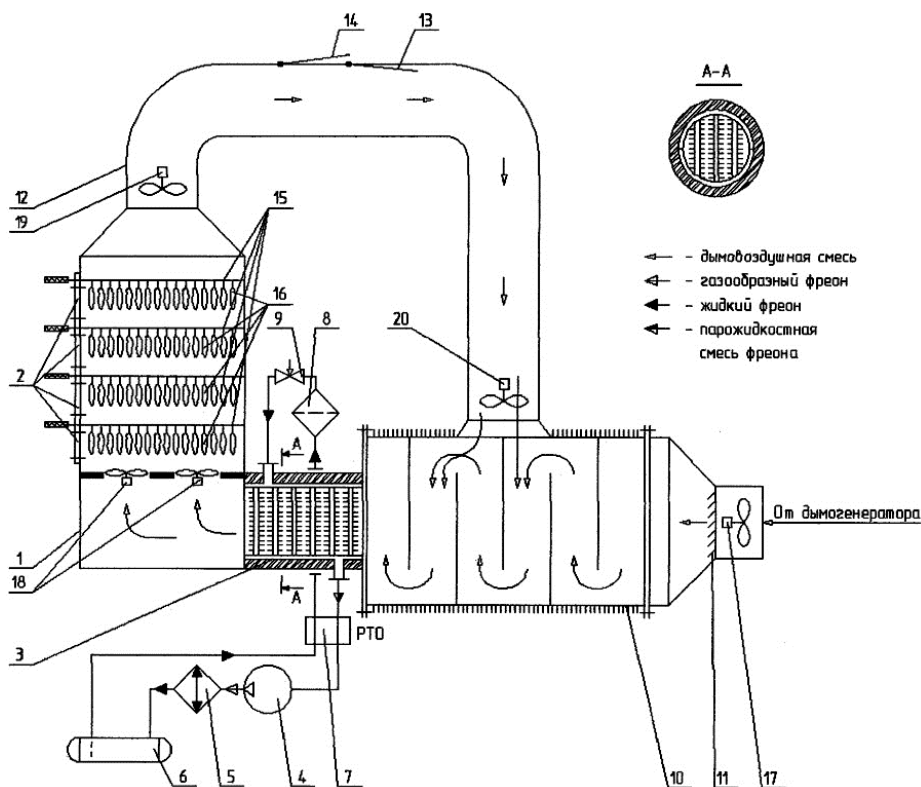
При производстве копченых мясных изделий необходимо использование коптильного дыма, который в процессе производства выбрасывается в атмосферу. Одним из недостатков мясоперерабатывающего производства является загрязнение окружающей среды отработанным дымом.

Для снижения выбросов отработанного дыма и улучшения качества продукта возможна модернизация дымогенератора для термо- и климокамер путем установки системы рециркуляции и контроля температуры дымовоздушной смеси (рисунок). Температура коптильного дыма не должна превышать 18 °С. Регулирование и поддержание на протяжении всего процесса требуемой температуры дымовоздушной смеси происходит благодаря камере смешения (поз. 10) и холодильной машине с трубчатым испарителем (поз. 3).

Вентиляторы (поз. 17, 18, 19, 20), служат для нагнетания и отвода из камеры дымовоздушной смеси. Они располагаются на входе и выходе из аппарата.

Дымовоздушная смесь от дымогенератора с помощью направляющего вентилятора подается в камеру для смешения с отобраным из термокамеры дымом (поз. 10). Затем поступает в теплоизолированный трубчатый испаритель (поз. 3) и охлаждается до требуемой температуры. Охлажденная смесь поступает в нижнюю часть камеры (поз. 1) и с помощью вентиляторов равномерно распределяется по всему объему. Отработанная дымовоздушная смесь через дымоход (поз. 12) вновь поступает в камеру смешения, где происходит составление новой дымовоздушной смеси.

Для организации предлагаемого процесса необходима модернизация самой камеры. Для этого в нижней части стены проделываются технологические отверстия для установки дымохода и вентиляторов.



1 – универсальная термокамера; 2 – дверцы; 3 – теплоизолированный трубчатый испаритель; 4 – компрессор; 5 – конденсатор; 6 – линейный ресивер; 7 – регенеративный теплообменник; 8 – фильтр-осушитель; 9 – терморегулирующий вентиль; 10 – камера смешения; 11 – жалюзийные заслонки; 12 – дымовоздуховод с заслонками; 13 – внутренняя заслонка; 14 – внешняя заслонка; 15 – прутки; 16 – продукт; 17, 18, 19, 20 – направляющие вентиляторы

Рис. Схема холодного копчения

Предлагаемая модернизация позволит снизить выбросы дымовоздушной смеси, тем самым улучшить экологическую обстановку вблизи мясоперерабатывающих предприятий. Благодаря камере смешения и трубчатому испарителю появляется возможность регулировать и поддерживать на протяжении всего процесса требуемую температуру и концентрацию дымовоздушной смеси.

Система направляющих вентиляторов обеспечивает равномерное распределение копильного дыма по всему объему универсальной термокамеры. Это приводит к повышению качества технологического процесса холодного копчения и позволяет получать мясные продукты с высокими органолептическими и физико-химическими показателями.

### Список литературы

1. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1 : учебник / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. А. Панфилова. – Москва : Высшая Школа, 2001. – 703 с.
2. Пат. 2399277 Российская Федерация, МПК А 23 В 4/044. Устройство для холодного копчения пищевых продуктов / В. А. Ермолаев, С. А. Захаров ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – № 2009110589/13 ; заявл. 23.03.2009 ; опубл. 20.09.2010, Бюл. № 26.

# ПРОИЗВОДСТВО КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЕМКОСТНЫХ АППАРАТОВ

*Пархоменко А.С., Баранов Б.М., Чурсина А.С.*  
студенты 4 курса гр. МАП-450, Волгоградский государственный техни-  
ческий университет, Россия, г. Волгоград

*Мишта Е.А.*  
ст. преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых  
производств», Волгоградский государственный технический университет,  
Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается модернизация линии производства кисломолочных про-  
дуктов. посредством замены большого количества оборудования универсальным емкост-  
ным аппаратом.

*Ключевые слова:* кисломолочные продукты, универсальный емкостной аппарат, пе-  
ремешивающие устройства.

На предприятиях малого и среднего бизнеса в связи с ограничением  
поставок продуктов питания из Европы, в том числе сыров различных сор-  
тов, правительством Российской Федерации поставлены следующие задачи:  
увеличение выпуска и повышение качества продукции, снижение ее себесто-  
имости.

Сыры делятся на четыре основных класса: твердые (алтайский, швей-  
царский), полутвердые (пикантный, рокфор), мягкие (любительский, славян-  
ский) и рассольные (сулугуни, брынза, адыгейский). Каждый из этих классов,  
в свою очередь, подразделяется на отдельные подклассы и группы. Вне зави-  
симости от класса сыра и объема перерабатываемого молока производство  
сыра включает следующие стадии процесса:

1. приемка и подготовка молока к свертыванию;
2. выработка сырного зерна;
3. формование;
4. прессование (самопрессование);
5. посолка;
6. созревание и хранение.

Производителями пищевого оборудования предлагаются различные  
емкостные аппараты для производства кисломолочной продукции, которые  
служат для хранения молока и его продуктов или аппараты для ведения тех-  
нологических процессов по его обработке. Для уменьшения количества ап-  
паратов в технологической линии, возможно установить универсальный ем-  
костной аппарат, который объединит такие технологические стадии, как хра-  
нение и переработка молока.

Для предприятий, обладающих небольшими производственными тер-  
риториями, и сравнительно небольшой производительностью выгодным тех-

нологическим решением является использование универсальных емкостных аппаратов.

Для этого предлагается усовершенствованный емкостной аппарат. Основной унификации которого является особая конструкция теплообменной рубашки. Для увеличения теплоотдачи внутренняя поверхность аппарата выполнена из прокатной стали со сферическими углублениями, что позволяет распределять теплохладоноситель тонким слоем, благодаря этому процесс теплообмена приближен к процессу в пластинчатом аппарате. В зависимости от температуры подаваемой в рубашку воды аппарат может использоваться как для низкотемпературной (заквасочник), так и для высокотемпературной (ванна длительной пастеризации) обработки.

В процессе работы аппарата предусмотрена замена перемешивающих устройств в ходе технологического процесса. На приводном валу имеется прорезь для передачи крутящего момента мешалке, которая выполнена полый и имеет конструктивный отлив подходящий под прорезь на валу привода. Силовая установка состоит из электромотора и редуктора установленных снизу аппарата для уменьшения вибраций и упрощения процесса замены перемешивающих устройств. На нижних концах мешалок установлены резиновые прокладки, препятствующие попаданию продукта в область между мешалкой и валом привода. Приводной вал имеет высоту на 3-5 см ниже высоты емкости.

В качестве теплоизоляции между внешней стенкой аппарата и воздушной средой используется пеностекло. Для визуального контроля процесса установлена съемная плоская крышка со смотровым стеклом и фонариком.

Система управления блоком подготовки теплоносителя позволяет быстро изменять параметры технологического процесса, мягкий нагрев теплоносителя исключает образование пригара на стенках аппарата. Так же конструкция универсального емкостного аппарата позволяет использовать различные системы подготовки теплоносителя: прямая подача пара в теплообменную рубашку с помощью барботера или принудительная подача теплоносителя (горячей воды).

Таким образом, одновременно в одном аппарате осуществляется весь набор технологических операций по получению кисломолочных продуктов и сырного (творожного) сгустка.

Данное решение позволит уменьшить потери продукта при транспортировке сырья и полупродуктов на различных стадиях процесса. Это в свою очередь сократит расходы на оборудование, энерго и теплоносителей.

#### **Список литературы**

1. Власенко, А.С. Увеличение эффективности теплообменников посредством интенсификации теплообмена на поверхностях со сферическими углублениями. автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Власенко Александр Сергеевич; МГУЛ. – Москва, 2011.
2. Калинина, Л.В. Технология цельномолочных продуктов: учеб. пособие / Л.В. Калинина, В.И. Ганина, Н.И. Дунченко.



3. Маскинская, А.Ю. Повышение эффективности теплообменных аппаратов за счет интенсификации теплообмена на поверхности с лунками. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. / Маскинская Анна Юрьевна; МЭИ. – Москва, 2004.

## **К ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ**

*Печенкин Д.В.*

аспирант кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», Астраханский государственный технический университет, Россия, г. Астрахань

*Щербатов И.А.*

доцент кафедры «Автоматика и управление», канд. тех. наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, Россия, г. Астрахань

В исследовании акцентировано внимание на оценку рисков производственной системы, возникающих вследствие воздействия конкретных факторов в критической ситуации, выделяя проблемные участки системы, которые нуждаются в модернизации. Обосновывается целесообразность применения нечеткой логики для оценки риска. Выделены основные группы факторов, параметры, а также связь человека-оператора с технической подсистемой. Построена база нечетких продукционных правил риска аварии, приведен расчетный пример.

*Ключевые слова:* риск, социотехнические системы, человеческий фактор, комплексный показатель аварии, анализ рисков аварии, экспертный опрос, системный анализ.

**Постановка задачи.** Анализ деятельности наиболее опытных операторов показал, что принятие решений в процессе управления СТС (технологическая установка и обслуживающие ее люди) происходит в условиях неопределенности, проявляющейся в виде отсутствия полных и точных данных таких параметров технологического процесса как, к примеру, активность катализатора в реакторах, скопление шлама в сетках гидрозатворов котлов-утилизаторов, активность адсорбента и т.д. Неопределенность сопровождает все ступени жизненного цикла СТС и определяется следующими факторами:

- невозможность точно и оперативно измерять качественные показатели сырья;
- сложность количественного и качественного описания психофизических и сенсомоторных характеристик человека-оператора;
- проблема описания других слабоформализуемых факторов, влияющих на процесс.

Повысить качество решений, принимаемых в указанных условиях, возможно с помощью применения моделей, учитывающих имеющиеся неопределенности.

Предлагается выделить факторы риска, построить комплексный показатель риска возникновения аварийной ситуации на основе агрегирования данных со всех уровней иерархии факторов риска, а также на основе каче-

ственных данных об уровнях факторов и их взаимоотношениях на одном уровне иерархии.

**Разработка лингвистической модели оценки риска.** Представим значение комплексного показателя риска в виде среднего арифметического взвешенного из произведения множества значений рискообразующих составляющих и их удельных весов [1]:  $R_0 = \sum_{i=1}^N (R_i \times w_i)$ , где  $R_i$  – значение рискообразующей составляющей;  $w_i$  – ее удельный вес, причем  $\sum w_i = 1$ .

Далее необходимо ввести так называемое «дерево иерархии» факторов риска  $F$  [2] и сгруппировать их в базовые показатели  $F_i$ , предварительно обозначив искомый комплексный риск-фактор  $F_0$  (рис. 1). Рассмотрим предлагаемую методику на примере технологического процесса получения элементарной серы методом Клауса (рис. 2).

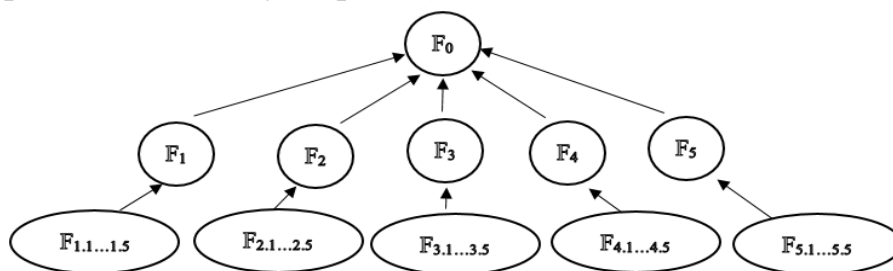


Рис. 1. Древоидная иерархия  $F$

$F = \langle \{F_0 - \text{социотехническая система получения элементарной серы в целом}; F_1 - \text{технологический показатель: } F_{1.1} - \text{качество сырья (кислого газа)} \dots F_{1.5} - \text{стабильность работы технологической турбогазодувки газа регенерации отделения Сульфрин}; F_2 - \text{параметрический показатель: } F_{2.1} - \text{давление} \dots F_{2.5} - \text{концентрация}; F_3 - \text{технический показатель: } F_{3.1} - \text{качество материалов трубопроводов, аппаратов} \dots F_{3.5} - \text{проведение технического обслуживания}; F_4 - \text{аппаратурный показатель: } F_{4.1} - \text{качество работы измерительных приборов} \dots F_{4.5} - \text{проходимость гидрозатворов котлов-утилизаторов}; F_5 - \text{субъективный показатель: } F_{5.1} - \text{профессионализм персонала} \dots F_{5.5} - \text{психофизиологическое состояние персонала} \rangle$ .

