

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(6 ноября 2014г.)**

**г. Красноярск  
2014г.**

УДК 62(06)  
ББК 30я43

**Новые технологии и проблемы технических наук/Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Красноярск, 2014. 156 с.**

**Редакционная коллегия:**

доктор технических наук, профессор Галкин Александр Фёдорович (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г. Пенза), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Заднепровский Рэм Петрович (г. Волгоград), кандидат технических наук Ключева Инна Викторовна (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г. Ростов-на-Дону), доктор технических наук Курганова Юлия Анатольевна (г. Москва), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г. Волгоград), доктор химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г. Новочеркасск)

В сборнике научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Новые технологии и проблемы технических наук» (г. Красноярск) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

© ИЦРОН, 2014 г.  
© Коллектив авторов

## Оглавление

<b>СЕКЦИЯ №1.</b>	
<b>ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01) .....</b>	<b>7</b>
<b>СЕКЦИЯ №2.</b>	
<b>ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00) ....</b>	<b>7</b>
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГРУПП МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ	
Евдошенко О.И. ....	7
ИДЕНТИФИКАЦИЯ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	
Тей Д.О., Гусаков А.В., Керамов Н.Д. ....	9
МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕЛЕВОГО ЗАКАЗА НА ПОДГОТОВКУ КАДРОВ	
Тей Д.О., Татъянкин В.М., Русанов М.А. ....	11
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МИГРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ РЕГИОНА	
Тей Д.О., Татъянкин В.М., Русанов М.А. ....	14
<b>СЕКЦИЯ №3.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....</b>	<b>16</b>
<b>СЕКЦИЯ №4.</b>	
<b>МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00) .....</b>	<b>16</b>
ВОЗДЕЙСТВИЕ АЭРОДИНАМИКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ	
Киселева Н.Н., Катаева Л.Ю., Масленников Д.А. ....	16
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИКИ РАЗГОНА ГИДРОГЕНЕРАТОРА БРАТСКОЙ ГЭС	
Ульянов А.Д. ....	19
<b>СЕКЦИЯ №5.</b>	
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00).....</b>	<b>21</b>
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАЛЫМИ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ	
Рудишин И.А., Егоров Н.С. ....	21
<b>СЕКЦИЯ №6.</b>	
<b>ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00) .....</b>	<b>23</b>
ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ОБСАДНЫХ КОЛОНН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ЧЕРЕЗ БУРИЛЬНЫЕ ТРУБЫ	
Максимова Ю.А., Цынтарюк А.И. ....	23
<b>СЕКЦИЯ №7.</b>	
<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00).....</b>	<b>26</b>
ДВУСТОРОННЕЕ ПРЕССОВАНИЕ СПЛОШНЫХ ОТРОСТКОВ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ЗАГОТОВОК	
Кохан Л.С., Морозов Ю.А., Шульгин А.В., Чернобаев А.В. ....	26
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФфуЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ ХРОМА НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ	
Степанов М.С., Домбровский Ю.М. ....	30
СОСТАВ И СВОЙСТВА АЛЕВРОЛИТОВЫХ ПОРОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННОГО ЛИТЬЯ	
Айдаралиев Ж.К., Сопубеков Н.А., Атырова Р.С. ....	34
<b>СЕКЦИЯ №8.</b>	
<b>ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....</b>	<b>37</b>
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ КОЛЕС САМОХОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ	
Демидов Л.В. ....	37
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА С КОНТЕЙНЕРНОЙ ПЛОЩАДКОЙ	
Тяботова А.А., Гришкова Д.Ю. ....	41

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ Горбатенко С.Ф. ....	43
<b>СЕКЦИЯ №9.</b>	
<b>АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....</b>	<b>46</b>
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ БИГОВКЕ ИНСТРУМЕНТОМ С РАДИУСНЫМ СЕЧЕНИЕМ Закиров И.М., Закиров И.И., Файзуллина Н.М. ....	46
О РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОМ ПОДХОДЕ В СЕРТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ Щербаков Г.Б. ....	49
<b>СЕКЦИЯ №10.</b>	
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00) .....</b>	<b>51</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ПАССИВНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ НА ЮГЕ РОССИИ Котлярова Е.В., Стародубцева А.С. ....	51
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ВЛАДИВОСТОКСКОЙ КРЕПОСТИ В КАЧЕСТВЕ ФОРПОСТА РОССИИ НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ И ФОРМИРОВАНИЯ НА ЕЕ ОСНОВЕ КУЛЬТУРНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ И ТУРИСТИЧЕКОЙ СИСТЕМЫ ВЛАДИВОСТОКА - КАК ЦЕНТРА МЕЖДУНАРОДНОГО ТУРИЗМА Матвеев Е.Б., Глустый Р.Е. ....	54
ОСОБЕННОСТИ ТИПОЛОГИИ ЖИЛИЩА ДЛЯ МОЛОДЕЖИ Чердниченко Е.Ю. ....	58
ПРИМЕНЕНИЕ СИЛОВОЙ СЕКЦИИ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ БУРЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН Пустовалов А.Л., Максимова Ю.А. ....	60
СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Шевцова Р.Г., Щекина А.Ю., Сумской Д.А., Кудинова А.И., Чувакова К.С., Дмитриев Ю.А. ....	63
<b>СЕКЦИЯ №11.</b>	
<b>СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.00.00, 06.03.00) .....</b>	<b>66</b>
<b>СЕКЦИЯ №12.</b>	
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00) .....</b>	<b>66</b>
РОЛЬ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ $MnO_2$ - ЭЛЕКТРОДА В РАСТВОРАХ СОЛЕЙ ПОЛИАНИОННЫХ КИСЛОТ Гусева Е.С., Францев Р.К., Попова С.С. ....	66
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫГРУЗКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ВОСКА Захаров Н.М., Шипицын С.А., Газиев Р.Р. ....	70
<b>СЕКЦИЯ №13.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00) .....</b>	<b>72</b>
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ФАСОВКИ И ОСОБЕННОСТЕЙ УПАКОВЫВАНИЯ НА СОХРАНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МОРОЖЕНОГО Гагарина Л.В. ....	72
ЛЁН КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ПИЩЕВОЙ И, В ЧАСТНОСТИ, МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Чернакова О.В., Забодалова Л.А. ....	74
РОЛЬ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ Мазеева И.А., Сергеева И.Ю. ....	77
<b>СЕКЦИЯ №14.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00).....</b>	<b>79</b>
<b>СЕКЦИЯ №15.</b>	
<b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00) .....</b>	<b>79</b>
КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАСХОДА ГАЗА Рахимбердиева С.Р., Смирнова С.В. ....	79

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ШЛАМА БУРЯЩЕЙСЯ СКВАЖИНЫ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ Ступак И.С. ....	81
<b>ПОДСЕКЦИЯ 1.</b>	
<b>СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО РАДИОМОНИТОРИНГА, РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ.....</b>	<b>85</b>
ВЛИЯНИЕ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ ОШИБОК КОМПОНОВКИ КОЛЬЦЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ Панычев А.И., Ваганова А.А. ....	85
ДУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПО СИСТЕМЕ ФАПЧ Геложе Ю.А., Жаворонкова А.Е. ....	88
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ИНТЕГРАЛЬНО-ДОПЛЕРОВСКИМ МЕТОДОМ В ПРОСТРАНСТВЕ Евдокимов О.Ю., Евдокимов Ю.Ф. ....	91
ПРИМЕНЕНИЕ OPENCL ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРАЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ Бахчевников В.В., Потипак М.В., Лобач В.Т. ....	95
ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА Геложе Ю.А., Макачук А.В., Шулишов С.В. ....	99
УПРАВЛЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИМ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ВОЗМУЩЕНИЙ УДАРНОГО ТИПА Геложе Ю.А., Алексенко И. Р. ....	100
<b>ПОДСЕКЦИЯ 2.</b>	
<b>СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ И ЦИФРОВОЙ КОММУТАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ .....</b>	<b>103</b>
ЛОГИКО-ПОРЯДКОВАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЛЕРА ДОСТУПА К КАНАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ Гузик В.Ф., Самойленко А.П., Панычев С.А. ....	103
ОТЛАДОЧНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ИНТЕРФЕЙСА Бахчевников В.В., Суанов Т.А., Фролов И.О. ....	106
ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА СЖАТИЯ КОДЕРА ХАФФМАНА В ВИРТУАЛЬНОМ ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ LABVIEW Корниенко В.Т. ....	107
<b>ПОДСЕКЦИЯ 3.</b>	
<b>СИСТЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ РАЗВЕДКИ И РАДИОПРОТИВОДЕЙСТВИЯ .....</b>	<b>110</b>
МЕТОД ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ Клименко П.П. ....	110
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ Пилипенко А.М. ....	112
<b>ПОДСЕКЦИЯ 4.</b>	
<b>КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ.....</b>	<b>115</b>
<b>ПОДСЕКЦИЯ 5.</b>	
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИИ, РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОСИСТЕМ .....</b>	<b>115</b>
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ WIMAX СВЯЗИ Ноаман Хешам Имад Аль-сагир , Галев Хешам Абдо Нажди, Кисель Н.Н. ....	115
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SIMPLEX-МЕТОДА Галев Хешам Абдо Нажди, Ноаман Хешам Имад Аль-сагир, Кисель Н.Н. ....	118
МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ S-ДИАПАЗОНА Хамед Махьюб, Кисель Н.Н. ....	121
НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОБ ОТКАЗАХ РЭА Горбунова Е.Б. ....	124
<b>СЕКЦИЯ №16.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....</b>	<b>126</b>

АНАЛИЗ СТРУКТУР СОВРЕМЕННЫХ TRI-GATE ТРАНЗИСТОРОВ Аюпов Э.И., Гайнулина Н.Р. ....	126
<b>СЕКЦИЯ №17.</b> <b>БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00) .....</b>	<b>129</b>
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ПРОДУКТЫ С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКОВ Самигуллина Н.А., Яхин Р.Р., Яхин Р.Г. ....	129
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОЖАРЕ Паршина А.П., Паршин М.В., Мурзинов В.Л. ....	131
<b>СЕКЦИЯ №18.</b> <b>ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12) .....</b>	<b>136</b>
<b>СЕКЦИЯ №19.</b> <b>ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) .....</b>	<b>136</b>
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ Минашина И.Н. ....	136
<b>СЕКЦИЯ №20.</b> <b>НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08) .....</b>	<b>139</b>
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОИСКУ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ НАНОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ Кондраков И.М. ....	139
<b>СЕКЦИЯ №21.</b> <b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) .....</b>	<b>143</b>
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОГРАММ КОЛИЧЕСТВЕННОГО КОНТЕНТ-АНАЛИЗА Гаркуша М.Ю., Сечкин Г.И. ....	143
<b>СЕКЦИЯ №22.</b> <b>МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08) .....</b>	<b>148</b>
ПРИБОР КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ НАУЧНОГО И УЧЕБНОГО ПОЗНАНИЯ Надеева О.Г. ....	148
<b>ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2014 ГОД.....</b>	<b>154</b>

**СЕКЦИЯ №1.  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)**

**СЕКЦИЯ №2.  
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГРУПП МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

**Евдошенко О.И.**

Астраханский государственный университет, г. Астрахань

Любое техническое устройство представляет собой сложную целостную систему, характеризующуюся набором взаимосвязанных параметров (характеристик). Значение любой из этих характеристик может быть улучшено для расширения области применения устройства и повышение его конкурентоспособности по сравнению с аналогами. Разработкой и анализом универсальных параметров занимался советский учёный-изобретатель Г. С. Альтшуллер [1]. Целью исследования является анализ существующих групп методов и приемов улучшения эксплуатационных характеристик устройств.

Для улучшения значения этих характеристик (параметров) технического устройства используются специальные приёмы и методы. Существует множество методов поиска новых идей в области изобретательства. Каждый из методов имеет целью облегчить поиск решения творческой задачи. Целесообразность применения метода (приема), принадлежащего к той или иной группе, в частности, зависит от сложности решаемой задачи. Условные графики зависимости трудоемкости решения творческой задачи от её сложности для различных групп методов показаны на Рисунке 1 [2].

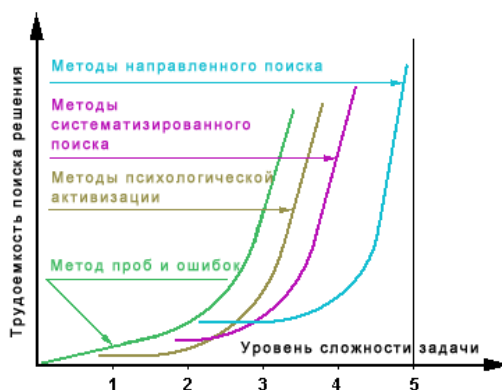


Рис.1. Зависимость трудоемкости поиска решения от уровня сложности задачи

Приёмы позволяют сформулировать и создать условия, при которых изобретатель сможет избежать противоречия между различными характеристиками устройства и одновременно улучшить их значение.

В настоящее время арсенал методов активизации творческой деятельности по данным разных авторов насчитывает до 50 наименований [5]. Это алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) и теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) Г.С. Альтшуллера [2]; морфологический анализ; мозговой штурм; функционально-стоимостный анализ и ряд других.

Улучшение значения характеристик технического устройства относится к решению сложных задач, для которых целесообразно применять методы направленного поиска, содержащие ТРИЗ, сформулированную в виде совокупности следующих положений: эффективная технология решения изобретательских задач основывается на сознательном использовании развития технических систем и для преодоления физических противоречий программа их выявления должна иметь информационный фонд, включающий фонд изобретательских приемов,

выявленный путем анализа больших массивов современной патентной информации. Фонд должен быть представлен в виде таблицы использования приемов [2].

В концепции ТРИЗ приёмы улучшения значения характеристик технических устройств разделены на эвристические и конструктивные.

Эвристические методы обеспечивают выявление, обработку и упорядочение системы закономерностей, механизмов и методологических средств антиципации, конструирования нового задания и целеустремленных способов деятельности на основе обобщения прежнего опыта и опережающего отражения моделей будущего с целью полного удовлетворения потребностей моделей. Эвристические приемы можно разделить на два класса: индивидуальные и межотраслевые. Индивидуальные приемы пополняются при анализе существующих изобретений и используются при решении последующих изобретательских задач. В межотраслевых приемах могут быть использованы примеры решения изобретательских задач, а также прототипы новых технических решений. Эвристические приемы являются способом решения изобретательских задач, когда улучшение технической системы обеспечивается без ухудшения значимых для неё параметров [3].

Наиболее четко описана и структурирована база эвристических приемов, используемых в области изобретательства в ТРИЗ, разработанной Г.С. Альтшуллером. Приёмы были созданы для разрешения или преодоления технических противоречий, возникающих при изменении одной их характеристик технического устройства. Работа по составлению списка таких приёмов была начата Г. С. Альтшуллером ещё на ранних этапах становления ТРИЗ. Для их выявления понадобился анализ более сорока тысяч авторских свидетельств и патентов [1]. Эти приёмы представляют большую эвристическую ценность для изобретателей.

Конструктивные методы улучшения основаны на конструктивных (коренных) изменениях свойств изобретений. Под конструктивным моделированием понимается модификация (видоизменение) исходной конструкции изделия с целью изменения её характеристик: формы, размеров, конструктивных параметров элемента. К конструктивным параметрам устройства можно отнести его длину, ширину, толщину, используемый материал и т.д. В результате изучения и анализа патентной документации более 150 новейших изобретений были сделаны выводы, что изменение конструкции технического устройства позволяет повысить надежность, точность, прочность и чувствительность технического устройства, расширить область его применения и упростить конструкцию.

Конструктор, применительно к определенному виду изделий, может сформулировать и отобрать для себя наиболее подходящий набор обобщенных (наиболее встречающихся) приемов совершенствования эксплуатационных характеристик, которые сможет в дальнейшем пополнять, анализировать и с успехом использовать.

Следует отметить, что в некоторых случаях конкретные приемы улучшения одной и той же эксплуатационной характеристики, выявленные в разных изобретениях, можно объединить в один прием с более общей формулировкой.

После того, как для исследуемого вида технических устройств выявлены обобщенные приемы, их необходимо классифицировать по ряду разнородных признаков и выявить наиболее эффективные приемы улучшения эксплуатационных характеристик [4].

В результате можно создать классификационную таблицу приемов, в каждой клетке которой могут быть размещены краткие формулировки обобщенных приемов (Табл.1).

Таблица 1

Классификация обобщенных приемов улучшения эксплуатационных характеристик

Обобщенные методы	Обобщенные цели			
	Цель 1 (чувствительность)	Цель 2 (надежность)	.....	Цель N (масса)
Конструктивные	Прием 1.1.1. Прием 1.1.2. ..... Прием 1.1.m.	Прием 1.2.1. Прием 1.2.2.	.....	Прием 1.N.1. Прием 1.N.2. ..... Прием 1.N.k.
Технологические		Прием 2.2.1.	.....	Прием 2.N.1.
Новые материалы	Прием 3.1.1.	Прием 3.1.1.	.....	
Схемотехнические		Прием 4.2.1.	.....	



В Табл.1:  $N$  - целое число, количество обобщенных целей (т.е. улучшаемых характеристик);  $m \neq k$  - целые числа, показывающие количество выявленных приемов улучшения той или иной характеристики.

В качестве критериев эффективности выявленных обобщенных приемов совершенствования эксплуатационных характеристик можно рассматривать:

- количество одновременно улучшаемых эксплуатационных характеристик при использовании одного и того же приема (например, прием 3.1. позволяет одновременно улучшить и чувствительность и надежность);
- эффективность улучшения той или иной эксплуатационной характеристики при использовании одного приема.

В результате данного исследования проведен анализ эвристических и конструктивных приемов улучшения характеристик, рассмотрены критерии эффективности обобщенных приемов.

### Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М: Московский рабочий, 1969. - 272 с
2. Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. – Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд., 1964, 240 с
3. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. – Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с.
4. Петрова И.Ю. Микроэлементы систем управления с распределенными параметрами различной физической природы // изд. Наука, М., 1979 - 111 с.
5. Шустов М.А. Методические основы инженерно-технического творчества. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010. – 78 с.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

**Тей Д.О., Гусаков А.В., Керамов Н.Д.**

ФГБОУ ВПО «Югорский Государственный Университет», г.Ханты-Мансийск

### Введение

На современном этапе развития технологий, импульсный способ преобразования энергии является наиболее распространенным и эффективным. Однако, существенная нелинейность импульсных систем преобразования энергии – высокая рабочая частота ШИМ, наличие коммутационных помех делают задачу идентификации состояния комплексной и ресурсоемкой [1]. Решение задачи идентификации, по сути, является первым шагом к разработке ИСПЭ обеспечивающей эффективное функционирование в широком диапазоне изменения параметров системы за счет автоматической подстройки параметров регулятора.

Одним из инструментов исследования сигналов является спектральный анализ с помощью преобразования Фурье. Интерес представляют вопросы выбора эффективного алгоритма идентификации периодических процессов обеспечивающего необходимую точность при допустимой вычислительной трудоемкости.

В работе представлен алгоритм определения оптимальной частоты дискретизации сигнала, а также алгоритм автоматической идентификации типа процесса преобразования энергии, обеспечивающие определение появления в ИСПЭ 2- и 4- процессов[2].

Анализ и преобразование данных в процессе функционирования ИСПЭ

С целью уменьшения объема выборки и исключения эффекта элайзинга при применении алгоритма быстрого преобразования Фурье был разработан алгоритм определения оптимальной частоты дискретизации, включающий 4этапа.

На первом этапе, с требуемой точностью, определяется рабочая частота ШИМ ( $F_{\text{шим}}$ ) в окрестности 14 кГц. Результат выполнения первого этапа представлен на Рисунке 1е.

На втором этапе проводится оценка шумового загрязнения сигнала на интервале ( $2 \times F_{\text{шим}}$  и  $3 \times F_{\text{шим}}$ )(28 кГц; 42 кГц). Выбор этого диапазона обусловлен тем, что после обработки сигнала ФНЧ амплитуды гармоник с частотами более 42 кГц становятся несущественными.

На третьем этапе выполняется определение оптимальной частоты дискретизации. По теореме Котельникова, принимается удвоенное значение частоты последней гармоники, амплитуда которой выше уровня шума. Результат определения частоты дискретизации представлен на Рисунке 1ж.

Первые три этапа алгоритма применяются во всем диапазоне варьирования нагрузок ( $R_n$ ) (2..50 Ом) и параметра П-звена ( $\alpha$ ) (1..80). Результат выполнения сохраняется в таблицу со следующей структурой: нагрузка, параметр П-звена, уровень шума, оптимальная частота.

На четвертом этапе, на основании полученной таблицы, определяются: максимальный уровень шума оборудования и оптимальная частота дискретизации.

Идентификация типа процесса импульсного преобразования энергии

Алгоритм идентификации типа процесса протекающего в ИСПЭ условно можно разделить на 3 этапа

На первом этапе выполняется определение, с требуемой точностью,  $F_{шум}$ . Поиск производится в окрестности рабочей частоты 14 кГц.

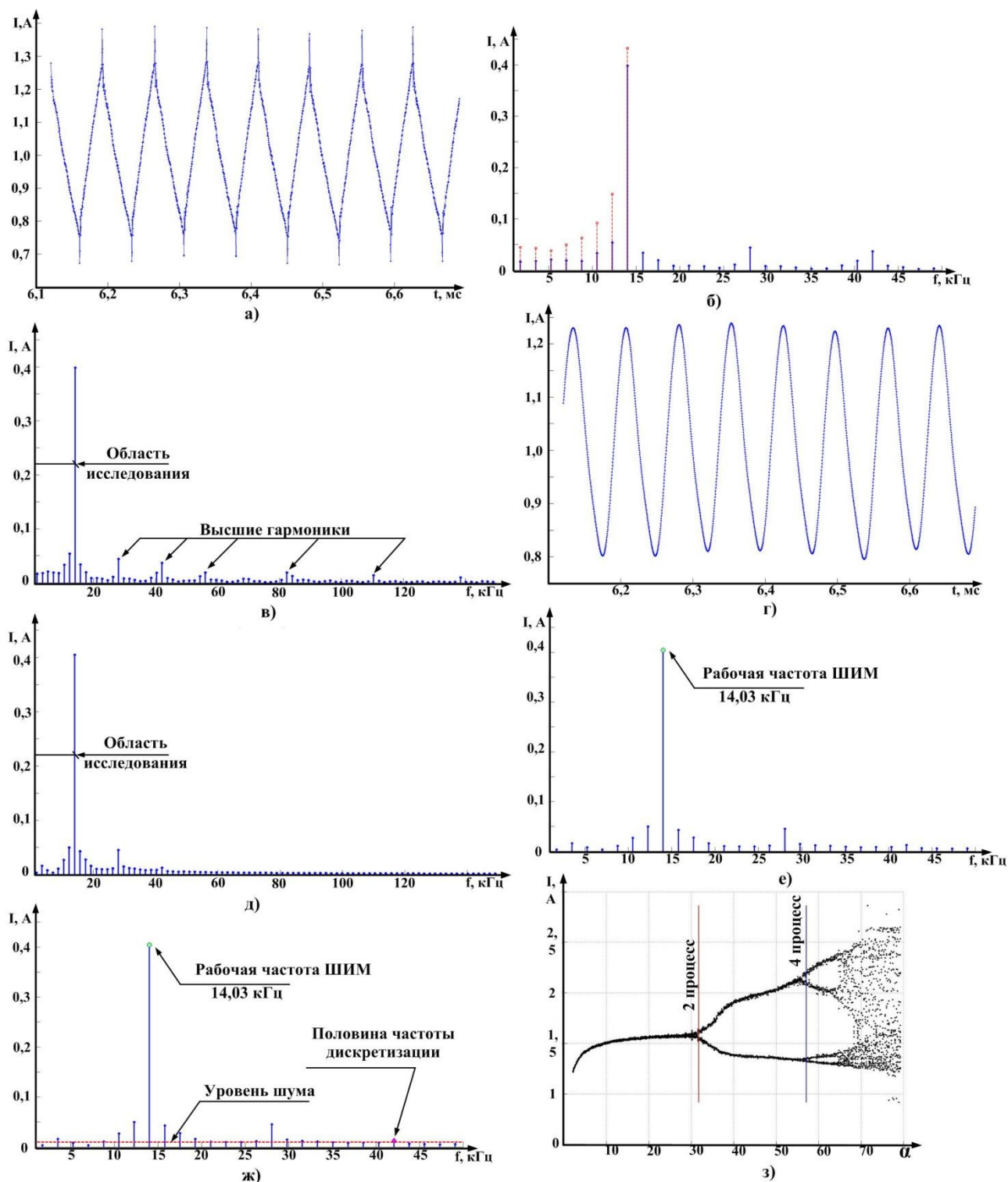


Рис.1. а) временной ряд исследуемого сигнала б) спектрограмма с эффектом элайзинга (наложившиеся частоты обозначены пунктирной линией) в) спектрограмма анализируемого сигнала г) исходный сигнал

перед обработкой ФНЧ д) результат применения ФНЧ, спектрограмма е) результат определения рабочей частоты ШИМ ж) пример значения частоты последней гармоники, амплитуда которой выше уровня шумов е) результат работы алгоритма идентификации технологического процесса

На втором этапе выполняется определение частот исследуемых неэксплуатационных процессов, а именно:  $F_{\text{шум}}/2$  как  $F_2$  для 2-процесса и  $F_{\text{шум}}/4$  как  $F_4$  для 4-процесса.

На третьем из сигнала исключаются все гармоники, амплитуды которых находятся ниже уровня шума. В полученном массиве выполняется поиск гармоник частоты, которых соответствуют  $F_2$  или  $F_4$ . В алгоритме возможны три сценария: если не найдены  $F_2$  и  $F_4$  – 1-процесс, если найдена  $F_2$  – 2-процесс, если найдена  $F_2$  и  $F_4$  – 4-процесс.

Проверка работоспособности алгоритмов определения оптимальной частоты дискретизации и идентификации типа процесса проводилась на данных полученных на экспериментальной установке «Импульсный преобразователь напряжения» (24В-60Вт). Результат выполнения алгоритма идентификации технологического процесса для  $R_n = 10$  Ом представлен на Рисунке 13. Сплошными линиями обозначены границы 2- и 4- процесса, которые определены в автоматическом режиме.

#### Заключение

В статье продемонстрирована возможность использования спектрального анализа для идентификации 2- и 4- процессов в динамике импульсных систем преобразования энергии. Представлены алгоритмы, обеспечивающие снижение объема обрабатываемых данных без появления эффекта элайзинга частот.

Экспериментальные исследования разработанных алгоритмов показали их работоспособность. При этом задержка выявления нежелательной динамики составляет от 3 до 4 периодов ШИМ регулятора. Преимуществом разработанных алгоритмов является отсутствие необходимости сложных синхронных измерений значения сигнала в момент переключений, помехозащищенность и простота реализации за счет использования промышленно разработанных решений быстрого преобразования Фурье.

#### Список литературы

1. Моновская А.В. Прогнозирование аварийных состояний в автоматизированных импульсных системах преобразования энергии: Дисс... докт. техн. наук: 05.13.06; [ Место защиты: Югорский Государственный Университет]. – Ханты-Мансийск, 2010. – 333 с.
2. Колоколов Ю.В., Моновская А.В., Гусаков А.В. Автоматизированное исследование экспериментальных бифуркационных диаграмм. // Информационные системы и технологии, г.Орел, 2013г. – №1(75), С.98-105.
3. Сато, Юкио Без паники! Цифровая обработка сигналов: пер. с яп. Селиной Т. Г. М.: Додэка-XXI, 2010. – 176 с.
4. Колоколов Ю.В., Моновская А.В., Годовников Е.А. Реализация прогнозирования срыва эксплуатационного режима в импульсном преобразователе энергии в реальном времени. // Информационные системы и технологии, г.Орел, 2012г. – №5(73), С.106-113.
5. Григорян М.Б. Методы и устройства децимации сигнала с повышенным быстродействием для цифрового спектрального анализа: Дисс... кандидат. техн. наук: 05.13.05; [ Место защиты: Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики]. – Санкт-Петербург, 2011. – 143 с.

## МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕЛЕВОГО ЗАКАЗА НА ПОДГОТОВКУ КАДРОВ

**Тей Д.О., Татьянкин В.М., Русанов М.А.**

ФГБОУ ВПО Югорский государственный университет, г.Ханты-Мансийск

Аннотация. В статье приводится методика оптимизации регионального целевого заказа на подготовку на примере Ханты-Мансийского автономного округа - Югры.

Ключевые слова: математическая модель, прогнозирование, кадровая потребность, ротация.

#### Введение

В настоящее время обеспечение экономики региона трудовыми кадрами является важной социально-экономической проблемой, затрагивающей все отрасли региональной экономики. Дальнейшее развитие

производства и рост ВВП, предполагаемый региональными планами развития на долгосрочный период, будет зависеть от того, насколько успешно будут решены проблемы кадрового обеспечения экономики, обусловленные дефицитом высококвалифицированных кадров, складывающейся демографической ситуацией, несбалансированностью рынка труда и рынка образовательных услуг. Проблема обеспечения экономики региона квалифицированными кадрами обусловлена, прежде всего, количественным и качественным несоответствием рабочей силы, выпускаемой профессиональными образовательными учреждениями, потребностям предприятий региона. Одной из причин такого дисбаланса является отсутствие полной и достоверной информации о количестве и качестве рабочей силы, необходимой для осуществления экономической деятельности в регионе в настоящее время и в будущем.

В последнее время постоянно растет научный и практический интерес к проблеме взаимодействия рынка труда и рынка образовательных услуг. Теоретические и методологические аспекты научной деятельности по данной проблематике нашли отражение в концептуальных положениях программ модернизации российского образования, стратегических социально-экономических планах развития целого ряда субъектов Федерации (например, «Стратегия социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2020 года и на период до 2030 года») и муниципальных образований (например, «муниципальная долгосрочная целевая программа «Содействие занятости населения Ханты-Мансийского района на 2012-2014 годы»). Вместе с тем требует дальнейшей разработки методический инструментарий долгосрочного прогнозирования потребности экономики в кадрах, мониторинга региональных рынков труда и образовательных услуг, позволяющий планировать объем подготовки кадров в учреждениях профессионального образования.

#### Критерии оптимизации и параметров модели

Прогноз потребности в кадрах формируется с целью выработки и принятия регионом или муниципальным образованием стратегических и оперативных мер в сфере государственного регулирования рынка труда и рынка образовательных услуг, развития кадрового потенциала в отраслях экономики, а также для определения объемов привлечения мигрантов и иностранной рабочей силы. Наиболее важные решения принимаются в сфере образования, в частности решения о формировании федеральных и региональных заказов на подготовку кадров. При определении которых, необходимо учитывать количественные потребности в подготовке кадров и качество выпускаемых специалистов, стоимость подготовки одного специалиста по направлению и ограниченную способность подготовки по направлению каждого образовательного учреждения. Так же существует проблема с проведением профагитационной работы среди абитуриентов, о чем свидетельствуют данные конкурсов приемных комиссий образовательных учреждений. Складывается ситуация, когда при уменьшении бюджетных мест по гуманитарным направлениям приводит к тому, что конкурс на них только увеличивается, а увеличение бюджетных мест на технические направления, приводит к уменьшению числа «человек на место».

Формирование заказа на подготовку кадров должно учитывать не только потребности в подготовке кадров, но и возможности сети образовательных учреждений подготовить необходимые кадры. Можно выделить три основных критерия подготовки кадров в профессиональном образовательном учреждении: 1) Максимальное (минимальное) количество зачисленных на 1-й курс студентов по направлению подготовки в образовательном учреждении. Каждое образовательное учреждение набирает столько абитуриентов, сколько позволяет штат сотрудников и помещения.

2) Качество выпускаемых специалистов. Для определения качества подготовки специалистов можно использовать рейтинг по направлениям подготовки, описанный в статье [3].

3) Доля выпуска по направлению подготовки в образовательном учреждении.

4) Стоимость подготовки одного специалиста. Также можно ввести подобие аукциона, чтобы образовательные учреждения, снижая стоимость подготовки, могли бороться за дополнительные бюджетные места для абитуриентов.

Отдельно можно выделить подход, при котором нехватка кадров с высшим профессиональным образованием, будет восполняться дополнительными наборами на профессии среднего профессионального образования, с последующим их дообучением на производстве.

#### Описание математической модели

Для решения описанной выше проблемы и опираясь на модель прогнозирования, описанную в статьях [1-3], предлагается следующий подход для оптимизации мощности учреждений профессионального образования региона. Под мощностью будем понимать, максимально возможное количество принятых на первый курс абитуриентов, по укрупненной группе специальностей. Каждая УГС для региона имеет свое значение, поэтому некоторые УГС будут более значимы для экономики региона. Тогда модель оптимального распределения мощности образовательных учреждений можно представить в виде:

$$\sum_{j=1}^{28} \varphi(x) * \left| \sum_{i=1}^{17} NV_{ij}^t - \sum_{k=1}^K \sum_s (OV_{kjs} * PV_{kjs}^t) \right| \rightarrow \min$$

где  $\varphi(x)$  – функция значимости УГС для экономики региона, где под  $(x)$  понимается мощность университета;  $FN_{ij}^t$  – спрогнозированная потребность экономики в специалистах для  $i$ -й отрасли экономики из  $j$ -й УГС в году  $t$ ;  $FW_{ij}^t$  – спрогнозированная численность занятых в экономике специалистов для  $i$ -й отрасли экономики из  $j$ -й УГС в году  $t$ ;  $FN_{ij}^t - FW_{ij}^t = N_{ij}^t$  – недостающие (избыточные) специалисты в экономике для  $i$ -й отрасли экономики из  $j$ -й УГС в году  $t$ ;  $NV_{ij}^t, NS_{ij}^t, NN_{ij}^t$  – недостающие специалисты с высшим, средним, начальным профессиональным образованием;  $PV_{kjs}^t$  – задействованная мощность  $k$ -го университета по  $j$ -й УГС по специальности  $s$  из этой УГС в году  $t$ ;  $OV_{kjs}^t$  – доля выпуска  $k$ -го университета по  $j$ -й УГС по специальности  $s$  из этой УГС в году  $t$ ;  $\sum_s PV_{kjs}^t \leq PV_{kj}^t$  – суммарная задействованная мощность образовательного учреждения  $k$  в году  $t$  по УГС  $j$  по специальности  $s$ , где  $PV_{kj}^t$  – суммарная мощность образовательного учреждения  $k$  в году  $t$  по УГС  $j$  является постоянной и зависит от количества и уровня преподавателей.

Считаем, что внутри одной УГС мощности направлений подготовки можно перераспределять произвольно.  $\sum_k \sum_j \sum_s PV_{kjs}^t \leq AV^t$  – суммарная задействованная мощность всех вузов по всем УГС и направлениям подготовки в году  $t$  не превосходит количество абитуриентов вузов в году  $t$ . Стоимость обучения всех абитуриентов во всех вузах в году  $t$ , ограничено суммой выделенной департаментом в году  $t$  определяется неравенством:

$$\sum_k \sum_j \sum_s PV_{kjs}^t * CV_{kjs}^t \leq CV^t.$$

где  $CV_{kjs}^t$  – стоимость подготовки по направлению  $s$  в вузе  $k$  в году  $t$ .