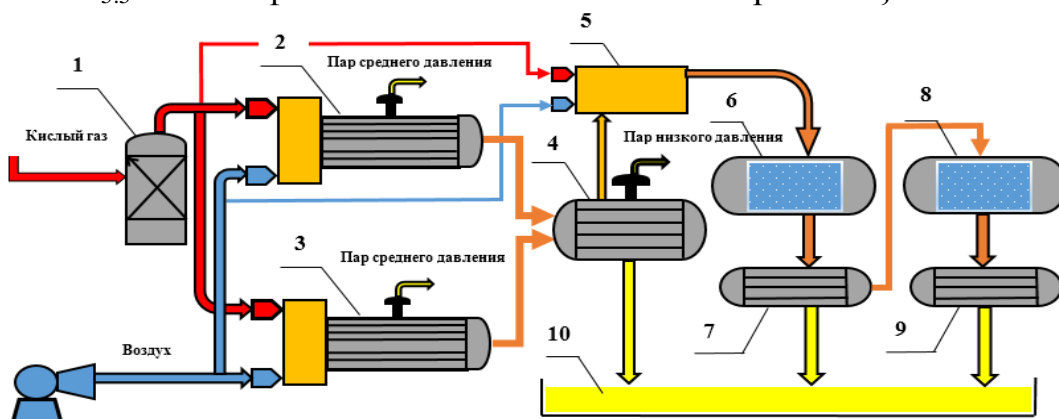


Рис. 2. Упрощенная схема технологической установки получения элементарной серы методом Клауса. 1 – сепаратор кислого газа; 2 и 3 – реакционные печи со встроенными энерготехнологическими котлами); 4 – котел-утилизатор; 5 – вспомогательная печь для подогрева технологического газа; 6 и 8 – реакторы Клауса; 7 и 9 – конденсаторы серы; 10 – серная яма суточного хранения

Необходимо впоследствии наложить на эту иерархию систему весов  $S$ . При возможности выделить более и менее значимые факторы, эксперты производят ранжирование составляющих базовых факторов в порядке убывания значения их влияния, и таким образом «вес»  $i$ -го фактора можно определить по правилу Фишберна [3]:  $w_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}, i = 1 \dots N$ .

Тогда система весов  $S$  примет вид:  $S = \{F_i(\phi) F_j \mid \phi \in (\succ, \approx)\}$ , где  $\succ$  – отношение предпочтения,  $\approx$  – отношение безразличия. Подчеркнем, что выбранная экспертом система предпочтений строится среди базовых показателей, между их составляющими и является единственной верной.

Анализ выделенных факторов риска в виде древовидной иерархии ставит проблему формализации рискообразующих составляющих, так как численно описать многие из них не удастся. Поэтому необходимо формирование базы нечетких продукционных правил, которая представляет собой формальное представление эмпирических знаний эксперта в исследуемой проблемной области по схеме «ЕСЛИ ..., ТО ...» [4]. Нечеткий логический вывод примем по алгоритму Мамдани, выполняемый по следующей базе знаний:  $\bigcup_{p=1}^{k_j} (\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,jp} \text{ с весом } w_{jp}) \rightarrow y = d_j, j = \overline{1, m}$ , где  $a_{i,jp}$  – нечеткий терм, оценивающий переменную  $x_i$  в  $j$ -м правиле,  $d_j$  – нечеткое заключение  $j$ -го правила;  $m$  – количество правил в базе знаний;  $w_{jp} \in [0, 1]$  – весовой коэффициент, отражающий адекватность  $j$ -го правила.

Рассмотрим пример формализации фактора «качество сырья (кислого газа)». Вводим лингвистическую переменную (ЛП) «качество кислого газа»  $F_{1.1}$ . В качестве источников информации выступают:  $T_G$  – температура кислого газа,  $P_G$  – давление кислого газа,  $F_G$  – расход кислого газа,  $TR$  – ЛП, характеризующая «температурный режим» в реакторе. Формирование сигнала о «качестве кислого газа»  $F_{1.1}$  производится в модуле, который реализует нечеткий логический вывод на базе продукционных правил, представленных ниже.

**ПРАВИЛО\_1:** «ЕСЛИ  $T_G$  «СРЕДНИЙ» И  $P_G$  «СРЕДНИЙ» И  $F_G$  «СРЕДНИЙ» И  $TR$  «СРЕДНИЙ», ТО  $F_{1.1}$  «СРЕДНИЙ»;

...

**ПРАВИЛО\_21:** «ЕСЛИ  $T_G$  «СРЕДНИЙ» И  $P_G$  «ОЧЕНЬ НИЗКИЙ» И  $F_G$  «ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ» И  $TR$  «ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ», ТО  $F_{1.1}$  «ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ»;

Далее участвующим в опросе экспертам предлагается сформировать единственный вариант функции принадлежности (ФП) для данного значения ЛП, отражающий степень уверенности в принадлежности значения ЛП тому или иному отрезку шкалы и учитывающий опыт всей экспертной группы. В подавляющем большинстве случаев полученная кривая может быть аппроксимирована экспоненциальной зависимостью:  $\mu(x) = e^{-(x-c)^2/\lambda}$ , при этом параметры  $c$  и  $\lambda$  позволяют перемещать ФП относительно начала шкалы. Параметры  $c$  и  $\lambda$  выбираются после обработки всех кривых предложенных экспертами.

**Заключение.** Следуя вышеуказанному, оценка риска в режиме реального времени производится в следующей последовательности.

1. Ввод значений параметров, измеряемых количественно с помощью датчиков.
2. Ввод оператором значений качественных параметров (уровней риск-факторов).
3. Ввод значений параметров, полученных из высших уровней системы управления (информация отдела кадров, медицинской службы и т.д.).
4. Формализация полученных значений.
5. Расчет нечетких множеств, соответствующих уровням базовых риск-факторов.
6. Дефазификация полученных значений (методом центра тяжести).
7. Используя формулу определения  $R_0$  и учитывая систему весов  $S$ , рассчитываем значение комплексного риск-фактора  $F_0$ .

#### Список литературы

1. Alexey Nedosekin. FUZZY FINANCIAL MANAGEMENT. Russia, Moscow, AFA Library, 2003.
2. Недосекин А. О. Нечеткие парные сравнения // Аудит и финансовый анализ. – 2003. – № 5. – С. 53.
3. Fishburn P. Utility Theory for Decision-Making. N.Y., Wiley, 1970.
4. Проталинский О.М. Применение методов искусственного интеллекта при автоматизации технологических процессов. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004.

## ШАХТНЫЕ САМОСВАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ АК АЛРОСА

*Ринчинов Е.Б., Уваров А.П.*

студенты III курса группы ГМ-14,  
МПТИ (ф) СВФУ им. М.К. Аммосова, Россия, г. Мирный

Исследование посвящено анализу использования шахтных самосвалов для работы в подземных рудниках.

*Ключевые слова:* шахта, рудник, производительность, экономическая эффективность.

Самоходное горное оборудование (СГО) на пневмоколесном ходу – важнейший сегмент оборудования, применяемого в современной горнодобывающей промышленности. Его применение, в ряде случаев, позволяет значительно повысить производительность, безопасность и экономическую эффективность добычи. Самоходному транспорту на пневмоколесном ходу присущи: высокая проходимость, маневренность и мобильность, он обладает значительной свободой действий и, по мере необходимости, может легко перемещаться с одного участка на другой. Способность выполнять большой не только по объему, но и по разнообразию решаемых задач, круг работ, делает

данный транспорт универсальным. В технологических схемах подземного транспорта рудников, для транспортирования горной массы от добычных и проходческих забоев, применяются погрузочно-доставочные машины в комплексе с шахтными самосвалами.

За рубежом на подземных работах транспортные машины на пневмоколесном ходу (погрузочно-доставочные машины (ПДМ), подземные самосвалы) используются с 50-х годов XX столетия, поэтому именно зарубежные страны, такие как Германия, США и Швеция являются основными производителями данного вида техники. Кроме того, крупными производителями ГШО являются Китайские компании, широко представленные на мировом рынке. Имеются отечественные производители ГШО, как производящие машины из импортных комплектующих (ООО «МАЙНЕР»), так и собственного производства (ЗАО «УралСпецМаш»)

В настоящее время в АК АЛРОСА применяется самоходное транспортное оборудование 11 различных ведущих зарубежных и отечественных производителей.

Ведущие места среди них занимают Atlas Copco, Caterpillar Inc., Sandvik. Данная позиция, обусловлена наличием склада магазина, сервисной поддержки на территории Мирнинского района и наличием в прайс-листе необходимых моделей подземных самосвалов и пдм.

Целью работы являлось анализ и сравнение основных моделей шахтных самосвалов, применяемых в АК «АЛРОСА».

Решаемые задачи:

1. Выполнить поиск и анализ информации по основным производителям шахтных самосвалов;
2. Определить основные критерии выбора шахтных самосвалов компанией АК «АЛРОСА»;
3. Выполнить сравнение шахтных самосвалов, выпускаемых основными производителями;
4. Обосновать выбор рациональных моделей шахтных самосвалов АК «АЛРОСА».

В компаниях, использующих шахтные самосвалы, критериями выбора являются: грузоподъемность; геометрические размеры; мощность двигателя; наличие склада-магазина и сервисной поддержки; стоимость приобретения и эксплуатации.

Необходимость наличия складов-магазинов и сервисной поддержки обусловлена значительным удалением рудников Компании от основных центров компаний-производителей, а также сезонными проблемами с транспортом.

На рудниках Компании АК АЛРОСА при добыче руды используются ПДМ грузоподъемностью 7 и 10 тонн, поэтому для совместной с ними эксплуатации выбран типоразмер самосвалов с грузоподъемностью 20-22 тонны (соответственно с загрузкой 2-3 ковшей ПДМ) (таблица).

**Основные технические характеристики шахтных самосвалов**

		Производитель и модель самосвала			
		Atlas Copco	Paus	Sandvik	Caterpillar Inc.
Параметр	Ед.изм.	MT-2010	PMKT 10000	TH-320	AD30
Грузоподъемность	т	20	22	20	30
Объем кузова	м <sup>3</sup>	9	9,5/11	-/10,3	14.4
Ширина	м	2,4	2,15	2,2	2.6
Высота	м	2,5	2,4	2,4	5.6
Длина	м	9,24	9,4	9,1	10
Масса	т	20,5	20	22,3	30
Тип двигателя		Cummins QSL9,	CAT C8	Mercedes OM 926 LA	Cat C15 ACERT
Мощность двигателя	кВт	224	227	240	304
Гидротрансформатор		-	-	Dana серии C8000	-
Коробка передач		Dana серии 6000	Clark	Dana серии 6000	5
Передний мост		Rock Tough/457	Kessler	Dana 19D2748	4
Задний мост		Rock Tough/457	Kessler	Dana 19D2748	1
Шины		18,00 R25	16,00 R25	18,00 R25	265 x R25 Radials
Цена*	тыс. USD	555	444	444	-

Таким образом, можно выделить 3 фирмы, за счет которых формируется парк СГО АК АЛРОСА: это Atlas Copco, Paus и Sandvik. Их шахтные самосвалы которых с грузоподъемностью 20-22 тонн применяются в АК АЛРОСА (MT-2010, PMKT 10000, TH-320). Все они имеют близкие значения основных технических параметров.

Самосвал TH-320 при близких технических характеристиках является лидером, так как имеет минимальную стоимость. Компанией Sandvik выполняется требование по наличию склада-магазина и сервисной поддержки в Мирнинском районе.

Модели MT-2010 и PMKT 10000 смогут достичь его уровня в том случае, если компания Atlas Copco снизит цену самосвала или компания Paus обеспечит наличие склада-магазина и сервисную поддержку в Мирнинском районе.

Итак, парк шахтных самосвалов в АК АЛРОСА представлен тремя основными производителями и тремя моделями самосвалов с грузоподъемностью 20-22 тонны. При этом доля самосвалов Paus (PMKT 10000) составляет 43%, Atlas Copco (MT-2010) 30%, Sandvik (TH-320) 27%.

**Выводы:**

1. В результате анализа было установлено, что основная доля парка самосвалов в Компании приходится на продукцию зарубежных производителей PAUS (43%), Atlas Copco (30%) и Sandvik (27%), что связано с большим накопленным опытом эксплуатации их оборудования в подразделениях Компании, наличием представительств, обеспечением сервисной поддержки и отработанными схемами поставки запасных частей.

2. При сравнении основных моделей самосвалов, применяемых в Компании было установлено что все они имеют высокие показатели, но наиболее рациональным является самосвал Sandvik TH-320. В случае, если PAUS обеспечит наличие склада-магазина и сервисной поддержки, то он будет практически на одном уровне с Sandvik. Если Atlas Copco снизит цену, то будет на одном уровне с остальными.

#### **Список литературы**

1. Промежуточный отчет о результатах выполнения ИТУ 074-15/01 «Обосновать выбор типоразмеров, марок и моделей основного горно-шахтного оборудования для подземных рудников Компании и экономически эффективные сроки его полезного использования с учетом условий эксплуатации». Мирный, 2015.

2. <http://www.stroyteh.ru/wiki/ATLAS%20COPCO%20MT2010>

3. [http://maxi-exkavator.ru/excapedia/technic/caterpillar\\_ad30](http://maxi-exkavator.ru/excapedia/technic/caterpillar_ad30)

4. [http://www.autosvit.com.ua/spechar/caterpillar/Caterpillar\\_AD30/6835.html](http://www.autosvit.com.ua/spechar/caterpillar/Caterpillar_AD30/6835.html)

## **НОВЫЕ КЛАССЫ АТАК В СЕТЯХ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»**

***Саенко И.Б.***

профессор кафедры, д-р техн. наук, профессор,  
Военная академия связи, Россия, г. Санкт-Петербург

***Бушуев С.Н.***

старший преподаватель кафедры, д-р техн. наук, профессор,  
Военная академия связи, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматриваются факторы, определяющие особенности воздействия на безопасность сетей «Интернет вещей», в контексте определения новых типов атак. К новым классам атак, способным воздействовать на сети «Интернет вещей», отнесены такие атаки как захват, нарушение, деградация, отрицание, уничтожение и манипулирование. Специфика этих атак определяет необходимость разработки новых средств и методов защиты информации.

*Ключевые слова:* Интернет вещей, информационная безопасность, компьютерная атака, угроза безопасности.

Сети «Интернет вещей» приобретают широкую популярность во многих областях: транспорт, промышленность, городское хозяйство, медицина, робототехника и т.д. Вместе с тем, потребность обеспечения безопасности

этих сетей требует рассмотрения сущности новых классов атак, воздействующих на сети и их элементы [1, с. 51].

К числу факторов, определяющих особенности атак на сети «Интернет вещей» относятся: количество элементов в сетях; сложность построения сетей; разнородность и связанная с ней интероперабельность элементов; мобильность элементов; распределенность сетей [3, с. 5].

Если в 2003 году количество компьютеров, подключенных к Интернету, оценивалось как 500 миллионов, то по состоянию на 2010 год их число составило 12,5 миллиардов. Если сохранится такая тенденция, то к 2020 году их количество составит 50 миллиардов. Если же учитывать сетевые элементы, функционирующие без участия человека, то к 2020 году количество таких элементов превысит один триллион [4, с. 3]. Рост количества элементов в сети «Интернет вещей» влечет за собой резкое увеличение общего количества потенциальных целевых ресурсов, представляющих интерес для злоумышленников, доступ к которым возможен через Интернет.

Каждый новый элемент, подключаемый к сети «Интернет вещей», может быть отнесен к одному из трех уровней: уровню восприятия, сетевому или прикладному уровням. При этом каждый вышестоящий уровень наследует характеристики безопасности нижестоящего уровня. Сложность элементов возрастает с возрастанием уровня. В сетях «Интернет вещей» возрастает разнородность элементов 3-го уровня, что связано с их распределенностью. Однако, хотя количество элементов 1-го и 2-го уровней резко возрастает, их множество характеризуется определенной однородностью. Это в значительной степени облегчает деятельность злоумышленников.