В общем виде задачу можно описать в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^{28} \varphi(x) * \left| \sum_{i=1}^{17} NV_{ij}^t - \sum_{k=1}^K \sum_s (OV_{kjs} * PV_{kjs}^t) \right| \rightarrow \min \\ \sum_s PV_{kjs}^t \leq PV_{kj}^t \\ \sum_k \sum_j \sum_s PV_{kjs}^t \leq AV^t \\ \sum_k \sum_j \sum_s PV_{kjs}^t * CV_{kjs}^t \leq CV^t \end{array} \right.$$

Функция  $\varphi(x)$  может быть сформирована разными способами: экспертной оценкой, математической функцией или с помощью набора критериев. Мы в своей работе используем комбинированный подход к определению функции  $\varphi(x)$ , используя количественные и качественные показатели для составления рейтинга профессиональных образовательных учреждений.

**Заключение**

Поставленная задача является сложно формализуемой, в связи с наличием многих факторов и следовательно сложно решаемой. Но потребность в оптимизации государственного заказа, как федерального, так и регионального, является необходимой для удовлетворения потребности регионального рынка труда и предприятий региона.

### Список литературы

1. Татьянакин В.М., Тей Д.О., Русанов М.А. Модель регионального рынка труда в задаче определения регионального заказа на подготовку квалифицированных специалистов. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. № 3(29)-2013 г.
2. Татьянакин В.М., Тей Д.О., Русанов М.А. Прогнозирование численности занятых по видам экономической деятельности с применением кластерного анализа и нейронных сетей. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. № 4 (30)-2013 г.
3. Татьянакин В.М., Тей Д.О., Русанов М.А. Формирование контрольных цифр приёма с учётом прогноза потребностей региональной экономики. Информационные системы и технологии. № 6 (80)-2013 г.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МИГРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ РЕГИОНА

Тей Д.О., Татьянkin В.М., Русанов М.А.

ФГБОУ ВПО Югорский государственный университет, г.Ханты-Мансийск

Аннотация. В статье предлагается способ прогнозирования численности трудовых мигрантов на базе прогноза потребностей региональной экономики. Проведен численный эксперимент на примере Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, который выявил перегруженность ряда специальностей кадрами пенсионного возраста при отсутствии собственных ресурсов и межрегиональной миграции по этим направлениям.

Ключевые слова: математическая модель, прогнозирование, кадровая потребность, ротация, коэффициент занятости, международная миграция.

### Введение

По данным Департамента труда и занятости населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры суммарные потребности региона в работниках со средним профессиональным образованием (далее СПО) ежегодно составляют не менее 53 000 работников при существующем предложении на рынке труда порядка 21 000 работников [2, 1].

Это ситуация является причиной возникновения миграционного притока как межрегионального так и международного. Недостатком такого прироста является увеличение нагрузки на учреждения социального обслуживания, здравоохранения, правоохранительные органы. Одной из стратегических задач в рамках развития региональной экономики и безопасности является задача оценки и прогнозирования потребностей в миграционных трудовых ресурсах[3].

В настоящее время не существует принятого способа анализа и прогнозирования миграционного потенциала региона, а методические указания министерства труда и занятости предлагают решать эту задачу любыми возможными способами, включая экспертную оценку.

В этой статье будет предложена математическая модель регионального рынка труда и алгоритм оценки количества мигрантов, апробированная на примере Ханты-Мансийского автономного округа - Югры.

### Математическая модель регионального рынка труда

Математическая модель регионального рынка труда [4] описывается выражениями (1)-(5) и позволяет учесть следующие особенности: внешние миграционные потоки населения, включая вахтовых и иностранных рабочих, динамику выпуска специалистов из региональной сети профессионального образования, динамику выпуска специалистов вне региональной сети профессионального образования, количество работающих пенсионеров, особые социальные льготы (декретный отпуск, служба в армии).

$$E(t) = f_s(t) - f_p(t), \quad (1)$$

где  $E(t)$  - дополнительная потребность региональной экономики в трудовых ресурсах,  $f_s(t)$  - требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики,  $f_p(t)$  - количество трудовых ресурсов, которым располагает региональная экономика,  $t$  - планируемый период времени.

Спрос на трудовые ресурсы в прогнозном периоде определяется с учётом экономического развития региона по следующему выражению:

$$f_s(t) = \sum_{j=1}^d F_j(A_{iq}^j), \quad (2)$$

где  $F_j(A_{iq}^j)$  - численность занятых по видам экономической деятельности,  $j = 1 \dots d$  виды экономической деятельности,  $A_{iq}^j$  - матрица параметров, влияющих на численность занятых,  $i = n \dots t - 1$ ,  $n$  - год, с которого имеются данные,  $q$  - количество параметров, влияющих на численность занятых.

Количество специалистов, способных к трудовой деятельности, региона определяется следующим выражением:

$$f_p(t) = \sum_{r=1}^2 \sum_{i=a}^b x_i^r(t) * y_i^r(t) + g(t) + p(t), \quad (3)$$

где  $x_i^r(t)$  - половозрастное распределение населения региона,  $r=1$  – мужчины,  $r=2$  – женщины,  $i=a \dots b$ ,  $a$  – возраст начала трудовой деятельности,  $b$  – предельный возраст,  $y_i^r(t)$  - половозрастные коэффициенты занятости населения региона,  $g(t)$  - специалисты, работающие вахтовым способом,  $p(t)$  - количество иностранных рабочих.

Население региона с профессиональным образованием изменяется в соответствии с выпуском системы профессионального образования, коэффициентов смертности и миграцией.

$$x_a^r(t+1) = e^r(t+1) + z_a^r(t+1) + v_a^r(t+1) \quad (4)$$

$$x_l^r(t+1) = x_{l-1}^r(t) * k_{l-1}^r(t) + z_l^r(t+1) + v_l^r(t+1) \quad l = a+1 \dots b, \quad (5)$$

где  $z_i^r(t)$  - половозрастная миграция в регионе,  $k_i^r(t)$  - половозрастные коэффициенты смертности населения региона,  $e^r(t)$  - выпуск специалистов региональными учреждениями профессионального образования,  $v_i^r(t)$  - дополнительный поток специалистов (обучение вне региона, переобучение).

С точки зрения оптимального соотношения спроса и предложения на рынке труда, наиболее благоприятной для экономики региона является ситуация, когда  $E(w) = 0$ , то есть спрос на трудовые ресурсы, равняется предложению. В первую очередь, достичь этого, можно за счёт изменения квот на иностранных специалистов. Из равенств (1-5) определим требуемое количество квот ( $p(t)$ ) при которой  $E(w) = 0$ , то есть

$$f_s(w) = f_p(w):$$

$$\begin{cases} p(t) = f_s(w) - \sum_{r=1}^2 \sum_{l=a+1}^b x_l^r(w) * y_l^r(w) - g(w) \\ x_a^r(w-1) = e^r(w-1) + z_a^r(w-1) + v_a^r(w-1) \\ x_l^r(w) = x_{l-1}^r(w-1) * k_{l-1}^r(w-1) + z_l^r(w) + v_l^r(w) \\ f_s(w) = \sum_{j=1}^d F_j(A_{iq}^j) \end{cases} \quad (7)$$

где  $w$  - период времени(год), в котором планируется изменение квот.

Кадровая потребность в иностранной рабочей силе

Прогноз потребности сформирован с учетом двух сценариев развития окружного рынка труда. Первый сценарий предполагает сохранение тенденции увеличения числа работающих пенсионеров и является крайне нежелательным.

Второй сценарий предполагает омоложение регионального рынка труда до средних по стране показателей.

Кадровая потребность в работниках, которую округ не способен обеспечить за счет собственных ресурсов на 2015 год и 2020 год, представлена в Табл.1.

Таблица 1

Кадровая потребность в работниках, необеспеченная за счет ресурсов округа на 2015 год, чел.

УГС	2015 год				2020 год			
	Сценарий 1		Сценарий 2		Сценарий 1		Сценарий 2	
	ВПО	СПО	ВПО	СПО	ВПО	СПО	ВПО	СПО
ИТОГО	3849	28651	4339	53622	20797	117032	26514	68043

Анализ Табл.1 определяет, что общая потребность в работниках из других регионов РФ в 7 превышает имеющийся миграционный прирост и с учетом современной демографической, экономической ситуации и трудных природных условия региона вряд ли будет восполнена кадрами из РФ. Более пугающей выглядит цифра, обеспечивающая омоложение рынка труда региона. Она в 16 раз превышает имеющийся миграционный прирост и неизвестно кем и когда может быть восполнена.

Заключение

В статье представлена модель регионального рынка труда, которая позволяет оценить потребности региона в привлечении иностранной рабочей силы. Исследование трудовых ресурсов на пример Ханты-Мансийского автономного округа выявило невозможность обеспечения регионом потребностей в трудовых ресурсах за счет внутренней и межрегиональной миграции.

С помощью разработанной модели был проведен анализ динамики рынка труда, в котором в качестве переменной использовался коэффициент занятости населения. Анализ выявил, что общая потребность в работниках из других регионов РФ в 7 превышает имеющийся миграционный прирост и с учетом современной демографической, экономической ситуации и трудных природных условия региона вряд ли будет восполнена кадрами из РФ. Более пугающей выглядит цифра, обеспечивающая омоложение рынка труда региона. Она в 16 раз превышает имеющийся миграционный прирост и потенциально не может быть восполнена.

#### Список литературы

1. Департамент образования и молодежной политики ХМАО - Югры. – URL:– <http://www.doinhmao.ru/>. Датаобращения: 29.09.2014.
2. Департамент труда и занятости ХМАО - Югры. – URL:–<http://job.dzhnmao.ru/>. Датаобращения: 29.09.2014.
3. Концепция государственной миграционной политики Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная Президентом Российской Федерации. – URL:– <http://kremlin.ru/acts/15635>. Датаобращения: 29.09.2014.
4. Тей Д.О., Татьянакин В.М., Карминская Т.Д., Русанов М.А. Модель регионального рынка труда в задаче управления региональным заказом на подготовку квалифицированных специалистов// Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники: сб. науч. тр. Томск, 2013. №3(30). С. 195-200.

### СЕКЦИЯ №3.

#### ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

### СЕКЦИЯ №4.

#### МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ АЭРОДИНАМИКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ

Киселева Н.Н.<sup>1</sup>, Катаева Л.Ю.<sup>1</sup>, Масленников Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Нижегородский филиал Московского государственного университета путей сообщения, г.Нижний Новгород

<sup>2</sup>Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева, г.Нижний Новгород

Обеспечение безопасности перевозок пассажиров и грузов в соответствии с [1] является приоритетным качественным показателем при оценке организации деятельности транспортного сектора. При этом международный опыт показывает, что процедура сокращения числа ДТП, и снижения тяжести их последствий является управляемой, а дорожно-транспортный травматизм можно прогнозировать и сокращать.

Также, обеспечение безопасности перевозок зависит от степени проработанности конструкции автомобилей на стадии проектирования. В последние годы отечественные и зарубежные производители легковых (и особенно грузовых) автомобилей всё большее внимание уделяют такой важной составляющей проектирования автомобиля, как аэродинамика.

Вопросам обеспечения безопасности движения транспортных средств [6, 7] и в частности совершенствования их аэродинамических характеристик посвящены работы многих отечественных исследователей [3, 4, 5]. В данных работах отмечается, что с точки зрения «полезности» для проектируемых транспортных средств аэродинамика позволяет:

- \* снизить аэродинамический шум;
- \* уменьшить загрязнения зеркал, стёкол и других поверхностей автомобиля;
- \* уменьшить потребление топлива или произвести повышение скорости движения за счёт сокращения сил сопротивления воздуха, направленных против движения автомобиля;
- \* произвести оптимизацию воздушных потоков для охлаждения двигателя, а также вентиляции салона;
- \* снизить воздействие бокового ветра на движение автомобиля.
- \* повысить сцепление колёс автомобиля с дорогой за счёт уменьшения подъёмной аэродинамической силы;



Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что аэродинамика влияет не только на экономичность автомобиля, но и на безопасность его эксплуатации, т.к. в немалой степени дорожная обстановка оценивается через боковые стёкла и боковые зеркала заднего вида, загрязнение которых ухудшает обзор, создавая при этом угрозу безопасности движения не только для самого водителя, но и для окружающих его транспортных средств.

К настоящему времени разработано множество способов для снижения загрязнения данных элементов транспортного средства, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками.

К основным способам предотвращения ухудшения видимости относятся установка ветровиков (дефлекторов), накладок, козырьков и т.д.

Дефлекторами (ветровиками) являются дополнительные (чаще всего) элементы обвеса автомобиля, которые их владельцы устанавливают в подавляющем большинстве самостоятельно, но есть и такие автопроизводители, которые устанавливают их непосредственно на стадии сборки автомобиля (например - в Японии).

Причиной для установки дефлекторов (ветровиков) обычно становятся следующие понятия водителей транспортных средств об усовершенствовании:

1. Улучшение обзора с водительского места.

При движении на большой скорости, в особенности под дождём или снегом, возможно попадание влаги на боковые стекла. Зачастую это происходит в тех случаях, когда дворники лобового стекла сгоняют жидкость на его края, вследствие чего вода с частицами грязи попадает на боковые стёкла. Образование разводов на стеклах приводит к изменению и ухудшению боковой видимости, и даже к образованию «мёртвых зон» обзора. Присутствие дефлекторов обычно позволяет уменьшить загрязнения боковых стёкол.

2. Вентиляции в салоне автомобиля.

Установленный дефлектор позволяет предотвратить во время движения попадание дыма при курении или сброшенного с сигареты пепла обратно внутрь автомобиля.

3. Предохранение водителя от воздействия сильного встречного ветра, дождя или снега при опущенном стекле.

Дополнительная деталь отчасти «отсекает» воздушный поток с частицами влаги, допуская тем самым открывание окна для вентиляции салона. Это повышает вероятность избежания запотевания стёкол и увеличения влажности в автомобиле даже при поездке под проливным дождем.

4. Эстетики транспорта.

В комплексе с дефлектором капота и другими элементами обвеса ветровики на окнах позволяют привести внешний вид автомобиля в соответствие с мнением его владельца, подчеркнув при этом особенности автомобиля.

В целом, дефлекторы являются защитными деталями для стёкол и кузова транспортного средства, поэтому они должны быть достаточно устойчивыми к динамическим нагрузкам (например, должны выдерживать удар мелкого камня, вылетевшего из-под колёса встречного транспортного средства).

Дефлекторы обычно классифицируются по двум типам: вставные под уплотнитель или наклеиваемые поверх рамки двери. Дефлекторы, наклеиваемые на обрамление двери, отличаются большей простотой установки и эксплуатации.

По результатам испытаний в аэродинамической трубе дефлекторы боковых стёкол практически не влияют на коэффициент аэродинамического сопротивления, как показано в работе [8]. Результаты испытаний автомобиля с задним дефлектором в аэродинамической трубе, приведённые в той же работе свидетельствуют о снижении коэффициента аэродинамического сопротивления и аэродинамической подъемной силы на передней и задней оси. По результатам экспертной оценки к плюсам можно отнести ослабление сквозняков в салоне и дополнительная защита его от дождя.

Специальные молдинги на передних стойках являются простым и эффективным решением для сохранения чистоты боковых стёкол, которые направляют всю воду с лобового стекла на крышу авто, а не на боковины. Однако их использование нередко приводит к более сильному загрязнению заднего стекла. Для решения этой проблемы используются глубокие канавки, улавливающие стекающую воду и направляющие ее на задние боковые стойки.

Дефлектор капота (от лат. *deflecto* – отвожу, отклоняю) он же «спойлер капота», «отбойник капота», «защита капота» - это специальное аэродинамическое устройство, повторяющее форму передней части капота и являющееся его защитой.

В работе [8]отмечается, что по результатам испытаний в аэродинамической трубе использование дефлектора капота приводит к увеличению коэффициента аэродинамического сопротивления и подъемной силы на передней и задней осях. Кроме того, практическая «полезность» данных дефлекторов также нередко вызывает

сомнение. По результатам экспертной оценки, на машинах с накладками комары и мошки продолжают биться о стекло и размазываться по нему так же, как и без накладок. При этом дефлектор защищает от бомбардировки только ту узкую зону, которую прикрывает, а в узкую щель между накладкой и капотом вместе с возникающим вихрем хорошо всасывается песок, удалить который, не сняв накладку, сложно. При этом так как при движении и капот, и накладка вибрируют, то песчинки могут оставлять на лакокрасочном покрытии глубокие царапины.

Против сильного загрязнения дверей и боковых окон, а также для защиты от летящих из-под колёс камней и песка активно используются и колёсные брызговики.

Другие способы снижения загрязнения элементов транспортного средства используются реже.

Предлагаемые некоторыми производителями спойлеры рычагов стеклоочистителя предназначены для повышения эффективности очистки стекла на высоких скоростях благодаря дополнительному аэродинамическому прижиму к стеклу. По результатам испытаний в аэродинамической трубе, данные спойлеры практически не влияют на коэффициент аэродинамического сопротивления, при этом по результатам экспертной оценки повышение эффективности очистки стекла не отмечено.

В попытках предотвратить или хотя бы уменьшить загрязнение зеркальных элементов транспортного средства некоторые фирмы конструируют специальные канавки на зеркалах заднего вида автомобиля. По ним грязь отводится в сторону, не забрызгивая саму отражающую поверхность зеркала [2]. К интересным способам предотвращения загрязнений относится и использование козырьков зеркал. Пластиковые козырьки, служащие для уменьшения попадания осадков на отражающую поверхность зеркала, приклеиваются на верхнюю часть корпуса боковых зеркал транспортного средства при помощи двухстороннего скотча.

Таким образом, в настоящее время существует множество способов предотвращения ухудшения видимости транспортных средств со стороны водителя. Данная проблема решается в основном путём установки дополнительных элементов на кузов транспортного средства.

Между тем, более перспективным способом предотвращения загрязнения зеркальных элементов транспортного средства нам представляется подбор оптимальной формы бокового зеркала автомобиля путём моделирования его аэродинамических характеристик при помощи специальных программных продуктов.

Современное моделирование происходит в трёхмерной постановке, согласно принципу «как есть», то есть существует возможность исследования полной геометрической модели без упрощений. При этом пользователь может выбрать степень детализации моделируемого объекта, обеспечивая, при необходимости, разумный компромисс между точностью и временем вычислений. Моделирование может осуществляться, например, в программных комплексах FlowVision или STAR-CCM+, позволяющих моделировать подвижные тела, придавая им поступательное или вращательное движение, а также использовать параллельные вычисления в автоматическом режиме. Кроме того они позволяют оптимизировать конструкцию с учётом динамики жидкости и газа, а также решать задачи механики сплошных сред.

С учетом вышесказанного, можно сделать следующий вывод. Для обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов представляется целесообразным проводить исследования аэродинамических характеристик транспортных средств. При этом представляется целесообразным производить подбор оптимальной формы бокового зеркала автомобиля путём моделирования его аэродинамических характеристик при помощи специальных программных продуктов.

#### Список литературы

1. Безопасность движения [Электронный ресурс] // ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» [сайт] [2014]. – URL: <http://niiat.ru/activity/bezopasnost-dvizheniya/> (Дата обращения: 12.09.2014)
2. Влияние аэродинамики на загрязнение [Электронный ресурс] // ООО «Газета АВТОРЕВИЮ» [сайт] [2014]. – URL: <http://www.autoreview.ru/archive/2001/23/aero/> (Дата обращения: 10.09.2014)
3. Ильин Е.В. Совершенствование аэродинамики подднищевой зоны легкового автомобиля: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Е.В. Ильин. – М.: 2003. – 20 с.
4. Евграфов А.Н. Аэродинамика автомобиля / А.Н. Евграфов.–М.: МГИУ, 2010. – 356 с.
5. Жданов Е.А. Аэродинамика и ее влияние на эксплуатационные параметры автомобиля / Е.А. Жданов // Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт. – 2010. – № 5. – С. 27-30.
6. Платонов А.А. Особенности обеспечения безопасности движения в Европейском Союзе / А.А. Платонов // Воронежский научно-технический Вестник. – 2013. – № 4. – С. 50-57.
7. Платонов А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. – 2014. – № 2 (8). – С. 80-86.

8. Симпатичны, опасны и бесполезны [Электронный ресурс] // Ремонт и обслуживание автомобилей [сайт] [2014]. – URL: <http://tavria-auto.narod.ru/37-39.htm> (Дата обращения: 11.09.2014)

## ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИКИ РАЗГОНА ГИДРОГЕНЕРАТОРА БРАТСКОЙ ГЭС

Ульянов А.Д.

БрГУ, г.Братск

Процесс идентификации является необходимым условием при решении задач синтеза и диагностики, причем при синтезе систем автоматического управления возможны, а порой необходимы, различного рода допущения направленные на упрощение математических моделей с целью получения конструктивного результата.

В настоящее время, исследование вопросов диагностики и разработки средств диагностики соответствует переходному этапу от частичной к полной автоматизации процесса диагностирования. Поэтому, необходимо решать вопросы по разработке компьютерных технологий системного анализа диагностической информации, что позволит существенно повысить глубину и достоверность формируемого таким образом диагноза при одновременном снижении трудоемкости.

На Братской ГЭС введена в эксплуатацию автоматическая система регулирования частоты вращения турбины и диагностики работы гидроагрегатов, имеется база данных измерений. Исходная информация (Рисунок 1) является достаточной для идентификации динамики гидрогенераторов в режиме нормального функционирования.

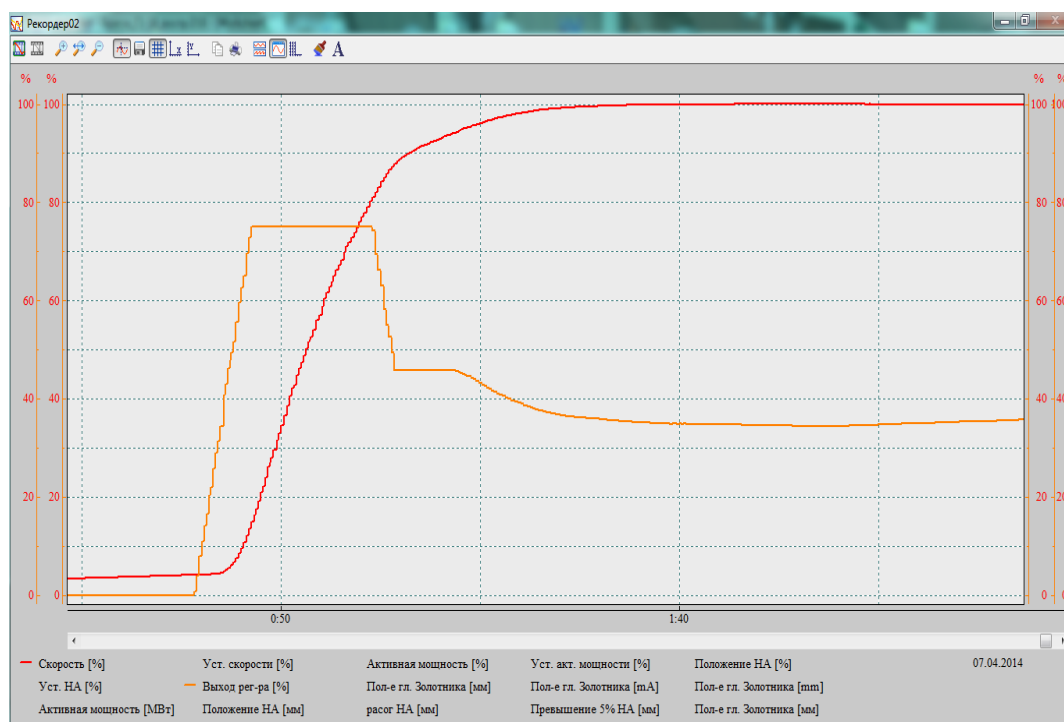


Рис.1. Экспериментальная переходная характеристика разгона гидрогенератора.

В результате структурной идентификации получены передаточные функции:

$$W_1(p) = \frac{1}{(T_1 p + 1)^3 (\tau_1 p + 1)}; W_2(p) = \frac{1}{(T_2 p + 1)^3 \left( \tau_2 p + \frac{\tau_2^2 p^2}{2} + 1 \right)}$$

На Рисунках 2 и 3 представлены результаты идентификации процесса разгона гидрогенератора при стандартном ступенчатом входном сигнале при этом:

для  $W_1(p)$  –  $T_1=3,1$  с.  $\tau_1=7,1$  с. интегральная ошибка идентификации составила 0,59%.

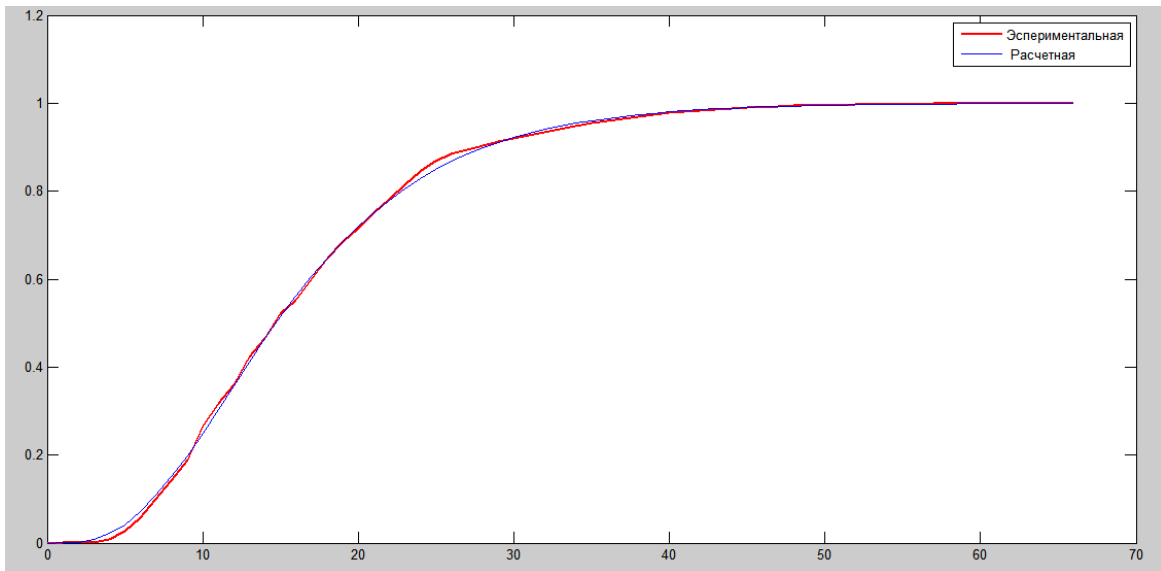


Рис.2. Идентификация процесса разгона гидрогенератора при стандартном ступенчатом воздействии передаточной функцией  $W_1(p)$

для  $W_2(p)$  –  $T_2=5$  с.  $\tau_2=1,3$  с. интегральная ошибка идентификации составила 0,63%

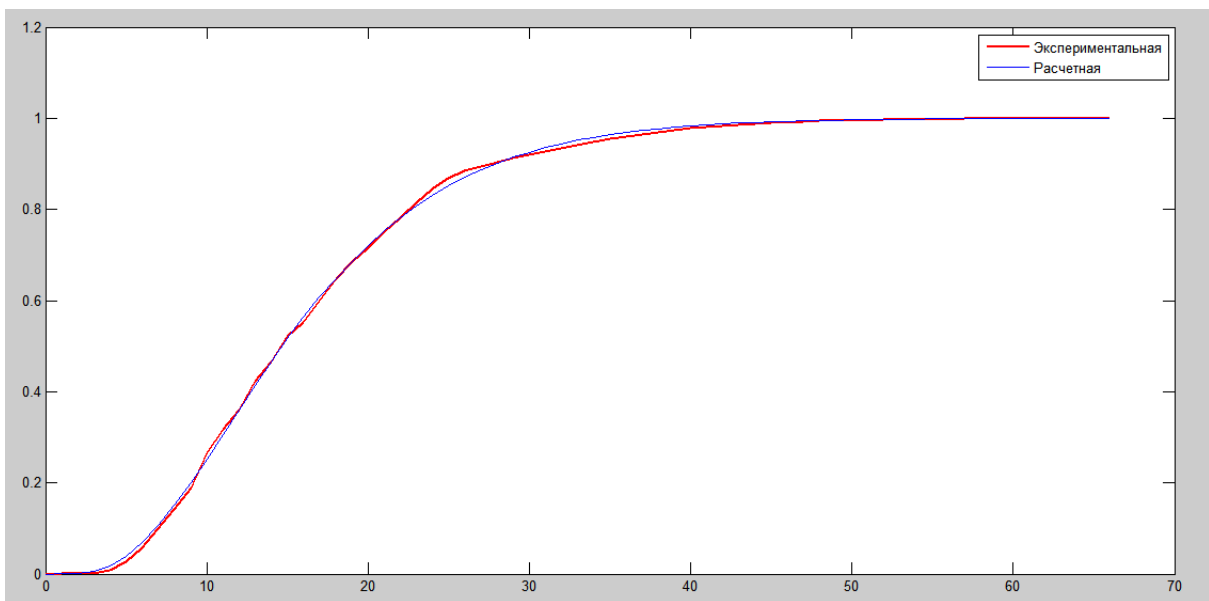


Рис.3. Идентификация процесса разгона гидрогенератора при стандартном ступенчатом воздействии передаточной функцией  $W_2(p)$

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. проведение структурной и параметрической идентификации значительно повышает точность идентификации.
2. при разгоне гидрогенератора присутствует чистое (транспортное) запаздывание, которое учитывается функцией  $e^{-\tau p}$ , то аналитически определить переходную функцию невозможно. Функция  $e^{-\tau p}$  может быть представлена на основе её разложения в ряд Маклорена или в ряд Фурье. И поэтому при структурной идентификации может получено большое разнообразие передаточных функций.
3. при параметрической идентификации определяются постоянные времени  $T$  и  $\tau$ , характеризующая состояние гидрогенератора и регулятора

### Список литературы

1. Лузгин В.В. Методы и алгоритмы идентификации и диагностики аналоговых промышленных объектов. – Автореферат на соискание учёной степени доктора наук. Иркутск – 2012. – 44 с.
2. Павлов Г.М., Меркурьев Г.В. Автоматика энергосистем.- СПб., 2001.- 388 с.-
3. Ульянов А.Д., Лузгин В.В. Методология формирования алгоритмов идентификации и диагностирования аналоговых промышленных объектов. - Системы. Методы. Технологии.- 2013. - №3(19).- с. 96-100.

## СЕКЦИЯ №5.

### ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАЛЫМИ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ

Рудишин И.А., Егоров Н.С.

Братский государственный университет, г.Братск

Российская Федерация занимает первое место в мире по территории. Для обеспечения электроэнергией больших расстояний требуется развитая сеть электроснабжения. Электроэнергия является одним из важнейшим факторов стабильной работы всех отраслей промышленности, добычи природных ресурсов, роста сельского хозяйства, образования жилых районов и обеспечения научно-технического прогресса.

Эффективность освоения природных ресурсов зависит от передачи энергии на дальние расстояния. Добыча труднодоступных ископаемых невозможна без присутствия бесперебойной подачи электроэнергии, что бы решить эту проблему необходимо развивать сети центрального энергоснабжения. На сегодняшний день, расширение центральных сетей в труднодоступные места является очень дорогостоящей работой.

Строительство и эксплуатация больших электростанций, таких как гидроэлектростанция, тепловая электростанция, атомная электростанция, требует больших финансовых затрат. Соответственно использование таких электростанций приводит к загрязнению окружающей среды (Табл.1) [2]. В некоторых случаях применение их не допустимо, так как могут произойти экологические проблемы в местах их расположения и за её пределами.

Таблица 1

Основные факторы влияющие на экологическую обстановку при эксплуатации больших электростанций.

Виды электростанций	Факторы
ТЭС	- использование не возобновляемых природных ресурсов; - выброс вредных продуктов сгорания при сжигании топлива; - сброс сточных производственных вод; - требуются большие производственные территории.
ГЭС	- затопление больших территорий; - нарушение биологических и химических процессов; - изменение климатических условий; - утечка производственных жидкостей в воды.
АЭС	- выброс радиоактивных веществ; - использование не возобновляемых природных ресурсов; - захоронение радиоактивных отходов; - увеличение количества онкологических заболеваний.

Уменьшения затрат и облегчение экологической обстановки возможно при использовании альтернативных источников энергии и дизельных электростанций применяемых непосредственно на местах добычи ресурсов или районах проживания людей отрезанных от центрального энергоснабжения.

В данный момент дизельные электростанции получили широкое распространение при освоении труднодоступных территорий расположенных в местах удаленных от общих сетей энергоснабжения, осуществляется установка стационарных или мобильных электростанций с приводом от дизельного или

бензинового двигателя [1].

Такой вид местного электроснабжения в свое время имеет ряд недостатков:

- загрязнение окружающей среды (выброс в атмосферу продуктов сгорания дизельного топлива);
- дорогостоящее обслуживание данного вида источников электрической энергии (техническое обслуживание);
- постоянная потребность в топливе (появление проблем доставки, рост цены топлива);
- недолгий срок службы (износ деталей станции);
- зависимость от погодных условий (изменение вида и расхода топлива);
- низкий уровень мощности (для крупных потребителей);
- вредные факторы (высокий уровень шума и вибрации);
- низкая устойчивость к перегрузкам.

Все эти недостатки, связанные с эксплуатацией дизельной электростанции, приводят к повышению стоимости электроэнергии.

В большинстве случаев, малые гидроэлектростанции смогут заменить дизельные электростанции и выгодно увеличить эффективность производства электричества при помощи водных ресурсов, вблизи мест освоения и развития территорий.

Малые гидроэлектростанции в зависимости от вырабатываемой мощности делятся на три основных вида (Табл.2) [3].

Таблица 2

Виды гидроэлектростанций

Вид	Мощность, кВт
Микроэлектростанции	до 100
Миниэлектростанции	от 100 до 1000
Малые электростанции	от 1000 до 30000

В зависимости от напора воды используемого источника выбираются определенные типы турбин для малых гидроэлектростанций (Табл.3) [4].

Таблица 3

Типы турбин для малых гидроэлектростанций

Тип турбин	Напор энергоносителя, м	
	от	до
Пропеллерная и поворотнo-лопастная	2	40
Радиально-осевая	10	350
Ковшовая	50	1300

Основными преимуществами малой гидроэлектростанции являются [5]:

- минимальное влияние на окружающую среду при строительстве и эксплуатации;
- отсутствие необходимости затопления больших территорий;
- исключение возможности загрязнения воды;
- экономически выгодные условия строительства и обслуживания;
- независимость по отношению к изменениям климатических условий;
- бесперебойное производство электроэнергии;
- использование неисчерпаемого источника энергии;
- низкая стоимость электроэнергии.

Строительство одной малой гидроэлектростанции даёт больше выгоды, чем установка нескольких дизельных электростанций той же мощности, в связи с длительным сроком службы и высокой мощностью гидроагрегатов.