Одним из главных преимуществ сети «Интернет вещей» является тот факт, что можно развернуть информационные системы в тех местах, где отсутствует человек. Однако это приводит к тому, что элементы «Интернет вещей» в большей степени начинают распространяться в физическое пространство. При снижении их относительной стоимости и сложности все это приводит к увеличению количества такого типа элементов в разнообразных предметных областях. С этой точки зрения атаки на ресурсы сетей «Интернет вещей» можно определить как применение силы для захвата, нарушения, отрицания, деградации, уничтожения или манипулирования вычислительными и информационными ресурсами [2, с. 3]. Соответственно, можно выделить следующие новые классы атак в сетях «Интернет вещей»: а) захват системы; б) захват информации; в) нарушение, деградация, отрицание и уничтожение; г) манипуляция данными.

Атаки класса «захвата» могут быть, в свою очередь, разделены на получение контроля над физическими или логическими системами и на получение доступа к информации. Так как информация в сети «Интернет вещей» широко распространена по всем компонентам, любой успешный захват системы приводит в конечном итоге к захвату информации, доступ к которому имеет эта система.

Атаки класса «нарушение, деградация, отрицание и уничтожение», иначе именуемые «атаками срыва», отличаются от атак захвата тем, что они



призваны ухудшить функционирование целевого элемента (функции), а не создать преимущество для злоумышленника. При рассмотрении атаки срыва необходимо оценивать возможности злоумышленника, а также способность цели к противодействию атаке и поддержанию своей устойчивости.

Атаки класса «манипулирование», в отличие от атак захвата и атак срыва, предназначены для влияния на циклы принятия решения. В зависимости от местоположения на этом цикле, определяются различные формы атак манипулирования в контексте сетей «Интернет вещей». На ранней фазе цикла принятия решения злоумышленник манипулирует внешней информацией. На следующей фазе злоумышленник управляет сенсорами сбора информации. Последней распространенной формой атаки манипуляции является подмена системной информации посредством реализации атаки «человек посередине» или спуффинга (подмена IP-адресов).

Таким образом, новые классы атак на сети «Интернет вещей» имеют существенную специфику, которая определяет необходимость разработки новых средств и методов защиты информации, ориентированных на эти сети.

#### **Список литературы**

1. Агеев С.А., Бушуев А.С., Егоров Ю.П., Саенко И.Б. Концепция автоматизации управления информационной безопасностью в защищенных мультисервисных сетях специального назначения // Автоматизация процессов управления. 2011. № 1. С. 50-57.
2. Applegate S.D. The Principle of Maneuver in Cyber Operations // Proceedings of the 4th International Conference on Cyber Conflict (CyCon), Tallinn, 2012. P. 1-13.
3. Covington M.J., Carskadden R. Threat Implications of the Internet of Things // Proceedings of the 5th International Conference on Cyber Conflict (CyCon), Tallinn, 2013. P. 1-12.
4. Evans D. The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. CISCO white paper. 2011. 11 p.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

***Сеферова К.М., Шукюров Э.А., Донцу Т.Г., Емельянов П.В.***

студенты, Тюменский индустриальный университет, филиал г. Ноябрьск,  
Россия, г. Ноябрьск

В статье рассматриваются особенности линейного строительства в условиях Севера. Проводится анализ особенностей линейного строительства в мерзлых и вечномёрзлых грунтах землеройными машинами.

*Ключевые слова:* машина, Север, грунт, трубопровод, строительство.

Сооружение новых и ремонт существующих магистральных трубопроводов приводит к необходимости проведения крупномасштабных строительных работ, включая земляные. Так, о масштабах строительных и ремонтных работ на севере Тюменской области свидетельствует величина парка эксплуатируемой здесь техники, где около 40% из них – это специальные машины

для трубопроводного строительства. За год на эксплуатацию парка расходуется свыше 300 тыс. т. топлива.

Под линейным строительством понимается строительство линейной части магистрального трубопровода, включающей собственно трубопровод, запорную и отключающую арматуру, переходы через естественные и искусственные преграды, линии связи и электропередачи, дороги, установки электрохимической защиты и защитные противопожарные сооружения.

Для линейного строительства в условиях Севера характерны сезонность работ (основной объем работ выполняется за 3-4 месяца), быстрая изменчивость условий производства работ и их взаимосвязь, обусловленная четкой технологической последовательностью выполнения, высокая инерционность организационной структуры управления. Работы ведутся одновременно на нескольких участках трассы путем совмещения нескольких линейных потоков в единый комплексный поток.

Основное производственное подразделение при линейном строительстве – комплексный трубопроводостроительный поток (КТП), результатом деятельности которого является полностью законченный участок магистрального трубопровода. В КТП входит как одно из основных подразделений хозрасчетный участок основных линейных работ, состоящий из нескольких бригад, в том числе и бригады земляных работ.

Линейное строительство трубопроводов организуется несколькими КТП с определением границ между ними, обеспечением синхронности отдельных видов работ и со своевременным выполнением конкретных видов строительства.

При подземном способе прокладки труб сменные темпы выполнения земляных и смежных с ними работ должны быть одинаковыми при минимальном интервале между участками разных видов работ во избежание деформаций или заноса траншеи и смерзания отвала грунта. По этой причине разработка траншеи с опережением других работ в потоке более чем на один день не допускается. Засыпка трубопровода производства сразу же после опускания трубы и установки балластных грузов.

В мерзлых и вечномерзлых грунтах землеройные работы ведут по типовым схемам, установленным для линейного строительства, исходя из накопленного опыта.

Особое значение имеют одноковшовые экскаваторы, которые разделяют на: строительные, строительско-карьерные, карьерные, вскрышные и туннельные [1, с. 95].

Строительные и строительско-карьерные экскаваторы являются универсальными и применяются для выполнения различных работ в строительстве (отрывка котлованов и траншей, разработка карьеров строительных материалов, выполнение погрузочных и других работ).

Предусмотрено, что роторные и одноковшовые экскаваторы при разработке траншеи перемещаются непосредственно по оси траншеи, а машины, ведущие засыпку траншей после укладки трубопровода, работают слева от оси трубопровода (по направлению строительства).

В грунтах любой прочности может быть использован буровзрывной метод с выемкой разрыхленного грунта. По результатам обследования строительных организаций более 50% одноковшовых экскаваторов занято именно на такого рода работы. При этом из всех видов рабочего оборудования находят применение в основном прямая и обратная лопаты.

Наряду с работой на линейном строительстве одноковшовые экскаваторы используются и индивидуально на объектах, удаленных от баз, источников питания, подогрева и обслуживания.

Основу парка землеройных машин, используемых в линейном строительстве, составляют одноковшовые и траншейные экскаваторы, бульдозеры и бульдозеры-рыхлители. Виды работ, выполняемых каждой из этих машин, ясны из описанных выше типовых схем разработки траншей.

Одноковшовые экскаваторы, бульдозеры и бульдозеры-рыхлители относятся к машинам циклического действия, для которых характерно частое чередование нагрузок во времени. Траншейные экскаваторы относятся к машинам непрерывного действия и характеризуются достаточно постоянным уровнем нагружения в длительные промежутки времени [2, с. 102].

#### Список литературы

1. Вахрушев С.И. Строительные машины для земляных работ: учеб. пособие. Пермь: Перм. ГТУ, 2007. – 236 с.
2. Гаркави Н.Г. Машины для земляных работ / Н.Г. Гаркави, Н.И. Аринченков, В.В. Карпов и др. Учебник: – М.: Высшая школа, 1982. – 335 с.

## ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЗАМЕНА ИНДУКТИВНОСТИ

*Скобелев Д.П.*

аспирант кафедры судовой энергетики и автоматики,  
Дальневосточный федеральный университет (ДФУ),  
Россия, г. Владивосток

В статье рассмотрен один способ эквивалентной замены индуктивности.

*Ключевые слова:* индуктивность, ёмкость, четырёхполюсник.

Необходимость улучшить характеристики обычных  $RLC$ -схем с помощью безындуктивных цепей обусловлена рядом причин, из которых первоочередной является стремление уменьшить размеры изделия.

Для реализации катушки индуктивности с достаточной добротностью необходим ферритовый сердечник и операция намотки, что в сравнении с резистором или ёмкостью даёт весьма громоздкий и тяжёлый элемент. Отсюда возникает необходимость в безындуктивных схемах.

Из всех элементов активной  $RC$ -схемы только конденсатор обеспечивает дифференциальную зависимость между напряжением и током, а также запасает энергию. Следовательно, имитирующая индуктивность схема должна содержать по меньшей мере один конденсатор.

С другой стороны, зависимость между напряжением и током на любой паре зажимов  $RC$ -цепи, содержащей  $n$  конденсаторов, определяется дифференциальным уравнением  $n$ -го порядка. Уменьшить его порядок возможно только путём введения в схему некоторой компенсации, соответствующей сокращающим множителям в функции полного сопротивления. Обычно такая процедура нежелательна, так как затрудняет настройку и увеличивает чувствительность схемы к погрешностям элементов. Отсюда можно заключить, что оптимальная имитирующая индуктивность схема должна содержать именно один конденсатор.

Исходя из этого, имитирующая схема в общем виде показана на рисунке 1. Она представляет собой частотно-независимый четырёхполюсник, который состоит только из резисторов и активных приборов. Этот четырёхполюсник нагружен на конденсатор и обеспечивает на входных зажимах заданную характеристику индуктивности. Проанализируем его свойства.

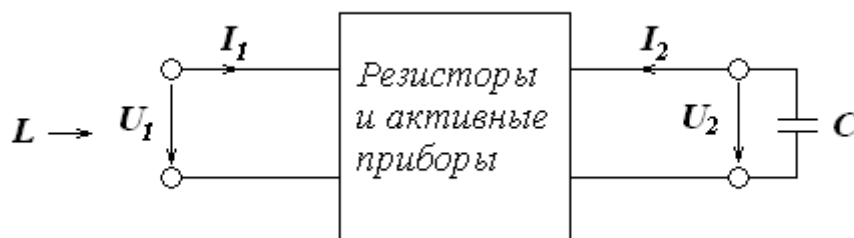


Рис. 1. Общая схема имитации индуктивности

Напряжение и ток на входных зажимах связаны соотношением

$$U_1 = L \frac{dI_1}{dt} \quad (1)$$

Ток на выходных зажимах связан с напряжением  $U_2$

$$I_2 = -C \frac{dU_2}{dt} \quad (2)$$

Эти токи и напряжения связаны также алгебраически уравнениями четырёхполюсника

$$U_1 = R_{11}I_1 + R_{12}I_2 \quad (3)$$

$$U_2 = R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \quad (4)$$

Дифференцируя уравнение (4) и подставляя в (3) с учётом уравнения (2), получим

$$U_1 = R_{11}I_1 - CR_{12}R_{21} \frac{dI_1}{dt} - CR_{12}R_{22} \frac{dI_2}{dt} \quad (5)$$

Из сравнения этого выражения с (1) видно, что четырёхполюсник должен удовлетворять следующим условиям:

$$R_{11} = R_{12} = 0 \quad (6)$$

$$R_{12}R_{21} = -\frac{L}{C} \quad (7)$$

Если принять, что положительная индуктивность соответствует положительной ёмкости, то, согласно (7), один из двух множителей  $R_{12}$  и  $R_{21}$  должен быть положительным, а другой – отрицательным. Следовательно,  $R_{12}$  и  $R_{21}$  не могут быть равными, поэтому схема должна быть невзаимной.

Для упрощения системы обозначений перенумеруем зажимы таким образом, чтобы отрицательное значение было связано с  $R_{12}$ , а затем примем  $R_1 = -R_{12}$ ,  $R_2 = R_{21}$ , т.е. значения  $R_1$  и  $R_2$  положительны.

В результате матрица уравнений (3) и (4) записывается следующим образом:

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -R_1 \\ R_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Такая схема в полной мере обладает общими свойствами инверсии полного сопротивления, показанной на рисунке 2.

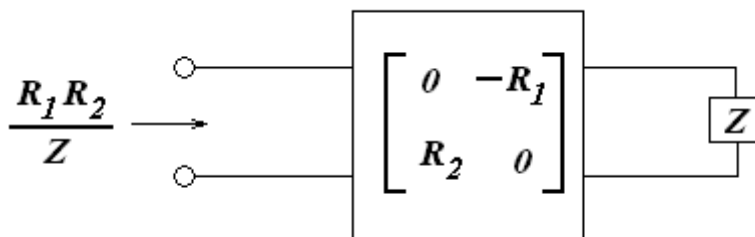


Рис. 2. Схема инверсии полного сопротивления

Как видно из (8), подключение сопротивления  $Z$  обеспечивает на других зажимах входное сопротивление  $\frac{R_1 R_2}{Z}$ .

Будучи невзаимной, эта схема, кроме того, является в общем случае также активной, в чём можно убедиться, анализируя выражение

$$U_1 I_1 + U_2 I_2 = I_1 I_2 (R_2 - R_1) \quad (9)$$

характеризующее энергетический баланс на её зажимах. При условии  $R_1 - R_2 \neq 0$  всегда можно выбрать знаки  $I_1$  и  $I_2$  так, что рассеиваемая мощность будет отрицательной. Иначе говоря, всегда можно найти условия, при которых схема может отдать мощность в подключённую нагрузку.

При использовании схемы в качестве простого имитатора индуктивности (рисунок 1) её свойства как активного прибора проявляются слабо, поскольку здесь напряжения и токи на зажимах ограничены условием равенства входной и выходной мощностей. Однако в некоторых случаях желательно подавить это активное свойство [1, с. 127-130].

#### Список литературы

1. Хьюлсман Л.П. Активные фильтры. – М.: МИР, 1972.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В IoT СИСТЕМАХ

**Степанова М.В.**

магистрант кафедры компьютерные системы и сети,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

В работе приводятся и описываются базовые понятия обеспечения безопасности в системе IoT. Рассматриваются основные протоколы обеспечения безопасного соединения

на сетевом, транспортном и прикладном уровнях с проведением сравнительного анализа между ними для выявления основных их преимуществ и недостатков для использования в концепции Интернета вещей.

*Ключевые слова:* Интернет вещей, обеспечение безопасности, TCP/IP.

Вопросы обеспечения безопасности соединений и передаваемых данных в IoT системе являются важнейшим и основополагающим аспектом, поскольку данная система направлена на взаимодействие огромного числа разнородных устройств между собой и средой Интернет. Такие устройства генерируют и передают большие объемы данных при значительном удалении друг от друга, что является непосредственной угрозой для безопасности всей системы в целом. Данные устройства могут иметь различные технологические и конструктивные исполнения, что может являться как достоинством, так и недостатком. Так как, имея собственные технологические особенности, они адаптированы к одной конкретной области применения, и влекут за собой проблемы совместимости с другими объектами. Для их взаимодействия необходима единая стандартизация. Использование IP было предусмотрено в качестве стандарта для взаимодействия умных объектов, поэтому концепция Интернета вещей полностью основывается на IP-сетях, построенных на базе стека протоколов TCP/IP. Так как архитектура протокола Интернета вещей должна придерживаться стандартной архитектуры IP, то многие механизмы безопасности, которые уже определены и в настоящее время используются для Интернета, могут быть повторно использованы и в IoT решениях. Также могут быть использованы и алгоритмы безопасности, и другие криптографические примитивы, принятые для Интернета с соответствующими алгоритмическими или конфигурационными модификациями.