Поэтому, исходя из основных преимуществ малой гидроэнергетики, для энергообеспечения районов отдаленных от сети центрального электроснабжения, необходимо использовать для производства электроэнергии малые гидроэлектростанции, которые позволяют зафиксировать стоимость энергоресурсов на приемлемом для потребителя уровне и решить проблему перебоев электроэнергии.

### Список литературы

1. Кашкаров А.П. Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – М.: ДМК Пресс, 2011.–136с.
2. Самородов Ю.Н. Дефекты генераторов / Ю.Н. Самородов. – М.: ЗАО «Энергетические технологии», 2005.– 350с.
3. Михайлов Л.П. Малая гидроэнергетика / Л.П. Михайлов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.–184с.
4. Карелин В.Я., Волшаник В.В. Сооружения и оборудование мыльных гидроэлектростанций / В.Я. Карелин, В.В. Волшаник. – М.: Энергоатомиздат, 1989.–200с.
5. Группа компаний «АEnergy.ru – альтернативная энергетика». Мини-ГЭС – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://miniges.com/> (дата обращения: 10.07.2014).

## СЕКЦИЯ №6.

### ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

#### ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ОБСАДНЫХ КОЛОНН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ЧЕРЕЗ БУРИЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Максимова Ю.А., Цынтарюк А.И.

ТПУ, г.Томск

Технология цементирования обсадных колонн большого диаметра в начальных интервалах скважин стволами большого диаметра сопряжена с определенными трудностями: на цементирование расходуется значительное количество материалов – цемента, воды, промывочной жидкости, других материалов и химических реагентов. Значительные размеры затрубного пространства, зачастую осложнены кавернами в верхней наименее устойчивой части геологического разреза. Подачу тампонажного раствора требуется обеспечивать с большим расходом, и, несмотря на это – не достигается необходимая скорость подъема тампонажного раствора в кольцевом пространстве. Очень важно иметь в виду, что после подачи некоторого количества тампонажного раствора в обсадную колонну начинается самопроизвольное движение жидкостей по скважине вследствие превосходства плотности тампонажного раствора над плотностью промывочной жидкости. Постепенно скорость движения возрастает и превышает расход, осуществляемый насосами. Может возникнуть явление разрыва сплошности потока тампонажного раствора от устья. Подаваемая насосами жидкость свободно падает на снижающийся уровень тампонажного раствора в колонне. Это сопровождается гидравлическими ударами, вызывающими перегрузку колонны, чреватую аварийной ситуацией. Значительные трудности возникают на стадии продавки цементного раствора за обсадную колонну, так как объемы продавочной жидкости весьма значительны, что требует и большого количества технических средств и времени на выполнение этой стадии работ.

Цементирование обсадных колонны через предварительно спущенные в нее бурильные трубы позволяет избежать этих трудностей.

Наибольший эффект цементирования достигается при строительстве скважин в районах распространения многолетней мерзлоты. Предоставляется возможность после окончания продавки и закрытия обратного клапана не поднимать сразу бурильную колонну из скважины, а приступить к промывке внутреннего пространства обсадной колонны. Такой технологический прием может сопровождаться отъемом излишнего тепла, возникающего в расположенном в обсадной колонне растворе вследствие разогрева цементного раствора за колонной в процессе его твердения. Это может вызвать повышение температуры стенок скважины, что категорически недопустимо. С другой стороны, в заключительной стадии твердения цементного раствора, наоборот, может произойти охлаждение цементного раствора вплоть до его замерзания, что приведет к низкому качеству крепления скважины. Промывка внутреннего пространства обсадной колонны во время ожидания застывания цемента позволяет поддерживать плюсовую температуру растворов в пределах, не превышающих температуру растворов, которая была на заключительной стадии проходки ствола скважины.

Другим не менее важным обстоятельством является возможность многократно сократить количество продавочной жидкости и время продавки и обеспечить надлежащий режим движения жидкостей за обсадной колонной.

Данную технологию можно реализовать, применяя устройство для цементирования обсадных колонн большого диаметра (далее – УЦК). Оно предназначено для:

1. подачи жидкостей в нижнюю часть подлежащей цементированию обсадной колонны через предварительно спущенные в нее бурильные трубы;
2. герметизации кольцевого пространства между бурильной и обсадной колонной в нижней части обсадной колонны и на устье;
3. продавливания расчетного количества тампонажного раствора в пространство за обсадной колонной;
4. поддержания обсадной колонны на весу для установки положения верхней муфты обсадной колонны в рекомендуемое положение при монтаже устьевого оборудования;
5. удаления остатков тампонажного раствора из нижней части обсадной колонны на поверхность;
6. промывки обсадной колонны через бурильные трубы промывочной жидкостью с регламентированной температурой для поддержания рекомендуемого температурного режима твердения тампонажного раствора в кольцевом пространстве во время ожидания застывания цемента при креплении обсадных колонн в интервалах распространения многолетней мерзлоты.

УЦК состоит из двух узлов – устьевого и забойного (Рисунок 1).

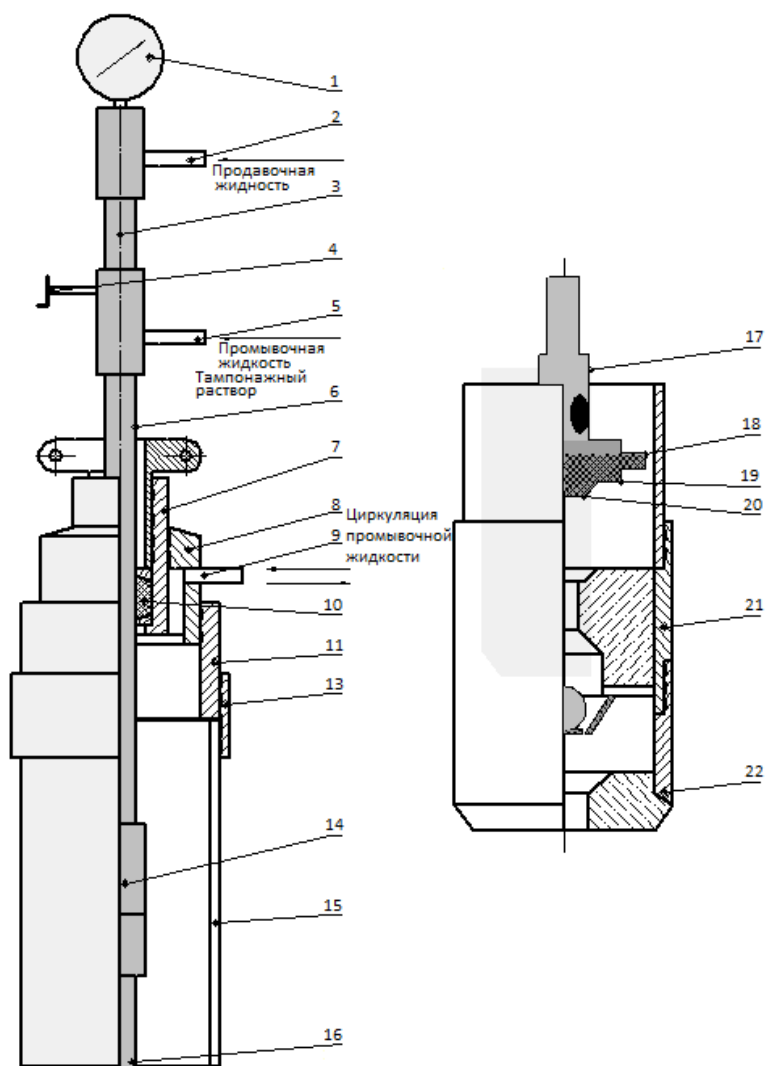


Рис.1. Устройство цементирования обсадных колонн большого диаметра через бурильные трубы, общий вид устройства в сборке с бурильной и обсадной колоннами: 1 – манометр, 2,5 - отводы для соединения с тампонажной линией, 3 - цементировочная головка, 4 - шток цементировочной головки, 6 – верхняя бурильная труба, 7 – подвеска, 8 - корпус подвески, 9 - патрубок под БРС, 10 – сальник, 11 – переводник,



13 - муфта обсадной трубы, 14- полузамок, 15 - обсадная колонна, 16 - бурильная труба, 17 - циркуляционный клапан, 18 - манжета-центратор, 19 - манжета, 20 - пакер, 21 - ЦКОД, 22 - направляющий колонный башмак.

Сам процесс цементирования можно разделить на четыре стадии (Рисунок 2).

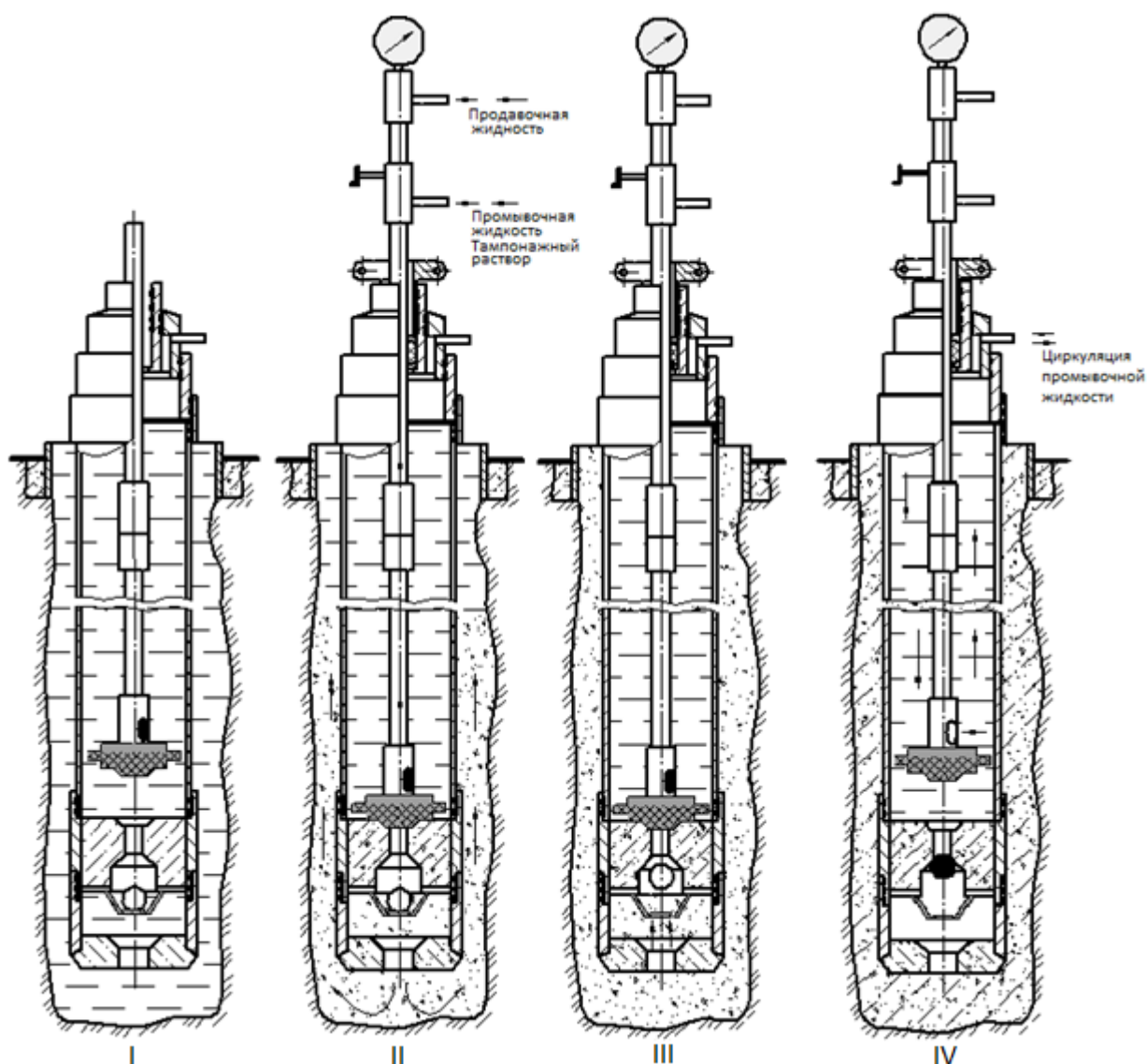


Рис.2. Последовательность стадий выполнения работ при цементировании кондуктора с помощью УЗК: I – спуск-подъем забойной части; II – промывка скважины и цементирование; III – проверка герметичности ЦКОДа; IV – технологическая промывка внутри обсадной колонны.

Таким образом, применение УЗК позволяет при некотором увеличении времени на крепление за счет подготовительно-заключительных работ, затрачиваемых на спуск и подъем бурильной колонны и монтажных работ с УЗК, перекрываемого временем сокращения закачки и продавки цементного раствора, одновременно решать несколько задач:

1. Сокращать время на выполнение собственно технологического процесса цементирования за счет многократного уменьшения объема продавочной жидкости;
2. Обеспечивать цементирование в условиях разведочного бурения ограниченным числом цементировочной техники;
3. Обеспечивать надлежащий режим потока жидкостей в цементуемом пространстве;
4. Обеспечивать расчетный тепловой режим твердения тампонажного раствора в интервалах низких и отрицательных температур на стенках скважины путем технологической промывки обсадной колонны во время ОЗЦ.

### Список литературы

1. Ашрафьян М.О., Кривошей А.В. Совершенствование технологии цементирования скважин на месторождениях. «Нефтяное хозяйство», 2010, № 8.
2. Булатов А.И., Долгов С.В. Спутник буровика (2 тома) – М.: Недра, 2006
3. Шукин А.А. Строительство скважин. – Учеб. пособие. Томск: Изд-во STT, 2005.

### СЕКЦИЯ №7.

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

#### ДВУСТОРОННЕЕ ПРЕССОВАНИЕ СПЛОШНЫХ ОТРОСТКОВ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ЗАГОТОВОК

Кохан Л.С., Морозов Ю.А., Шульгин А.В., Чернобаев А.В.

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г.Москва

Порошковая металлургия получила широкое распространение в связи с высоким коэффициентом использования металла и широкими возможностями соединения порошков различного состава, не объединяемых другими способами. Подобный подход создает возможность широкого применения методов обработки металлов давлением при разработке и оптимизации прогрессивных технологических процессов получения изделий с заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Исследуем возможность получения сложных изделий ступенчатого типа путем двусторонней осадки-прессования сплошного профиля (Рисунок 1).

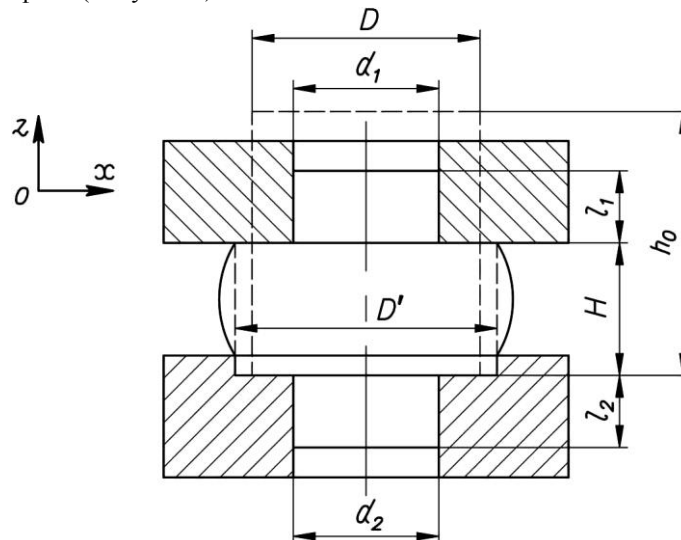


Рис.1. Схема двустороннего прессования в открытом штампе

Особенностью данного процесса является установление высоты прессуемого отрезка  $l$ , заполняющего полость штампа диаметром  $d$ .

Согласно сделанному допущению – в начальный период осаживания происходит распрессовка заготовки на некоторый диаметр до тех пор, пока смещаемый объем не будет перенаправлен в полость штампа в качестве прессуемого отрезка. В соответствии с этим, и с целью центрирования заготовки, в штампе предлагается предусмотреть цилиндрическую проточку, несколько большую, чем исходный диаметр заготовки.

Подобное предложение продиктовано следующим соображением – несимметричное расположение заготовки относительно штампа, будет нарушать характер истечения материала с возможным его разрушением вследствие неравномерности деформации.

Решение производим с применением уравнения равновесия для пористых тел. Так, при линеаризации контактного трения в процессе осадки цилиндра диаметром  $D$  до высоты  $H$ , уравнение равновесия

$$a_1 \frac{d\bar{\sigma}_z}{dz} + \frac{2f}{H} = 0,$$

где  $a_1$  – константа пористости композита, устанавливаемая связью высотных и продольных напряжений в условии пластичности Губера-Мизеса и зависящая от материала заготовки, температурных условий и плотности [1]

$$a_1 \sigma_z - a_2 \sigma_x = a_0 \sigma_T.$$

Для многокомпонентных систем, константа пористости будет оцениваться концентрацией данных компонентов  $K_i$

$$a_1 = \sum_1^i a_i K_i. \quad (1)$$

Уравнение равновесия в окончательном виде

$$\bar{\sigma}_z = -\frac{2f}{a_1 H} R + C.$$

При  $R = D/2$ , нормальное напряжение в периферийных слоях заготовки

$$-\bar{\sigma}_z = 1,0 \quad \text{и} \quad -\bar{\sigma}_z = 1,0 + \frac{2f}{a_1 H} \left( \frac{D}{2} - R \right).$$

При  $R = 0$ , нормальное напряжение по оси осадки

$$-\bar{\sigma}_z = 1,0 + \frac{f}{a_1 H} \frac{D}{2}. \quad (2)$$

Принимая линейное изменение напряженного состояния материала, средняя величина нормального напряжения по сечению заготовки

$$-\bar{\sigma}_{z \text{ ср}} = 1,0 + \frac{f}{2a_1}.$$

Заполнение полости штампа вследствие прессования отростка вычисляем с использованием метода баланса работ. Так, работа деформации при прессовании одного отростка

$$\bar{A}_\partial = \frac{\pi d^2}{4} l \rho_1 \xi,$$

где  $\xi$  – деформация уплотнения композита, оцениваемая изменением плотности засыпки  $\rho_0$  и изделия  $\rho_1$  ( $\rho_1 = 0,75 \dots 0,82$ )

$$\xi = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1} = 1,0 - \frac{\rho_0}{\rho_1}.$$

Работа трения и прессования

$$\bar{A}_{mp} = f_T \pi \frac{d}{2} l^2 \quad \text{и} \quad \bar{A}_n = \frac{\pi d^2}{4} \frac{l}{\mu} \bar{\sigma}_n,$$

где  $f_T = 0,5$  – коэффициент контактного трения при сдвиге;

$\mu = D^2/d^2$  – коэффициент вытяжки.

С полученными результатами, напряжение прессования цилиндрического отростка

$$\bar{\sigma}_n = \frac{\bar{A}_\partial + \bar{A}_{mp}}{\bar{A}_n} = \mu \left( \rho_1 \xi + f_T \frac{2}{d} l \right). \quad (3)$$

Приравниваем напряжение осаживания (2) и прессования (3)

$$1,0 + \frac{f}{a_1 H} \frac{D}{2} = \mu \left( \rho_1 \xi + f_T \frac{2}{d} l \right),$$

откуда отношение длины прессуемого отростка к его диаметру

$$\frac{l}{d} = \frac{1,0 + \frac{f}{a_1} \frac{D}{H} \frac{1}{2} - \rho_1 \xi \mu}{2 f_T \mu}. \quad (4)$$

Начальная высота заготовки

$$h_0 = \left( H + \frac{l}{\mu} \right) \frac{\rho_1}{\rho_0}. \quad (5)$$

Рассмотрим процесс горячей осадки-прессования изделия диаметром  $D = 60$  мм до высоты  $H = 30$  мм с коэффициентом контактного трения  $f = 0,35$ , при одновременном заполнении материалом полости штампа диаметром  $d_1 = 30$  мм и  $d_2 = 25$  мм. Соответствующая вытяжка

$$\mu_1 = \frac{D^2}{d_1^2} = \frac{60^2}{30^2} = 4,0; \quad \mu_2 = \frac{D^2}{d_2^2} = \frac{60^2}{25^2} = 5,76.$$

Материалом принимается композит «железо-медь» с концентрациями  $K_{Fe} = 0,6$  и  $K_{Cu} = 0,4$  при плотности скомпактированной и спеченной заготовки  $\rho_0 \approx 0,6$ . Для указанных материалов константы пористости [1]

- железо ( $a_{1Fe} = 0,588$ );
- медь ( $a_{1Cu} = 0,708$ ).

Таким образом, константа пористости многокомпонентной системы (1)

$$a_1 = a_{1Fe} K_{Fe} + a_{1Cu} K_{Cu} = 0,588 \cdot 0,6 + 0,708 \cdot 0,4 = 0,636.$$

При заданной плотности изделия  $\rho_1 = 0,8$ , деформация уплотнения композита

$$\xi = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1} = \frac{0,8 - 0,6}{0,8} = 0,25.$$

Напряжение осаживания (2) и прессования (3) одного отрезка

$$\bar{\sigma}_o = 1,0 + \frac{f}{a_1} \frac{D}{H} \frac{1}{2} = 1,0 + \frac{0,35}{0,636} \frac{60}{30} \frac{1}{2} = 1,55;$$

$$\bar{\sigma}_n = \mu \left( \rho_1 \xi + f_T \frac{2}{d} l \right) = 4,0 \left( 0,8 \cdot 0,25 + 0,5 \frac{2}{30} 5,63 \right) = 1,55.$$

Как видно, напряжения осаживания и прессования соответствуют друг другу, что позволяет в дальнейшем пользоваться только одной величиной.

Фактическая плотность изделия согласно эмпирической зависимости

$$\rho_1 = \rho_0 + 0,07 \left( \bar{\sigma}_o + \bar{\sigma}_n \right) = 0,6 + 0,07 (1,55 + 1,55) = 0,817.$$

Уточняем деформацию уплотнения композита

$$\xi = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1} = \frac{0,817 - 0,6}{0,817} = 0,266.$$

Отношение длины отрезка к его диаметру (4)

$$\left( \frac{l}{d} \right)_1 = \frac{1,0 + \frac{f}{a_1} \frac{D}{H} \frac{1}{2} - \rho_1 \xi \mu_1}{2 f_T \mu_1} = \frac{1,0 + \frac{0,35}{0,636} \frac{60}{30} \frac{1}{2} - 0,817 \cdot 0,266 \cdot 4,0}{2 \cdot 0,5 \cdot 4,0} = 0,17;$$

$$\left( \frac{l}{d} \right)_2 = \frac{1,0 + \frac{f}{a_1} \frac{D}{H} \frac{1}{2} - \rho_1 \xi \mu_2}{2 f_T \mu_2} = \frac{1,0 + \frac{0,35}{0,636} \frac{60}{30} \frac{1}{2} - 0,817 \cdot 0,266 \cdot 5,76}{2 \cdot 0,5 \cdot 5,76} = 0,052.$$

тогда длина прессуемых отрезков

$$l_1 = \left( \frac{l}{d} \right)_1 d_1 = 0,17 \cdot 30 = 5,1 \text{ мм};$$

$$l_2 = \left(\frac{l}{d}\right)_2 d_2 = 0,052 \cdot 25 = 1,3 \text{ мм.}$$

Переходим к определению диаметра раздачи заготовки в процессе ее осаживания. Начальная высота заготовки (5)

$$h_0 = \left(H + \frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2}\right) \frac{\rho_1}{\rho_0} = \left(30 + \frac{5,1}{4,0} + \frac{1,3}{5,76}\right) \frac{0,817}{0,6} = 42,9 \text{ мм.}$$

В результате деформация осадки заготовки по высоте

$$\varepsilon = \frac{h_0 - H}{h_0} = \frac{42,9 - 30}{42,9} = 0,3.$$

Уточним напряжение прессования сплошных отрошков. Радиальная деформация и диаметр заготовки при свободной осадке

$$\varepsilon_r = \frac{1,0}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_0} (1,0 - \varepsilon)}} - 1,0 = \frac{1,0}{\sqrt{\frac{0,817}{0,6} (1,0 - 0,3)}} - 1,0 = 0,0243;$$

$$D' = D (1,0 + \varepsilon_r) = 60 (1,0 + 0,0243) = 61,46 \text{ мм.}$$

Работа деформирования и трения

$$\bar{A}_d = \left(\frac{\pi D'^2}{4} H + \frac{\pi d_1^2}{4} l_1 + \frac{\pi d_2^2}{4} l_2\right) \rho_1 \ln \frac{1}{1 - \varepsilon} =$$

$$= \left(\frac{\pi 61,46^2}{4} 30 + \frac{\pi 30^2}{4} 5,1 + \frac{\pi 25^2}{4} 1,3\right) 0,817 \ln \frac{1}{1 - 0,3} = 27171,7 \text{ мм}^3;$$

$$\bar{A}_{mp} = f \left[ \frac{\pi D'^3}{12} + \frac{\pi (D'^2 - d_1^2) (D' - d_1)}{12} + \frac{\pi (D'^2 - d_2^2) (D' - d_2)}{12} \right] +$$

$$+ \pi \left( \frac{d_1}{2} l^2 + \frac{d_2}{2} l^2 \right) f_T = 0,35 \left[ \frac{\pi 61,46^3}{12} + \frac{\pi (61,46^2 - 30^2) (61,46 - 30)}{12} + \right.$$

$$\left. + \frac{\pi (61,46^2 - 25^2) (61,46 - 25)}{12} \right] + \pi \left( \frac{30}{2} 5,1^2 + \frac{25}{2} 1,3^2 \right) 0,5 = 40744,1 \text{ мм}^3.$$

Работа прессования устанавливается рабочей площадью под пуансоном, определяемой наибольшим диаметром прессуемого отрошка

$$\bar{A}_n = \frac{\pi (D'^2 - d_1^2) (h_0 - H)}{4} = \frac{\pi (61,46^2 - 30^2) (42,9 - 30)}{4} = 29152,1 \text{ мм}^3.$$

С полученными результатами, напряжение осадки-прессования

$$\bar{\sigma}_n = \frac{\bar{A}_d + \bar{A}_{mp}}{\bar{A}_n} = \frac{27171,7 + 40744,1}{29152,1} = 2,33.$$

Дополнительно, напряжение прессования (3)

$$\bar{\sigma}_{n1} = \mu_1 \left( \rho_1 \xi + f_T \frac{2}{d_1} l_1 \right) = 4,0 \left( 0,817 \cdot 0,266 + 0,5 \frac{2}{30} 5,1 \right) = 1,55;$$

$$\bar{\sigma}_{n2} = \mu_2 \left( \rho_1 \xi + f_T \frac{2}{d_2} l_2 \right) = 5,76 \left( 0,817 \cdot 0,266 + 0,5 \frac{2}{25} 1,3 \right) = 1,55.$$

Тогда относительное усилие осадки-прессования

$$\bar{P} = \frac{\pi}{4} \left[ \left( \rho^2 + d_1^2 \right) \rho_{n1} + \left( \rho^2 + d_2^2 \right) \rho_{n2} \right]$$

$$= \frac{\pi}{4} \left[ \left( 60^2 + 30^2 \right) \rho_{,55} + \left( 60^2 + 25^2 \right) \rho_{,55} \right] = 10621,5.$$

Абсолютные силовые параметры определяем через плотность компонентов композита. Так, при связи плотностей железа и меди [2, 3]

$$\rho_{Cu} = 1,898 \rho_{Fe} - 0,4,$$

и плотности изделия  $\rho_1 = 0,817$  устанавливаем плотность железа

$$\rho_{Fe} = \frac{\rho_1 + 0,4 K_{Cu}}{K_{Fe} + 1,898 K_{Cu}} = \frac{0,817 + 0,4 \cdot 0,4}{0,6 + 1,898 \cdot 0,4} = 0,72.$$

Плотность другого компонента композита – меди

$$\rho_{Cu} = 1,898 \rho_{Fe} - 0,4 = 1,898 \cdot 0,72 - 0,4 = 0,97.$$

Принимая во внимание коэффициенты упрочнения железа и меди

$$k_{Fe} = 1,0 + 1,74 \varepsilon = 1,0 + 1,74 \cdot 0,28 = 1,49;$$

$$k_{Cu} = 1,0 + 1,5 \varepsilon^{0,63} = 1,0 + 1,5 \cdot 0,28^{0,63} = 1,67,$$

сопротивление пластической деформации отдельных слоев многокомпонентного композита

$$\sigma_{T Fe} = \sigma_{Fe} \rho_{Fe}^{n_{Fe}} k_{Fe} = 100 \cdot 0,72^{3,0} \cdot 1,49 = 55,6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{T Cu} = \sigma_{Cu} \rho_{Cu}^{n_{Cu}} k_{Cu} = 40 \cdot 0,97^{3,26} \cdot 1,67 = 60,5 \text{ МПа}.$$

где  $\sigma_T$  – сопротивление пластической деформации. При горячем процессе деформирования

$$\sigma_{Fe} = 100 \text{ МПа}; \sigma_{Cu} = 40 \text{ МПа},$$

$n$  – показатель пористости металлического порошка

$$n_{Fe} = 3,0; n_{Cu} = 3,26.$$

Сопротивление пластической деформации смешанного композита

$$\sigma_T = \sigma_{T Fe} K_{Fe} + \sigma_{T Cu} K_{Cu} = 55,6 \cdot 0,6 + 60,5 \cdot 0,4 = 57,6 \text{ МПа}.$$

Фактическое усилие осадки-прессования

$$P = \bar{P} \sigma_T = \left( 10621,5 \cdot 57,6 \right) 10^{-6} = 0,612 \text{ МН}.$$

#### Список литературы

1. Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Роберов И.Г. Теория обработки давлением скомпактированных спеченных металлических порошков. М.: МГВМИ, 2005. 312 с.
2. Кохан Л.С., Алдунин А.В., Шульгин А.В., Белелюбский Б.Ф., Морозов Ю.А. Прессование слоистых кольцевых изделий из композиционного материала на основе порошков железо-медь-хром // Технология металлов. – М.: Наука и технологии, 2013. – вып. 11. – С. 21-25.
3. Кохан Л.С., Шульгин А.В., Хламкова С.С. Комбинированное прессование цилиндрических композиционных изделий со сплошными и трубчатými отрезками // Технология металлов. – М.: Наука и технологии, 2014. – вып. 5. – С. 16-18.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФFUЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ ХРОМА НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Степанов М.С., Домбровский Ю.М.

ДГТУ, г.Ростов-на-Дону

Микродуговая химико-термическая обработка (МДХТО) является одним из способов диффузионного поверхностного упрочнения с высокоскоростным нагревом [2,4], однако в отличие от других аналогичных

способов (плазменного, лазерного, ионного) не требует применения специального оборудования. Стальное изделие помещается в контейнер с порошком каменного угля, после чего нагревается пропусканием электрического тока, протекающего через изделие и порошковую среду.

Протекание электрического тока через электропроводную порошковую среду приводит к нагреву и выгоранию частиц порошка в местах межчастичных контактов, что приводит к замыканию и размыканию возникающих проводящих цепочек и образованию микродуговых разрядов, имеющих вид ярких искровых каналов. Увеличением плотности тока по сечению порошковой среды в направлении от контейнера к изделию приводит к концентрации микродуг в локальной зоне вокруг обрабатываемого изделия. Нагревание порошка каменного угля сопровождается интенсивным выделением оксида углерода, который одновременно выполняет три функции: источника атомарного углерода в результате его диссоциации, источника тепловой энергии при его горении, а также средства, обеспечивающего интенсивное перемешивание порошковой среды. Это позволяет осуществлять процесс цементации, характеризующийся ускоренным формированием диффузионного слоя [1].

Углерод каменного угля взаимодействует при высокой температуре с кислородом воздуха с образованием оксида углерода, являющегося источником активного углерода: при контакте с металлической поверхностью он диссоциирует на атомарный углерод и диоксид углерода:  $2C + O_2 = 2CO$ ;  $2CO = C + CO_2$ . Атомарный углерод диффундирует в насыщаемый металл, а диоксид углерода взаимодействует с углеродом, обеспечивая непрерывность процесса за счёт регенерации монооксида углерода:  $C + CO_2 = 2CO$ . Кроме того, монооксид углерода на воздухе воспламеняется при температуре  $700^\circ C$  и горит с образованием диоксида углерода и выделением тепла:  $2CO + O_2 = 2CO_2 + 565 \text{ кДж}$ .

Рассмотрим возможность формирования поверхностных покрытий на основе карбида хрома. Существующие процессы диффузионного хромирования характеризуются рядом недостатков, к которым относятся: большая продолжительность традиционного печного хромирования; невозможность создания карбидного слоя на поверхности малоуглеродистых сталей; появление под диффузионным слоем обезуглероженной зоны в средне- и высокоуглеродистых сталях в результате встречной диффузии углерода, что вызывает необходимость предварительной цементации. При осуществлении МДХТО образование углеродсодержащей насыщающей среды позволяет осуществлять формирование карбидных покрытий за счет одновременного диффузионного насыщения стальных изделий углеродом и карбидообразующим элементом.

Для определения возможности хромирования стальных изделий в режиме микродугового нагрева был предпринят термодинамический анализ возможных химических реакций.

Движущей силой химических реакций является разность свободных энергий начального и конечного состояний взаимодействующих веществ. В качестве величин, характеризующих состояние термодинамических систем, используют энтальпию, энтропию, изобарно-изотермический потенциал (изменение энергии Гиббса).

Для выявления наиболее вероятных реакций в температурном интервале МДХТО необходим расчёт стандартного изменения энергии Гиббса.

Изменение  $\Delta G_T^o$  энергии Гиббса в результате химической реакции в стандартных условиях вычисляется по формуле:

$$\Delta G_T^o = \Delta H_T^o - T \Delta S_T^o$$

где  $\Delta H_T^o$  – стандартное изменение энтальпии;

$\Delta S_T^o$  – стандартное изменение энтропии;

$T$  – абсолютная температура.

Отрицательный знак  $\Delta G_T^o$  указывает на возможность самопроизвольного протекания реакции, положительный – на ее термодинамическую невозможность, равенство нулю – на равновесное состояние системы.

Для расчета использовали метод Темкина-Шварцмана, как один из наиболее точных, учитывающий зависимость теплоёмкости от температуры [3].

Исходным уравнением для расчетов является следующее:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T \cdot \Delta S_{298}^0 - \int_{298}^T \frac{dT}{T} \int_{298}^T \Delta C_p dT$$

где:  $\Delta H_{298}^0$  - изменение энтальпии химической реакции, Дж/моль;

$\Delta S_{298}^0$  - изменение энтропии химической реакции, Дж/мольК;

$\Delta C_p$  - разность теплоемкостей продуктов реакции и исходных веществ.