Прикладной уровень	CoAPs, MQTTs	HTTPs
Транспортный уровень	DTLS	TLS
Сетевой уровень	IP/IPSec/HIP	IP/IPSec/HIP
Канальный уровень	MAC	MAC
Физический уровень	PHY	PHY
	Интернет вещей	Интернет

Рис. Сравнение протоколов безопасности Интернета вещей и Интернета

На рисунке изображены протоколы безопасности различных уровней, которые позволяют обеспечивать защиты данных умных устройств. Одновременное использование данных протоколов (рис.) не является эффективным и обязательным решением, поскольку в противном случае дублирование одних и тех же функций различными уровнями приведет к увеличению ис-

пользуемых ресурсов. Протокол CoAP построен по принципу клиент/сервер. Сам этот протокол не обеспечивает механизмов аутентификации и защиты данных, поэтому эти функции должны быть осуществлены непосредственно на прикладном уровне или на низ лежащих уровнях. Хотя проверка подлинности данных, их целостность и конфиденциальность могут быть обеспечены на более низких слоях, таких как RHY или MAC, все равно никакая непрерывная безопасность не может быть гарантирована без высокого уровня доверия на промежуточных узлах. Формирование безопасности на основе RHY или MAC не представляется возможным, поскольку, ожидается, что для формирования маршрута между удаленными устройствами будет использоваться беспроводная многоскачковая (multi-hop) коммуникация, для обеспечения безопасности которой необходимо использовать механизмы безопасности на сетевом, транспортном или прикладном уровнях.

На сетевом уровне IoT узел может обезопасить обмен данными, используя протокол IPSec, который обеспечивает конфиденциальность и целостность данных, а также проверку подлинности данных-источника и защиту от атак повторного воспроизведения.

Безопасное соединение может быть также реализовано на транспортном уровне посредством протоколов TLS и DTLS. Широко используемый протокол TLS работает поверх TCP, предоставляя прикладному уровню такое же соединение и потоко-ориентированный интерфейс TCP. TLS предоставляет полную безопасность при: проверке прав на подключение и процессе обмена ключами (используя асимметричную криптографию), проверке подлинности данных и их целостности, использовании механизмов антиповторного воспроизведения (с помощью кода проверки подлинности сообщения), защите конфиденциальности данных (используя симметричное шифрование). Проверка прав на подключение и процесс обмена ключами осуществляется на этапе рукопожатия, которое происходит в начале соединения.

И IPSec и DTLS исполняют аналогичные функции безопасности посредством своих собственных механизмов только на разных уровнях стека протоколов. Более того, соглашение о ключе IPSec IKE отражает почти ту же самую функцию рукопожатия DTLS.

Основное преимущество обеспечения безопасного соединения на транспортном уровне с использованием DTLS заключается в предоставлении более точного контроля доступа. Также DTLS был стандартизован в качестве протокола безопасности для протокола CoAP, однако, DTLS вводит накладные расходы во время фазы рукопожатия и фазы передачи данных.

С точки зрения безопасности одной из проблем использования DTLS или IPSec является то, что соединение на передачу данных от узла узлу через промежуточные узла не будет гарантированно безопасным, IPSec и DTLS могут обеспечивать безопасное соединение только в пределах каждой передачи, но никак конечную целостность передачи от иницилирующего к принимающему. Поэтому другим подходом, направленным на обеспечение полной безопасности от конца к концу, является обеспечение безопасности непо-

средственно на уровне приложений. Основными недостатками по обеспечению безопасности на прикладном уровне являются последствия, которые привносятся из-за того, что программные коды не подлежат повторному использованию, вследствие чего, увеличивается общий размер кода и необходимы дополнительные программные разработки. Это происходит главным образом из-за отсутствия четко определенных и принятых протоколов по защите на прикладном уровне. Примерами стандартов, которые могут быть использованы для этой цели, являются S / MIME и SMTP. Стандарт S / MIME обеспечивает аутентификацию, целостность сообщений, невозможность отказа от факта отправки и конфиденциальность для данных приложений.

#### **Список литературы**

1. Степанова М.В. Концепция Интернета вещей на базе платформы IBM Bluemix. Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. №3-2. С. 138-141.
2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.: ил.
3. Amster A. Internet of Things: Big Data and Data Security Problems [Электронный ресурс] / A. Amster, – Режим доступа: <http://www.dataversity.net/internet-things-big-data-data-security-problems/>.
4. Bellovin S.M. Security Problems in the TCP/IP Protocol Suite [Электронный ресурс] / S.M. Bellovin, – Режим доступа: <https://www.cs.columbia.edu/~smb/papers/ipext.pdf>

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА В ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

***Сумбулян С.В., Новоселов И.И., Югай С.С.***

студенты 4 курса гр. МАП-450, Волгоградский государственный  
технический университет, Россия, г. Волгоград

***Прохоренко Н.А.***

асс. кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»,  
Волгоградский государственный технический университет,  
Россия, г. Волгоград

Разработана экспериментальная установка для исследования движения сыпучего материала с различными физико-механическими свойствами в загрузочных устройствах. Были определены коэффициенты трения скольжения, угол естественного откоса и обрушения.

*Ключевые слова:* бункерные устройства, сыпучие материалы, физико-механические характеристики сыпучих материалов, угол естественного откоса, угол обрушения, коэффициент трения.

К физико-механическим свойствам сыпучих материалов относятся размерные показатели, плотность, влажность, форма и кривизна, однородность, распределение по крупности. К технологическим – сыпучесть, рассеиваемость, слеживаемость, фрикционные свойства, сводоборазование, сопротивление деформациям различных видов. Свойства и особенности всех сы-



пучих материалов следует учитывать при проектировании машин для их внесения [1].

В связи со слеживаемостью процесса сводообразования до настоящего времени не удалось создать универсальное сводообрушающее устройство, которое эффективно работало с любыми сыпучими материалами в бункерах различной формы. Поэтому для каждого исследуемого материала нужно подобрать геометрические размеры бункерного устройства, важным фактором является коэффициент трения исследуемого материала [2].

Для определения *коэффициентов трения* скольжения опилок использовалась наклонная плоскость, угол наклона которой можно было изменять и измерять. Коэффициент трения скольжения определяется как тангенс угла наклона плоскости к горизонту. На наклонную (деревянную) плоскость укреплялись листы стали и полосы резины. Результаты определенных коэффициентов, для различных фракций частиц опилок представлены на графике (рис. 1).

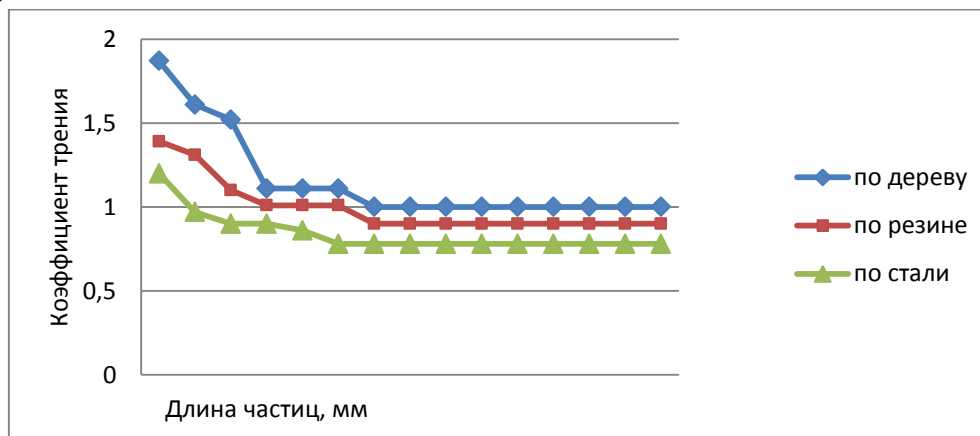


Рис. 1. Зависимость коэффициентов трения скольжения опилок от размерных показателей частиц при влажности материала 8%

Из графика, приведенного на рисунке 1 видно, что с увеличением размерных показателей частиц происходит резкое уменьшение коэффициента трения опилок, которое стабилизируется для крупных частиц, размером не более 5мм. Данное явление объясняется тем, что мелкие фракции частиц имеют большую площадь контакта на единицу поверхности, а масса их невелика.

В результате проведенных исследований была установлена зависимость массы просыпанного материала от времени  $m=f(t)$  (рис. 2).

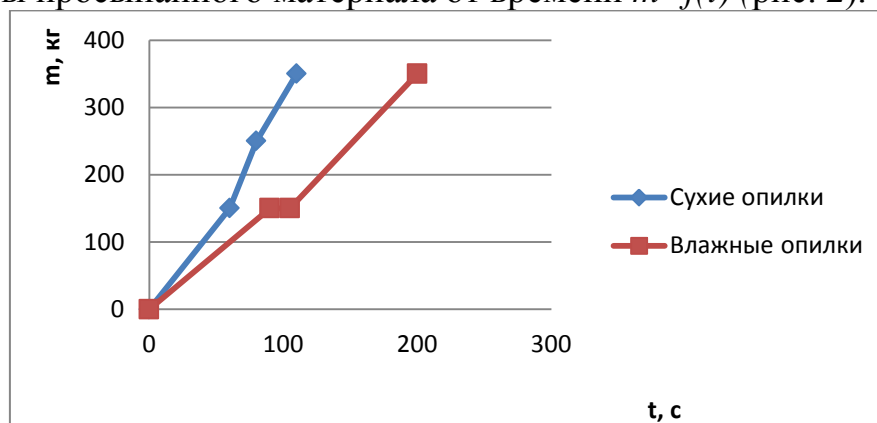


Рис. 2. График зависимости массы просыпанного материала от времени

В результате проведенных исследований был сделан вывод: на геометрические размеры бункерного устройства оказывают влияние масса и форма части. Сухие опилки легче скользят по стенкам бункера, чем влажные. Это объясняется капиллярной компонентой сил адгезии, при смачивании материалов водой, возникает дополнительная сила адгезии частиц – капиллярная компонента. Эта сила возникает при наличии пленочной влажности материала. Капиллярные силы адгезии можно уменьшать гидрофобизацией подложки, т.е. превращение ее поверхности в несмачиваемую предшествующей в сыпучем материале.

#### **Список литературы**

1. Купчинов, Б. И. Технология конструкционных материалов и изделий на основе измельченных отходов древесины / Б.И.Купчинов, Н.В.Немогай, С.Ф.Мельников; Под ред. В.А.Белого. – Минск : Наука и техника, 1992. – 199 с.
2. Влияние физико-механических характеристик сыпучего материала на геометрические размеры бункерных устройств / А.А. Шагарова, В.А. Балашов, А.П. Шапошников, Н.А. Прохоренко // Известия ВолгГТУ. Серия "Реология, процессы и аппараты химической технологии". Вып. 6 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – № 1 (104). – С. 88-90.

## **О МОДЕЛИРОВАНИИ РИСКА В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

***Тырсин А.Н.***

старший научный сотрудник, д-р техн. наук, доцент,  
Институт экономики Уральского отделения РАН, Россия, г. Екатеринбург

***Сурина А.А.***

аспирант кафедры прикладной математики и программирования,  
Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), Россия, г. Челябинск

***Степанов А.Н.***

аспирант кафедры прикладной математики, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, г. Екатеринбург

В статье описан новый подход к моделированию и исследованию риска экономических систем. на примере многомерных стохастических систем, представляемых в виде многомерных стохастических система. Он основан на гипотезе, которая состоит в том, что риском можно управлять за счет изменения вероятностных свойств компонент системы. При этом стохастическую систему моделируют в виде случайного вектора. Для гауссовского случайного вектора сформулирована задача минимизации риска. Управляющими переменными являются числовые характеристики случайного вектора – ковариационная матрица и вектор математических ожиданий. Для произвольных распределений компонент случайного вектора предложены приближенные алгоритмы снижения риска на основе методов многомерного статистического анализа.

*Ключевые слова:* риск, экономическая система, случайный вектор, модель, дисперсия, корреляция, нормальное распределение.

Создание систем, обладающих устойчивостью по отношению к природным, техногенным и преднамеренным катастрофам, невозможно без разработки соответствующего теоретического аппарата в области анализа риска, а также практических методов и средств. Поэтому проблематика исследований в области анализа риска в настоящее время становится одной из самых актуальных. Обычно под экономической системой понимают совокупность взаимосвязанных экономических элементов, образующих определенную целостность, экономическую структуру общества и единство отношений, складывающихся по поводу производства, распределения, обмена и потребления экономических благ [1], т.е. экономическую систему можно рассматривать как сложную многомерную стохастическую систему. Поэтому вопросы исследования безопасности функционирования экономических систем опираются, также как и для других сложных систем, на теорию риска.

В широком смысле, под риском понимают возможная опасность какого-либо неблагоприятного исхода. Обычно моделирование риска сводится к выделению опасных исходов, количественному заданию последствий от их наступления и оцениванию вероятностей этих исходов [2]. При этом вклад компонент многомерной системы объединяют и рассматривают уже одномерную систему как случайную величину. Но вопрос взаимного влияния опасных ситуаций, вызванных разными элементами многомерной системы мало исследован, чаще всего им пренебрегают, считая разные опасные исходы взаимно независимыми и пренебрегают вероятностью их одновременного наступления. Для относительно простых объектов, когда можно априори указать все опасные исходы, при наличии статистической информации или экспертных оценок о шансах их появления в целом данный подход дает приемлемые на практике результаты. Обычно здесь удается накопить достаточную статистику для оценивания вероятностей наступления опасных исходов, а форма взаимосвязи между элементами системы является достаточно простой и может быть описана, например, с помощью логико-вероятностных моделей риска в рамках теории структурно-сложных систем [3].

Однако многие экономические системы являются весьма сложными, у них чрезвычайно много элементов, структура взаимодействия которых не может быть описана с помощью логико-вероятностных моделей. Часто и нельзя однозначно выделить все конкретные опасные исходы и накопить требуемую статистику. К таким системам можно отнести, например, социально-экономические системы, включая территориальные и региональные системы. Одним из путей снижения размерности может быть их представление в виде систем критичных инфраструктур [4]. Но взаимосвязи между критичными инфраструктурами существенно усложняются и уже не могут адекватно описываться логико-вероятностными моделями. Понятия опасных исходов здесь также могут размываться, делая невозможным их конкретное выделение.

Таким образом, несмотря на большое количество исследований в области риска, взаимному влиянию ее элементов на безопасность многомерных систем, различных факторов уделяется недостаточно внимания. Во многих

случаях, когда нет возможности связать факторы риска в виде логико-вероятностной модели, их корреляция при расчете риска не учитывается.

Рассмотрим подход к моделированию риска в многомерных стохастических системах [5]. Имеем некоторую многомерную стохастическую систему  $S$ . Будем считать адекватной математической моделью представление этой системы в виде непрерывного случайного вектора [6], каждая компонента которого описывает поведение элемента системы. Взаимосвязь элементов учтем с помощью коррелированности компонент случайного вектора. В результате имеем модель системы  $S$  в виде случайного вектора  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_m)$  с плотностью вероятности  $p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x})$ .