Изменения энтальпии и энтропии химической реакции находили по следующим уравнениям, учитывающим параметры продуктов реакции и исходных веществ:

$$\Delta H_{298}^0 = \sum n_{\text{прод}} \cdot \Delta H_{298\text{прод}}^0 - \sum n_{\text{исх}} \cdot \Delta H_{298\text{исх}}^0$$

$$\Delta S_{298}^0 = \sum n_{\text{прод}} \cdot \Delta S_{298\text{прод}}^0 - \sum n_{\text{исх}} \cdot \Delta S_{298\text{исх}}^0$$

Теплоёмкость веществ, участвующих в реакции, выражается с помощью формулы:

$$C_p = a + b \cdot T + c \cdot T^{-2}$$

После преобразований получаем выражение для расчета изменения энергии Гиббса:

$$\frac{\Delta G_T^0}{T} = \frac{\Delta H_{298}^0}{T} - \Delta S_{298}^0 - M_0 \Delta a + M_1 \Delta b + M_{-2} \Delta c,$$

где  $\Delta a$ ,  $\Delta b$ ,  $\Delta c$  – алгебраические суммы коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $c$  температурного ряда теплоёмкости реакций,  $M_0$ ,  $M_1$  и  $M_{-2}$  – интегральные функции.

Величины  $M_0$ ,  $M_1$  и  $M_{-2}$  для различных температур вычислены Темкиным и Шварцманом и приведены в справочной литературе.

Значения  $\Delta a$ ,  $\Delta b$ ,  $\Delta c$  определяли по формулам:

$$\Delta a = \sum n_{\text{прод}} \cdot a_{\text{прод}} - \sum n_{\text{исх}} \cdot a_{\text{исх}}$$

$$\Delta b = \sum n_{\text{прод}} \cdot b_{\text{прод}} - \sum n_{\text{исх}} \cdot b_{\text{исх}}$$

$$\Delta c = \sum n_{\text{прод}} \cdot c_{\text{прод}} - \sum n_{\text{исх}} \cdot c_{\text{исх}}$$

В качестве источника диффузанта использовали мелкодисперсный порошок оксида хрома  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Формирование карбидного покрытия осуществляется в результате диффузии атомарного хрома, поэтому рассмотрим возможные реакции восстановления оксида, учитывая, что порошковая среда каменного угля обуславливает присутствие в реакционной среде в качестве восстановителей углерода, монооксида углерода, водорода и метана.

Значения термодинамических параметров продуктов и исходных веществ возможных реакций приведены в Табл.1.

Таблица 1

Вещество	$-\Delta H_{298}^0$ кДж/моль	$S_{298}^0$ Дж/мольК	$C_{p298}$ Дж/мольК	$C_p = a + bT + cT^{-2}$ , Дж/моль		
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$
C	0	23,66	23,3	19,804	12,85	- 0,26
CO	110,599	197,676	29,132	28,43	4,10	- 0,46
CO <sub>2</sub>	393,777	213,82	37,14	44,17	9,04	- 8,54
Cr	0	23,78	23,3	19,804	12,85	- 0,26
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1141,3	81,2	118,9	113,04	9,21	- 15,66
Cr <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	177,9	200,93	208,9	238,43	60,86	- 42,37
Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	88,5	85,44	98,44	125,71	23,36	- 30,99
Cr <sub>23</sub> C <sub>6</sub>	209,4	610	629	760,1	47,55	- 135,4
CH <sub>4</sub>	74,85	186,19	35,71	23,66	47,9	- 1,926

Возможные реакции и результаты расчета изменения энергии Гиббса приведены в Табл.2.

Таблица 2

№	Реакция	Зависимость $\Delta G_T^0$ (кДж) от температуры T (К)
Восстановление монооксидом углерода с образованием диоксида углерода		
1	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Cr} + 3\text{CO}_2$	$2645 + 0,004 \cdot T$
2	$7\text{Cr}_2\text{O}_3 + 33\text{CO} = 2\text{Cr}_7\text{C}_3 + 27\text{CO}_2$	$608 + 1,04 \cdot T$
3	$23\text{Cr}_2\text{O}_3 + 93\text{CO} = 2\text{Cr}_{23}\text{C}_6 + 81\text{CO}_2$	$3611 + 2,196 \cdot T$
4	$3\text{Cr}_2\text{O}_3 + 17\text{CO} = 2\text{Cr}_3\text{C}_2 + 13\text{CO}_2$	$32,5 + 0,631 \cdot T$



Восстановление углеродом с образованием диоксида углерода		
5	$2Cr_2O_3 + 3C = 4Cr + 3CO_2$	$1075,7 - 0,512 \cdot T$
6	$14Cr_2O_3 + 33C = 4Cr_7C_3 + 21CO_2$	$6821 - 3,682 \cdot T$
7	$6Cr_2O_3 + 17C = 4Cr_3C_2 + 9CO_2$	$2924,8 - 1,675 \cdot T$
8	$49Cr_2O_3 + 93C = 4Cr_{23}C_6 + 69CO_2$	$25960 - 10,93 \cdot T$
Восстановление углеродом с образованием оксида углерода		
9	$Cr_2O_3 + 3C = 2Cr + 3CO$	$797,5 - 0,527 \cdot T$
10	$7Cr_2O_3 + 27C = 2Cr_7C_3 + 21CO$	$5176,8 - 3,655 \cdot T$
11	$3Cr_2O_3 + 13C = 2Cr_3C_2 + 9CO$	$2205,4 - 1,615 \cdot T$
12	$23Cr_2O_3 + 81C = 2Cr_{23}C_6 + 69CO$	$17238,8 - 11,802 \cdot T$
Восстановление метаном		
13	$4Cr_2O_3 + 3CH_4 = 8Cr + 6H_2O + 3CO_2$	$2315,4 - 1,315 \cdot T$
14	$Cr_2O_3 + CH_4 = 2Cr + 2H_2O + CO$	$675,2 - 0,44 \cdot T$

Соответствующие графические зависимости представлены на Рисунке 1.

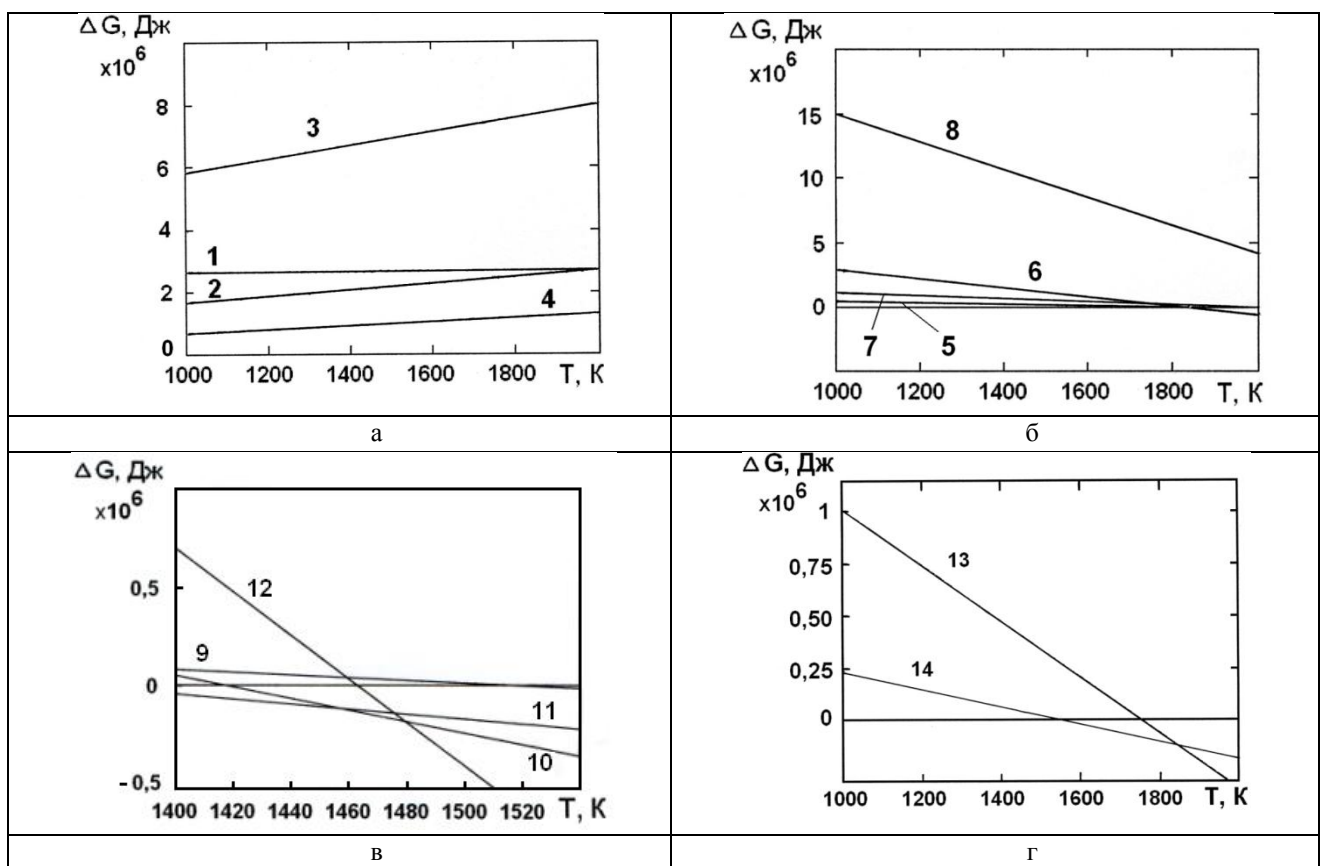


Рис.1. Изменение энергии Гиббса реакций 1 – 4 (а), 5 – 8 (б), 9 – 12 (в), 13 – 14 (г)

Анализ полученных результатов показал, что наиболее вероятно протекание реакций восстановления оксида метаном и углеродом с образованием атомарного хрома, а также последовательным по мере возрастания температуры нагрева образованием карбидов  $Cr_3C_2$ ,  $Cr_7C_3$  и  $Cr_{23}C_6$ .

Возможность хромирования в режиме микродугового нагрева подтверждена экспериментально: на образцах из стали 20 получено карбидное покрытие глубиной 20-25 мкм микротвёрдостью 11,5-13,0 ГПа, под которым расположена науглероженная зона эвтектидной концентрации, а далее – исходная ферритно-перлитная структура.

#### Список литературы

1. Домбровский Ю.М., Степанов М.С. Микродуговая цементация стальных изделий в порошковых средах / Упрочняющие технологии и покрытия, 2013, № 12. С. 25-29.

2. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. – Москва: Металлургия, 1985. – 256 с.
3. Морачевский, А.Г. Термодинамические расчёты в металлургии / А. Г. Морачевский, И. Б. Сладков. – Москва: Металлургия, 1985. – 136 с.
4. Теория и технология химико-термической обработки / Л. Г. Ворошнин, О. Л. Менделеева, В. А. Сметкин. – Москва: Новое знание, 2010. – 304 с.

## СОСТАВ И СВОЙСТВА АЛЕВРОЛИТОВЫХ ПОРОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННОГО ЛИТЬЯ

**Айдаралиев Ж.К., Сопубеков Н.А., Атырова Р.С.**

Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР, Кыргызская Республика, г.Бишкек

В настоящее время во многих государствах особое внимание уделяется вопросу экономии металла и замене его в целом ряде отраслей промышленности менее дефицитными и более стойкими материалами.

Это связано тем, что различные виды современного технологического оборудования работают на транспортировке всевозможных материалов, а также в сложных химических условиях, при высоких температурах и давлениях.

Борьба за экономию металла предусматривает широкое внедрение в производство экономически выгодных заменителей металла. Одним из таких заменителей является каменное литье, область применения которого в мире расширяется изо дня в день. В настоящее время, например, из базальтового литья в СНГ и Восточной Европе изготавливается более ста видов износоустойчивых и кислотоупорных промышленных изделий.

Условия для развития камнелитейной промышленности в Кыргызстане чрезвычайно благоприятны, так как запасы различных горных пород, являющихся сырьем для каменного литья, неисчерпаемы [1-3].

Наличие в Кыргызстане электроэнергии в сочетании с большими запасами местных сырьевых материалов позволит в кратчайший срок создать новую отрасль экономики – камнелитейную промышленность.

Абшир-Атинского месторождения диабазовых порфиритов - порфириты силурийского возраста. Расположение: Ноокатский район, в 28 км от г. Кызыл-Кия. Проведены поисково-опробовательные работы. Используются породы для производства бутового камня, щебня для бетона марки «400» и выше. Запасы категории  $C_1$  – 1 млн.м<sup>3</sup>.

Ошский Южно-Киргизский геологической экспедицией подсчитаны запасы алевролитового сырья месторождения Таш-Булак - по категории  $C_1$  составлен 36635 тыс. м<sup>3</sup>, по категории  $C_2$  – 9963 тыс. м<sup>3</sup>. Всего  $C_1+C_2$  = 45598 тыс. м<sup>3</sup>.

Определенные опытными и расчетными методами значения физико-механических характеристик и модуль кислотности алевролитовых пород и диабазовых порфиритов приведены в Табл.1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики алевролита

Месторождения	Плотность, $\times 10^3$ кг/м <sup>3</sup>	Водопо- глощение, %	Прочность на сжатие, МПа		Модуль кислотности
			в сухое состояние	в водопо- глощенное состояние	
Алевролит	2,08	3	27,61	15,16	1,66
Диабазовый порфирит (Абширское)	2,89	1,42	68	62	-

В зависимости от модуля кислотности  $M_k$  базальтовый щебень подразделяется по ГОСТ 18866-81 на марки: А- с  $M_k$ , равным 1,2 и более; Б – с  $M_k$  менее 1,2. Из табл.1 нетрудно определить марку алевролита, которая соответствует марке А.

Как видно из Табл.1, модуль кислотности сырья должен быть не менее 1,2, наличие тугоплавких включений, которые могли бы осложнить плавление не более 5,0%, содержание серы по разным стандартам допускается от 0,2% до 1,0%.

Дробление по фракциям дало следующие данные (Табл.2).

Таблица 2

## Разделение алевролитового камня по размеру фракции

Общая масса, кг	Масса по фракциям, кг			Процентное соотношение по фракциям, %		
	0...3 мм	4...40 мм	свыше 40мм	0...3 мм	3...40 мм	свыше 40мм
500	6	364	130	1,2	72,8	26

Таким образом, основную массу составляет фракция от 3 до 40 мм, которая удовлетворяет существующим стандартам, при необходимости фракцию свыше 40 мм можно дробить.

Модуль кислотности по месторождению колеблется от 1,92 до 4,63, в среднем 2,53, минимальный модуль кислотности превосходит стандартный почти на один порядок (0,72 %).

В Табл.3 приведена сравнительная характеристика минерального состава алевролита с известными месторождениями базальтов Кыргызской Республики, используемых для получения супертонких волокон.

Из Табл.3 видно, что алевролит содержит вместо плагиоклаза 60 % кварца, остальные минералы все имеется, и отличается от базальтовых пород месторождений Сулуу-Терек и Кашка-Суу по процентному содержанию. Кроме того в алевролите малое содержание серицита на 5%.

Таблица 3

## Минералогический состав различных месторождений базальта

№ Минералы и соединения	Процентное содержание в породе, %		
	лейкобазальт (Кашка –Суу)	миндалекаменный базальт (Сулуу-Терек)	алевролитовый базальт (Таш-Булак)
Кварц	-	-	60
Хлорит, рудные минералы	10-20	10-15	<15
Пироксен	-	5	2-3
Полевой шпат	60	-	<10
Серицит		-	<5
Кальцит	20	5	<15
Плагиоклаз	-	75-80	-
Илденгсит	-	1	-
Порфиговое выделение плагиоклазов	-	4	-

В Табл.4 приведен химический состав алевролитовых базальтов месторождения Таш-Булак.

Таблица 4

## Химический состав алевролитовых пород месторождения Таш-Булак

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	П.П.П.	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
%												
33,7	9,25	22,4	3,49	1,74	1,94	0,48	1,35	1,64	0,10	22,09	0,14	0,14

Далее проведен термогравиметрический анализ. Термогравиметрические исследования проведены на дериватографе Q-1500D. Навеска исследуемых образцов составляла 600мг, чувствительность – 200, скорость нагрева 10<sup>0</sup>/мин. Образцы нагревались в керамических бюксах до температуры 1000<sup>0</sup>С.

На Рисунке 1 приведен термогравиметрический анализ алевролитовой породы.

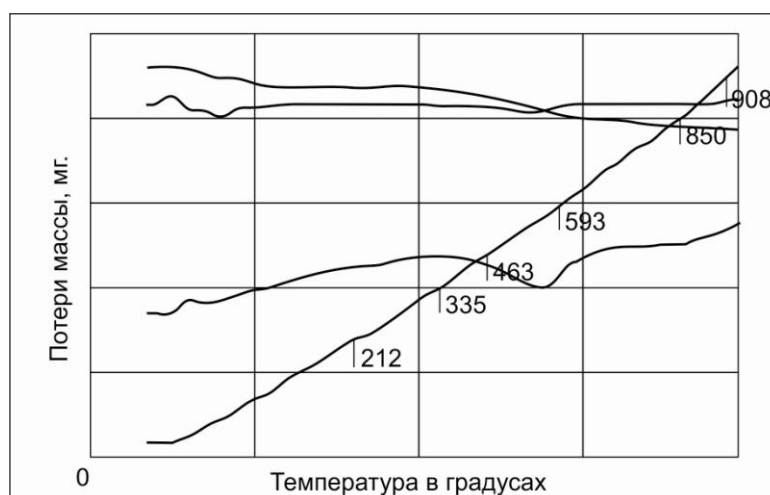


Рис.1. Термограммы алевролитовых пород

Как видно из Рисунка 1, до 200<sup>0</sup>С наблюдается ряд малоинтенсивных эндотермических эффектов, связанных с удалением сорбционной воды. Убыль веса образца составляет 12мг или 2% от общей массы. В области 300-500<sup>0</sup>С наблюдается широкий экзотермический эффект с максимумом при 463<sup>0</sup>С, по-видимому, обусловленный окислением незначительного количества Fe<sup>2+</sup>. Этот экзотермический эффект переходит в интенсивный эндотермический с минимумом при 590<sup>0</sup>С, что сопровождается потерей 31 мг или около 5% массы. Этот эндотермический эффект, возможно, связан с удалением конституционной воды. Небольшой эндоэффект, наблюдаемый при температуре 850<sup>0</sup>С, обусловлен удалением остаточной части конституционной воды. Экзотермический слабый эффект при 908<sup>0</sup>С менее определен. Возможно, он связан с образованием шпинельной структуры.

Анализ термоэффектов термограмм и сравнение их с термограммами минералов, позволяет сделать предположение также о наличии в породе таких минералов, как польгорскит {Mg<sub>5</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>]<sub>2</sub> (OH)<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O}, монтмориллонит {[Ca,Na) (Mg,Al,Fe)<sub>2</sub> (Si,Al)<sub>4</sub>O<sub>10</sub>] · nH<sub>2</sub>O}, минералы группы хлоритов – шамозит {Fe<sup>2+</sup>Fe<sup>3+</sup> [AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>] (OH)<sub>8</sub>}, тюрингит {Fe<sup>2+</sup> (AlFe<sup>2+</sup>)<sub>2</sub> [Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>10</sub>] (OH)<sub>8</sub>}.

Экспериментальным путем определена температура плавления алевролитовых пород (Табл.5).

Таблица 5

Температура плавления базальтовых пород

Наименование месторождений базальтовых пород	Температура плавления базальтовых пород, <sup>0</sup> С
Сулуу-Терек	
Базальт скрытокристаллический с примазками карбоната	1180
Базальт мелкокристаллический до скрытокристаллического редкими миндалинами	1350
Кашка-Суу	
Лейкобазальтафировый, оливиновый, субщелочной	1310
Базальт миндалекаменный, оливинсодержащий	1340
Абширское	
Алевролит	1360
Диабазовый порфирит (Абшир)	1420

На основе уравнений регрессии вязкость базальтового расплава по разработанной методике определена вязкость расплава, полученного из алевролита, в зависимости от его химического состава[2]. Из Табл.2 видно, что алевролитовые породы образуют средневязкие расплавы. Эти значения близки к вязкости базальтов Берестовецкого месторождения Украины, используемых для получения супертонкого и непрерывного волокна.

Таблица 4

Вязкость расплава базальтов в зависимости от их температуры

Месторождение	Вязкость, δ Па·с, при t, <sup>0</sup> С
---------------	---

	1450	1400	1350	1300	1250
Алевролит	38	52	105	192	461
Диабазовый порфирит (Абширское)	63	117	210	312	381
Сулуу-Терек	64	112	190	350	680
Берестовецкое	36	62	102	182	354
Марнеульское	78	130	225	410	765

Алевролит месторождения Таш-Булак в сравнении с другими месторождениям базальтов Кыргызской Республики содержит в себе малые количества оксида кремния и алюминия, но соответствующие техническим требованиям на базальтовое сырье. Одновременно содержит больше, чем в других базальтах (не более 5 %), сравнительно легколетучих компонентов, которые показал анализ П.П.П. (среднее 18 %).

#### Список литературы

1. Ормонбеков, Т.О. Технология базальтовых волокон и изделия на их основе. - Б.: Технология, 1997.- 122 с.
2. Ормонбеков Т.О. Техника и технология производства базальтовых волокон.- Бишкек: Илим, 2005. -152 с.
3. Ормонбеков Т.О., Байсалов Э.А., Дубинин Ю.Н. и др. Технология, оборудование и производство базальтовых волокон электрическим плавлением пород. – Бишкек: Илим, 2007. - 96 с.

## СЕКЦИЯ №8.

### ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

#### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ КОЛЕС САМОХОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ

Демидов Л.В.

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ), г.Москва

Перевозка крупногабаритных тяжеловесных грузов (КТГ) в настоящее время востребована по причине, в том числе, высокой конструктивной сложности перевозимых грузов, и в следствии этого невозможности осуществления перевозки компонентов, из которых состоит груз, по отдельности и сборки непосредственно на месте эксплуатации. Другими словами сборка перевозимого груза может быть осуществлена только на заводе изготовителе, а сам груз необходимо доставить к месту эксплуатации в максимально собранном виде.

Для достижения такой цели могут применяться различные виды транспорта: водный, железнодорожный, воздушный и автомобильный. Бывают случаи, когда используются несколько видов транспорта при одной перевозке. Максимальные параметры КТГ для различных видов транспорта приведены в Табл.1.

Таблица 1

Параметры КТГ	Транспорт			
	автомобильный	железнодорожный	водный	воздушный
Масса, т	Без ограничений	500,0	Без ограничений	250,0**
Длина, м	177,2*	92,1	290,0	43,0**
Ширина, м	7,5*	4,48	29,0	6,4**
Высота, м	7,5*	5,15	15,6	4,4**

\* Условно допускаются к перевозке без реконструкции автомобильных дорог и искусственных сооружений;  
\*\* Данные для самолета АН-225 Мрия

Как видно из Табл.1, наибольшими возможностями для перевозки КТГ обладает водный транспорт. Однако его применение не всегда возможно, по причине отсутствия причалов в конечной точке маршрута перевозки КТГ. По этому водный транспорт используют вместе с автомобильным, который в свою очередь доставляет груз от изготовителя в порт для погрузки и до заказчика после разгрузки в порту назначения.

Стоит отметить, что не всегда удастся перевезти груз водным транспортом по причине отсутствия в районе доставки груза рек или в неподходящее для такой транспортировки время года. В этом случае на первое место встает перевозка на автомобильном транспорте.

В настоящее время в мире для перевозки КТГ используются следующие виды автомобильного транспорта:

1) Автопоезда – тяжеловозы, состоящие из тягача и прицепа или полуприцепа большой грузоподъемности (Рисунок 1);

2) Модульные самоходные платформы, способные соединяться друг с другом для увеличения грузоподъемности и увеличения площадки для перевозки груза (Рисунок 2). Также данные платформы способны работать на некотором расстоянии друг от друга при перевозке длинных грузов (Рисунок 3).



Рис.1. Автопоезд – тяжеловоз.



Рис.2. Модульные самоходные платформы, соединенные между собой.



Рис.3. Модульные самоходные платформы, работающие на некотором расстоянии.

В последнем случае каждой платформой управляет один оператор, что может негативно сказаться на скорости движения автопоезда и отрицательно повлиять на безопасность перевозки груза.

На самоходных транспортных средствах применяются электронная система управления поворотом осей, которая позволяет поворачивать их независимо друг от друга по различным законам управления. Диапазон поворота осей при этом составляет от  $-90$  до  $+90$  градусов. Блоксхема аналогичной системы управления приведена на Рисунке 4.

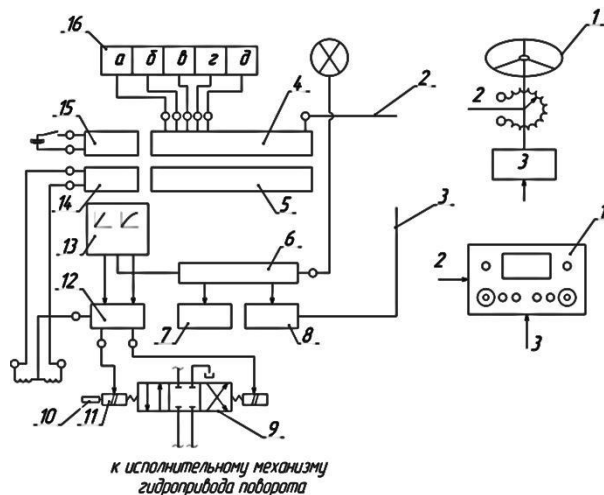


Рис.4. Блоксхема системы электронно – гидравлического управления поворотом:

1 – задающее устройство (рулевое колесо или пульт дистанционного управления (ПДУ)); 2 – сигнал величины угла поворота; 3 – обратная связь; 4 – блок поиска логических ошибок; 5 – микропроцессор; 6 – анализатор режима движения; 7 – блок аварийной остановки; 8 – блок обратной связи; 9 – пропорциональный сервоклапан; 10 – индуктивный датчик смещения; 11 – пропорциональные электромагниты; 12 – блок контроля пропорциональности смещения золотника; 13 – индикаторы текущих и заданных значений углов поворота; 14 – генератор переменного напряжения; 15 – блок питания; 16 – блок выбора движения (а – нормальное движение; б – движение «крабом»; в – движение вокруг собственной оси; г – диагональное движение; д – боковой поворот)

При использовании электронной системы поворота осей на каждой платформе вполне логично сделать так, чтобы при перевозке груза на платформах, работающих на некотором расстоянии друг от друга, задняя платформа (ведомая) при движении по криволинейным траекториям двигалась по траектории движения передней платформы (ведущей), другими словами след в след.

Рассмотрим схему подобного автопоезда при вышеназванном способе движения, представленную на Рисунке 5:

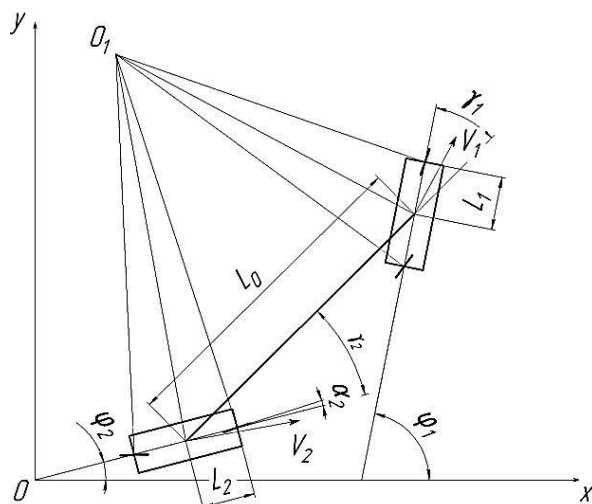


Рис.5. Схема движения автопоезда на платформах, работающих на некотором расстоянии друг от друга.

В данном случае движение автопоезда описывается системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{\varphi}_1 = \frac{V_1}{L_1} \sin \alpha_1 \\ \dot{X}_1 = V_1 \cos \alpha_1 \cos \varphi_1 \\ \dot{Y}_1 = V_1 \cos \alpha_1 \sin \varphi_1 \\ \dot{\varphi}_2 = \frac{V_2}{L_2} \operatorname{tg} \alpha_1 \\ \dot{X}_2 = V_2 \cos \varphi_2 \\ \dot{Y}_2 = V_2 \sin \varphi_2, \end{array} \right.$$

где

$L_1, L_2$  – расстояние от средней точки до оси приведенного колеса платформы;

$\alpha_1, \alpha_2$  – углы поворота приведенных колес платформ;

$\varphi_1, \varphi_2$  – курсовые углы звеньев;

$\gamma_1, \gamma_2$  – углы складывания;

$V_1, V_2$  – вектор скорости впереди идущей и следующей платформ.

При этом скорость движения точки закрепления груза можно определить по формуле:

$$V_2 = V_1 \frac{\cos \alpha_1 \cos \gamma_1}{\cos \gamma_2},$$

А углы между продольными осями груза и платформ, углы складывания:

$$\gamma_1 = \varphi_1 - \operatorname{arctg} \frac{(Y_1 - Y_2)}{(X_1 - X_2)},$$

$$\gamma_2 = \operatorname{arctg} \frac{(Y_1 - Y_2)}{(X_1 - X_2)} - \varphi_2.$$

Работа системы управления будет происходить следующим образом. Сигналом электронной системе управления о том, что транспортное средство начало движение по криволинейной траектории будет являться изменение угловой скорости поворота осей. Кроме того в точке начала поворота осей необходимо зафиксировать неподвижную систему координат, необходимую для расчета траектории движения ведомого звена. После этого координаты переходной траектории могут быть определены по формулам:

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{k_n} \int \cos \left( -\frac{2}{k_n b} \ln(\cos \alpha_1) \right) d\alpha_1 ; \\ Y &= \frac{1}{k_n} \int \sin \left( -\frac{2}{k_n b} \ln(\cos \alpha_1) \right) d\alpha_1 , \end{aligned}$$

где  $\alpha_1$  – угол поворота задающей колесной опоры;

$k_n$  – режимный параметр поворота, равный отношению угловой скорости поворота задающей колесной опоры к поступательной скорости движения ведущего звена.

Курсовой угол, угол между продольной осью ведущего звена и осью неподвижной системы координат, можно определить по формуле:

$$\psi_{\text{перех}} = \int \frac{dS_1}{R_1} = \frac{2V}{b} \int \operatorname{tg} \alpha_1 dt,$$

где  $V$  – скорость движения транспортного средства.

При движении транспортного средства по круговой траектории расчет координат прекращается, и идет расчет пути движения по круговой траектории. В точке выхода ведущего звена с кругового участка на переходной система управления снова начинает расчет координат по вышеприведенным уравнениям.

При движении по круговой траектории приращение курсового угла можно определить по формуле:

$$\begin{aligned} \psi_{\text{круг}} &= \psi_{\text{перех}} + \varphi; \\ \varphi &= \frac{S_{\text{круг}}}{R_{1\text{min}}}. \end{aligned}$$

Ведомое звено движется следующим образом: после определения точки начала переходной кривой, вычисляется момент времени начала входа движения по ней ведомого звена в зависимости от длины перевозимого груза и скорости движения ведомого звена. Путь, пройденный ведомым звеном можно определить при помощи датчика пройденного пути, связанного с неприводным колесом. Также для контроля положения ведомого звена можно применять следующие зависимости:

$$\gamma_1 = \psi_1 - \psi ;$$

$$\gamma_2 = \psi - \psi_2,$$



Курсовые углы при этом удобно определять при помощи, например, гироскопических датчиков.

Выше приведенные зависимости вполне могут быть использованы для разработки системы управления поворотом самоходного транспортного средства для перевозки КТГ с применением электронной системы управления. Это позволит управлять автопоездом одному оператору, повысит маневренность и увеличит среднюю скорость движения по маршруту.

Статья опубликована в рамках Программы стратегического развития ФГБОУ МАДИ на период 2012 – 2016 гг.

#### Список литературы

1. Белоусов, Б.Н. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет. / Б.Н. Белоусов, С.Д. Попов. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2006. – 728с.
2. Белоусов, Б.Н. Прикладная механика наземных тягово – транспортных средств с мехатронными системами. / Б.Н. Белоусов, С.Б. Шухман – М.: Агроконсалт, 2013. –612с.
3. Закин, Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда / Я.Х. Закин. – М.: Машиностроение, 1986. – 136 с.
4. Scheuerle SPMT 3000 [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: [http://static.sstorg.ru/files/products\\_out/4649097.pdf?title=Техника\\_СПМТ.pdf](http://static.sstorg.ru/files/products_out/4649097.pdf?title=Техника_СПМТ.pdf), свободный. – Заглавие с экрана.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА С КОНТЕЙНЕРНОЙ ПЛОЩАДКОЙ

Тяботова А.А., Гришкова Д.Ю.

СГУПС, г.Новосибирск

В условиях жесткой конкуренции среди транспортных компаний для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта необходимо максимально ориентировать его на удовлетворение и предвидение нужд клиентов. Для чего необходимо предоставлять такие услуги как доставка грузов «точно в срок» и «от двери до двери», организация сборных контейнерных отправок и др. В конкурентной борьбе в сфере грузовых перевозок у железнодорожного транспорта имеется ряд преимуществ: наличие развитой инфраструктуры, большой опыт и отлаженная технология работы с клиентом. Кроме того, в связи с реструктуризацией ОАО «РЖД» выделены дочерние компании и структуры, специализирующиеся на оказании пакета услуг по направлениям своей деятельности: ОАО «ТрансКонтейнер» может оказывать любые услуги, связанные с контейнерными перевозками; дирекция по управлению терминально-складским комплексом предоставляет эффективный комплекс погрузочно-разгрузочных и терминально-складских услуг по всей сети железных дорог РФ; ОАО «РЖД Логистика» может производить услуги по упаковке, сортировке, консолидации, ответственному хранению, таможенно-брокерские услуги, транспортный аутсорсинг, а также сервис доставки сборных грузов по всей России и СНГ [3].

В связи с тенденцией увеличения перевозок тарно-упаковочных и контейнерных грузов в крупнотоннажных контейнерах предусмотрим технологию взаимодействия трех структур, связанных с железнодорожным транспортом (ОАО «РЖД Логистика», ОАО «ТрансКонтейнер», дирекция по управлению терминально-складским комплексом), по организации перевозок мелких отправок с тарно-штучными грузами в большегрузных контейнерах.

Отправлять мелкие отправки в контейнерах можно по двум вариантам: накапливать груз на складе в адрес одного получателя до целого контейнера или формировать сборные отправки от разных грузовладельцев в адреса разных клиентов, следующих до одной станции назначения.

На ранее запроектированном терминально-складском комплексе станции Барнаул [2, 4] при взаимодействии с контейнерной площадкой ОАО «ТрансКонтейнер», которая также располагается на территории грузового двора станции, а также с участием компании ОАО «РЖД Логистика», можно предусмотреть технологию формирования сборных отправок. Сборные отправки требуют меньшего времени для накопления груза на целый контейнер, но большего времени на централизованную доставку грузов от станции назначения до потребителей.

Таким образом, необходимо определить при каком времени накопления груза на контейнерную отправку выгоднее отправлять груз сборной отправкой, а при каком, контейнерной отправкой в адрес одного получателя. Для этого необходимо сравнить затраты при отправлении груза контейнерной отправкой в адрес одного получателя и сборной контейнерной отправкой.

Затратами при отправлении груза контейнерной отправкой в один адрес являются затраты на накопления груза и затраты на его доставку до склада получателя:

$$Z_{KO} = n_{\text{нак1}} \cdot Z_{\text{экс}}^{\text{скл}} + Z_{\text{дост}}^{\beta/\gamma}, \quad (1)$$

где  $n_{\text{нак1}}$  – время на накопления груза на контейнерную отправку, сут;

$Z_{\text{экс}}^{\text{скл}}$  – эксплуатационные затраты склада, руб/сут;

$Z_{\text{дост}}^{\beta/\gamma}$  – затраты на доставку груза, руб/сут.

Затратами при отправлении груза сборной контейнерной отправкой являются затраты на накопления груза и развоз груза по клиентам:

$$Z_{CKO} = n_{\text{нак2}} \cdot Z_{\text{экс}}^{\text{скл}} + Z_{\text{дост}}^{\gamma/\delta}, \quad (2)$$

где  $n_{\text{нак2}}$  – время на накопления груза на сборную контейнерную отправку, сут;

$Z_{\text{дост}}^{\gamma/\delta}$  – затраты на доставку груза с участием экспедитора, руб/сут.

В данном случае приняты следующие допущения: партии предъявляемого груза примерно равны друг другу; партии груза предъявляются примерно через одинаковые промежутки времени.

На Рисунке 1 схематично показан процесс накопления груза на контейнерную отправку в адрес одного получателя. На Рисунке 2 показан процесс накопления груза на контейнерную сборную отправку. Разница между временем накопления по первой и второй технологиям обслуживания клиентов обозначена  $\Delta n_{\text{нак}}$ .

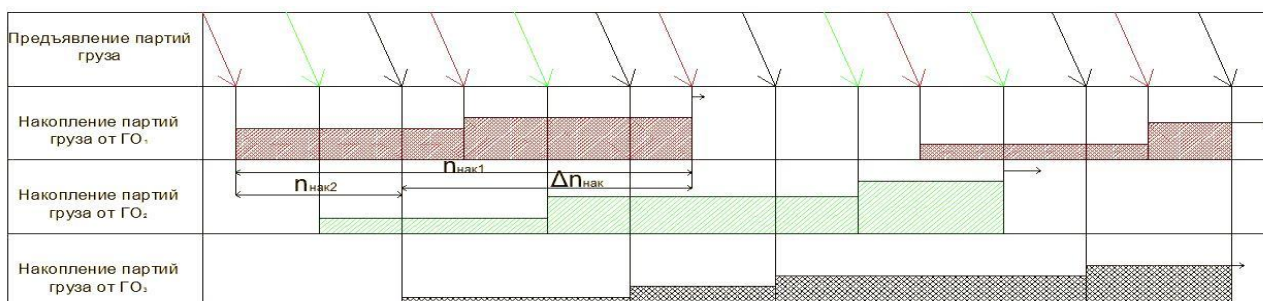


Рис. 1. Диаграмма накопления груза на контейнерную отправку в адрес одного получателя

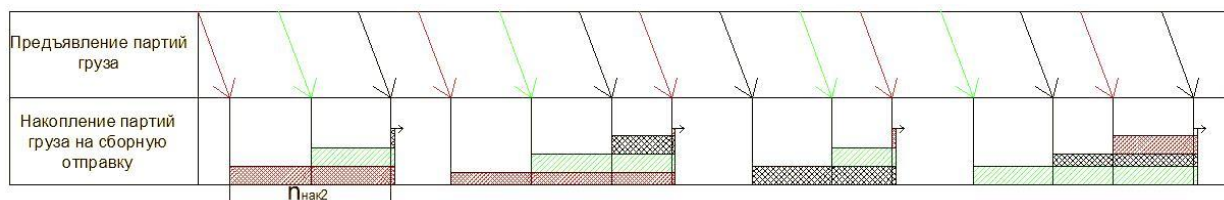


Рис.2. Диаграмма накопления груза на сборную контейнерную отправку

Для выбора вида отправки определим предельную разницу времени накопления груза на контейнерную и сборную контейнерную отправку  $\Delta n_{\text{нак}}$ :

$$\Delta n_{\text{нак}} = \frac{Z_{\text{дост}}^{\gamma/\delta} - Z_{\text{дост}}^{\beta/\gamma}}{Z_{\text{экс}}^{\text{скл}}}, \quad (3)$$

Эксплуатационные расходы склада определяются по формуле:

$$Z_{\text{экс}}^{\text{скл}} = \frac{(1,8 \text{ ФЗП} + \Sigma \text{А} + \Sigma \text{Р} + \Sigma \text{Э} + \Sigma \text{Н}) \cdot 1,3}{365}, \quad (4)$$

где 1,8 – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, затраты на охрану труда и другие расходы;

ФЗП – годовой фонд заработной платы операторов, руб/год;

ΣА – амортизационные отчисления, руб/год;

ΣР – расходы на текущий и капитальный ремонты, руб/год;

ΣЭ – расходы на электроэнергию и топливо, руб/год;

ΣН – расходы на налоговые выплаты, руб/год;

1,3 – коэффициент, учитывающий общие и общехозяйственные расходы.

Эксплуатационные расходы, связанные обслуживанием средств механизации, не учитываются, так как они присутствуют в обоих вариантах и принимаются условно равнозначными.

$$Z_{\text{экс}}^{\text{скл}} = \frac{(1,8 \cdot 2080080 + 489920 + 734880 + 22093,344 + 1043328) \cdot 1,3}{365}$$

$$= 21492,3 \text{ руб/сут.}$$

Затраты на доставку груза без экспедитора зависят от эксплуатационных расходов на содержание автомобиля. Для проектируемого складского комплекса предусмотрено 3 собственных автомобиля[1] предназначенных для централизованного завоза и вывоза груза по клиентам. К эксплуатационным расходам собственных автомобилей относятся: затраты на расход топлива; затраты на оплату труда водителям грузовых автомобилей; затраты на амортизационные отчисления; затраты на ремонт; налоговые отчисления. Эксплуатационные расходы на содержание собственных автомобилей определяются по формуле:

$$Z_{\text{экс1}}^{\text{авто}} = \frac{(1,8 \text{ ФЗП} + \Sigma \text{А} + \Sigma \text{Р} + \Sigma \text{Т} + \Sigma \text{Н}) * 1,3}{365}, \quad (5)$$

$$Z_{\text{экс}}^{\text{авто}} = \frac{(1,8 * 1797600 + 406500 + 121950 + 255244,5 + 25500) * 1,3}{365}$$

$$= 14406,4 \frac{\text{руб}}{\text{сут}}$$

Затраты на доставку груза сборной отправкой включают: затраты на оплату труда экспедиторам; эксплуатационные расходы на содержание автомобиля. Затраты на доставку груза сборной отправкой определяются по формуле:

$$Z_{\text{дост}}^{\text{с/з}} = Z_{\text{зарпл}}^{\text{экс}} + Z_{\text{экс2}}^{\text{авто}}, \quad (6)$$

Эксплуатационные расходы на содержание автомобилей будут отличаться только расходами на топливо, так как автомобили будут проходить другое расстояние.

$$Z_{\text{дост}}^{\text{с/з}} = 7408,5 + 12342,4 = 19750,9 \text{ руб/сут.}$$

Определим предельную разницу времени накопления груза на контейнерную отправку и сборную контейнерную отправку  $\Delta n_{\text{нак}}$ .

$$\Delta n_{\text{нак}} = \frac{19750,9 - 14406,4}{21492,3} = 0,25 \text{ сут.}$$

Таким образом, можно сделать следующий вывод: если разница времени между накоплением груза на контейнерную отправку и накоплением на сборную контейнерную отправку превышает 0,25 сут (примерно 6 ч), то выгоднее отправлять груз сборной контейнерной отправкой.

#### Список литературы

1. Гришкова Д.Ю., Тяботова А.А. Организация работы современного терминально-складского комплекса. [Электронный ресурс] Сборник международной заочной конференции «Проблемы организации и управления на транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения.
2. Гришкова Д.Ю., Тяботова А.А. Проектирование современного складского комплекса в Алтайском узле. [Электронный ресурс] Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый» № 3 (62) часть 3. 2014 г. С.274-278.
3. Концепция создания терминально-логистических центров на территории российской федерации. – М., 2012.
4. Логистическое управление грузовыми перевозками и терминально-складской деятельностью. Под ред. С.Ю. Елисеева, В.М. Николашина, А.С. Сеницыной. Учебное пособие для специалистов. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» 2013. 428 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ

**Горбатенко С.Ф.**

Профессиональный колледж, ДВФУ, г.Владивосток

Сегодня уже недостаточно просто предоставить подвижной состав и доставить груз в пункт назначения. Теперь необходимо обеспечивать неразрывность цепочки доставки товаров от производителя до потребителя. А для этого нужно суметь увязать в единое целое ряд решений технологического, технического, информационного и финансового характера. В этом поможет изучение специалистами опыта западных коллег: в Европе уже давно и эффективно практикуют контрейлерные перевозки.

Контрейлер – это специальные железнодорожные платформы, приспособленные для перевозки контейнеров и трейлеров, или иными словами автопоездов. Контрейлерные перевозки осуществляются двумя способами. Один вариант предусматривает перевозку только прицепов, а в местах погрузки-разгрузки их

забирают тягачи, согласно второму варианту на специальные платформы грузится весь автопоезд. Помимо того, в состав включается еще и пассажирский вагон для водителей перевозимых фур.

В Российской Федерации существует ряд объективных предпосылок к развитию контейнерных перевозок: большие расстояния перевозок на основных направлениях, перегруженность отдельных участков автомобильных дорог, отсутствие в некоторых регионах надежной автодорожной сети и ряд других. В условиях существенного снижения объемов погрузки на железнодорожном транспорте контейнерный сервис мог бы стать дополнительным фактором привлечения грузов

К сожалению, до сих пор нет ясности с ответом на главный вопрос: с какой целью будут внедряться контейнерные поезда, какие задачи будут решены с их помощью? Если посмотреть зарубежный опыт данного рода перевозок, то такие цели очевидны.

Во-первых, перевозки через барьерные места. Речь идет, например, о перевозках автопоездов через горные хребты, железнодорожные тоннели или мосты через крупные водные преграды. Во многих случаях дешевле строить именно железнодорожную, а не шоссейную инфраструктуру, а автопоезда перевозить на специальном подвижном составе. Например, если будет построен железнодорожный мост через Амур в Китай у пос. Нижнеленинское, есть очевидный смысл организовать по нему контейнерные перевозки.

Во-вторых, это стремление железных дорог преодолеть отток грузов на автотранспорт и организовать доставку грузов «от двери до двери». Такая причина внедрения контейнерных перевозок была типична для железных дорог США в 1950–1960-е годы.

И, в-третьих, это стремление ликвидировать пробки на шоссе и улучшить экологическую ситуацию. Этот фактор в наибольшей степени способствовал прогрессу контейнерных перевозок в Западной Европе.

Если же посмотреть на современное состояние транспортной системы России, то можно видеть, что в наших условиях есть только одна причина для внедрения контейнерных перевозок — это преодоление «узких мест».

Ситуация с развитием контейнерных перевозок выглядит несколько противоречивой. С одной стороны, дело, несомненно, движется. Создана новая модель платформы, построены и испытаны опытные образцы, в ближайшее время этот подвижной состав будет сертифицирован. Технические вопросы, связанные с контейнерными перевозками, успешно решаются.

В настоящее время Минтранс РФ ведется работа по разработке комплекса мер, направленных на повышение эффективности контейнерных перевозок. На сегодняшний день ведомство прорабатывает вопрос о проведении таможенными органами на железнодорожных пограничных переходах только документального контроля, а инструментальный контроль будет проводиться уже силами Ространснадзора на станциях назначения, что значительно сократит время прохождения процедуры, сообщает статс-секретарь – заместитель министра транспорта Сергей Аристов.

Однако успешное решение технических вопросов представляет необходимое, но далеко не достаточное условие внедрения контейнерных перевозок в России. Не менее существенны тарифные и организационные вопросы.

В текущих тарифных условиях вряд ли перевозки автотрейлеров на платформах будут привлекательны для компаний, специализирующихся на доставке грузов автотранспортом.

Требуется определение конкурентного тарифа на перевозку. Тарифные условия на контейнерные перевозки должны быть на уровне или ниже себестоимости автомобильных перевозок в том же направлении. Сами перевозки должны быть более технологичными и удобными для автоперевозчиков. Сроки доставки грузов должны быть сокращены.

Перспективны ли контейнерные перевозки? На этот вопрос не дают ответа даже опытные маркетологи. Отчасти это связано с тем, что пока нет в достаточном количестве контейнерных платформ, чтобы подхватить необходимый объем перевозок. К тому же он должен иметь сертификацию, признаваемую во всех странах по пути следования.

Контейнерные перевозки для железной дороги – это доходы, лишние тонно-километры. Для автомобилистов в этом случае выгода сомнительная. Если они едут на своих колесах, то платят за перевозку, к примеру, рубль, а если воспользуются услугами другого перевозчика, то поделят свой рубль на две части. Единственная ситуация, когда у нас такие перевозки оправданны, – транспортировка через границу.

Для расчёта экономической эффективности развития контейнерных перевозок выделим основные факторы, влияющие на неё (Табл.1).

Система факторов, влияющих на экономическую оценку эффективности контрейлерных перевозок

Уровень оценки	Перевозчик	Показатель эффективности
Народно-хозяйственный	Государство	- экологический эффект; - социальный эффект; - дополнительный экономический эффект-экономия средств на содержание и ремонт автодорог
	Грузовладелец	- экономический эффект, связанный с изменением качества и стоимости перевозки «от двери до двери»; - сопутствующий эффект, косвенно связанный с внедрением контрейлерной перевозки
Отраслевой	Железнодорожный транспорт	- дополнительная прибыль от контрейлерных перевозок; - срок окупаемости потребных капитальных вложений
	Автомобильный транспорт	- экономия текущих затрат на передвижение автотранспортных средств; - экономический эффект от ускорения перевозки; - экономический эффект от повышения качества перевозки; - экономия капитальных вложений в автомобильный подвижной состав (тягачи)

Расчёт экономической эффективности развития контрейлерных перевозок с учётом представленных факторов показывает, что положительный эффект будет получен не раньше чем через четыре года (Рисунок 1).

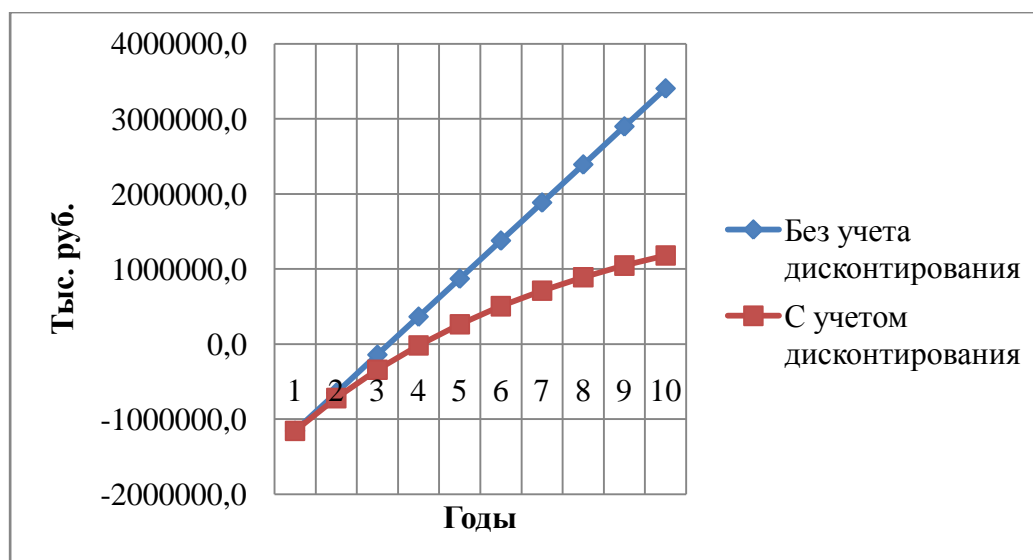


Рис. 1. Чистые доходы при организации контрейлерных перевозок

Конечно, при детальной проработке каждого в отдельности фактора, этот срок будет снижаться, чем и повысит привлекательность внедрения контрейлерных перевозок.

В нынешнем свете обмена экономическими санкциями с Европой, взгляд России устремился в сторону Китая и развитие транспортных схем через Дальневосточный регион, стало как никогда актуально. Нецелесообразность перевозок автомобильным транспортом на тысячи километров видна невооруженным

взглядом, но, тем не менее, данный факт имеет место быть и сотни автопоездов продолжают нарушать экологию и разбивать наши далеко не самые дешевые автодороги. Внедрение контрейлерных перевозок однозначно решает эти проблемы, но как было сказано выше не решается проблема заинтересованности потребителей грузоперевозок в скорости и стоимости доставки.

Европейский опыт показывает, что в большой степени развитие контрейлерных перевозок связано с экологическими запретами – либо ограничениями по осевым нагрузкам, либо вообще ограничением выезда тяжеловесных фур на дорогу в определенные дни или время суток.

Таким образом, до сих пор нет очевидных экономических мотивов в организации контрейлерных перевозок ни для железнодорожных операторов, ни для автоперевозчиков. Крайне сомнительно и то, что государство исходя из экологических мотивов выступит в роли спонсора для этого рода перевозок. Если в ближайшие год-два не появятся экономических стимулов для транспортировки автопоездов по железным дорогам, то эта попытка так и останется очередным фальстартом или в лучшем случае проектом одного маршрута.

#### Список литературы

1. Информационный сайт ОАО «Российские железные дороги», режим доступа <http://rzd.ru>
2. Сборник статей и статистических данных по логистике, режим доступа <http://ec-logistics.ru/articles.htm>
3. Информационный ресурс по логистике, режим доступа <http://logistics.ru>

## СЕКЦИЯ №9.

### АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

#### НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ БИГОВКЕ ИНСТРУМЕНТОМ С РАДИУСНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Закиров И.М., Закиров И.И., Файзуллина Н.М.

КНИТУ им. А.Н. Туполева, г.Казань

Складчатые детали имеют ряд преимуществ [1]. Из большего их разнообразия в конструктивном и технологическом аспектах наиболее изучена структура типа Z-гофр. Она применяется в качестве заполнителя в многослойных панелях летательных аппаратов и может составить конкуренцию сотовым структурам. Для реализации этой возможности необходим соответствующий технологический процесс и высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее конкурентную себестоимость складчатых конструкций, т.е. требуется, чтобы технологический процесс обеспечивал непрерывный поток производства.

Решение этой задачи заключается в разработке варианта интенсификации операции складывания, которая позволит обеспечить изготовление заполнителей с заданной точностью.

По расчетам Z-гофры при серийном производстве могут конкурировать с сотовыми заполнителями при скоростях формообразования свыше 5м/мин. При таких скоростях из известных методов конкурентным может быть ротационный. Но однако известное оборудование для реализации этого метода характеризуется большим количеством пар валков (роликов) со специально спроектированной формой рабочей поверхности.

Для получения при ротационном формообразовании соответствующего качества поверхностей граней и размеров Z-гофра представляет интерес введение в технологический процесс операции – «биговка». Сущность ее заключается в том, что созданием канавок (бигов) по линиям изгиба листов добиваются уменьшения в этой зоне изгибной жесткости [2].

Известно, что изгибающий момент относительно нейтральной оси соответственно упруго- и пластически деформированных участков зависит от их высоты. При упругом изгибе на кривизну  $\kappa$  пластинки прямоугольного сечения шириной  $b$ , толщиной  $h$  из материала с модулем упругости  $E$  изгибающий момент составляет  $M = \kappa EJ_h$ , а входящий в эту формулу момент инерции сечения:  $J_h = bh^3/12$ .

Если создать биг на глубину  $a$ , то момент инерции сечения будет  $J = b(h-a)^3/12$ . На Рисунке 2 представлена зависимость  $J/J_h$  от  $a/h$ , из которой видно, что при создании бига на глубину  $0,5h$  момент инерции сечения, а следовательно и необходимый для складывания изгибающий момент, уменьшается в 8 раз, а при биге глубиной  $0,25h$  почти в 2,5 раза.

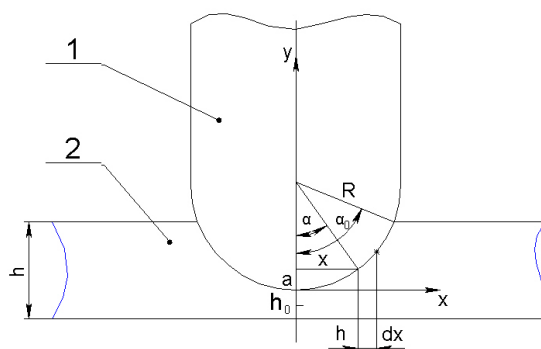


Рис.1. Деформирование листа при биговке

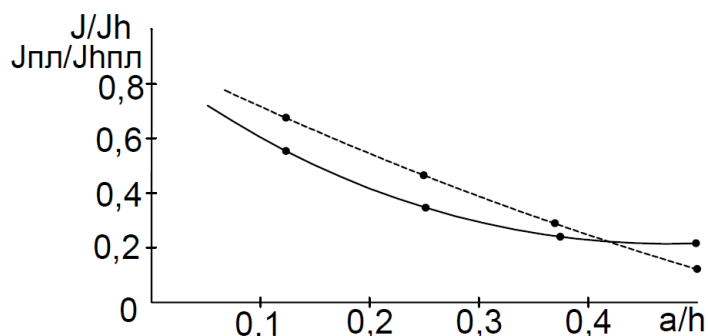


Рис.2. Зависимости  $J/J_h$  (пунктирная закругленным инструментом линия) и  $J_{пл}/J_{hпл}$  (сплошная линия)

Изгибающий момент при упруго-пластическом изгибе (при степенной зависимости в пластической области  $\sigma$  от  $\varepsilon$ :  $\sigma = K\varepsilon^n$ ) определяется по формуле  $M = \varepsilon EJ_{уп} + \varepsilon^n EJ_{пл}$ , и здесь необходимо учитывать момент инерции упругого слоя и момент инерции пластически деформированного слоя. Если кривизна большая, толщиной упругого слоя можно пренебречь, и тогда изгибающий момент может быть определен по формуле  $M = \varepsilon^n EJ_{пл}$ .

Для пластины прямоугольного сечения с глубиной бига  $a$  при пластическом изгибе момент инерции сечения будет:

$$J_{пл} = 2b(h - a)^{n+2} / (n + 2) 2^{n+2}$$

На Рисунке 2 представлена зависимость  $J_{пл}/J_{hпл}$  от  $a/h$  при показателе упрочнения  $n=0,1$ . Анализ графика на Рисунке 2 показывает, что и при пластическом изгибе момент инерции сечения и следовательно изгибающий момент может быть уменьшен при биговке на  $0,5h$  более чем в 4 раза, а при биговке на  $0,25h$  почти в 3 раза.

Таким образом, введение в технологический процесс операции биговка может значительно облегчить задачу складывания граней структуры типа Z-гофр, что позволит уменьшить количество переходов.

Напряженно-деформированное состояние при биговке

Рассмотрим процесс пластического деформирования материала при операции биговки (Рисунок 1). В лист толщиной  $h$  внедряется биговальный инструмент с радиусом  $R$  в поперечном сечении. Минимальная толщина листа в канавке бига будет  $h_0$ .

Выделим в зоне пластической деформации листа дифференциально малый элемент высотой  $h$  и толщиной  $dx$ . Положение этого элемента по отношению к биговальному инструменту определяется углом  $\alpha$ .

На этот элемент со сторон инструмента действует давление  $p$  и напряжение трения  $pf_0$ , где  $f_0$  – коэффициент трения между заготовкой и инструментом.

Рассмотрим уравнения равновесия этого элемента в проекциях на координатные оси  $x$  и  $y$ :

$$\begin{aligned} \sigma_x dh + d\sigma_x h - \sigma_x h - pf \cdot dl \cos \alpha + p dl \sin \alpha - p_1 f_0 dx = 0 \\ p_1 dx - p dl \cos \alpha - pf_0 \cdot dl \sin \alpha = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $dl$  – длина зоны контакта материала с биговальным инструментом.

После преобразований отсюда получаем:

$$\begin{aligned} \sigma_x dh + d\sigma_x h - 2pf_0 dx + ptg\alpha (-f_0^2) dx = 0, \\ p_1 = p (+f_0 \cdot tg\alpha) \end{aligned}$$

Из Рисунка 1 имеем:

$$h = h_0 + a, \quad a = xtg(\alpha/2), \quad x = R \sin \alpha, \quad a = R \sin \alpha tg(\alpha/2) \approx 1/2 R tg^2 \alpha.$$

Из совместного рассмотрения этих соотношений получаем  $h = h_0 (1 + (R/2h_0)tg^2\alpha)$ . Это соотношение запишем в другом виде:

$$h = h_0 (1 + tg^2\beta), \quad \text{где } tg\beta = \sqrt{R/2h_0}tg\alpha. \quad (2)$$

Углом  $\alpha$  выражается через угол  $\beta$  по соотношению:

$$tg\alpha = \sqrt{2h_0/R}tg\beta. \quad (3)$$

Исходя из соотношений (2) и (3) имеем:  $dh = 2h_0tg\beta d\beta$ ,  $dx = \sqrt{2h_0R}(1 + tg^2\beta)d\beta$ .

Подставляя эти значения в уравнение равновесия (1), после преобразования получим:

$$d\sigma_x + 2\sigma_x tg\beta d\beta - 2pf_0\sqrt{2R/h_0}d\beta + 2htg\beta(1 - f_0^2) d\beta. \quad (4)$$

Пластическое состояние материала можно считать удовлетворяющим условию наибольших касательных напряжений

$$\sigma_x + p = \sigma_0, \quad d\sigma_x = -dp, \quad (5)$$

где  $\sigma_0$  – напряжение, которое определяет переход материала из упругого состояния в пластическое. Из совместного решения (4) и (5) имеем:

$$-dp + 2(\sigma_0 - p)tg\beta d\beta - 2pf_0\sqrt{2R/h_0}d\beta + 2Ptg\beta(1 - f_0^2) d\beta = 0.$$

Полагая  $f_0^2 \ll 1$ , отсюда получаем:

$$dp + pfd\beta = 2\sigma_0tg\beta d\beta, \quad (6)$$

где  $f = 2f_0\sqrt{2R/h_0}$ . Умножив обе части уравнения (6) на величину  $e^{f\beta}$ , получим  $d(e^{f\beta}p) = 2\sigma_0e^{f\beta} \cdot tg\beta d\beta$ .

После дифференцирования получили  $pe^{f\beta} = 2\sigma_0 \int e^{f\beta}tg\beta d\beta + C$ , где  $C$  – константа интегрирования. Таким образом, давление инструмента на заготовку будет:  $p = Ce^{-f\beta} + 2\sigma_0 J e^{-f\beta}$ , где  $J = \int e^{-f\beta}tg\beta d\beta$ .

В сечении, определяемом углом  $\alpha_0$ , которому соответствует угол  $\beta_0$ , согласно соотношению (2)  $\sigma_x = 0$ ,  $p = \sigma_0$ .

Из этого условия определяется константа интегрирования:  $C = \sigma_0 (e^{f\beta_0} - 2J_0)$ .

С учетом этого давление определяется следующим образом

$$p = \sigma_0 \left[ e^{f(\beta_0 - \beta)} - 2(J_0 - J)e^{-f\beta} \right]. \quad (7)$$

Полагая  $tg\beta \approx \beta$ , параметры  $J$  и  $J_0$  определяются следующими выражениями:

$$J = e^{f\beta}(\beta/f - 1/f^2), \quad J_0 = e^{f\beta_0}(\beta_0/f - 1/f^2).$$

Определение усилия при биговке

Полное усилие при биговке определяется интегрированием проекций всех напряжений на ось по площади контакта. При биговке закругленным ребром имеем:

$$P_{\Sigma} = 2\sqrt{2Rh_0} \int_0^{\beta_0} P(1 + tg^2\beta)d\beta + 8h_0f_0 \int_0^{\beta_0} P(1 + tg^2\beta)tg\beta d\beta. \quad (8)$$

После подстановки (7) в (8) имеем:

$$P_{\Sigma} = 2\sigma_0\sqrt{2Rh_0} \int_0^{\beta_0} \left[ e^{f(\beta_0 - \beta)} - 2(J_0 - J)e^{-f\beta} \right] (1 + tg^2\beta) d\beta + 8\sigma_0h_0f_0 \int_0^{\beta_0} \left[ e^{f(\beta_0 - \beta)} - 2(J_0 - J)e^{-f\beta} \right] (1 + tg^2\beta)tg\beta d\beta.$$

Вычисление входящих интегралов выполним, пользуясь теоремой о среднем. За средний параметр выбираем  $\beta = \beta_0/2$ . При этом условии получим

$$P_{\Sigma} = \sigma_0\sqrt{2Rh_0}\beta_0 \left[ e^{f\frac{\beta_0}{2}} - 2(J_0 - J_{cp})e^{-f\frac{\beta_0}{2}} \right] (1 + tg^2(\beta_0/2)) + , \quad (9)$$

$$4\sigma_0h_0f_0\beta_0 \left[ e^{f\frac{\beta_0}{2}} - 2(J_0 - J_{cp})e^{-f\frac{\beta_0}{2}} \right] (1 + tg^2(\beta_0/2)) tg\beta_0.$$

где  $J_{cp} = e^{f\frac{\beta_0}{2}} (\beta_0/2f - 1/f^2)$ .



Уравнение (9) определяет погонное усилие биговки, приходящееся на единицу длины закругленного биговального ребра.

### Список литературы

1. Изготовление трехслойных панелей со складчатым наполнителем из полимерной бумаги. Коллектив авторов под ред. И.М. Закирова. – Казань: Из-во «ФЭН», 2009 – 232 с.
2. И.И. Закиров, Исследование параметров биговки в процессе формообразования складчатых наполнителей трехслойных панелей. // Известия вузов «Авиационная техника» 2013, №2, с. 65-67.

## О РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОМ ПОДХОДЕ В СЕРТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Щербаков Г.Б.

МАК, г.Москва

Первое десятилетие XXI века ознаменовалось глобальным внедрением по инициативе Международной организации гражданской авиации (ИКАО) превентивных методов управления безопасностью полетов и принципов управления рисками в практику деятельности практически всех субъектов авиатранспортного комплекса.

В 2013 году впервые за тридцать лет ИКАО было принято новое Приложение 19 «Управление безопасностью полетов» [8] к Конвенции о международной гражданской авиации (далее – Конвенция), в котором на новой методической основе были систематизированы обязательства, возложенные на государства по управлению безопасностью полетов в гражданской авиации.

В частности, имплементация в национальном законодательстве элемента 3.3 «Ориентирование контроля на наиболее проблемные или требующие дополнительной проверки области на основе данных о безопасности полетов» концептуальных рамок, сформулированных ИКАО для Государственной программы по безопасности полетов (ГосППП), потребует пересмотра способов реализации ряда функций государств (Рисунок 1), в части организации исполнения обязательств по Конвенции.

В качестве одной из таких функций в Приложении 8 «Летная годность воздушных судов» к Конвенции [5] сформулирована обязанность *государства-изготовителя* по утверждению производства (*production approval*) воздушного судна или его частей – организация-изготовитель должна получить от *государства-изготовителя* утверждение в виде сертификата на производство [6, п.2.11.1.1].

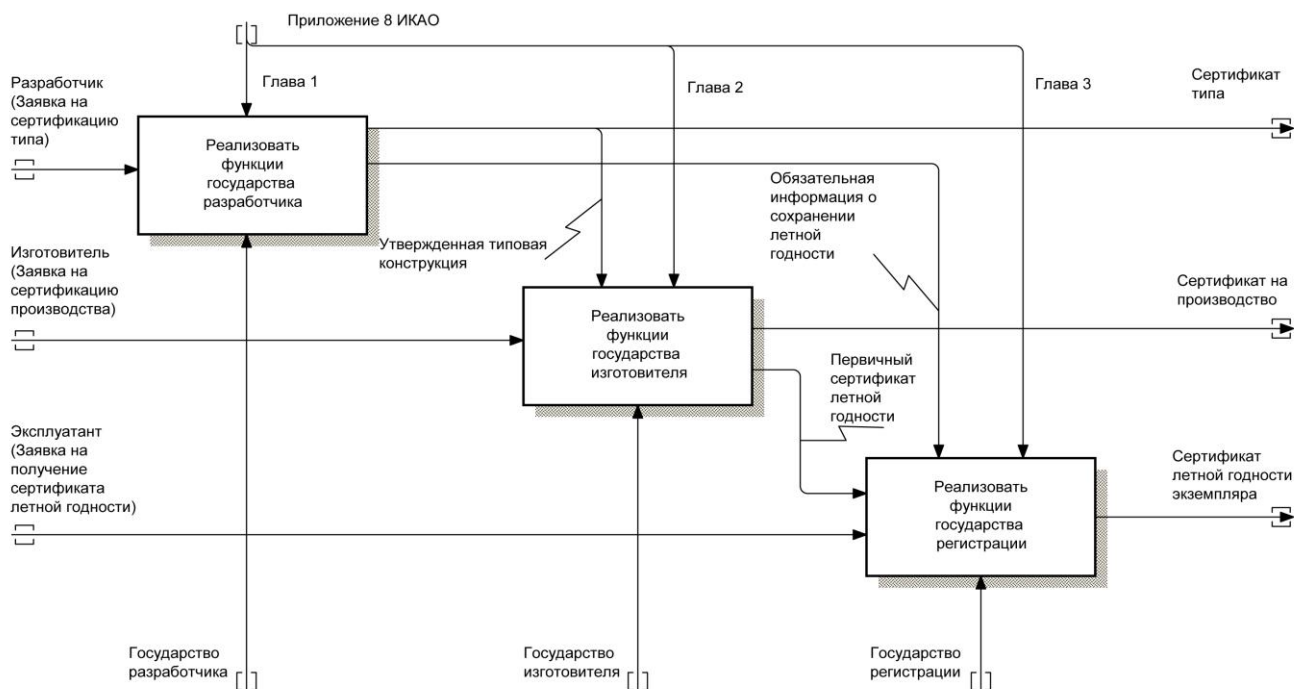


Рис.1. Реализация функций государств по Приложению 8 к Конвенции

В теоретическом плане это означает подход, основанный на проверке соблюдения нормативных требований, т.к. в традиционной постановке задачи при утверждении производства *государство-изготовитель* изучает подтверждающие данные и проводит инспекцию производственных мощностей и процессов, с тем, чтобы определить соблюдение организацией-изготовителем соответствующих требований к производству. Сущность традиционных подходов к сертификации/утверждению производства авиационной техники подробно раскрыты в работе Красоткина А.А. [4].

С принятием Приложения 19 ИКАО предлагает трансформировать традиционно сложившиеся подходы в регулятивной и надзорной деятельности государств и акцентировать усилия в организации надзора за наиболее проблемными или требующими внимания сферами авиационной деятельности на основе данных по безопасности полетов. В такой ситуации от государства требуется установить процедуры выработки приоритетов в организации инспекций, проверок и обследований (аудитов) на основе анализа данных об опасностях, их последствий для производственной деятельности и результатов оценки рисков для безопасности полетов. В контексте реализации функций *государства-изготовителя* это означает внедрение риск-ориентированного подхода в сертификации производства гражданской авиационной техники (Рисунок 2).