Опасными ситуациями будем считать большие и маловероятные отклонения выборочных значений  $x_{ij}$  любой из компонент  $X_j$  относительно математических ожиданий  $\mu_j = M[X_j]$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ . Вероятность неблагоприятного исхода для каждой из компонент  $X_j$  зададим как

$$P(D_j) = P(X_j \in D_j), \quad D_j = \{x : |x - \mu_j| > A_j \sigma_j\},$$

где  $\sigma_j$  – среднее квадратическое отклонение случайной величины  $X_j$ ,  $A_j$  – заданный пороговый уровень. Тогда для случайного вектора  $\mathbf{X}$  вероятность неблагоприятного исхода будет равна

$$P(D) = P(\mathbf{X} \in D), \quad D = \left\{ \mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m) : \sum_{j=1}^m \frac{(x_j - \mu_j)^2}{A_j^2 \sigma_j^2} > 1 \right\}. \quad (1)$$

Задав функцию последствий от опасных ситуаций в виде  $g(\mathbf{x})$ , получим модель для количественной оценки риска  $r(\mathbf{X}) = \int \int \dots \int_{R^m} g(\mathbf{x}) p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) d\mathbf{x}$ , причем для определенности можно считать, что  $\forall \mathbf{x} \notin D \quad g(\mathbf{x}) = 0$ .

Рассмотрим наиболее распространенный случай, когда вектор  $\mathbf{X}$  имеет совместное нормальное распределение с плотностью вероятности

$$p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^m |\Sigma|}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{x} - \mathbf{a})^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{a}) \right\}, \quad (2)$$

где  $\Sigma$  – ковариационная матрица;  $\mathbf{a}$  – вектор математических ожиданий.

Зададим размерность вектора  $\mathbf{X}$  от 1 до 5. В [7] введен коэффициент тесноты совместной линейной корреляционной связи компонент случайного вектора  $\mathbf{X}$ , равный  $D_e(\mathbf{X}) = 1 - |\mathbf{R}_{\mathbf{X}}|^{1/m}$ , где  $|\mathbf{R}_{\mathbf{X}}|$  – определитель корреляционной матрицы случайного вектора  $\mathbf{X}$ . Очевидно, что  $0 \leq D_e(\mathbf{X}) \leq 1$ . Рассмотрим предельные случаи линейной независимости ( $D_e(\mathbf{X}) = 0$ ) и линейной зависимости ( $D_e(\mathbf{X}) = 1$ ) компонент. Результаты расчета вероятности неблагоприятного исхода (1) приведены на рис. 1. Для наглядности примем  $A_1 = A_2 = \dots = A_m = A$ .

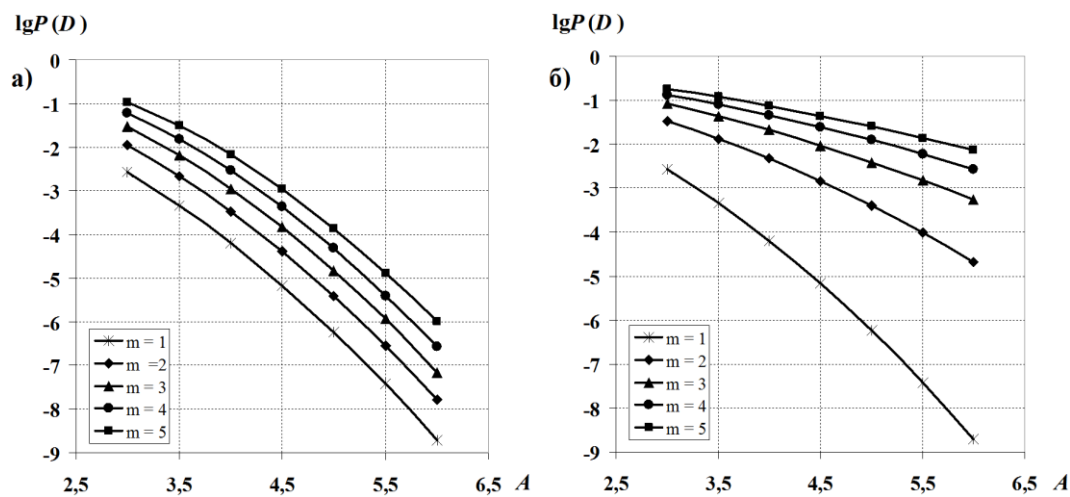


Рис. 1. Зависимости  $\lg P(D)$  от порогового уровня  $A$ : а)  $D_e(\mathbf{X}) = 0$ ; б)  $D_e(\mathbf{X}) = 1$

Анализ графиков на рис. 1 говорит о следующем. Увеличение размерности  $m$  и тесноты корреляционной связи между компонентами случайного вектора  $\mathbf{X}$  приводит к резкому росту вероятности неблагоприятного исхода. Причем на рост вероятности неблагоприятного исхода увеличение размерности влияет значительно сильнее, чем увеличение тесноты корреляционной связи. Особенно важным оказалось то, что даже относительно малая теснота корреляционной связи ( $D_e(\mathbf{X}) = 0,4$ ), которая, как правило, наблюдается на практике у элементов экономической системы, уже приводит к значительному росту вероятности неблагоприятного исхода. Эффект усиливается с увеличением значений  $A_j$ , что соответствует менее вероятным, но более опасным неблагоприятным исходам. На рис. 2 покажем, как меняется с ростом значений  $A_j$  отношение вероятности  $P(D)$  при коррелированности и некоррелированности компонент случайного вектора  $\mathbf{X}$  размерности  $m = 5$ .

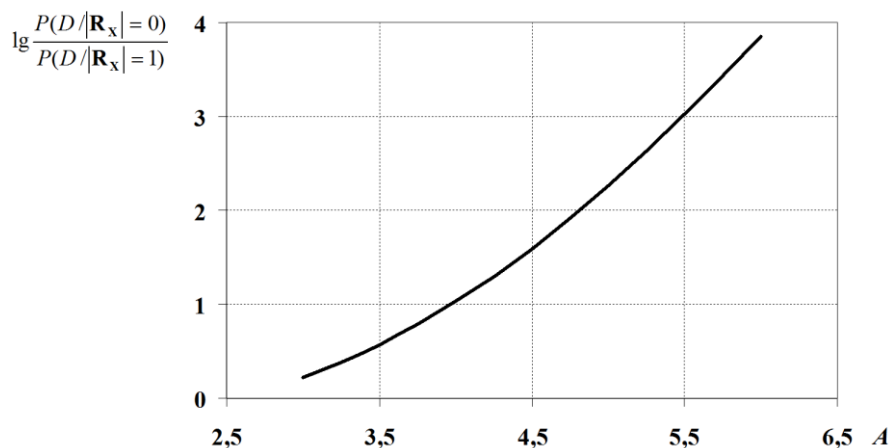


Рис. 2. Отношение вероятности  $P(D)$  при коррелированности и некоррелированности компонент случайного вектора  $\mathbf{X}$  размерности  $m = 5$

Из рис. 2 видим, что с ростом  $A$  вероятность неблагоприятного исхода у коррелированных систем ( $D_e(\mathbf{X}) \rightarrow 1$ ), по сравнению с некоррелированными ( $D_e(\mathbf{X}) \rightarrow 0$ ), резко возрастает. В частности при  $A = 6$  вероятность, а, значит

и риск, неблагоприятного исхода более чем в 7000 раз выше у коррелированной системы по сравнению с некоррелированной.

Аналогичные результаты будут и для других распределений компонент  $X_j$ . При этом случайный вектор уже не будет гауссовским, и корреляционные связи между его компонентами будут иметь нелинейную форму. В этом случае для оценки совместной корреляционной зависимости, как линейной, так и нелинейной, предложен коэффициент, равный [8]

$$d_e(\mathbf{X}) = 1 - \left[ \prod_{k=2}^m (1 - R_{X_k / X_1 X_2 \dots X_{k-1}}^2) \right]^{\frac{1}{m}},$$

где  $R_{X_k / X_1 \dots X_{k-1}}^2$  – индексы детерминации соответствующих регрессионных зависимостей,  $k = 2, 3, \dots, m, j = 1, 2$ .

Поскольку формы регрессионных зависимостей не известны, то для оценки индексов детерминации целесообразно использовать непараметрические алгоритмы регрессионного анализа [9].

Таким образом, при моделировании риска в экономических системах, а также в сложных системах иной природы, нужно учитывать, как фактор многомерности, так и тесноту корреляционных связей. Данный подход к моделированию риска позволяет осуществлять управление стохастической системой с целью снижения рисков. Суть управления состоит в следующем.

Рассмотрим некоторую  $m$ -мерную гауссовскую стохастическую систему  $S$ . Используем в качестве математической модели этой системы случайный вектор  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_m)$  с плотностью вероятности (2).

Задав функцию последствий от опасных ситуаций  $g(\mathbf{x})$  и введя ограничения  $G(\Sigma)$  и  $H(\mathbf{a})$  на допустимые значения параметров плотности  $p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x})$ , сформулируем задачу минимизации риска

$$\begin{cases} r(\mathbf{X}) = \int \int \dots \int_{R^m} g(\mathbf{x}) p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) d\mathbf{x} \rightarrow \min_{\Sigma, \mathbf{a}}, \\ \Sigma \in G(\Sigma), \mathbf{a} \in H(\mathbf{a}). \end{cases} \quad (3)$$

Варьируя элементами ковариационной матрицы и вектора математических ожиданий случайного вектора  $\mathbf{X}$ , решив задачу (3) получим минимально возможный риск функционирования системы.

**Пример 1.** Для иллюстрации изложенного выше метода управления рассмотрим пример. С целью наглядности рассмотрим двумерный гауссовский случайный вектор  $\mathbf{X} = (X_1, X_2)$  с плотностью вероятности

$$p_{X_1, X_2}(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}} e^{-\frac{1}{2}Q(x_1-a_1, x_2-a_2)},$$

где  $Q(y_1, y_2) = \frac{1}{1-\rho^2} \left( \frac{y_1^2}{\sigma_1^2} - \frac{2\rho y_1 y_2}{\sigma_1 \sigma_2} + \frac{y_2^2}{\sigma_2^2} \right)$ ,  $y_i = x_i - a_i$ ,  $i = 1, 2$ ,  $\rho$  – коэффициент

корреляции между  $X_1$  и  $X_2$ . Зададим для определенности нулевые математи-

ческие ожидания и единичные дисперсии. На рис. 3 показан пример реализации случайного вектора для  $\rho = 0,4$  и  $\rho = 0,9$ .

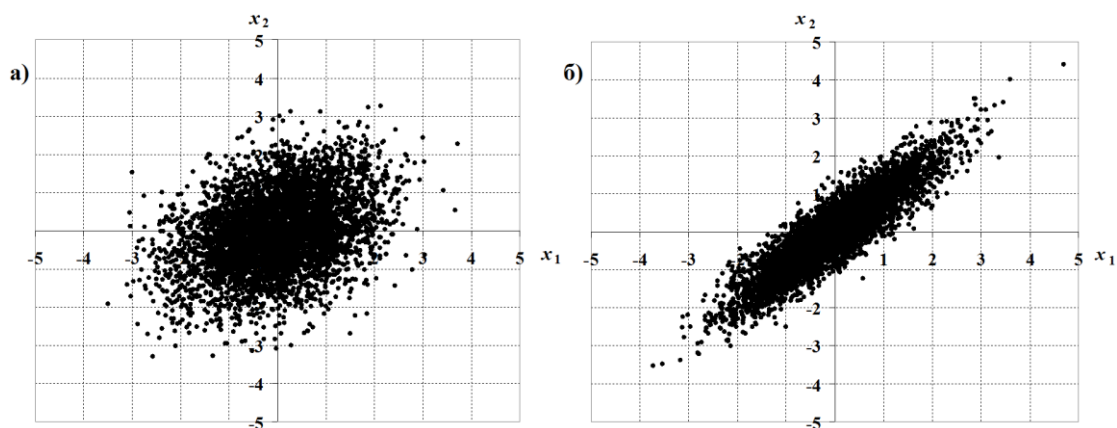


Рис. 3. Реализации стандартного нормального случайного вектора: а)  $\rho = 0,4$ ; б)  $\rho = 0,9$

Зададим область неблагоприятных исходов в виде круга единичного радиуса с центром в точке  $(A\cos\theta, A\sin\theta)$ :

$$D = \{(x_1, x_2) : (x_1 - A\cos\theta)^2 + (x_2 - A\sin\theta)^2 \leq 1\}, A = 4.$$

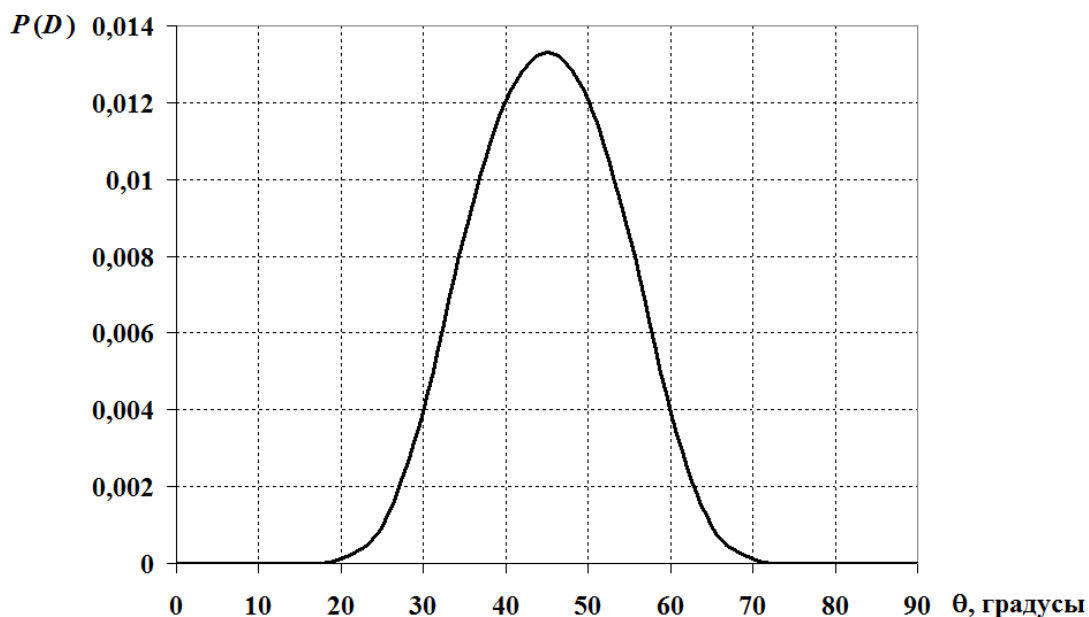


Рис. 4. Расчет вероятности неблагоприятного исхода  $P(D)$  в зависимости от угла поворота  $\theta$  при  $\rho = 0,9$

Смоделируем управление риском за счет поворота оси симметрии эллипса рассеяния, который достигается путем изменения отношения дисперсий  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$ . Зададим  $\rho = 0,9$ . Для упрощения моделирования вместо изменения дисперсий будем менять угол поворота  $\theta$  в диапазоне от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . Очевидно, что максимальная вероятность  $P(D) = P(\mathbf{X} \in D)$  будет, если  $\theta = 45^\circ$ . Результаты расчета приведены на рис. 4.