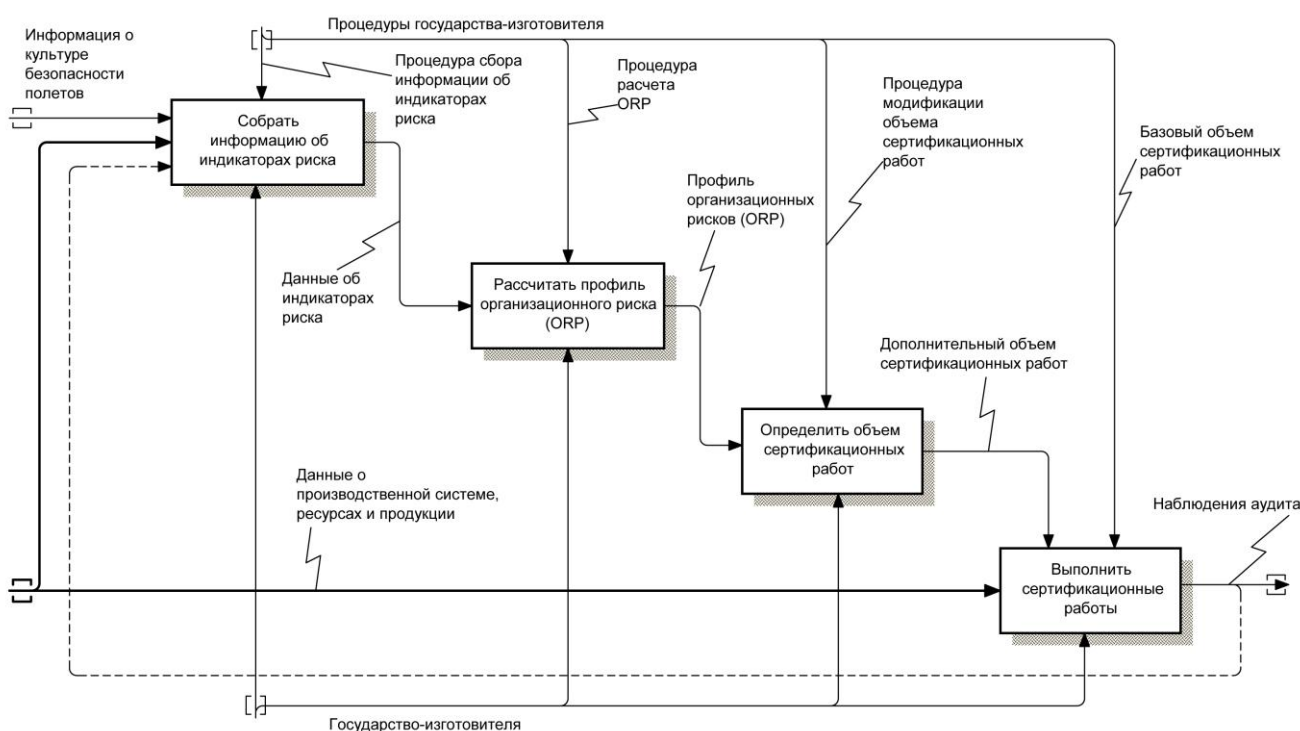


Рис.2. Функциональная модель риск-ориентированного подхода в сертификации производства гражданской авиационной техники

Как отмечается в Руководстве по управлению безопасностью полетов [7, п.4.2.36]: «...традиционные программы контроля, надзора и инспектирования обычно систематически и неизменно применяются ко всем поставщикам обслуживания и не имеют механизмов изменения частоты или масштаба надзорных мероприятий. В условиях управления безопасностью полетов предоставляются возможности более гибкого подхода к оценке показателей эффективности обеспечения безопасности полетов. Следовательно, осуществляемые регламентирующими органами в рамках ГосПБП программы контроля и надзора должны включать в себя механизм определения масштаба и частоты надзорных мероприятий в зависимости от фактических показателей эффективности обеспечения безопасности полетов».

Риск-ориентированный подход к надзорной деятельности, предполагающий расстановку приоритетов на основе оценки рисков, позволит оптимизировать имеющиеся в распоряжении государства ресурсы и эффективным образом направлять их в наиболее рискованные, проблемные или требующие внимания области. Исходная информация, необходимая для реализации риск-ориентированного подхода, может быть получена на основе анализа культуры безопасности полетов в организации, показателей эффективности обеспечения безопасности полетов, предыдущих отчетов о надзорах или проверках, содержащих количественные оценки (например, процент фактического соответствия нормативным требованиям).

В качестве источника информации для принятия решения о модификации масштаба и частоты надзорных мероприятий со стороны государства в отношении конкретного субъекта авиационной деятельности в рекомендациях ИКАО [7] предусмотрено использование регулирующим органом профиля организационных рисков (*Organization Risk Profile - ORP*) указанного субъекта. Применение этого инструмента полностью согласуется с философией предупреждения авиационных происшествий по организационным причинам, основанной на модели Ризона, и необходимостью организации контроля над организационными процессами в качестве действенной меры по обеспечению безопасности полетов.

Организационный риск при этом можно рассматривать как степень неопределенности в достижении целей функционирования субъекта авиационной деятельности, обусловленную несовершенством организационных процессов в управленческой системе и культуры безопасности полетов предприятия. Для изготовителя воздушного судна цель функционирования прямо сформулирована в международных стандартах ИКАО [5] и статье 37 Воздушного кодекса РФ [1] – «...обеспечение соответствия каждого серийно производимого гражданского воздушного судна сертифицированному типу».

При этом, как показано в работе Качалова Р.М. [2, с.15], вероятностные методы имеют ограниченную роль в анализе организационного риска, поскольку неопределенность в деятельности производственной организации принципиально не может быть описана стохастической моделью. В такой ситуации для определения профиля организационных рисков предприятия-изготовителя становится возможным использовать нечеткие методы принятия решений, получившие применение при анализе рисков, связанных с различными аспектами функционирования организационных структур [3, с. 240].

#### Список литературы

1. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19 марта 1997 г. №60-ФЗ [Электронный ресурс]: (с изм. и доп.) // КонсультантПлюс: [сайт информ.-правовой компании]. – [М., 2014]. – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/popular/air/> (дата обращения: 24.10.2014).
2. Качалов Р.М. Управление хозяйственным риском. - М.: Наука, 2002. - 192 с. (Экономическая наука современной России).
3. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 280 с.
4. Красоткин А.А. Сертификация авиационной техники: Учебник. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 356 с.: ил.
5. Летная годность воздушных судов. Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации, издание одиннадцатое, ИКАО, 2010 – 230 с.
6. Руководство по летной годности. Том II. Сертификация конструкции и сохранение летной годности, Doc 9760AN/967, издание первое, ИКАО, 2001. – 326 с.
7. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП), Doc 9859AN/474, издание третье, ИКАО, 2013. – 300 с.
8. Управление безопасностью полетов. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации, издание первое, ИКАО, 2013 – 44 с.

## СЕКЦИЯ №10.

### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ПАССИВНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ НА ЮГЕ РОССИИ

Котлярова Е.В., Стародубцева А.С.

РГСУ, г.Ростов-на-Дону

Современный эко-проект здания должен соответствовать следующим критериям: экономное использование природных ресурсов; уменьшение стоимости эксплуатации здания; применение энергосберегающих технологий; использование энергоэффективных строительных материалов по возможности натуральных и местного происхождения (возможно вторичной переработки); грамотное обоснование проекта с экономической и функциональной точек зрения; минимизация негативных влияний на окружающую среду; гарантии здоровья и комфорта для человека.

По последним данным Организации объединенных наций общая площадь городов мира составляет всего лишь 2 процента суши Земли, однако на них приходится 60–80 процентов потребления энергии и 75 процентов выбросов углекислого газа. В связи с этим в мировой архитектурно-строительной практике появилось большое количество зданий, жилых комплексов и микрорайонов, выполненных с применением энергоэффективных и экологически чистых технологий, например: шведский государственный энергетический концерн Ваттенфал, где используются возобновляемые источники энергии; один из районов Стокгольма – «ХаммербиШьёстад», давно ставший мировым брендом создания комфортной городской среды и невероятного градостроительного успеха; многочисленные проекты реновации старых зданий с помощью новейших технологий для достижения высоких показателей энергоэффективности и экологичности; разнообразные варианты возведения экологичного индивидуального жилья и так далее.

Самыми популярными технологическими направлениями при возведении объекта являются: энергоэффективное (пассивное) здание; биоклиматическая архитектура; интеллектуальное или «умное» здание; «здоровое» здание (в приоритете экологически чистые природные строительные материалы).

Пассивный дом, энергосберегающий дом или экодом — это сооружение, основной особенностью которого является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление — в среднем около 10% от удельной энергии на единицу объема, потребляемой большинством современных зданий. Впервые концепция пассивного дома была совместно разработана немецким ученым Вольфгангом Файстом и профессором из Швеции Бо Адамсоном в 1988 году. Уже тогда у различных специалистов возникали идеи по развитию технологий, влияющих на уменьшение энергопотребления зданиями.

Также пассивный дом можно охарактеризовать как здание, у которого годовой удельный расход тепловой энергии на отопление настолько незначителен, что возможно отказаться от отдельной активной системы отопления. Потребность в тепле возможно восполнить за счет нагрева приточного воздуха системы приточно-вытяжной вентиляции, которая обязательна для таких зданий. Как правило, это происходит в том случае, когда (фактическая) величина расхода тепловой энергии на отопление меньше или равна 15 кВт\*ч/(м<sup>2</sup>\*год) (киловатт-час на квадратный метр энергозависимой площади в год). Таким образом, пассивный дом не нуждается в активно функционирующих системах отопления и кондиционирования.

Опыт пассивного домостроения показывает, что основными методами снижения теплопотерь в подобном здании являются:

- улучшенная теплоизоляция конструктивных элементов здания (пол подвала, цоколя или первого этажа; наружные стены; кровля);
- конструирование без «тепловых мостов», посредством использования в местах примыкания «холодных ребер» термовкладышей;
- устройство непрерывной герметичной оболочки и соединений конструкций здания, включая узлы примыкания дверей и окон;
- установка специальных стеклопакетов, как правило, с тройным остеклением, заполнением инертным газом, теплоизолированной дистанционной рамкой и эффективным утеплителем внутри оконной рамы и створки;
- системы рекуперации энергии, которые можно использовать как для воздушных потоков, так и для первичного подогрева поступающей в здание холодной воды.

На сегодняшний день большое количество производителей уже откликнулось на возрастающий повсеместно спрос на материалы и технологии для пассивного домостроения. Так, необходимые теплоизолирующие материалы для полов и кровли производит, например, крупная отечественная корпорация «ТехноНИКОЛЬ» (экструдированный пенополистирол); для стен – ISOVERSaint-Gobain (минераловатный утеплитель). Оконные профили и трубопроводные системы с необходимыми параметрами можно заказать и приобрести в RENAU – немецкой компании, имеющей уже достаточно опыта в реализации проектов, прошедших сертификацию по одной из существующих рейтинговых систем оценки соответствия экологическим стандартам, включая спортивные и инфраструктурные сооружения в олимпийском Сочи. Системы потолочного, настенного и напольного отопления и охлаждения, а также вентиляции для пассивного домостроения предлагают фирмы

«ZehnderGmbH», «Uponor» и «MaicoVentilatoren». Тепловые насосы и солнечные коллекторы производят организации «StiebelEltron» и «Турго». Востребована продукция предприятий, производящих крепления козырьков и пожарной лестницы, наружную солнцезащиту, энергосберегающее освещение, а также системы мониторинга и управления.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ №18 от 25.01.2011г. с 1 января 2020 года уменьшение показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении должно составлять не менее чем 40% от установленного базового уровня. Это достаточно серьезное требование, требующее больших усилий и совместной работы всех задействованных в процессе лиц. Сложностей достаточно: это и некоторые бюрократические трудности, и большое количество панельного жилья, где расход энергии на теплоснабжение составляет 300-400 кВт в час на кв.м. в год (официальные данные, приводимые ГК Фондом содействия реформированию ЖКХ), и отсутствие массового информирования населения о выгодах пассивного домостроения или санации существующих объектов, в том числе наглядными общедоступными примерами.

Поиск реальных примеров пассивных домов, отвечающих всем принципам этого направления, помимо существующих олимпийских построек, не дал нам результата. Конечно, в Ростове-на-Дону последние годы широко уделяется большое внимание утеплению фасадов существующих многоквартирных домов, особенно в центре города. Однако в ней отсутствует комплексный подход к проблеме: утеплению подвергаются, как правило, только стены здания, а этого, безусловно, недостаточно для достижения наилучшего результата по уменьшению энергопотребления объекта.

Вопросы сохранения и экономии тепла на юге кажутся не столь актуальными, как на холодном севере, но, на наш взгляд, как раз популяризация подобных объектов в нашей климатической зоне способна создать продуктивную основу для последующего строительства их в более суровых природных условиях нашей страны. Кроме того, необходимы четкая формулировка и утверждение стандартов эко-проектирования и строительства для каждого отдельно взятого региона с учетом местной экосистемы, без которых невозможно доскональное соблюдение технологических норм возведения объекта.

Таким образом, мы считаем необходимым изучать и развивать принципы пассивного домостроения на Юге России для повышения комфорта среды обитания человека и уменьшения воздействий от нашей жизнедеятельности на окружающую среду посредством экономии энергоресурсов.

#### Список литературы

1. Активные пассивные дома // Журнал «Эксперт Юг» №41-42 (130), 2014. Код доступа: [http://expert.ru/south/2010/41/tehnologii\\_zhkh/](http://expert.ru/south/2010/41/tehnologii_zhkh/).
2. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. — С.: БХВ-Петербург, 2011. — С. 478. — ISBN 978-5-9775-0574-1.
3. Горгорова Ю.В., Миндзаева М.Р. Сравнительный анализ зарубежных стандартов экологического строительства и их влияние на формирование российских эко-стандартов // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс], 2013, № 4. Код доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2146>.
4. Официальный сайт Института пассивного дома. Код доступа: [www.passiv-rus.ru](http://www.passiv-rus.ru).
5. Официальный сайт Организации объединенных наций. Код доступа: <http://www.un.org/ru/sustainablefuture/cities.shtml>.
6. Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 N 18 (ред. от 26.03.2014) "Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов".
7. Тетиор А.Н. Городская экология. Учебное пособие для студентов, обуч. по направл. 653500 "Стр-во". - М.: изд. центр "Академия", 2006. 331 с.
8. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ВЛАДИВОСТОКСКОЙ КРЕПОСТИ В КАЧЕСТВЕ ФОРПОСТА РОССИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ И ФОРМИРОВАНИЯ НА ЕЕ ОСНОВЕ КУЛЬТУРНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ И ТУРИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЛАДИВОСТОКА - КАК ЦЕНТРА МЕЖДУНАРОДНОГО ТУРИЗМА

**Матвеев Е.Б., Глуцкий Р.Е.**

Дальневосточный федеральный университет (ДФУ) РФ, г. Владивосток

В данной статье рассматриваются основные этапы формирования фортификационных сооружений Владивостокской крепости, а также возможность их использования для культурно-туристических и рекреационных целей.

Владивостокская крепость считается выдающимся произведением военно-оборонительного зодчества своего времени. Особенными ценными являются фортификационные сооружения и постройки 1910-14 гг. В настоящее время они утратили свое первоначальное значение, как военные укрепления, но приобрели большую историко-культурную ценность, как памятники истории русского государства, архитектуры крепостного строительства и инженерной мысли. Сооружения крепости приняты под государственную охрану, как памятники истории и культуры.

В XVI-XVII веках на берега Тихого океана выходят русские люди. Начинается освоение дальневосточных земель, закрепление на этой территории россиян. Владивосток развивался, постепенно становясь портом (1862), городом (1875) и крепостью (1889) - главной военной базой России на Тихом океане. В 1878 г. заведующий инженерной частью Восточно-Сибирского военного округа П.Ф. Унтербергер, совершил по приказанию командования поездку в важнейшие стратегические пункты российского тихоокеанского побережья - Николаевск-на-Амуре и Владивосток. Он разработал важнейшие предложения по укреплению этих пунктов и строительству там береговых батарей. Для Владивостока он предложил доставить современные артиллерийские системы, построить мощные долговременные укрепления, которые обеспечивали бы круговую оборону города, и сосредоточить в нем достаточное количество войск с соответствующими запасами. Таким образом, именно П.Ф. Унтербергеру принадлежит идея создания во Владивостоке морской крепости. В 1889 г. на береговой батарее мыса Голдобина был поднят кайзер-флаг, - Владивосток получил статус крепости. С этого года начинается официальная история строительства Владивостокской крепости.

В 1899 г. под руководством известного русского фортификатора, профессора Николаевского из Инженерной Академии и полковника К.И. Величко, был разработан проект первого долговременного сухопутного обвода (вторая линия обороны) Владивостокской крепости. Общее направление линии сухопутной обороны было жестко задано приказанием военного министра, генерала от инфантерии А.Н. Куропаткина. Она проходила от Амурского до Уссурийского залива, поперек п-ова Муравьева-Амурского на расстоянии 3-5 км от бухты Золотой Рог и представляла собой ограду из сплошного вала и рва, прерываемую рядом долговременных опорных пунктов. Морские подступы к Владивостоку защищали береговые батареи. Они были выполнены в долговременном варианте: бетонные брустверы и разделительные траверсы между орудийными двориками, в которых устанавливали убежища для артиллеристов и хранилища припасов.

Укрепления второй линии обороны Владивостокской крепости интересны тем, что при их строительстве был использован опыт обороны Порт-Артура (Люшунь), где в свое время были построены подобные фортификационные укрепления.

22 февраля 1904 г. японская эскадра, под командованием вице-адмирала Камимур, подошла к Владивостоку и обстреляла город, выпустив около 200 снарядов по жилым постройкам города и оборонительным сооружениям. Эта бомбардировка показала просчеты, которые были допущены при строительстве линии обороны проекта 1899 года, и внесла коррективы в очередность строительных работ.

Строительство главной линии обороны проекта 1910 года шло под руководством генерал-майора А.П. Шошина. Она пролегла в 15-20 км от бухты Золотой Рог и состояла из мощных опорных пунктов - фортов. Форты проекта 1910 года имели много подземных казематированных сооружений, толщина стен достигала 4 метров, что обеспечивало защиту при обстреле 420-мм орудиями. Кроме оборонительных сооружений, к 1916 году Владивостокская крепость имела: большое количество казематированных подземных пороховых погребов, мясохолодильник, разветвленную сеть дорог включая канатную подвесную, аэродром, эллинг для дирижабля, большой казарменный фонд, гарнизонные церкви, штабные помещения и т.д., что позволяло в самых неблагоприятных условиях выдержать осаду противника в течение длительного времени.

В 30-х гг. начала создаваться Береговая оборона ТОФ (Тихоокеанский флот). Данные сооружения служили надежным щитом для Дальнего Востока. Часть укреплений Владивостокской крепости вошли в эту систему оборонительных сооружений.

18 августа 1945 г. началась последняя боевая операция Второй мировой войны - Курильская десантная операция. Общее руководство операцией осуществлял командующий ТОФ адмирал И. Юмашев. Курильская десантная операция закончилась 1 сентября 1945 года, а 2 сентября 1945 года японское командование подписало акт о капитуляции – Вторая мировая война официально закончилась.

В конце 1969 г., учитывая политическую нестабильность в отношениях с Китаем, советское правительство приняло решение о создании Владивостокского оборонительного района (ВЛОР), задачей которого являлась защита города и главной базы ТОФ в случае вероятных боевых действий. В общую систему обороны ВЛОР, как и в годы Второй Мировой войны, были включены и некоторые укрепления Владивостокской крепости. К началу 90-х годов XX века ВЛОР имел все необходимое для ведения упорной обороны подступов к Владивостоку. В конце 1993 г. Владивостокский Укрепрайон по решению руководства страны был упразднен. С этого времени начинается процесс постепенной деградации фортификационных сооружений Владивостокской крепости и встает вопрос, что с ней делать дальше.

Владивосток, после его открытия в 1911 г., постепенно становится важным центром экономического взаимодействия стран АТР, а также международного туризма. Среди его достопримечательностей, особый интерес представляют фортификационные сооружения Владивостокской крепости (1889 - 1923 гг.), возводимой более 40 лет, и являвшейся одной из лучших и мощнейших морских крепостей мира. В настоящее время становится очевидным, что необходимо активно использовать потерявшие военное значение фортификационные сооружения Владивостокской крепости для культурно-туристических и рекреационных целей, что является общемировой практикой. Сохранившиеся сооружения крепости, расположенные на 400 кв. км полуострова Муравьёва-Амурского и Русского острова, архитектурно выразительны. Они имеют уникальную ландшафтную организацию, с точки зрения мимикрии, энергосбережения и уникальной связи с природой. Большая часть этих сооружений находится в лесопарковой зоне г.Владивостока, на вершинах гор и прибрежных территориях. Многие из них имеют разветвлённые системы подземных ходов и разного рода тоннельные и казематированные убежища. Всё это во многом определяет их исключительную ценность для культурно-исторического, туристического и рекреационного использования.

Обратим внимание, что крепость строилась как военный объект. Поэтому большая часть сооружений находится в труднодоступных местах и не все объекты могут быть использованы для туристических маршрутов. В настоящее время задача значительно упростилась, т.к. при подготовке к саммиту АТЭС, появилась развитая транспортная инфраструктура.

На (Рисунок 1) показан ситуационный план с изображением объекта Владивостокской крепости для визуального восприятия.

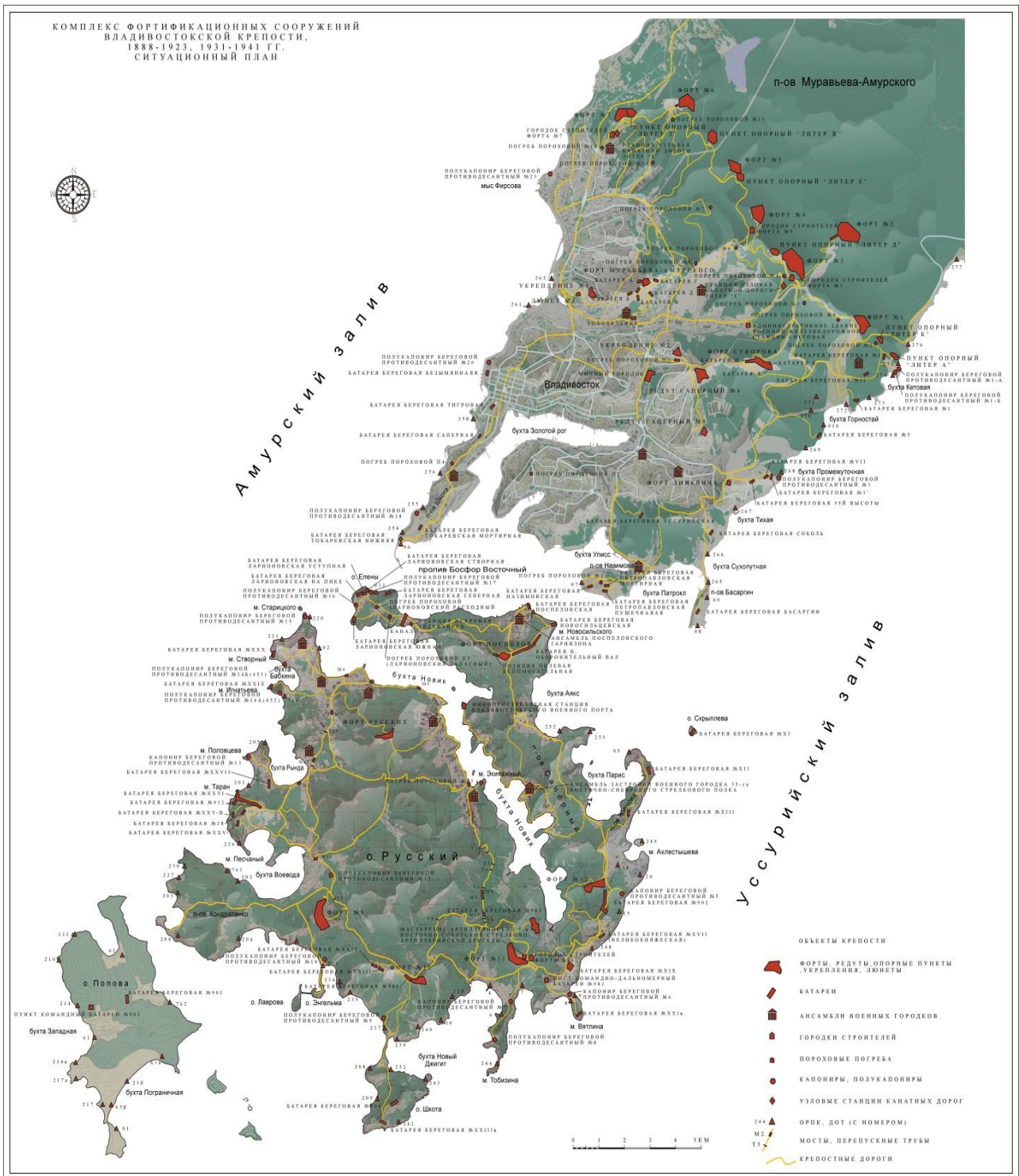


Рис. 1. Объекты крепости

Экспертному сообществу, еще только предстоит осознать и выработать рекомендации по дальнейшему использованию фортификационных объектов Владивостокской крепости, в том числе и для развития международного туризма. Общеизвестно, что это памятник мирового класса и город Владивосток при соответствующем рекреационном обустройстве его может стать в будущем Центром международного туризма.

Высокий туристический потенциал фортификационных сооружений Владивостокской крепости позволяет утверждать, что они могут стать основным имиджевым элементом развития культурно-рекреационной системы Владивостока, как города с богатой военно-морской историей.

Помимо архитектурно-дизайнерских идей восстановления, нужна программа развития объектов Владивостокской крепости, с учетом их исторической ценности, а также формирование на ее основе современной культурно-рекреационной системы города Владивостока.



Основой данной системы может стать район территорий крупных фортов Владивостокской крепости на Седанкинском перевале – на их основе возможно создание культурно-рекреационного комплекса кратковременного отдыха и экскурсионно-познавательного туризма.

Территории и акватории острова Русский (кратковременный и длительный отдых). Объекты будущего строительства – комплекс экскурсионно-познавательного туризма на базе фортов и укреплений Владивостокской крепости.

В разрабатываемой рекреационной системе города, предлагается определенный перечень программных объектов, где в основном закладываются предпосылки развития активных, динамичных видов кратковременного отдыха и экскурсионно-познавательного туризма. Данная система предопределяет прокладку экскурсионно-познавательных и туристических маршрутов в разных направлениях, с интересными сценариями, со сменой рекреационной деятельности, с использованием различных видов транспорта (канатного (канатная дорога), автомобильного, водного, воздушного, конного и др.). На территории города Владивостока с ее пригородными зонами, возможно создание двух планировочных районов, которые сформируются за счет фортификационных сооружений Владивостокской крепости. Причем при малой транспортной доступности, что позволит сформировать туристский историко-культурный пояс на уровне развития кратковременного отдыха. Это весьма важно для приезжих отдыхающих, которые, как правило, за короткий промежуток времени обычно желают познакомиться с максимальным количеством объектов. Программа последовательной интеграции объектов кратковременного отдыха и туризма на базе фортификационных сооружений Владивостокской крепости в городскую рекреационную систему, должна включать в себя разработку государственной программы «Владивосток-центр международного туризма» и включать в себя разработку общегородского проекта «Владивостокская крепость - объект международного туризма» с привлечением зарубежных инвестиций.

Для того, чтобы этого добиться, необходимо провести ряд мероприятий и инфраструктурных изменений. Вот некоторые из них: необходимо подготовить квалифицированный персонал, сотрудников, гидов Владивостокской крепости; дать проектные предложения по созданию рекреационных центров кратковременного отдыха и разработать туристические маршруты, которые их свяжут воедино для всех желающих; провести необходимые мероприятия по консервации, реставрации, реконструкции и ландшафтной организации фортификационных сооружений Владивостокской крепости для культурно-рекреационных и туристических целей; обеспечить объекты Владивостокской крепости необходимыми элементами рекреационной инфраструктуры, с разработкой элементов средового дизайна и ландшафтной архитектуры; разработать программы посещения туристами объектов Владивостокской крепости; разработать рекламную пиар-компанию по продвижению и закреплению объектов Владивостокской крепости, как военно-исторического символа г. Владивостока; привлечь к работе туристические агентства, средства массовой информации, департаменты по туризму и экскурсиям города Владивостока и Приморского края, заинтересовать коммерческие организации.

Таким образом, формирование культурно-рекреационной и туристической системы города Владивостока, на базе существующих фортификационных сооружений Владивостокской крепости, при реализации программы «Большой Владивосток», приведет к увеличению финансовых вливаний городского, краевого и федерального уровня, а также создаст условия для привлечения на Дальний Восток России международных инвестиций. Все это позволит городу Владивостоку стать главным морскими воротами России в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

#### Список литературы

1. «Владивостокская крепость: войска, фортификация, события, люди. Часть I. "Назло надменному соседу". 1860-1905 гг.»
2. Р.С. Авилов, Н.Б. Аюшин, В.И. Калинин, Владивосток: издательство «Дальнаука», 2013.
3. Аюшин Н. Б., Калинин В. И., Воробьев С. А., Гаврилкин Н. В. Крепость Владивосток. — СПб.: Остров, 2001. — 264 С.
4. Касьянов Н.В. Владивостокская крепость. Между прошлым и будущим. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2001.-100 с. Информация в сети интернет: [www.port-artur.info](http://www.port-artur.info), [www.kfss.ru](http://www.kfss.ru), [www.vladdig.org](http://www.vladdig.org), [www.fortress.bosfor.ru](http://www.fortress.bosfor.ru)

## ОСОБЕННОСТИ ТИПОЛОГИИ ЖИЛИЩА ДЛЯ МОЛОДЕЖИ

**Чердиченко Е.Ю.**

Научный руководитель проф., канд. арх. Трухачева Г.А.  
ААрхИ ЮФУ, г.Ростов-на-Дону

Жилище в любом из своих проявлений обобщает целый ряд архитектурно-пространственных воплощений жизнедеятельности человека и зависит от экономико-социальных возможностей общества.

Современное обустроенное жилище – это одна из важнейших социальных потребностей каждого человека для организации всех его жизненных задач, образа жизни, физического и духовного здоровья, изоляции от нежелательных контактов с внешней средой и информационных потоков, возрастающих с каждым годом в общественной среде. Степень благоустройства, характер жилища, размеры и качество зависят от уровня экономики и политики государства. Функциональная составляющая – зависит от внутренних процессов в обществе, этапе его развития, производственных отношений. Оба эти аспекта жизнедеятельности общества меняются во времени, отражаясь в структуре и качестве жилья. Учитывая преемственность жилищем всех колебаний внешних факторов, необходимо систематически проводить срез потребностей общества и его политико-экономическое состояние с целью определения социальной модели жилища.

Социальная модель жилища для молодежи – эта система требований, предъявляемых функциональной программе жилища. Характер жизнедеятельности молодежи будет определять содержание и структуру жилой ячейки, ее изменение в ходе исторического развития.

Молодёжь – динамично развивающаяся социальная группа, основанием выделения в которую являются возраст, социальный статус и ролевые функции. Как социальная группа молодежь отличается схожими стереотипами поведения, образом жизни и ценностными ориентациями. Главным, что отличает различные возрастные группы друг от друга, является особенное социальное поведение и непосредственно наблюдаемая деятельность. Основными элементами социального поведения выступают: потребности, мотивация, ожидания. Если потребности в еде, жилище, защите и другие ответственные за сохранение жизни человека у всех людей одинаковы, то социальные потребности - в общении, в принадлежности к сообществу, в образовании, выделяют молодежь как наиболее мобильную (подвижную) социально-демографическую группу. Мобильность молодёжи означает мотивацию к успеху, достижениям, развитию, образованию, активному отдыху, изменению социального статуса.

Социальная структура молодежи неоднородна настолько, насколько неоднородно общество. Так, в молодёжной среде существуют стратификационные группы сообразно уровню доходов, образования, престижа, власти. В структуре города для каждой группы необходимо предусмотреть определенный тип жилища, отвечающий заданным потребностям и возможностям потребителя.

Типологию жилища для молодежи будем рассматривать через призму следующих признаков:

1. Градостроительные
2. Функциональные
3. Объемно-планировочные
4. Архитектурно-художественные

По градостроительному признаку жилище молодежи можно условно разделить на:

1. Жилище, расположенное в центре города
2. Жилище, расположенное в срединной части города
3. Жилище, расположенное на периферии города

По функциональному признаку:

1. Жилище без общественного обслуживания
2. Жилище с встроенно-пристроенным общественным обслуживанием
3. Жилище с комплексно развитым общественным обслуживанием
4. Жилище с смешанным общественным обслуживанием

По объемно-планировочному признаку:

1. Жилая ячейка-комната
2. Жилая ячейка-квартира
3. Жилая ячейка-блок-секция в блокированном жилом доме
4. Жилая ячейка – индивидуальный жилой дом

По архитектурно-художественному признаку:

1. Ярко выраженный индивидуальный облик: силуэт, переменная этажность, усложненные объемы, пластика фасадов, цвет и пр.
2. Единство архитектурного решения с окружающей исторической средой: декоративное направление, историзм, контекстуализм и пр.

Характер проектирования жилища для молодежи, расположенного в центре города, зависит от задолго сложившейся градостроительной ситуации, а именно: структуры кварталов, жилой и общественной застройки, высокой плотности населения, наличие транспортных магистралей и доступности, социально-демографической ситуации, наличия общественного обслуживания. Структура центральных кварталов города Ростова-на-Дону характеризуется ортогональной сеткой улиц, ориентацией протяженной стороной в северо-западном направлении, средней этажностью, плотной застройкой, ветхими зданиями, историчностью районов, коммерциализацией земли. Экономически и функционально целесообразно в центральной части города ограничиться жилищем для молодежи с жилой-ячейкой комната и квартиры. Возможен вариант с реконструкцией исторической среды, реновацией, приспособлением под новую форму быта старых домов. В необходимых случаях общественное обслуживание осуществить встроенно-пристроенными объектами и за счет уже имеющихся, повсеместно размещенных культурно-досуговых, торгово-развлекательных, детских, образовательных учреждениях в центре города. Социальная ориентация жилища, расположенного в центре – это молодежь с уровнем достатка выше среднего.

В срединной части города Ростова-на-Дону жилище молодежи можно представить комплексной реконструкцией жилой среды с частичным или полным сносом ветхой, морально устаревшей застройки. Объемно-планировочным решением послужат среднетажные дома с жилой ячейкой – квартира, безлифтовые и блокированные жилые дома.