Далее зафиксируем угол поворота  $\theta = 45^\circ$ , но будем изменять коэффициент корреляции  $\rho$ . Результаты расчета приведены на рис. 5.

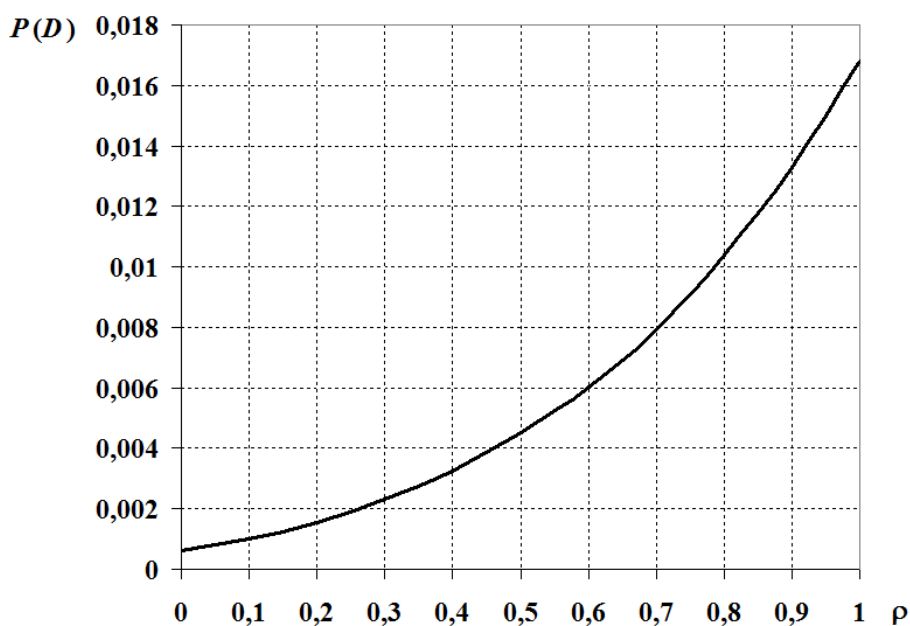


Рис. 5. Расчет вероятности неблагоприятного исхода  $P(D)$  в зависимости от коэффициента корреляции  $\rho$  при  $\theta = 45^\circ$

Смоделируем случай изменения среднего значения одной из случайных величин, например  $X_1$ . Для удобства будем смещать по оси абсцисс центр области  $D$  на величину  $\Delta a_1$ . Результаты расчета показаны на рис. 6.

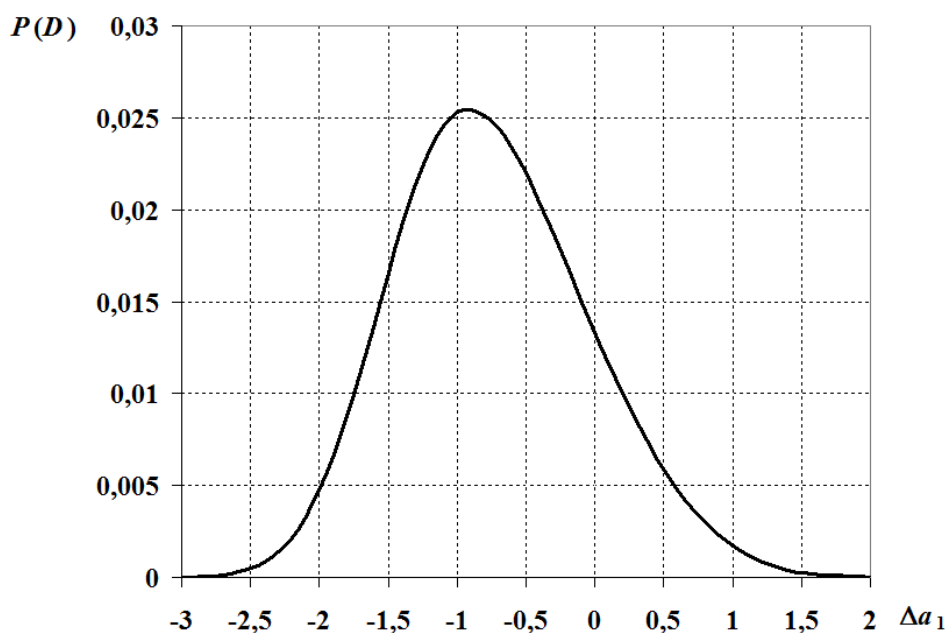


Рис. 6. Расчет вероятности неблагоприятного исхода  $P(D)$  в зависимости от смещения первой координаты центра круга  $D$  при  $\rho = 0,9$  и  $\theta = 45^\circ$ .

Из графиков на рис. 4-6 видим, что управление на основе задачи (3) позволяет значительно уменьшить вероятность неблагоприятного исхода, а значит, сократить риск функционирования многомерной системы.

В общем случае произвольного распределения компонент случайного вектора  $\mathbf{X}$  достаточно точно оценить совместную плотность вероятности по малой выборке данных затруднительно. Поэтому вместо задачи (3) миними-



зации риска здесь нужно использовать приближенные методы. Они могут быть построены по следующей схеме. Во-первых, задаем области неблагоприятных исходов  $D = \bigcup_{k=1}^K D_k$  и функцию последствий от опасных ситуаций  $g(\mathbf{x})$ ,  $\mathbf{x} \in D$ . Затем вместо плотности вероятности  $p_{\mathbf{X}}(\mathbf{x})$  строим некоторую оценочную функцию, и на ее основе минимизируем риск по аналогии с задачей (4). Это можно сделать по-разному.

Один из подходов основан на использовании кластерного анализа для выявления наиболее вероятных областей значений случайного вектора  $\mathbf{X}$ . И затем приближенно описать случайный вектор  $\mathbf{X}$  как дискретную случайную величину в виде набора областей  $G_l$  и соответствующих им вероятностям  $P(G_l)$ ,  $l=1, \dots, L$ . Затем оцениваем риск как

$$r(D) = \sum_{i=1}^L P(G_i) \int_{G_i \cap D} g(\mathbf{x}) d\mathbf{x}.$$

Другой приближенный метод основан на построении поверхности регрессии  $\varphi(x_1, \dots, x_{m-1}) = M[X_m / X_1 = x_1, \dots, X_{m-1} = x_{m-1}]$ . В частном линейном случае имеем: прямую  $x_2 = b_0 + b_1 x_1$  (для  $m=2$ ); плоскость  $x_3 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$  (для  $m=3$ ); гиперплоскость  $x_m = b_0 + \sum_{i=1}^{m-1} b_i x_i$  (для  $m > 3$ ). Тогда задача (4) может быть представлена как построение поверхности  $\varphi(x_1, \dots, x_{m-1})$ , наиболее удаленной от области  $D$  для допустимых значений случайного вектора  $\mathbf{X}$ .

**Пример 2.** Пусть  $m=2$  и область  $D = D_1 \cup D_2 \cup D_3$  (рис. 7). Считаем, что линия регрессии имеет вид прямой  $x_2 = b_0 + b_1 x_1$ . Эта линия пересекает область  $D_2$ .

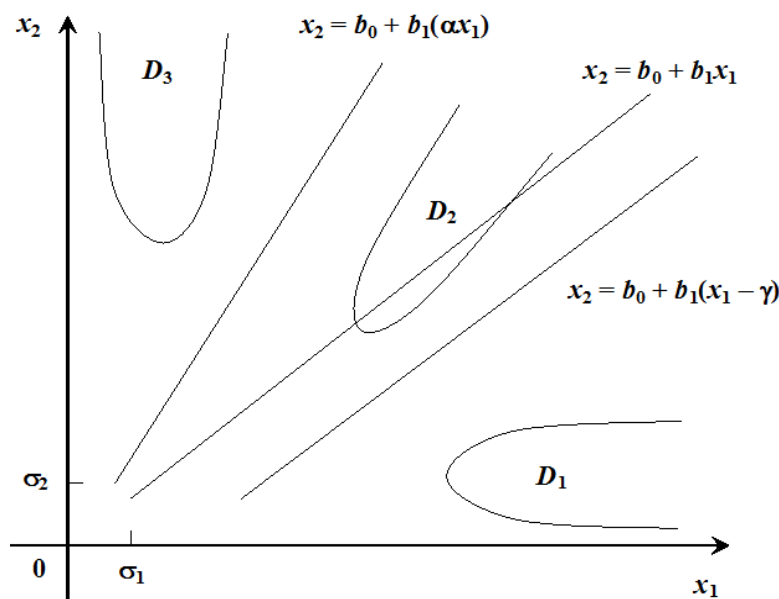


Рис. 7. Пример снижения риска для двумерной стохастической системы

Минимизацию риска можно в данном случае осуществить по-разному:  
1) изменить угол наклона (коэффициент  $b_1$ ) за счет изменения отношения

дисперсий  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  (прямая  $x_2 = b_0 + b_1(\alpha x_1)$ ); 2) выполнить параллельный сдвиг линии регрессии с помощью изменения средних значений случайных величин (прямая  $x_2 = b_0 + b_1(x_1 - \gamma)$ ); 3) уменьшить коэффициент корреляции (пересечение прямой с областью  $D_2$  будет вне допустимых значений случайного вектора  $\mathbf{X}$ ).

Рассмотренный выше подход в качестве инструментария использует числовые характеристики случайных величин. Для его корректного применения необходимо в качестве переменных использовать существенные факторы, которые объективно отражают причинно-следственные закономерности системы. Проиллюстрируем это на простейших примерах.

Например, рассмотрим регрессионную зависимость расходов от доходов в некотором регионе. Можно утверждать, что слишком большой угловой коэффициент модели (близкий к 1) и тесная корреляционная связь (коэффициент корреляции выше 0,95) свидетельствуют о низких доходах населения, нестабильной экономической ситуации в регионе, а значит, согласно предложенному подходу, они являются факторами риска региональной экономической системы. Значит, следует искать пути снижения этих показателей. Модель риска в данном случае позволяет количественно оценить риск в региональной системе потребления домохозяйств и найти пути его эффективного снижения с помощью решения задачи (3). В качестве компонент случайного вектора  $\mathbf{X}$  используем доходы и расходы домохозяйств в регионе.

Еще один пример касается макроэкономики. В условиях низких цен на нефть остро возникла проблема падения уровня жизни населения в России. Эксперты это объясняют высокой корреляцией между ценой на нефть и курсом доллара по отношению к рублю. Предложенный в статье подход позволяет исследовать данную ситуацию с позиции риска. Действительно, введя двумерную случайную величину с компонентами – ценой барреля нефти и курсом доллара по отношению к рублю, и, задав функция риска  $g(\mathbf{x})$ , можно сформулировать задачу (3).

#### **Выводы.**

1. Предложен новый подход к исследованию риска сложных систем в экономике. В его основе лежит: моделирование системы в виде многомерной случайной величины, управление риском на основе его минимизации, используя в качестве управляющих переменных числовые характеристики случайного вектора.

2. В настоящее время обычно при исследовании риска сложных многомерных систем в экономике не выделяют в явном виде их компоненты. Как показало моделирование, не учет в явном виде многомерности системы и взаимной коррелированности ее компонент может привести к существенному занижению фактического риска.

3. Предложенная гипотеза о возможности управления риском сложной системы на основе изменения числовых характеристик ее математической модели в форме случайного вектора носит предварительный характер. Необходимо выполнить апробацию данного подхода на ряде задач, в частности в области региональной экономической безопасности.

### Список литературы

1. Колганов А.И., Бузгалин А.В. Экономическая компаративистика: Сравнительный анализ экономических систем. М.: Инфра-М, 2011. 746 с.
2. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. 2-е изд., испр. М.: Издательский дом «Академия», 2008. 368 с.
3. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Политехника, 2000. 248 с.
4. Тимашев С.А., Тырсин А.Н. Модели безопасности систем критичных инфраструктур // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2008. № 4. С. 20-28.
5. Тырсин А.Н. О моделировании риска в многомерных стохастических системах // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2015. Т. 22, В. 1. С. 89-90.
6. Тырсин А.Н., Соколова И.С. Энтропийно-вероятностное моделирование гауссовских стохастических систем // Математическое моделирование. 2012. Т. 24, № 1. С. 88-102.
7. Pena D., Rodriguez J. Descriptive Measures of Multivariate Scatter and Linear Dependence // Journal of Multivariate Analysis. 2003. Vol. 85. P. 361-374.
8. Тырсин А.Н. Мера совместной корреляционной зависимости многомерных случайных величин // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т. 80, № 1. С. 76-80.
9. Хардле В. Прикладная непараметрическая регрессия. М.: Мир, 1993. 349 с.

## О ПРОБЛЕМАХ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

*Убин К.А., Хватова К.А., Колос Е.А.*  
студенты кафедры «Электроэнергетика и электротехника»,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье рассмотрены актуальные проблемы создания и внедрения микропроцессорных устройств (МПУ) релейной защиты и автоматики (РЗА) электроэнергетических систем (ЭЭС) с целью решения важнейшей задачи энергетики на современном этапе – повышения надежности, устойчивости и эффективности энергоснабжения потребителей. Особое внимание уделено вопросам электромагнитной совместимости (ЭМС), эффективности отвода тепла, вопросам проектирования источников электропитания для МПУ, автоматизации, технического обслуживания электрооборудования и устройств РЗА.

*Ключевые слова:* микропроцессорное устройство, электромеханическое устройство, релейная защита и автоматика, электропитание.

Актуальность проблемы создания и внедрения МПУ в РЗА энергосистем лучше всего можно определить анализом тематики международных конференций и выставок, например, которые проводились в 2012 и 2013 гг.:

1. Международная выставка и XXI конференция «Релейная защита и автоматика энергосистем», 29-31 мая 2012 г.; Москва, Выставочный павильон «Электрификация» № 55, ВВЦ.

Тематические разделы:

- Современная идеология построения и концептуальные вопросы развития систем РЗА;

- Комплексная оценка и методы повышения надежности и технического совершенства систем РЗА;
- Моделирование электроэнергетических систем для целей совершенствования и развития систем РЗА;
- Функциональная и аппаратная интеграция систем технологического управления ЭЭС (РЗ, ПА, АРЧМ и др.), интегрированные системы управления;
  - Методическое обеспечение процессов расчета и выбора параметров настройки и конфигурирования МПУ РЗА;
  - Современные тенденции развития систем противоаварийного и режимного управления и др.

2. II Международная научно-практическая конференция и выставка. «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем России», (Релавэкспо-2013), 23-26 апреля 2013, Россия, Чувашская Республика, Чебоксары.

Тематические разделы:

- Организационные и технические вопросы РЗА и автоматизация процессов производства, передачи и распределения электроэнергии;
- Решение проблем нормативно-технического обеспечения РЗА и автоматизации;
- РЗА ЭЭС. Адаптированные и интегрированные системы противоаварийного управления;
- Технологические и программные комплексы АСУ ТП электростанций и подстанций;
- Автоматизированные системы контроля и управления выработки, передачи, распределения и потребления электроэнергии;
- АСКУЭ. Приборы учета электроэнергии;
- Системы сбора, передачи, обработки и отображения информации;
- Системы и оборудование для обеспечения контроля и безопасности энергетических объектов. Технологическое видеонаблюдение;
- АРМ персонала всех уровней;
- Автоматизация технического обслуживания электрооборудования и устройств РЗА и ПА.
- Системы регистрации аналоговых и дискретных сигналов при аварийных нарушениях в энергетических системах. Системы анализа развития аварийных нарушений и оценка функционирования устройств РЗА.
- ЭМС микропроцессорных устройств.

Анализ рассматриваемых тематических разделов указанных выше конференций показывает всё многообразие, всю сложность, актуальность создания и эксплуатации РЗА в сложившихся условиях. Целью конференций были анализ и обобщение российского и мирового опыта создания и эксплуатации РЗА с использованием новой отрасли знаний – информационных технологий. Как правило, в работе конференций принимали участие большое количество специалистов из многих стран, представлявших структуры управления электроэнергетическими системами, научные коллективы, фирмы, разрабатывающие и производящие средства РЗА.

Следует отметить, что центральное место как в тематике конференций, так и во всех выступлениях участников занимали вопросы обеспечения надежности и живучести электроэнергетических систем в сложившихся условиях, включая вопросы инженерно-философского анализа интеллектуальных возможностей современных МПУ РЗА, обоснование достоинств вновь создаваемых интеллектуальных средств и ряд проблем, требующих решения в рамках теоретических научных исследований и опытно-конструкторских работ. При этом тематика всех докладов охватывала все актуальные направления совершенствования РЗА.

В целом анализ тематики конференций современной РЗА показывает, что развитие современной РЗА находится на начальном этапе её информатизации. Например, в России МПУ РЗА появились в конце 1990-х годов. Ввод МПУ РЗА, сочетающих в себе функции защиты, автоматики, управления и сигнализации, позволил повысить точность и чувствительность РЗА, улучшить условия согласования защит, ввести новые ступени защит, что в конечном итоге увеличивает надежность электроснабжения потребителей.

Уже к началу 2006 года на объектах Единой национальной электрической сети (ЕНЭС) эксплуатировалось около 200000 основных и около 100000 дополнительных устройств РЗА (прочей электроавтоматики). При этом на долю электромеханических устройств РЗА приходилось 92,8 %, микроэлектронных – 4,0 % и микропроцессорных (цифровых) – 3,2 %. В настоящее время морально устаревшие устройства РЗА заменяют на технически более совершенные МПУ РЗА.

Отказы электромеханических устройств РЗА в основном связаны со старением оборудования, обусловленных повреждением изоляции кабелей (истирание, высыхание в результате теплового и химического воздействия), износом контактных групп реле, ржавлением оборудования (особенно винтов и клеммных рядов зажимов), выходом из строя электронных устройств.

Отмечается, что показатель правильной работы МПУ РЗА по мере их внедрения на объектах 110-750 кВ ЕНЭС, например, за 2005 год несколько снизился по отношению к 2004 году и составил только 91,5 %, что значительно ниже, чем у электромеханических РЗА. В то же время число случаев неправильной работы возросло в 4 раза. Следует также отметить, что при переходе на МПУ РЗА проблемы, связанные с человеческим фактором, возросли. Это связано со сложностью обслуживания МПУ РЗА от разных производителей и принципов выбора установок.

### **Особенности организации и обеспечения надежного электропитания МПУ.**

Существенной особенностью применения МПУ в РЗА в настоящее время является задача разработки и создания изделий силовой электроники и, в частности, надежных устройств и систем электропитания (СЭП) для широкого класса МПУ. В отличие от РЗА на электромеханических реле в основном с электропитанием на постоянном токе и напряжении 110 и 220 В современному микропроцессору требуются напряжения [1, с. 24]:

- 1,5В для питания шины микропроцессора;
  - от 1,8 до 2,8 В для питания самого микропроцессора и быстродействующей буферной памяти (кэш-памяти);
  - шины 2,5 В; 3,3 В; 5 В; 12 В для питания вспомогательной логики.
- Допустимое отклонение напряжения  $\pm 5\%$ .

В связи с увеличением числа транзисторов в МПУ увеличивается рассеяние мощности в корпусах МПУ. Динамическое рассеяние мощности, зависящее от рабочей частоты, напряжение питания и число вентиляторов или их емкости в составе микросхемы, может быть снижено за счет схемотехнических решений, полупроводниковых интегральных технологий и снижения напряжений (см. выше указанный ряд). Именно ограничения по температуре корпусов интегральных МПУ требуют от разработчиков снижать рассеиваемую мощность и увеличивать поверхность охлаждения, что обеспечивает надежность и увеличивает их срок службы. В результате дальнейшей интеграции и снижения напряжения питания микропроцессоров особое внимание следует уделить распределению электропитания, которое включает в себя [1, с. 24]:

- очень низкие напряжения (например, 1,5 В; 2,5 В или 3,3 В) при крайне высоких токах нагрузки и максимальной скорости их нарастания 20 А/с;
- влияние импеданса (сопротивления, индуктивности и емкости) распределительной сети;
- пределы допустимых отклонений напряжений микросхем при изменениях токов нагрузки;
- внутренние проблемы согласования уровней напряжений;
- переходные процессы при динамике токов нагрузки;
- отвод тепла и вопросы компоновки на печатной плате и радиаторе;
- гальваническая развязка импульсных логических схем.

Размещение источника питания в непосредственной близости к микропроцессору позволяет существенно снизить влияние распределительной сети (соединительных проводов). Наиболее традиционным решением является использование модулей регулятора напряжения (МРН), которые стали согласно промышленным стандартам общепринятыми источниками питания для процессоров, кэш-памяти и других систем памяти.

Типовыми значениями для МРН стали переходные токи 20 А/с при поверхности 78,7 мм x 27,9 мм при высоте конструкции 38,1 мм. Такие МРН имеют время переходного процесса от 1 с до 100 с, что явно не удовлетворяет требованиям переходного времени процессора от 1нс до 20нс. Поэтому в таких цепях по-прежнему для обеспечения требуемых параметров переходного процесса (энергией) используются конденсаторы.

В настоящее время согласно техническим требованиям для обеспечения качества питания рекомендуется устанавливать до 14 электролитических конденсаторов емкостью по 1000 мкФ. Эти требования по емкости конденсаторов обеспечиваются как в МРН, так и на печатной плате в непосредственной близости от микропроцессора. Эффективная величина емкости, обеспечивающей необходимое качество напряжения от шины питания, значительно превышает теоретически необходимую величину, так как электролитический

конденсатор имеет эквивалентное последовательное сопротивление, то для его уменьшения применяют схему их параллельного включения [1, с. 25].

Однако такая схема компенсации динамики тока нагрузки с помощью применения накопителей энергии в виде батареи электролитических конденсаторов приводит к снижению надежности системы распределенного питания. В принципе среди всех компонентов электронных схем электролитический конденсатор имеет самые низкие показатели надежности (наработку на отказ), да и срок службы из-за его технологии изготовления также невысок.

Анализ существующих схемотехнических решений источников питания показывает, что наиболее высокий КПД и массогабаритные показатели имеют высокочастотные (1 МГц и выше) резонансные источники питания, в которых переключение транзисторов инвертора осуществляется в бестоковый период (ток через ключ равен нулю), что обеспечивает им высокий КПД, малые габариты и рассеиваемую мощность.

В этом плане представляет интерес, разработанный фирмой Lucent Technologies, блок питания, предназначенный специально для локального преобразования энергии и занимающий в три раза меньший объем. При этом для такого источника питания не требуется установка дополнительных конденсаторов, так как сам источник питания обеспечивает наиболее высокие скорости нарастания тока при переходных процессах в нагрузке, а при размещении такого источника питания рядом с нагрузкой существенно снижает влияние сопротивления проводников системы распределения энергии на печатной плате.

С учетом прогресса в развитии микропроцессорной техники основным побуждающим фактором для развития новой технологии создания источников питания с меньшими габаритами, с лучшими характеристиками переходных процессов и с соответствующей надежностью является скорейшая их разработка, что позволит обеспечить выходное напряжение до 0,8 В (с учетом роста быстродействия новых микропроцессоров), скорость нарастания переходных токов до 600 А/с, питать 64-битовые микропроцессоры без дополнительных батарей конденсаторов выходного фильтра. Таким образом, развитие технологии локальных преобразователей позволит решить проблему, связанную с распределением электроэнергии, присущих существующим преобразователям.

### **Повышение качества электропитания в условиях воздействия внешних факторов, импульсных помех и перенапряжений.**

Отличительной особенностью применения МПУ в РЗА ЭЭС по сравнению с РЗА на электромеханических реле является то, что:

- Электропитание электромеханических реле и выключателей нагрузки осуществляется в основном от источников постоянного оперативного тока напряжением 220 В или 110 В, в то время как для питания шины микропроцессора требуется напряжение 1,5 В, а для питания вспомогательной логики напряжения 2,5 В; 3,3 В; 5 В и 12 В (как отмечалось выше);

- Максимальное быстродействие электромеханических реле не превышает 10-30 мс, что по сравнению с длительностью импульсов перенапряже-

ний амплитудой до 1000 В длительностью до 10 мкс согласно ГОСТ В 24425 «Источники электропитания вторичные унифицированные радиоэлектронной аппаратуры» такие помехи на электромеханические реле не действуют. Импеданс генерирующего источника перенапряжения находится в пределах  $(50 \pm 10)$  Ом [2, с. 45] без учета внутреннего сопротивления генератора помехи (внутреннего сопротивления первичного источника и внутреннего сопротивления конденсатора) ток в цепи составит:

$$I_{\text{имп}} = E_{\text{имп}} / R_{\text{ист}} = 1000 / 50 = 20 \text{ (А)}$$

Необходимая емкость конденсатора может быть найдена из соотношения:

$$C = I_C \cdot t_{\text{имп}} \text{ (мкФ)}$$

Шунтирующий конденсатор  $C$  емкостью 22 мкФ обеспечит снижение напряжения на входе источника питания до 9 В за время 10 мкс. Также эффективно справиться с помехой может варистор или мощный стабилитрон подключенные параллельно к выходу первичного источника.

В целом для ограничения бросков напряжения в первичной сети до безопасных для электронной аппаратуры значений применяются следующие основные способы [2, с. 44]:

- использование параллельной шунтирующей емкости на входе устройства;
- применение полупроводниковых ограничителей перенапряжения (стабилитронов или варисторов);
- применение дросселей в последовательной цепи для ограничения  $dI/dt$ ;
- включение в цепь питания последовательных электронных регуляторов напряжения.

#### Список литературы

1. Лукин А.В. Новые направления развития преобразователей постоянного напряжения (по материалам зарубежной печати) // Электропитание. 2011. №2. С. 24-26.
2. Савенков В.В., Гончаров А.Ю. Повышение качества электропитания в условиях воздействия внешних факторов, импульсных помех и перенапряжений // Электропитание. 2011. №2. С. 43-49.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШИЛКИ А1-ОР2Ч ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

*Чурсина А.С., Москаленко В.А., Шуваев Е.В.*

студенты группы МАП-450, Волгоградский государственный технический университет, Россия, г. Волгоград

*Мишута Е.А.*

старший преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, Россия, г. Волгоград

В статье рассматривается модернизация распылительной сушилки А1-ОР2Ч при производстве сухих молочных консервов. За счет высокой интенсивности испарения вла-



ги, получение порошка с определенными свойствами используется форсуночный распылитель, что в результате приводит к повышению качества продукта и позволяет увеличить производительность.

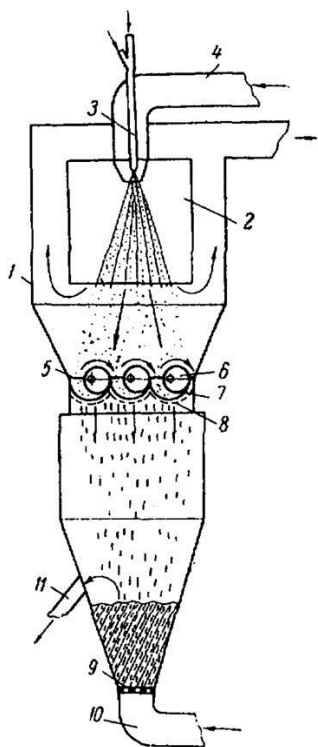
*Ключевые слова:* сухое молоко, сухие молочные продукты, высушенный материал, сухие вещества.

В настоящее время сухие молочные продукты в промышленности вырабатывают в широком ассортименте. Наибольший удельный вес оставляют различные виды сухого цельного молока и молока обезжиренного, то же время осваиваются новые виды сухих молочных продуктов: быстрорастворимое цельное молоко и его разновидности, сухие смеси для различных видов мороженого, сухие смеси для кисломолочных напитков, сухие молочные смеси для детского питания.

До сих пор на производстве молочных продуктов используются сушилки 30-40 – летней давности. Это, как правило, сушилки одностадийной сушки. К их недостаткам следует отнести недостаточное удаление влаги из молока, которое требует установки дополнительной единицы оборудования (вибрационной сушилки).

Цель модернизации – повышение производительности и улучшение качества продукта.

Для выработки молока сухого применяют модернизированную распылительную сушильную установку марки А1-ОР2Ч (рисунок).



1 – корпус; 2 – камера; 3 – форсунка; 4 – коллектор; 5 – гранулятор; 6 – эксцентриковые валки; 8 – сетка; 9 – газораспределительная решетка; 10 – патрубки; 11 – штуцер

Рис. Распылительная сушильная установка

Модернизируемый аппарат работает следующим образом.

В распылительной сушилке материал подается в камеру 2 через форсунку 3. Теплоноситель движется параллельным током с материалом по коллектору 4. Подсушенный материал поступает на гранулятор 5, выполненный

в виде эксцентриковых валков 6, вращающихся в профилированных лотках 7 с продольными щелями, под лотками размещена сетка 8. Материал проходит через щели и выдавливается через сетку в виде тонких нитей, которые отрываются и падают в нижнюю часть корпуса, где установлена газораспределительная решетка 9 с патрубками 10 для подачи вторичного теплоносителя. Здесь материал досушивается в кипящем слое и в виде гранул выходит через штуцер 11.

Мелкие твердые частицы высушенного материала (размером до нескольких микрон) отводятся через коллектор, расположенный между распылительной камерой 2 и корпусом 1 и поступают в выходной коллектор. Отработанный воздух отправляется на очистку (циклон и рукавный фильтр).

В сушилке достигается высокая интенсивность испарения влаги за счет тонкого распыления высушиваемого материала в сушильной камере, через которую движется теплоноситель (нагретый воздух). При сушке в распыленном состоянии удельная поверхность испарения становится столь большой, что процесс высушивания завершается чрезвычайно быстро (примерно за 15...30 с). Для получения порошка с определенными физическими и функциональными свойствами используется форсуночный распылитель высокого давления. Форсуночный распылитель применяется в одно-, двух- и трехступенчатых установках, в распылительных установках, в распылительных сушилках с псевдоожиженным слоем и вертикальных сушилках [1-2].

Таким образом, предлагаемая модернизация поможет увеличить производительность распылительной сушильной установки марки А1-ОР2Ч и улучшить качество продукта.