Состав общественного обслуживания жилых комплексов для молодежи, расположенных в срединной части, проектируется в зависимости от отдаленности центра и наличия поблизости объектов городского обслуживания, доступности и качества детских образовательных учреждений. Практика показала, что в срединной части обязателен учет занятости детей в независимости от присутствия детских садов на территории. Следует проектировать собственный, так как появление молодежного жилого комплекса в районе принесет дополнительную нагрузку на зачастую переполненные детские сады. Общественные объекты представляют собой встроенно-пристроенными, комплексными и смешанными типами. Социальная направленность не ограничивается материальными возможностями потребителя, здесь могут найти свое отражение жилище для молодежи любого достатка и уровня.

Состав квартир и площади диктуются социальным заказом и потребностями. Самым распространенными будут квартиры-студии для одиночек и семейных пар без детей в 70%, и двухкомнатными для семей с любым количеством детей в 30%. Отсутствие трехкомнатных квартир оправдывается современной тенденцией сокращения количества детей в молодых семьях и позднее рождение ребенка. Среди опрошенных семей 29,4% тех, кто завел первого ребенка в 25-29 лет и 33,3% в 30-35 лет. Двое детей в семье лишь у 26,7% испытуемых в 30-35 лет. В период с 18 по 24 года детей нет у 100% молодежи в данной группе. (Табл.1.) По данным социологических исследований большинство современных браков заключаются на 5-6 лет позже, чем это было в 1980-1990 годы, молодые люди не торопятся создавать семьи и заводить детей - они хотят пожить для себя, сделать карьеру или откладывают оформление брака, хотя живут вместе по несколько лет. Соответственно сдвинулся и пик рождаемости детей. Если в 1991 году больше половины детей в Москве были рождены женщинами до 25 лет, то в 2005 году 55% новорожденных пришлось на долю матерей в возрасте от 25 до 34 лет. Это подтверждает практику перехода к западной модели рождаемости. Все чаще партнеры вступают в брак сложившимися людьми, закончив обучение, нередко после достижения финансовой самостоятельности от родителей. Особенно ярко проявляется эта тенденция в крупных городах. В сложившейся ситуации трехкомнатные квартиры на найдут своего потребителя среди молодежи с низким уровнем достатка или будут экономически не выгодны.

Таблица 1

Количество детей в молодых семьях.

	18-24 лет	25-29 лет	30-35 лет
Один ребенок	-	29,4%	33,3%
Двое детей	-	-	26,7%
Трое детей	-	-	-
Без детей	100%	70,6%	40%

Жилище для молодежи на периферии отличается наличием свободных территорий и затруднительной транспортной доступностью. Дешевизна земли на рынке недвижимости в отдаленности от городской инфраструктуры обусловит территориальное расположение жилища для молодежи. Предпочитаемыми типами жилища, оптимальных по экономическим, экологическим и комфортным показателям для доступного варианта, станут безлифтовые и блокированные жилые дома с придомовыми участками. Обязательным становится проектирование расширенного комплекса общественного обслуживания, объектов первой необходимости, досуга молодежи и локальных детских центров.

Современный проектирование требует системного научно-прогностического подхода к определению перспектив развития любого жилища, а в особенности для молодежи. Сущность этого подхода будет заключаться в прогнозировании развития жилища как системы, социальной оценке, материальных условий жизнедеятельности молодых людей, к типологическим разработкам к проектированию жилища как единой системы, взаимосвязанной с общественным обслуживанием и потребностями молодых семей.

### Список литературы

1. Кияненко К.В. Введение в проблематику современного рыночного жилья: учеб. пособие для арх. и строит. спец. вузов. Вологда: ВоГТУ, 2002.
2. Лыжин С.М. Формирование структуры молодежных жилых комплексов на основе социально-демографических особенностей населения [Текст]: дис. ... канд. арх. / С.М. Лыжин. Рос. гос. Б-ка – М.: 1990.
3. Молчанов В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: учеб. пособие / В.М. Молчанов. – Ростов н/Д: Рост гос. архит. инст-т., 1999.
4. Рубаненко Б.Р. Жилая ячейка в будущем. М.: Стройиздат, 1982.
5. Социология молодежи: учеб. пособие / под ред. Волкова Ю.Г. Ростов-на-Дону: Феникс, 2011.

## ПРИМЕНЕНИЕ СИЛОВОЙ СЕКЦИИ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ БУРЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН

Пустовалов А.Л., Максимова Ю.А.

НИ ТПУ, г.Томск

Геологические условия современного бурения на нефть и газ, сравнительно большая глубина скважин, наличие в разрезе проницаемых пластов с аномально высокими и аномально низкими пластовыми давлениями диктуют необходимость постоянного совершенствования технологии и техники бурения скважин.

К сожалению, даже при использовании современных достижений в области конструирования и технологии сооружения скважин, зачастую не удается избежать осложнений, препятствующих скоростному и эффективному бурению.

Наиболее часто возникают такие осложнения, как поглощения бурового промывочного и тампонажного растворов, ГНВП, осыпи и обвалы стенок скважины, затяжки и посадки бурового инструмента при спускоподъемных операциях.

Однако, несмотря на то, что осложнения считаются в сущности ожидаемой ситуацией и для их преодоления предусмотрены технологические приемы, иногда они переходят в категорию аварий.

Затяжки и посадки бурового инструмента могут привести к его неосвобожаемому прихвату; пластовые флюидопроявления и поглощения бурового раствора могут перерасти в открытый аварийный фонтан и т.д.

Бурение скважин является одной из капиталоемких подотраслей ТЭК страны, на которую приходится до 40% от всех капиталовложений ТЭК. Доля затрат на ликвидацию осложнений в балансе календарного времени бурения скважин может быть весьма значительной и в основном определяется сложностью горно-геологических условий бурения. В среднем на борьбу с осложнениями в глубоком бурении затрачивается 20-25 % календарного времени.

Одним из резервов дальнейшего роста производительности ведения буровых работ является сокращение потерь рабочего времени на ликвидацию осложнений и их последствий. Хорошо известен тот факт, что ликвидировать осложнение значительно проще на ранней стадии его развития. Одно возникшее осложнение нередко влечет за собой другое, что значительно усложняет задачу их ликвидации. Неликвидированное осложнение может стать причиной аварии. Так, неосвобожаемый прихват бурового инструмента может быть

результатом незамеченных своевременно затяжек или посадок, открытый фонтан - флюидопроявлений и поглощений бурового раствора и т.д.

Решение вопроса о борьбе с осложнениями и, как следствие – авариями, не теряет своей значимости на протяжении всей истории бурения скважин. Следовательно, и на сегодняшний день серьезной задачей является правильное и своевременное обнаружение и определение зачатков осложнений, привлечение современных средств обработки текущей информации и компьютерных технологий для оперативного контроля ситуаций в скважине в процессе бурения с целью нормального процесса строительства скважины.

В Томской области самым распространенным видом осложнений являются поглощения, затяжки и посадки и, как следствие, прихваты.

Так на скважине месторождения севера Томской области буровая бригада приступила к спуску кондуктора Ø244,5 мм. Далее приводятся выдержки из акта расследования:

«...при дохождении до глубины 787,55м произошла посадка кондуктора величиной 5 т. Была вызвана циркуляция бурового раствора для промежуточной промывки продолжительностью 1 час. По окончании промывки был продолжен спуск ОК-245 со свободным прохождением кондуктора в стволе скважины.

По достижению глубины 988,24м приступили к монтажу допускной трубы. Сняв кондуктор с клиньев после допуска произошла посадка кондуктора величиной 6 т на глубине 991,24м. Далее демонтировали допускную трубу. Произвели промывку производительностью 30л/с насосом F-1300 с целью нормализации забоя от шлама в течение 40 мин. Вновь после монтажа допускной трубы приступили к допуску кондуктора на проектную глубину. В период допуска фиксировались периодические посадки 4-6т.

Вызов циркуляции произвели с минимальной подачей бурового насоса 8-10л/с. В течение 4 мин наблюдался полный выход бурового раствора на дневную поверхность, затем произошел резкий рост давления до 150атм. с поднятием кондуктора на 0,1м за счет нагнетания бурового раствора, с полной потерей циркуляции.

Расхаживание производили в диапазоне 20-135т, без выхода циркуляции и уменьшением уровня в рабочих емкостях... Бросив шар в ЦКОД и перейдя на агрегат, при расхаживании от 20 до 155 т, циркуляцию и хождение кондуктора восстановить не удалось.»

В ходе проведения расследования было установлено, что причинами аварии стали:

- Неучитывание поглощающих пластов;
  - КНБК для шаблонировки скважины не соответствует КНБК последнего долбления;
  - Отсутствие на объекте работ сертифицированного промывочного переводника Мз133\*Н245 БТС.
  - При посадке инструмента на глубине 993,5м не производилось расхаживание колонны с промывками на длину трубы согласно Плана работ на крепление эксплуатационной скважины кондуктором ø 244,5 мм.;
  - Отсутствия технической возможности спуска ОК с одновременной промывкой скважины: промывочный переводник Мз133\*Н245 БТС не заводского исполнения; промывка через глухой переводник невозможна так как штропа, находящиеся на буровой, не удовлетворяют по длине.
  - Превышение нормативного времени спуска кондуктора на 11:20ч.
- Для предотвращения аварии были предприняты следующие мероприятия:
- Приготовление 10м<sup>3</sup> раствора с вязкостью 180сек., и добавлением 2тонн кольматирующего материала (бикарб) закачка и продавка буровым раствором в количестве 66м<sup>3</sup> производительностью 5-6л/с при одновременном расхаживании с весом 5-140т.(выход раствора отсутствует);
  - Попытка отворота секции ОК для ее подъема – результат отрицательный, отвернулась допускная труба.

После чего было принято решение законсервировать скважину, передвинуть буровую установку и начать бурение заново.

В связи с просрачиванием договорных сроков предлагается рассмотреть вариант усовершенствования компоновки низа бурильных труб с целью увеличения механической скорости и сокращения отставания от договорных сроков.

В обычном варианте в КНБК используется простая роторная управляемая система. Необходимо поменять ее на РУС для продуктивного бурения Power Drivevortex компании Schlumberger, что несомненно приведет в удорожанию стоимости КНБК в разы.

Высокопроизводительная роторная система оснащена полностью интегрированной высокомоментной силовой секцией, которая преобразует гидравлическую энергию бурового раствора в механическую. Эта энергия, вместе с моментом и вращением буровой колонны, приводимой в движение буровым станком, значительно увеличивает полезный крутящий момент и скорость вращения долота. Дополнительный момент позволяет увеличивать нагрузку на долото, что приводит к увеличенной скорости проходки и экономически эффективному бурению.

Блок подшипников и трансмиссия системы специально разработаны для обеспечения надежной, непрерывной работы при длительных рейсах с повышенной нагрузкой. В отличие от обычных РУС, PowerDrivevortex увеличивает крутящий момент и количество оборотов в минуту, трансформирующееся в увеличение скорости проходки, увеличение рентабельности бурения и продолжительности рейсов.

Интегрированная силовая секция вращает долото с высокой скоростью и позволяет снизить скорость вращения бурильной колонны. Уменьшаются крутильные и другие опасные для КНБК режимы вибрации, свойственные при бурении обычными РУС. Вся энергия расходуется на обеспечение эффективного бурения и увеличение скорости проходки. На участках интенсивного искривления ствола скважины уменьшается износ обсадных труб и бурильной колонны, уменьшая вероятность их повреждения. Все внешние элементы системы вращаются со скоростью вращения бурильной колонны, уменьшая затяжки и увеличивая скорость проходки. Вращение помогает эффективно очищать ствол от шлама, значительно снижая риск механических или дифференциальных прихватов.

Power Drivevortex обладает функцией автоматического поддержания зенитного угла, что сводит к минимуму человеческий фактор при бурении транспортных или горизонтальных секций. Автоматизация контроля на забое позволяет бурить участок с высокой скоростью проходки и с большей точностью, чего не удастся достичь при обычных методах бурения с контролем бурения с поверхности.

Итак, роторная управляемая система Power Drivevortex позволяет:

- Сокращать время и стоимость бурения благодаря оптимальной производительности долота и, как следствие, оптимизирует скорость проходки;
- Оптимизировать скорость проходки при использовании PDC долот;
- Снизить риск повреждения КНБК за счет выбора режимов с меньшей вибрацией;
- Уменьшить износ обсадных труб и бурильной колонны на участках с высокой интенсивностью кривизны ствола скважины;
- Снизить риск прихвата и оптимизировать скорость проходки благодаря качественной очистке ствола от шлама;
- Снижение риска подклинки в сложных условиях бурения.

Пример бурения скважины в Северном море с помощью системы Power Drivevortex:

- 2150 метров за 1 долбление в течение 4 дней;
- 50 % сокращение цикла строительства скважины.

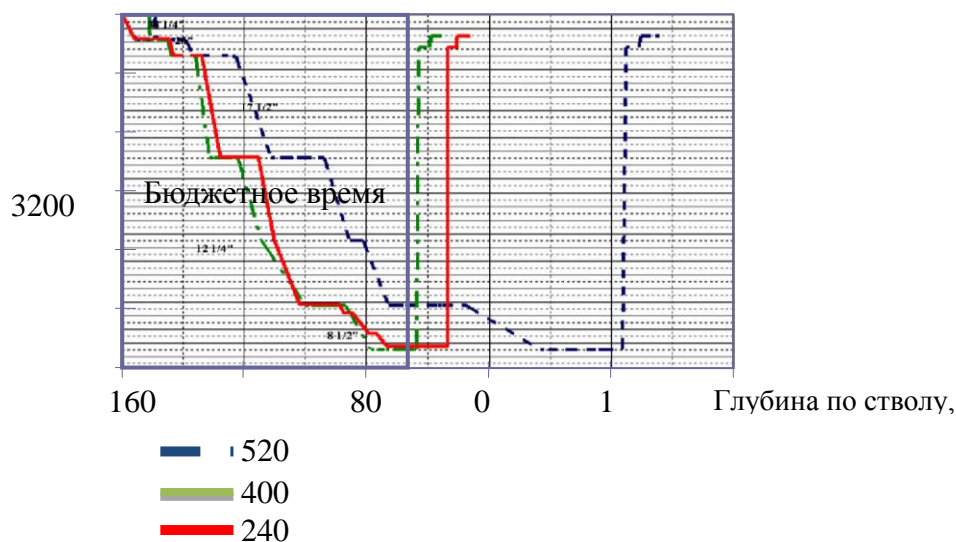


Рис. 1. График бурения скважины

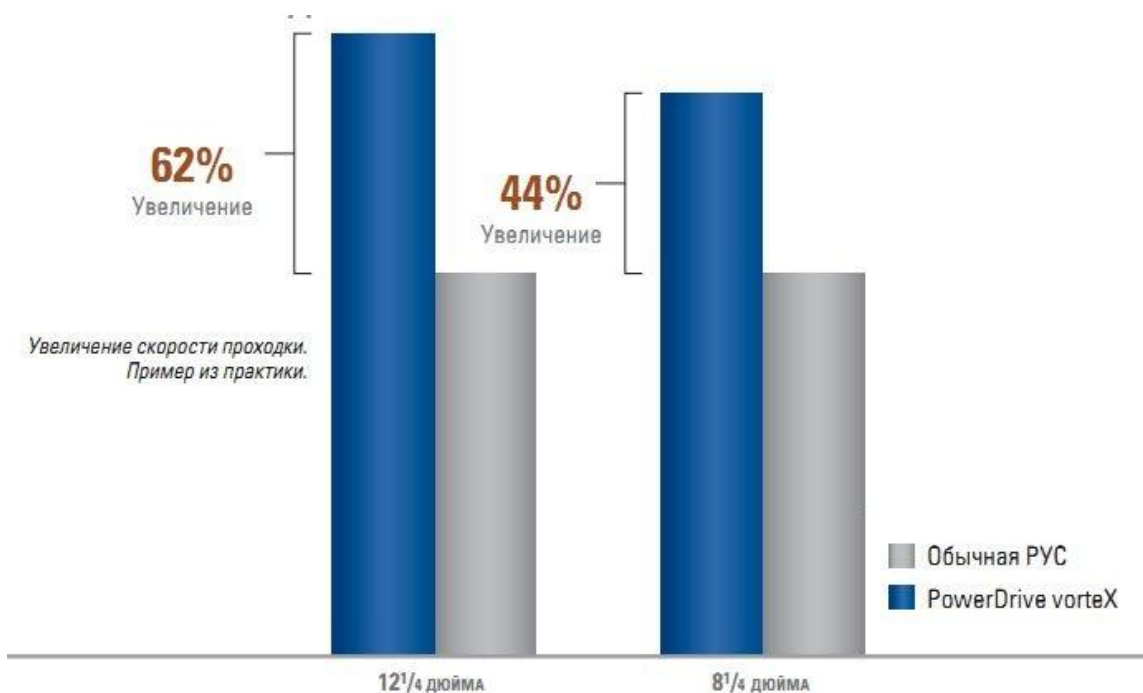


Рис.2. Пример увеличения скорости проходки

При использовании РУС с силовой секцией можно с уверенностью сказать, что скорость проходки увеличится примерно в 1,5 раза и как следствие уменьшит цикл строительства скважины на одно тех. СПО (шаблонировка ствола скважины). Исходя из выше сказанного и графика строительства скважины делаем вывод, что срок строительства скважины сократится на 5 суток.

#### Список литературы

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов – М. Недра, 2000, 679 с.
2. Наклонно-направленное бурение – <http://www.slb.ru/page.php?code=27>
3. Техническое задание на оказание услуг по бурению с силовой секцией.

### СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

**Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Шевцова Р.Г., Щекина А.Ю., Сумской Д. А., Кудинова А.И., Чувакова К.С., Дмитриев Ю.А.**

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

По области применения сухие строительные смеси подразделяют на три основные группы: общестроительные, специальные строительные, нестроительные. Особое место в этой классификации занимают общестроительные (конструкционные, отделочные смеси), в частности смеси для устройства полов. Наливные полы являются одним из самых сложных и чувствительных к колебаниям качества сырья видов сухих смесей. Главными критериями хорошего качества являются: достаточное, но не слишком продолжительное время растекания массы; отсутствие или хотя бы минимальные величины усадки или расширения массы; отсутствие седиментации (расслоения) крупных и мелких фракций; создание условий для равномерного удаления остаточной воды; отсутствие трещин при отвердевании массы; незначительное количество пены.

Для получения сухих строительных смесей для устройства стяжек использовались следующие материалы: разработанное ранее композиционное вяжущее [1-3] в качестве вяжущего; отходы флотационного обогащения железных руд фракции 0...0,315 мм в качестве минерального наполнителя; отходы флотационного обогащения железных руд фракции 0,5...0,9 мм в качестве мелкого заполнителя; отходы флотационного обогащения железных руд фракции 2...5 мм в качестве крупного заполнителя.

Разработанное ранее композиционное вяжущее вещество было получено совместным помолом (30 мин) в вибрационной мельнице портландцемента марки ЦЕМ I 42,5 Н, ОАО и отходов флотационного обогащения железных руд, и последующим введением комплекса тщательно подобранных химических добавок. Подбор оптимальных составов сухих смесей и исследование влияния отдельных компонентов на технологические и физико - механические свойства получаемых на их основе растворов осуществлялось методом математического планирования эксперимента. Крупный заполнитель (отход флотационного обогащения железных руд фракции 2...5 мм) вводился во все смеси в количестве 10 %. В качестве факторов варьирования были приняты расходы композиционного вяжущего, отходов флотационного обогащения железных руд фракций 0...0,315мм и 0,5...0,9 мм. В соответствии с матрицей планирования были рассчитаны 17 составов сухих строительных смесей для эксперимента, содержащих цемент типа ЦЕМ I 42,5 Н, отход флотационного обогащения железных руд фракции 0...0,315мм, отход флотационного обогащения железных руд фракции 0,5...0,9мм, а так же отход флотационного обогащения железных руд фракции 2...5 мм в количестве 10 % во всех составах. Выходными параметрами для подбора оптимального состава служили средняя плотность и средняя прочность на сжатие.

Было заформовано 17 серий образцов, которые выдерживались в нормальных условиях твердения в течение 28 суток, после чего были определены их физико-механические характеристики.

После статистической обработки результатов экспериментов получены математические модели изменения физико-механических свойств растворов для устройства стяжек:

$$y=2410,7+125,1 \cdot x_1 - 34,3 \cdot x_2 - 4,1 \cdot x_3 - 51,1292 \cdot x_1^2 - 122,129 \cdot x_2^2 - -7,129 \cdot x_3^2 + 16 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,25 \cdot x_1 \cdot x_3 - x_2 \cdot x_3$$

Анализ влияния исследуемых факторов на среднюю плотность раствора согласно уравнения регрессии представлены на (Рисунок 1,а). Оптимальным является состав, содержащий около 20% наполнителя.

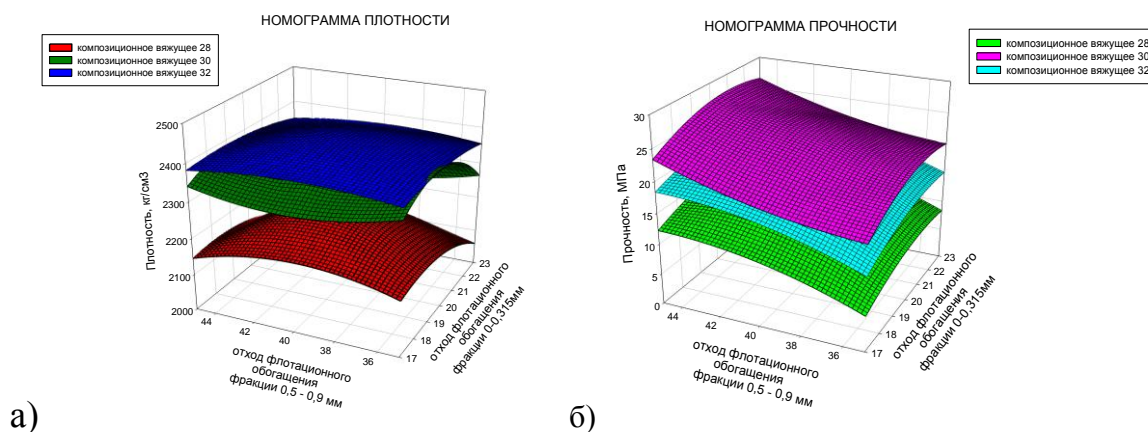


Рис.1. Зависимость плотности (а) и прочности (б) раствора от содержания: композиционного вяжущего, наполнителя (отхода флотационного обогащения железных руд фракции 0...0,315мм) и мелкого заполнителя (отхода флотационного обогащения железных руд фракции 0,5...0,9 мм)

Комплексное влияние исследуемых факторов на среднюю плотность раствора по уравнению регрессии анализировалось по номограмме (Рисунок 1,а). Номограмма позволяет оптимизировать технологический процесс и эффективно им управлять. При использовании номограммы можно поддерживать на заданном уровне выходной параметр, изменяя соответствующим образом факторы, входящие в уравнение регрессии. Таким образом, меняя соотношение компонентов сухой смеси, можно обеспечить требуемую плотность раствора при оптимальном соотношении компонентов смеси.

Уравнение регрессии прочности раствора на сжатие имеет вид:

$$y=22,863 + 3,011 \cdot x_1 + 1,364 \cdot x_2 + 3,155 \cdot x_3 - 5,5631 \cdot x_1^2 - 3,4981 \cdot x_2^2 - 0,133 \cdot x_3^2 - 0,0463 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,0938 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Комплексное влияние исследуемых факторов на среднюю прочность раствора по уравнению регрессии анализировалось по номограмме (Рисунок 1,б). Содержание наполнителя в количестве около 20% обеспечивает максимальную прочность при оптимальных параметрах.

Выявленные закономерности изменения свойств растворов для наливных полов на основе полученных математических зависимостей и их графические интерпретации позволяют дать количественную и качественную оценку влияния каждого фактора в отдельности, а также в их совокупности на изменение системы «состав-



свойства» и рекомендуются для расчета производственных рецептур сухих смесей и прогнозирования их физико-механических свойств.

В результате анализа экспериментальных данных (Рисунок 1,а и 1,б.) определены оптимальные дозировки минеральных компонентов смеси: вяжущего (композиционного вяжущего)–  $27\pm 1\%$ , наполнителя (отхода флотационного обогащения железных руд фракции  $0...0,315\text{мм}$ ) –  $18\pm 1\%$ , мелкого заполнителя (отхода флотационного обогащения железных руд фракции  $0,5...0,9\text{мм}$ ) –  $35\pm 1\%$  и крупного заполнителя (отхода флотационного обогащения железных руд фракции  $2...5\text{мм}$ ) –  $10\pm 1\%$ .

Затвердевший раствор для наливных полов на основе этой рецептуры имеет выходные параметры: плотность –  $2220\text{ кг/м}^3$ , прочность при сжатии –  $18,69\text{ МПа}$ .

Разработанный оптимальный состав сухой смеси для самовыравнивающихся напольных покрытий испытаны в соответствии с требованиями ГОСТ 31356-2007, ГОСТ 5802-86. Результаты физико-механических испытаний смеси приведены в Табл.1 и соответствуют требованиям ГОСТ 31357-2007 и ГОСТ 31358-2007.

Таблица 1

Основные показатели напольных смесей

Наименование показателей	Значение показателя		Обозначения
	Результаты испытаний	Требования ГОСТ 31357-2007, ГОСТ 31358-2007	
1 Качество смеси в сухом состоянии			
1.1. Влажность, %	0,2	0,3	
1.2. Наибольшая крупность зерен заполнения, $D_{\text{наиб}}$ , мм	0,5-0,9	Не более 5	
1.3. Содержание зерен наибольшей крупности, %	5	Не более 5	
2 Качество смеси, готовность к употреблению			
2.1. Подвижность, расплыв кольца, см	17,5	15-18	РкЗ
2.2. Сохраняемость первоначальной подвижности, мин	45	45	
2.3. Водоудерживающая способность, %	99	Не менее 90	
3 Качество затвердевшего раствора			
3.1. Прочность на сжатия, МПа	25,4	Не ниже В15 (М200)	
3.2. Водопоглощение, %	14	15	
3.3. Прочность сцепления с основанием, МПа	0,9	Не менее 0,6	
3.4. Истираемость, $\text{см}^3$	2,0	Не более 12	класс-А12
3.5. Деформации усадки, мм/м	0,7	Не более 1,0	

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны и предложены рациональные составы сухих строительных смесей для самовыравнивающихся напольных покрытий с использованием в составе техногенного сырья – отходов флотационного обогащения хвостов мокрой магнитной сепарации железных руд в качестве минерального наполнителя, крупного и мелкого заполнителей. Разработанное композиционное вяжущее вещество, используемое для приготовления сухих напольных смесей, содержит в своем составе отходы флотационного обогащения хвостов мокрой магнитной сепарации железных руд. Использование значительных объемов отходов горнорудной промышленности в составах сухих строительных смесей - одно из наиболее рациональных путей их. Установлено, что физико-механические показатели напольных покрытий отвечают нормативным требованиям, что позволяет рекомендовать разработанные составы для апробирования в промышленных условиях.

### Список литературы

1. Шаповалов, Н.А. Микроструктура продуктов гидратации цемента, содержащего отходы флотационного обогащения железных руд/ Н.А. Шаповалов, Л.Х. Загороднюк, А.Ю. Щекина, М.С. Агеева// Вестник БГТУ им. Шухова. – 2013. №5.- С. 57-63.
2. Шаповалов, Н.А. Исследование возможности использования отходов флотации железных руд для получения смешанных цементов/ Н.А. Шаповалов, Л.Х. Загороднюк, И.В. Тикунова, А.Ю. Щекина, О.И. Ширяев, А.А. Крайний, Д.Ю. Попов, А.И. Городов// Фундаментальные исследования. - 2013, №10 (часть 8). - С. 1718-1723.
3. Shapovalov, N.A.Enriched Waste Products of Neon-Ferrous Oxidised Quartzites-A Mineral Cement Mixtures Storage/ N.A. Shapovalov, L.H. Zagorodnyuk, A.Y. Shchekina // World Applied Sciences Journal. 2013. T.25.№3. C.529-535.

### СЕКЦИЯ №11.

#### СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.00.00, 06.03.00)

### СЕКЦИЯ №12.

#### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

#### РОЛЬ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ $MnO_2$ - ЭЛЕКТРОДА В РАСТВОРАХ СОЛЕЙ ПОЛИАНИОННЫХ КИСЛОТ

Гусева Е.С., Францев Р.К., Попова С.С.

ЭТИ СГТУ имени Ю.А.Гагарина, РФ, г.Энгельс

В последние годы резко повысился интерес к созданию наноматериалов и нанотехнологий. Переход в наноразмерное состояние сопровождается изменением фундаментальных свойств вещества. В данной работе раскрыта актуальность и перспективные возможности электрохимического модифицирования поверхности меди, представлены пути усовершенствования поверхностного слоя меди для придания новых функциональных свойств используя возможность сочетать процесс катодного внедрения катионов щелочного металла (натрия) со способностью полианионов молибденовой кислоты к электрохимической адсорбции и образованием гетерометаллических оксидов типа  $Na_{2x}Cu_{3+x}Mo_2O_{7+x}$ . Среди особенностей электрохимического поведения Мо и его соединений следует прежде всего выделить наличие большого числа возможных степеней окисления и, соответственно, окислительно - восстановительных переходов между ними; способность соединений Мо к быстрой и обратимой адсорбции; высокое значение энтальпии связи Мо – О, что затрудняет процесс его электрохимического получения электролизом из водных растворов по сравнению с другими металлами. Вольфрамат- и молибдат – ионы в водных растворах в области концентраций 0,2...0,002 моль/л склонны к полимеризации с образованием полиядерных комплексов типа  $[Mo_nO_{3n+3}]^{6-}$  или  $[HMo_nO_{3n+3}]^{5-}$ ,  $Mo_nO_{3n+3}$ , где  $n=7$ , концентрация которых может достигать 99% (область pH 2-6). Это позволяет объяснить результаты исследований с позиций преобладающего влияния электрохимической адсорбции и последующих твердофазных превращений с образованием в адсорбированном слое оксидных соединений промежуточной валентности:  $Me(VI) \rightarrow Me(IV) \rightarrow Me(II)$ , имеющих каркасную структуру, по каналам которой свободно движутся катионы щелочных металлов. В поверхностном слое, таким образом, образуется большое количество свободных катионов натрия, которые за счет градиента концентрации перемещаются в глубь электрода к границе с металлом основы, где разряжаются по механизму катодного внедрения (ур.1):  $xNa^+ + xe^- + Cu \rightarrow Na_xCu$ . (1)

Целью работы являлось исследование электрохимического восстановления молибдат – ионов на медном электроде в водных растворах молибдата натрия с разной концентрации. Объектами исследования служили медная фольга ГОСТ 1173-2006, противозлектрод – графитовая фольга ТУ 5728-003-12058737-2000. Электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод, заполненный 1н раствором KCl. Исследования были проведены в диапазоне концентраций молибдата натрия; моль/л: 0,01; 0,025; 0,05; 0,1. Как видно и хода E-кривых, представленных на (Рисунок 1-3), определяющие влияние на величину смещения потенциала оказывает

плотность катодного тока: при  $i_k \geq 1 \text{ mA/cm}^2$  на электроде практически мгновенно устанавливается высокий отрицательный потенциал в области  $-1,2 \dots -2 \text{ В}$  (относительно ХСЭ), который не меняется в течение всего времени электролиза. Зависимость  $E=f(i)$  имеет линейный характер. На электроде можно наблюдать выделение водорода и образование слоя молибдата меди. Влияние диффузионных затруднений на начальном этапе поляризации сказывается только при плотностях тока  $0,5 \text{ mA/cm}^2$  и менее, когда определяющее влияние на поведение электрода оказывает электрохимическая адсорбция молибдат-ионов. Это согласуется и с ходом поляризационных кривых  $E-i$  (Рисунок 4), а также с результатами оптической микроскопии. Линейный ход кривых  $E-i$  до  $E = -1 \text{ В}$  и появление задержки потенциала указывают на затрудненность кристаллизационно-химической стадии образования двойного натрий-медного полимолибдата  $\text{Cu}_x\text{Mo}_{1-x}\text{O}_{3+x}$ . Анализ микроструктурных исследований показал, что после обработки в потенциодинамическом режиме на поверхности электрода появились разводы оранжевого цвета (это, согласно литературным данным, говорит об образовании  $\text{Cu}_2\text{O}$ ), после обработки в гальваностатическом режиме при концентрации  $0,01 \text{ моль/л}$  – появились разводы темно коричневого (почти черного цвета –  $\text{CuO}$ ; светло зеленого цвета –  $\text{MoO}_3$

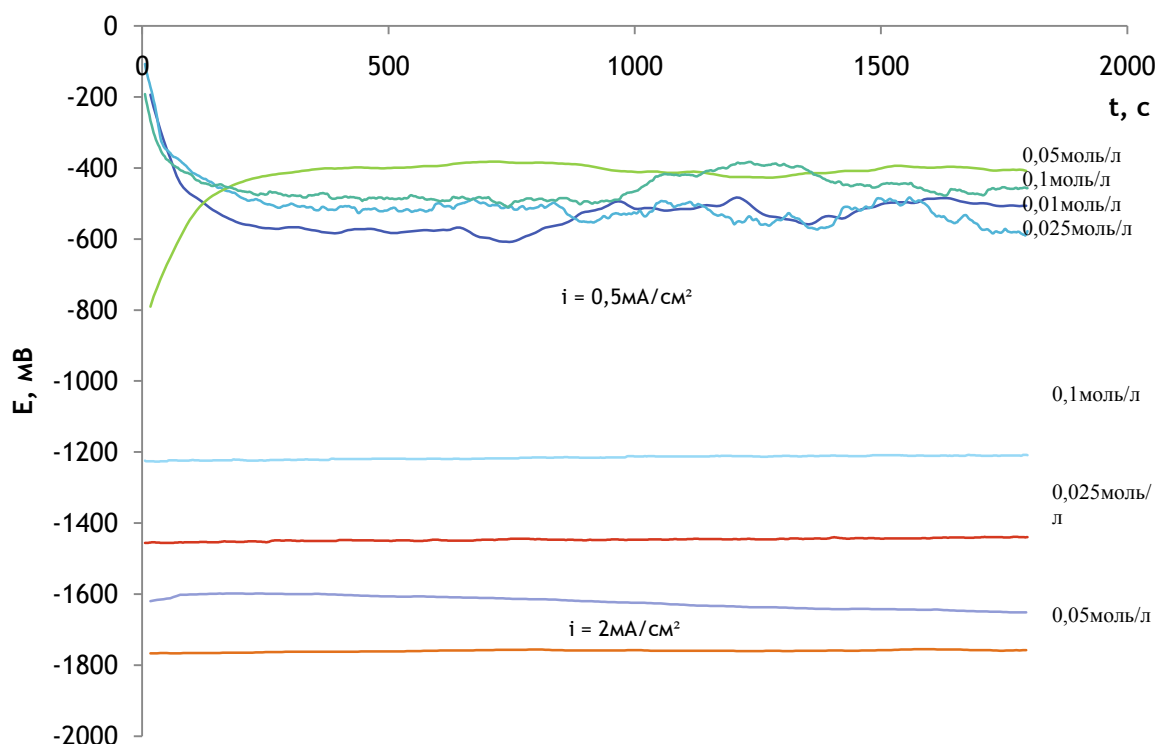


Рис.1. Влияние концентрации  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  на ход  $E-t$  кривых при плотностях тока  $0,5 \text{ mA/cm}^2$  и  $2 \text{ mA/cm}^2$ .