#### **Список литературы**

1. Методы хранения: классификация, экономическая эффективность // ZNAYTOVAR.RU: товароведение и экспертиза товаров. 2007. URL: <http://www.znaytovar.ru/new826.html> (дата обращения: 17.10.2016).

2. Шалыгина А. М. Общая технология молока и молочных продуктов: учебник для вузов / А. М. Шалыгина, Л. В. Калинина. М.: КолосС, 2006. 199 с.

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ**

***Шалыгин Р.К.***

инженер, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются химические средства решения проблем нефтегазодобычи. На основе публикаций показана эффективность линейки реагентов нефтегазопромышленной химии.

*Ключевые слова:* нефтегазопромышленная химия, технологические проблемы нефтегазодобычи.

При добыче нефти и газа, их первичной подготовке и транспортировке возникают технологические проблемы, предотвращение и устранение которых осуществляется, главным образом, химическими средствами путем применения ингибиторов отложения солей и асфальтосмолопарафиновых отложений, ингибиторов коррозии и газ-гидратных отложений, демульгаторов, противотурбулентных присадок, поглотителей кислорода и сероводорода, бактерицидов [1-4]. Применение химпродуктов позволяет значительно интенсифицировать добычу и транспортировку нефти и газа. Так, применение ингибиторов соле- и парафиноотложений позволяет увеличить межремонтный период работы скважин минимум в 2 раза, а рациональное применение демульгаторов получать нефть, соответствующую ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия».

Универсальных реагентов не существует – каждый имеет как достоинства, так и недостатки. Это обусловлено свойствами скважинной продукции (состав, физико-химические и коллоидно-химические свойства, обводненность нефти и минерализация пластовой воды, состав и содержание механических примесей, температура). Указанные факторы переменны не только для разных месторождений, но и во времени в пределах конкретного объекта эксплуатации. Поэтому нефтегазопромысловые химреагенты, как правило, представляют собой композиции из нескольких индивидуальных соединений, проявляющих в смеси синергетический эффект. Известны лишь общие принципы подбора компонентов в композиции, поэтому их рецептуры определяют эмпирически.

В связи с изложенным в нефтегазопромысловой практике применяются линейки реагентов, адаптированные к конкретным условиям, по технологиям для конкретных месторождений и, даже, объектов эксплуатации. Например, широкое распространение в нефтегазопромысловой практике получила линейка реагентов: ингибиторы асфальтосмолопарафиновых (ХПП-004, ХПП-007), солевых (ХПС-005) и газ-гидратных отложений (ХПГ, ХПП-004 (ОКМР)), ингибиторы коррозии (ХПК, ХПК-002), Демульгаторы (ХПД-001, ХПД-002, ХПД-005, ХПД-006, ХПД-008, ХПД-011, ХПД-020, ХПД-021, ХПД-511), бактерициды (ХПБ-001, ХПБ-002), а также и ингибиторы комплексного действия (ХПКС-004, ХПБК). Обычно реагенты содержат растворители, в частности, метанол, этиленгликоль, толуол, представляющие опасность для окружающей среды, персонала. Например, метанол – особо опасная легковоспламеняющаяся жидкость, по степени воздействия на организм человека относящаяся к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности) по ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 5 мг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 2222-95 «Метанол технический»). Поэтому безопасное обращение реагентов на производстве сопровождается предоставлением технических условий и паспортов безопасности, в которых изложены меры безопасности труда, промышленной и экологической безопасности [1, 5].

Положительные результаты применения ряда реагентов отражены в публикациях, в том числе, указанных ниже.

Применение ингибитора ХПП-004 (ОКМР) в Ванкорнефти позволило вдвое сократилось количество противогидратных обработок, что положительно сказалось на режимах работы газовых скважин. Оптимальная дозировка реагента составила 0,63 г/м<sup>3</sup> [6].

Композиция в авиакеросине ингибиторов ХПП-004 и ТюмИИ-77 показала высокую эффективность ингибиторной защиты от парафиноотложений в нефти из Приобского, Урненского и Усть-Тегусского месторождений [7].

Деэмульгаторы ХПД, являющиеся аналогами высокоэффективных и дорогостоящих импортных реагентов, при достаточно невысоких дозировках в водонефтяных эмульсиях Южно-Ягунского месторождения проявили стабильно высокую деэмульгирующую способность [3, 8].

#### Список литературы

1. Балаба В.И., Дунюшкин И.И., Павленко В.П. Безопасность технологических процессов добычи нефти и газа: Учебное пособие. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 477 с.
2. Данилов И.В. Опыт компании «Налко» в сфере химизации процессов добычи нефти ТНК-ВР и защиты внутрискважинного оборудования от осложняющих факторов // Инженерная практика. – 2011. – № 1. – С. 50-57.
3. Ибрагимов Н.Г., Хафизов А.Р., Шайдаков В.В. и др. Осложнения в нефтедобыче. – Уфа: Монография, 2003. – 302 с.
4. Кащавцев В.Е., Мищенко И.Т. Солеобразование при добыче нефти. – М.: Орбита-М, 2004. – 432 с.
5. Зинченко О.Д. Экологические аспекты конкурентоспособности в нефтегазовом комплексе / Современные тенденции в науке и образовании. Сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Часть III. – М.: ООО «АР-Консалт», 2015. – С. 113-115.
6. Квеско Н.Г., Квеско Б.Б. Инигибиторная защита оборудования от гидратообразования на газовых месторождениях Восточной Сибири // Евразийский союз ученых (ЕСУ). – 2015. – № 8(17). – С. 94-97.
7. Юрецкая Т.В. Исследование свойств композиции ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений // Территория Нефтегаз. – 2010. – № 4. – С. 44-47.
8. Шаммазов А.М., Хайдаров Ф.Р., Шайдаков В.В. Физико-химическое воздействие на перекачиваемые жидкости. – Уфа: Монография, 2003. – 188 с.

### ПРИМЕНЕНИЕ СЕРОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ

*Щеголькова А.С.*

магистрант кафедры теоретической информатики и компьютерных технологий,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

В статье рассматривается применение шкалы Хаунсфилда для сегментации рентгеновской компьютерной томографии. Указывается на линейную зависимость между чис-

лом Хаунсфилда и градациями серого, отображающими соответствующую сегментную область на томограмме. Даются рекомендации по выбору диапазонов градаций серого для получения битовых матриц сегментов.

*Ключевые слова:* компьютерная томография, сегментация, 3D-модель, градации серого, шкала Хаунсфилда, число Хаунсфилда.

Последние десятилетия связаны с появлением инструментальных средств поддержки малоинвазивных операций на позвоночном столбе. В их числе хирургический робот Spine Assist (компания Mazor Robotics, Израиль), программа анализа результатов томографии Amira (компания FEI, США), программа визуализации результатов томографии Syngo FastView (отделение Siemens Healthineers корпорации Siemens, Германия) и другие.

Следует отметить, что результаты именно компьютерной рентгеновской томографии (КТ) позволяют не только анализировать состояние мягких тканей, суставных хрящей, стенок позвоночного канала, но построить и провести визуализацию 3D-модели фрагмента позвоночного столба. Такого рода реконструкция значительно упрощает непосредственно анализ объекта исследования, а также проектирование и изготовление необходимых в ходе протезирования имплантов и оснастки.

Построению 3D-модели предшествует операция сегментации томограммы, в ходе которой выделяются нужные исследователю области. Алгоритмы выделения основаны либо на специальных атласах, включающих сведения о структуре тканей, либо на статистических методах анализа изображений. Применение того или иного подхода вносит методологическую ошибку в данные сегментации [2, с. 76], что сказывается на результатах исследования. Было бы удобно выделять области на основе значений какой-либо измеряемой характеристики ткани.

Отметим, что для сегментации по результатам КТ традиционно используется шкала линейного ослабления рентгеновского излучения в тканях по отношению к дистиллированной воде или шкала Хаунсфилда. Шкалу составляют денситометрические показатели, так называемые числа Хаунсфилда, вычисляемые по формуле

$$h = (\mu_x - \mu_0) / (\mu_0 - \mu_1) \cdot 1000, \quad (1)$$

где  $\mu_x$  – линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения в тканях,  $\mu_0$  – линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения в дистиллированной воде,  $\mu_1$  – линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения в воздухе.

Следует отметить, что шкала Хаунсфилда задается в разных источниках по-разному, что приводит к субъективному результату сегментации. При этом числа Хаунсфилда имеют довольно тесную стохастическую связь с другими физическими характеристиками тканей. Например, по данным из [3, с.128] может быть установлена стохастическая зависимость между средней удельной электропроводностью и средним числом Хаунсфилда (рис.1). Можно предположить, что при тесной стохастической связи для ее описания

будет использована нелинейная функция  $e=k_1/|h|$ , где  $e$  – средняя удельная электропроводность,  $h$  – среднее число Хаунсфилда,  $k_1$  – параметр.

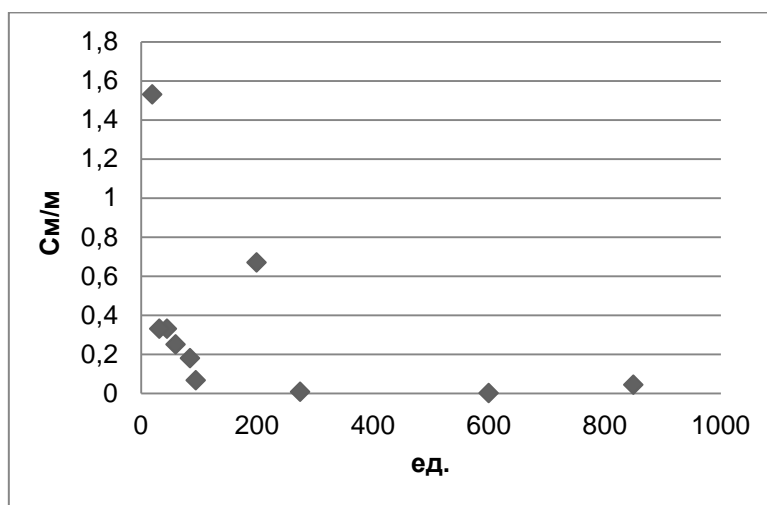


Рис. 1. Стохастическая зависимость между средней удельной электропроводностью и средним числом Хаунсфилда сегментируемых областей

В компьютерной графике существует такая модель представления данных как серая шкала. В этом случае один пиксел изображения описывается 8 битами. То есть серая шкала включает 256 оттенков (градаций) серого цвета: от 0 (черный) до 255 (белый). На рис.2 иллюстрируется стохастическая зависимость между числами Хаунсфилда (выбраны некоторые средние значения) и градациями (оттенками) серого для различных сегментируемых областей. Можно предположить, что при тесной стохастической связи для описания зависимости на рис. 2 будет использована линейная функция  $h= k_2g$ , где  $h$  – число Хаунсфилда,  $g$  – номер оттенка для сегментируемой области в серой шкале,  $k_2$  – параметр. Значение переменной  $g$  получено на основе метода контурного анализа [1, с. 284] при выделении значимых для исследования областей (скелетные мышцы, трубчатая костная ткань, компактная костная ткань и т.п.). Значения для разных сегментируемых областей должны лежать в непересекающихся диапазонах, например, для нормированных изображений в диапазонах градаций серого выделяются: [0;20] – воздух, [21;50] – жировая ткань, [51;101] – вода, [102;122] – мягкие ткани, [123;153] – мышечные ткани, [154;204] – костная губчатая ткань, а диапазон градаций серого компактной костной ткани – [204;255], пример приведен на рис. 3.

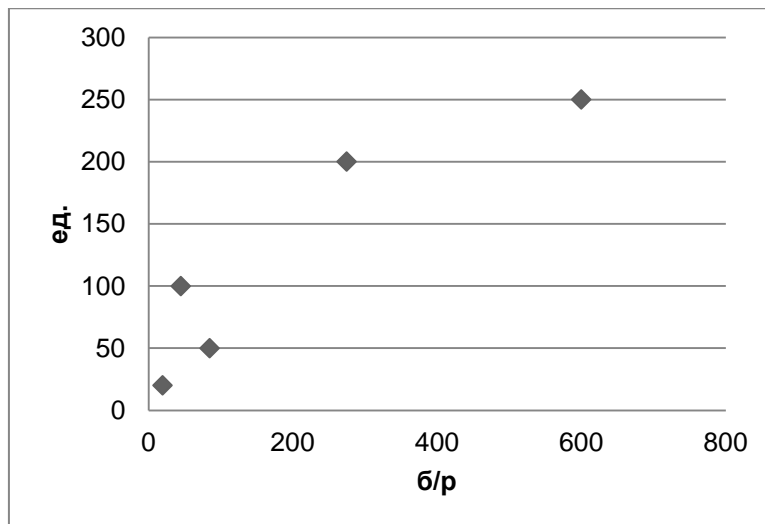


Рис. 2. Стохастическая зависимость между числом Хаунсфилда и цветовым диапазоном для различных сегментируемых областей

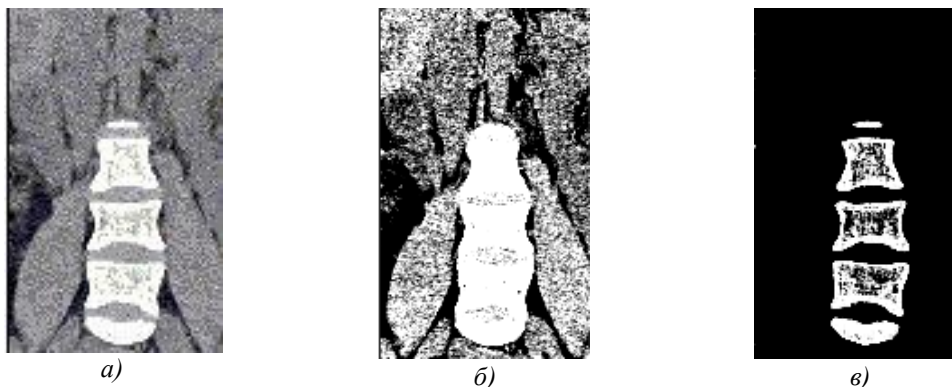


Рис. 3. Сегментация фрагмента томограммы позвоночного столба:  
 а) оригинал; б) инвертированная бинарная маска костной ткани и скелетных мышц;  
 в) бинарная маска компактной костной ткани

Можно сделать вывод о возможности автоматизированной сегментации по грациям серого в томограмме, а также об использовании в качестве основания для сегментации по грациям серого соответствующих значений средней удельной электропроводности тканей. Применение измеряемых физических характеристик сделает результат сегментации более объективным.

### Список литературы

1. Домрачева А.Б. Применение контурного анализа в задаче прямого контроля позвоночного столба// Труды международного симпозиума надежность и качество. 2016. №2. С. 284-285.
2. Казанкова О.С., Казначеева А.О. Возможности программных пакетов сегментации МР-томограмм для количественной оценки тканей//Альманах современной науки и образования. 2015. №5(95). С. 75-77. URL: [www. scjournal.ru/articles/issn\\_1993-5552\\_2015\\_5\\_19.pdf](http://www.scjournal.ru/articles/issn_1993-5552_2015_5_19.pdf) (дата обращения: 29.08.2016).
3. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. М.: Наука, 2006. 248 с.

Подписано в печать 10.11.2016. Гарнитура Times New Roman.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,01. Тираж 100 экз. Заказ № 266

ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1  
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а