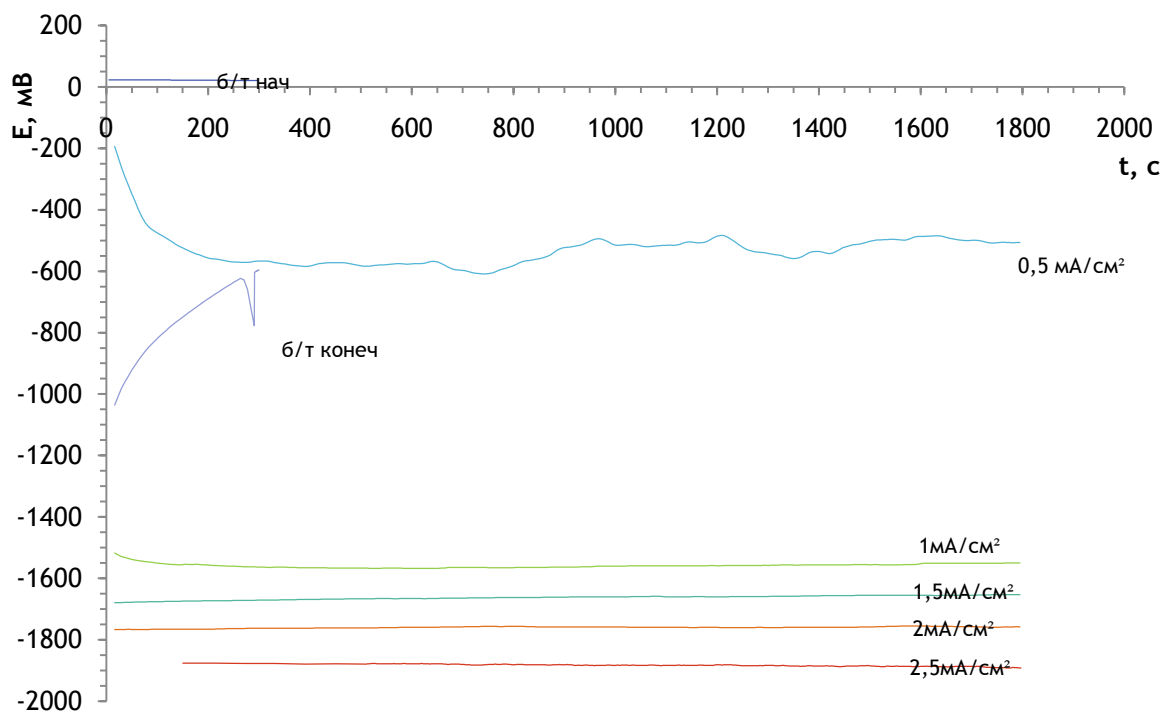


Рис.2. Влияние плотности тока на ход катодных гальваностатических кривых медного электрода 0,01моль/л в растворе  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ .

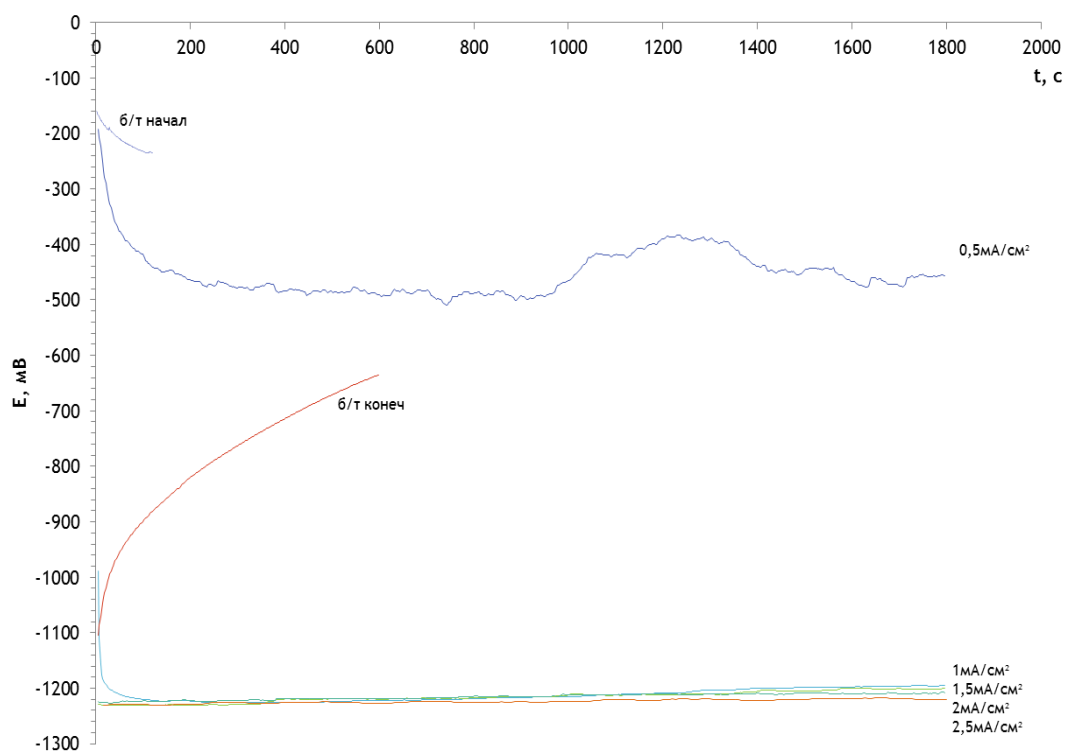


Рис.3. Влияние плотности тока на ход катодных гальваностатических кривых медного электрода в 0,1моль/л растворе  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ .

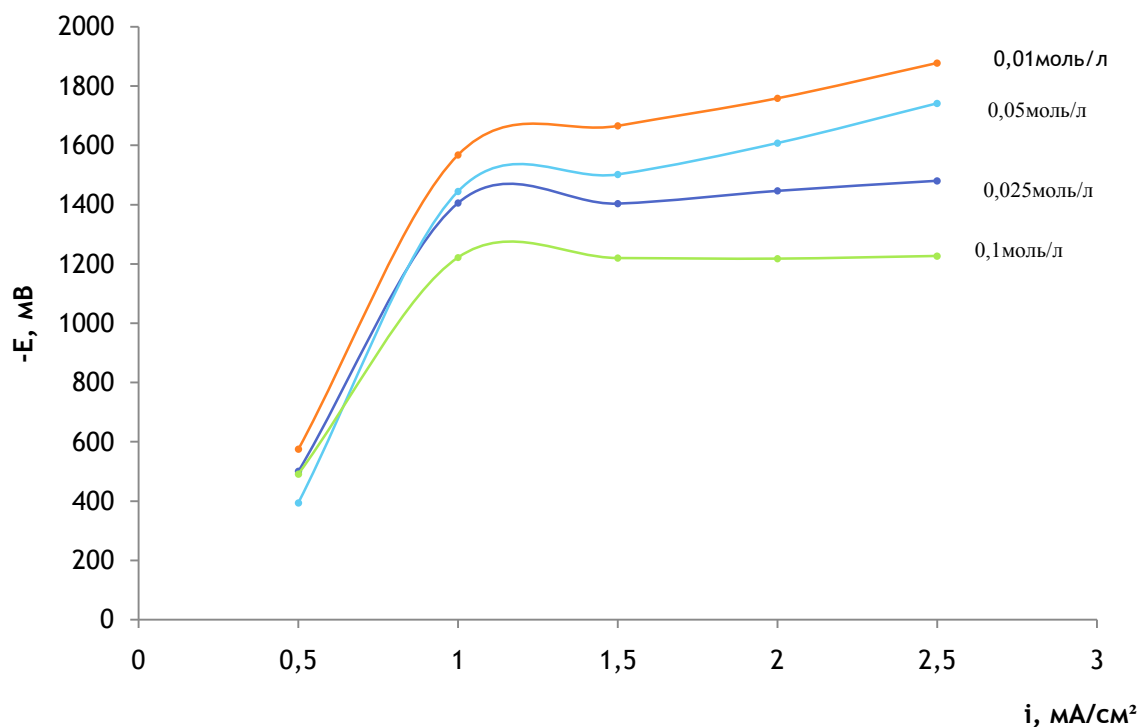


Рис.4. Влияние концентрации  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  на ход  $E-t$  стационарных (при  $t = 600\text{c}$ ) поляризационных кривых  $\text{Cu}$ -электрода.

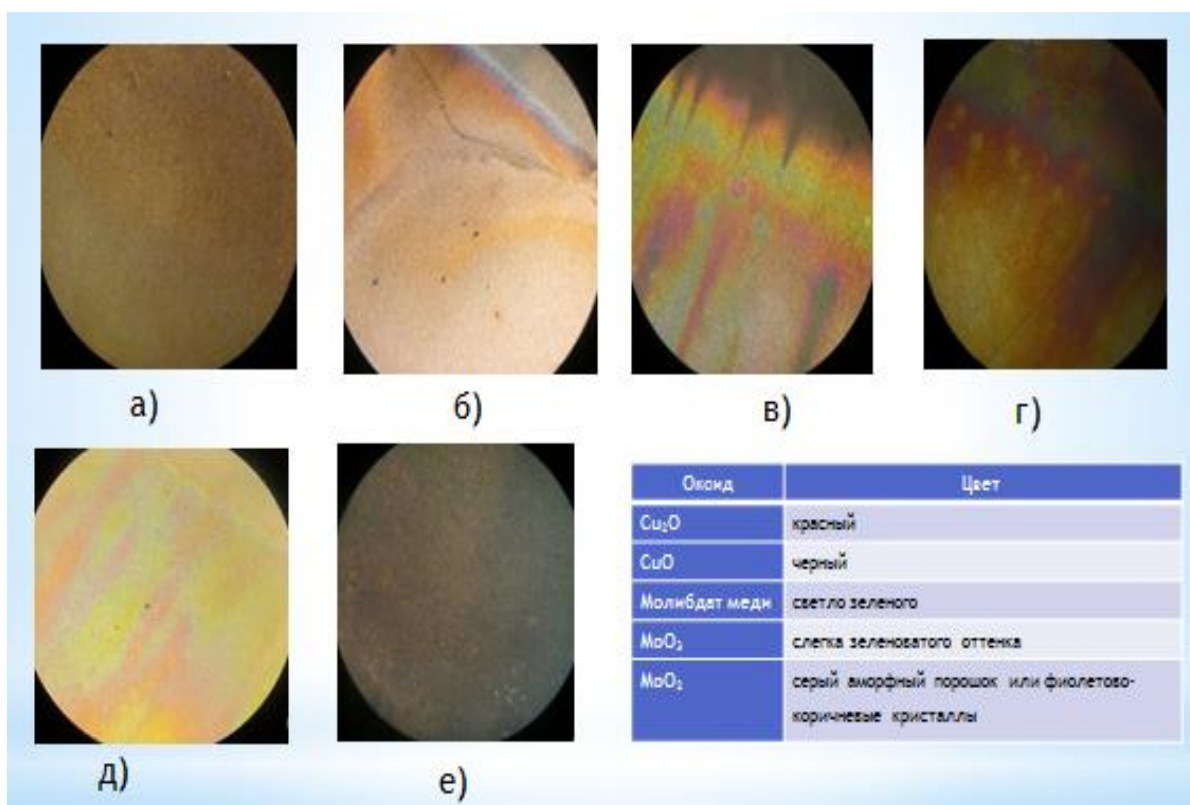


Рис.5. Фотографии поверхности медного электрода: а – исходное состояние; б – электрод на котором производили снятие потенциодинамических кривых; в – электрод после поляризации в гальваностатическом режиме в растворе 0,01моль/л; г – электрод после поляризации в гальваностатическом режиме при концентрации 0,025моль/л; д – электрод после поляризации в гальваностатическом режиме при концентрации 0,05моль/л; е –плотность тока при концентрации 0,1моль/л.

и молибдат меди; в 0,025 моль/л - образуются  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ; в 0,05 моль/л растворе -  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{MoO}_3$  и молибдат меди; в 0,1 моль/л растворе –  $\text{CuO}$ . Таким образом, поведение молибдат – ионов на медном электроде в гальваностатическом режиме характеризуется двумя областями плотностей тока. В первой области ( $\leq 0,5 \text{ мА/см}^2$ ,  $E$  от  $-0,8\text{В}$  до  $E_{6/t}$ ) идет процесс образования поверхностных оксидированных слоев по механизму электрохимической адсорбции молибдат – ионов и интеркалирования ионов натрия и водорода, а во второй области ( $\geq 1 \text{ мА/см}^2$ ,  $E$  отрицательнее  $-1\text{В}$ ) образуются соли  $\text{Na}_x\text{Cu}_y\text{Mo}_z\text{O}_{4+n}$  или  $\text{H}_x\text{Cu}_y\text{Mo}_z\text{O}_{4+n}$ .

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫГРУЗКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ВОСКА

**Захаров Н.М., Шипицын С.А., Газиев Р.Р.**

Филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ в г.Салавате, г.Салават

Полиэтиленовый воск (ПВ) представляет собой недополимеризованную до нужной молекулярной массы часть реакционной смеси, которая является побочным продуктом производства полиэтилена низкого давления ОАО «Газпром нефтехим Салават».

В настоящее время ПВ частично реализуется по достаточно низкой цене сторонним покупателям как сырье или полуфабрикат.

ПВ применяется в лакокрасочной промышленности (для придания матовости краскам, увеличения адгезии красок и др.), в электронной промышленности, для придания блеска изделиям из ПВХ, как компонент масел и смазок для придания особых технологических свойств, утилизируется в качестве добавки в битумные композиции при производстве битума и др.

ПВ отгружается потребителю в металлических 200 литровых бочках. Технология затаривания ПВ в бочки имеет ряд существенных недостатков:

- большие временные затраты на загрузку ПВ в тару;
- высокие требования по технике безопасности, т. к. реально существует опасность возгорания неиспарившегося гексана и получения персоналом термического ожога брызгами расплава (температура расплава порядка  $135^\circ\text{C}$ );
- значительные транспортные расходы и т.д.

Определенные затруднения возникают у потребителя при извлечении ПВ из бочек, так как это связано с нагревом и, как следствие, с отрицательным влиянием на экологическую обстановку и безопасность обслуживающего персонала.

В работе [1] приведена технология и оборудование для затаривания расплавленного ПВ в полипропиленовые мешки малой вместимости (до 2 литров), что соответствует требованиям СТО 05766575 - 107-2010. Реализация предлагаемого варианта розлива ПВ позволяет частично исключить ряд вышеуказанных проблем.

В данной работе предлагается вариант совершенствования процесса отгрузки ПВ. Так, в частности, предлагается технология его гранулирования с одновременным затариванием в полипропиленовые мешки BigBag требуемой вместимости. На рисунке приведена принципиальная схема блока гранулирования.

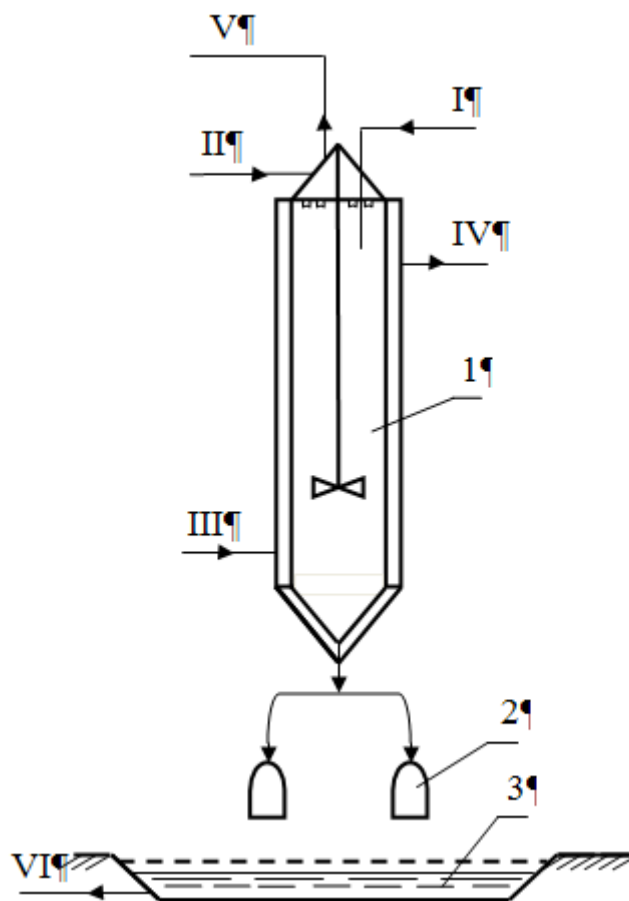


Рис.1. Принципиальная схема блока гранулирования

- 1 - емкость; 2 - мешок BigBag; 3 - емкость для сбора отработанной воды;  
 I - горячий воск на гранулирование; II - вода на охлаждение воска;  
 III - вода в рубашку; IV - вода из рубашки; V - линия сброса;  
 VI - отработанная вода на фильтрацию и охлаждение

Процесс гранулирования реализуется в следующей последовательности. В емкость с рубашкой, оснащенную мешалкой пропеллерного типа, подается горячий ПВ. Подача осуществляется в зону впрыска охлаждающей воды. С целью обеспечения эффективности процесса теплопередачи при помощи мешалки осуществляется непрерывное перемешивание, что способствует процессу кристаллизации ПВ с образованием хлопьев.

Гранулированный и охлажденный ПВ через сливной клапан вместе с водой сливается в полипропиленовые мешки BigBag. Вместимость мешков и их количество определяется объемом поставки заказчику.

Мешки BigBag подвешиваются на кронштейнах для удаления воды путем стекания её в емкость для сбора отработанной воды. Отработанная вода откачивается на фильтрацию, охлаждается (или, в зависимости от времени года, нагревается) и возвращается в процесс. Таким образом, организуется замкнутый цикл водооборота без сточных вод и вредных выбросов. Заполненные мешки BigBag с гранулированным ПВ транспортируются внутристаночным транспортом на участок взвешивания и временного хранения.

По сравнению с методами гранулирования ПВ с использованием ленточного и барабанного кристаллизаторов [2] предлагаемый метод:

- не потребует значительных капитальных вложений, т. к. блок гранулирования предполагается оснастить стандартным оборудованием, которое имеется в резерве предприятия;
- процесс безотходный и безопасный для обслуживающего персонала;
- замкнутый цикл водооборота позволяет рационально использовать энергоресурсы;
- отгрузка ПВ в такой расфасовке, которая устраивает потребителя.

### Список литературы

1. Захаров Н.М., Амирова Я.А. Разработка технологии и основного оборудования блока расфасовки полиэтиленового воска в мелкую тару // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2013. №2. С.349-358. URL: [http://ogbus.ru/authors/Zakharov/Zakharov\\_11.pdf](http://ogbus.ru/authors/Zakharov/Zakharov_11.pdf)
2. Захаров Н.М., Бурмистров Л.С., Белобородова А.И. Разработка способа получения гранулированного полиэтиленового воска // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2012. №5. С. 537-545. URL: [http://ogbus.ru/authors/Zakharov/Zakharov\\_10.pdf](http://ogbus.ru/authors/Zakharov/Zakharov_10.pdf)

## СЕКЦИЯ №13.

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

#### ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ФАСОВКИ И ОСОБЕННОСТЕЙ УПАКОВЫВАНИЯ НА СОХРАНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МОРОЖЕНОГО

Гагарина Л.В.

УГАВМ, г.Троицк

Мороженое – калорийный сладкий холодный десерт, один из самых сбалансированных продуктов питания, в состав которого входит масса полезных питательных веществ [3].

Особенностью мороженого является то, что его качество существенно зависит от соблюдения условий хранения на всем пути от изготовителя к потребителю. К сожалению, во время транспортирования и в процессе хранения мороженого на торгующих предприятиях, не всегда соблюдается температурный режим хранения, особенно в летний сезон года. В результате качество продукта существенно ухудшается. Товароведные исследования в данном направлении весьма актуальны и имеют практическое значение.

Научно-производственные исследования проводились на базе производственной лаборатории ООО «РосФрост», магазина «Мир овощей и фруктов» г. Троицка и межкафедральной лаборатории УГАВМ по методикам, утвержденным ГОСТ.

Основной целью исследований являлось изучение влияния способа фасовки и особенностей упаковывания мороженого на изменение качественных характеристик продукта при нарушениях температурного режима хранения мороженого.

В задачи исследования входила оценка органолептических и физико-химических показателей мороженого в случае соблюдения условий хранения продукта на предприятии торговли и в случае их нарушения.

Объектами специальных исследований послужили образцы пломбира ванильного серии «Советский стандарт» (ГОСТ Р 52175-2003 [1]), различающиеся способами фасовки и особенностями упаковывания:

- пломбир в глазированном вафельном стаканчике, массой нетто 100 г;
- пломбир эскимо (без глазури), массой нетто 70 г;
- пломбир в глазированном сахарном рожке, массой нетто 100 г;
- весовой пломбир в полимерном мешочке весом 500 г.

Образцы вышеуказанных наименований мороженого отбирали в магазине «Мир овощей и фруктов», г. Троицка, Челябинской области.

С целью оценки воздействия неблагоприятных факторов были созданы экспериментальные условия несоблюдения температурного режима хранения. При этом отобранные образцы мороженого были извлечены из холодильной камеры. После пребывания образцов мороженого в торговом зале при температуре 19 °С в течение 20 минут они снова помещались в холодильную камеру и подвергались повторному замораживанию. Исследования экспериментальных образцов проводили спустя 30 суток хранения при регламентированных температурных режимах.

Анализ результатов органолептического исследования показал, что в период времени, предшествующий экспериментальному нарушению условий хранения, пломбир всех разновидностей полностью соответствовал требованиям ГОСТ Р и Технического Регламента № 88 – ФЗ [2] по внешнему виду, консистенции, цвету, вкусу и аромату. Значения всех вышеперечисленных показателей указывали на высокие потребительские свойства мороженого в случае соблюдения условий хранения. Изделия в вафельном стаканчике и сахарном рожке были без подтеков, с чистой рельефной поверхностью, без механических повреждений. Вафельные стаканчики - плотные,



хрустящие, без следов непромеса; сахарные рожки - плотные, хрустящие, в меру твердые. Пломбир эскимо имел овальную форму, обусловленную геометрией формирующего устройства, палочка занимала правильное положение. Весовой пломбир имел форму полимерного пакета, без деформаций. Вкус всех разновидностей пломбира - чистый, приятный с ароматом ванили. Консистенция пломбира - однородная, умеренно плотная без ощутимых комочков жира и признаков песчанности. Цвет - белый с кремовым оттенком, однородный по всей массе.

При хранении с нарушением температурного режима все наименования мороженого имели органолептические недостатки. Наибольшее ухудшение органолептических свойств отмечено у эскимо. Его форма была полностью утрачена при оттаивании. Палочка не занимала центральное положение и не могла удерживать всю порцию мороженого, в результате чего, продукт не удавалось полностью извлечь из упаковки. Консистенция пломбира в большей части объема была снежистой, отсюда недостаточно гармоничный вкус и аромат, цвет неравномерный с разводами.

У пломбира в вафельной фасовке снежистая консистенция и неравномерный цвет отмечены только в верхней части порции, выступающей над вафельным стаканчиком; вафельный стаканчик - отсыревший.

У изделий в сахарном рожке изменения мороженого выражены в меньшей степени, однако рожок утратил характерную твердость и хрустящие свойства в верхней части, где отсутствует шоколадная глазурь.

Вкусовые достоинства пломбира в вафельном стаканчике и пломбира в сахарном рожке оказались сниженными только в части порции, выступающей за пределы вафельных изделий.

У весового пломбира отмечена сильная деформация. Изменение формы пакета произошло из-за частичного размягчения мороженого и повторной его заморозки с сохранением новой формы. Слой мороженого, прилегающий к упаковочному материалу приобрел снежистую консистенцию, слегка потемнел, уплотнился. Однако в центральной части упаковки таких отклонений не наблюдалось. Благодаря сравнительно большим размерам упаковки процесс оттаивания продукта оказался небольшим, и снижение потребительских свойств не было столь заметным.

В результате физико-химических исследований установлено, что вне зависимости от температурного режима все физико-химические показатели соответствуют нормативным требованиям.

Физико-химические показатели пломбира, отражающие содержание основных питательных веществ у всех образцов различались незначительно. Это объясняется тем, что пломбир вырабатывается по одной и той же рецептуре. При фасовке мороженого в вафельный стаканчик и вафельный сахарный рожок некоторая часть мелкодисперсной жировой фракции, и влаги впитывается в вафельные изделия, поскольку они имеют пористую структуру. При проведении исследований вафельные изделия отделяются от пломбира, а указанные изменения не учитываются. При нарушении температурного режима хранения (оттаивании) эта разница становится более заметной.

Содержание жира в пломбире, фасованном в вафельный стаканчик, снизилось на 0,3 %, в пломбире, фасованном в сахарный рожок – на 0,2 %. Из-за впитывания влаги в вафельные изделия показатели массовой доли сухих веществ, общего сахара и СОМО повысились на 0,1 – 0,3 %. У эскимо и весового мороженого таких отклонений не наблюдалось.

Максимальное повышение кислотности (на 5,3 ° Т) отмечено у эскимо. У весового пломбира кислотность повысилась на 3,2 ° Т. Это можно объяснить высокой теплопроводностью упаковочного материала, быстрым оттаиванием мороженого и активизацией микробиологических процессов. Меньшее нарастание кислотности отмечено у пломбира в вафельном стаканчике и рожке соответственно на 1,4 - 1,9 ° Т, что объясняется низкими теплопроводными свойствами вафельных изделий.

Таким образом, проведенные исследования говорят о том, что пломбир серии «Советский стандарт» по всем критериям соответствует национальному стандарту и техническому регламенту № 88 – ФЗ, имеет высокие качественные характеристики. В полной мере высококачественным продукт доходит до потребителя, если в местах реализации строго соблюдается температурный режим хранения.

Как показал проведенный нами эксперимент, несоблюдение условий хранения оказало не одинаковое влияние на мороженое, упакованное и фасованное различными способами. У весового мороженого и мороженого, фасованного в вафельные изделия наблюдалось ухудшение потребительских свойств, а у эскимо без глазури – полная утрата качества.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 52175-2003. Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. - Введен с 01.01.2005. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 23с.

2. Федеральный закон РФ от 12 июня 2008 г. № 88 – ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию с изменениями от 22 июля 2010 г.» - Принят Государственной Думой 23 мая 2008 года. Одобрен Советом Федерации 30 мая 2008 года. – Москва: Кремль. – 151 с.
3. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность: учеб.-справ. пособие / Н.И. Дунченко, А.Г. Храмцов, и др.; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007.- С. 123-159.

## ЛЁН КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ПИЩЕВОЙ И, В ЧАСТНОСТИ, МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Чернакова О.В., Забодалова Л.А.**

НИУ ИТМО ИХиБТ, г.Санкт-Петербург

Одна из современных тенденций пищевой промышленности – внедрение новых безотходных технологий. Это предполагает повышение степени переработки сельскохозяйственного сырья с более полным извлечением из него полезных компонентов, из этого вытекает проблема разработки технологии и рецептуры обогащенных пищевых продуктов.

Так, применение новых технологий переработки семян льна позволяет выделить из них такие биологически активные соединения как стеролы, сквален, витамин Е и ряд других соединений, и создать на их основе новые группы отечественных биологически активных препаратов, включая препараты медицинского и медико-гигиенического назначения. По расчетам специалистов ценность извлекаемых из льна биологически активных веществ может достигать 80 000 USD на 1 тонну перерабатываемого льняного сырья. [1]

Что касается молочной промышленности, то новые технологические процессы направлены на полное использование всех составных частей молока, комплексную его переработку в различные пищевые и кормовые продукты и полуфабрикаты. На предприятиях создаются специализированные цеха и участки по переработке побочного молочного сырья. Разрабатываются комплексы оборудования и технологические линии по переработке обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки с использованием традиционных и новых методов обработки.

В последнее десятилетие наметилась четкая тенденция к увеличению производства и потребления низкожирных молочных продуктов, при выработке которых широко используется побочное молочное сырье. Из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки вырабатывается разнообразный ассортимент напитков и полуфабрикатов, десертов, пудингов, мороженого, железированных продуктов.

Льняное семя в настоящее время пользуется большой популярностью в качестве пищевой добавки. Хлебобулочные продукты с добавкой льняного семени приобретают как нежный вкус, вследствие большого количества жира, так и привлекательную на вид корочку. Исследования показали, что потребление хлеба, обогащенного льняными семенами, в течение четырех недель снижает содержание холестерина на 7-9%. Так же доказана возможность использование льняной муки для приготовления безглютеновых кондитерских изделий. [6]

Протеины и клейкие вещества льняных семян применяются в таких пищевых продуктах как мороженое, порошковые соусы и супы.

Льняное масло отличается уникальной композицией жирнокислотного состава, выражающейся в высоком уровне полиненасыщенных незаменимых жирных кислот (ПНЖК), которые так важны для здорового функционирования человеческого организма (Рисунок 1).

Медики западных стран советуют пациентам добавлять в свой рацион по 1—2 чайных ложки льняного масла для профилактики любых сердечнососудистых заболеваний и облегчения течения сахарного диабета.

В Тверской государственной медицинской академии установлено, что льняное масло приводит к улучшению адаптации новорожденных, стимулирует лактацию у кормящих женщин, повышает сопротивляемость у детей с легочными заболеваниями и сокращает сроки лечения при язвенной болезни. Выявлено улучшение состава крови за счет снижения общего уровня холестерина.[4]

Маргарин, как известно, – это пищевой жир из смеси растительных масел и животных жиров, молока и некоторых других компонентов. До последнего времени маргарин приготавливался с использованием жидких рафинированных и дезодорированных растительных масел. Использовали в большинстве случаев подсолнечное, соевое, хлопковое, кунжутное и кокосовое масла.

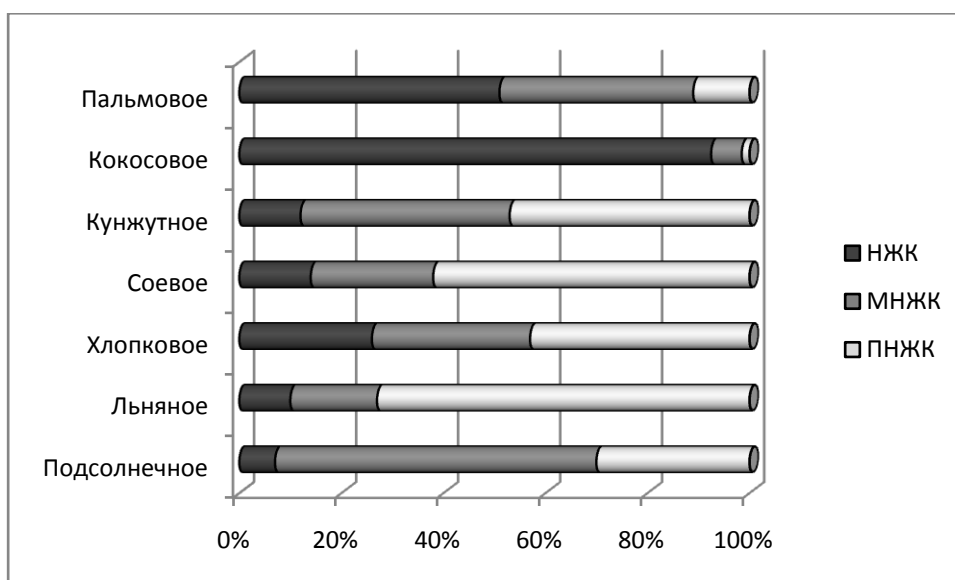


Рис.1. Жирнокислотный состав различных растительных масел

Производство маргарина и других мягких масел с уменьшенным содержанием животных жиров получило широкое распространение в связи со стремлением ограничить в рационе питания холестеринобразующие продукты, к которым относят животные жиры. После выявления медико-биологические преимущества льняного масла, маргариновая промышленность, в первую очередь Канады и США, переходит на использование льняного масла.

Ученые Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии создали лечебную сметану и йогурт. Суть разработки: частичная или полная замена молочного жира на растительный – льняное масло.

После отжима масла из льносемена остается жмых. Уровень белка в нем повышается пропорционально количеству извлеченного масла и варьирует от 25 до 54 %. Раньше жмых использовали только для кормовых целей. В последнее время стремительно развиваются технологии производства пищевых продуктов (муки и белков) из льнопродукции. Из семян льна можно извлечь до 70 % полноценных белков (в виде комплексов) от всего их количества, в т. ч. более 20 % чистого белка.

На рынке есть пищевая полуобезжиренная мука из льняного семени. Она предназначена для использования в пищевой промышленности при производстве хлебобулочных, кондитерских изделий и пищевых концентратов, для обогащения продуктов белком, пищевыми волокнами и полиненасыщенными жирными кислотами.

В связи с необходимостью использования натуральных эмульгирующих и стабилизирующих агентов актуальным представляется использование льняной муки в качестве структурообразователя природного происхождения при производстве майонеза. Введение льняной муки в майонезные композиции позволяет направленно влиять на механизмы формирования и стабилизации масложировых эмульсий, изменять их вязкость, повышать стойкость (устойчивость) к термоокислению.[5]

За счет структурообразующих свойств полуобезжиренной льняной муки нам удалось разработать десертный продукт на основе молочной сыворотки, который имеет желеобразную, рыхлую консистенцию. В результате расчетов установили, что энергетическая ценность смеси сыворотки и льняной муки низкая и составляет 32,45 Ккал на 100г, а биологическая ценность достаточно высока, так как смесь богата незаменимыми аминокислотами (Табл.1).

Таблица 1

Аминокислотный скор основы для десертного продукта

Незаменимые аминокислоты	Предлагаемый уровень по шкале FAO/WHO, мг/1 г белка	Содержание в семенах льна, мг/1 г белка	Содержание в молочной сыворотке, мг/1 г белка	Содержание в основе для продукта, мг/1 г белка	Аминокислотный скор основы для продукта, %

Изолейцин	40,0	64,9	65,0	65,0	162,5
Лейцин	70,0	55,5	88,0	83,9	119,9
Лизин	55,0	45,6	80,0	75,7	137,6
Метионин + цистин	35,0	14,4	46,0	42,1	120,1
Фенилаланин + тирозин	60,0	87,1	60,0	63,4	105,6
Треонин	40,0	30,0	61,0	57,1	142,8
Триптофан	10,0	0,0	13,0	11,4	113,8
Валин	50,0	76,7	65,0	66,5	132,9

Помимо смешанных в пропорции 1:7 муки и сыворотки, в продукт внесли лимонную кислоту и вишневый сироп, для придания десерту нежного вкуса и приятного оттенка. Продукт способствует полноценному функционированию желудочно-кишечного тракта, избавлению организм от шлаков, паразитов и липидов.[8]

Основная проблема при переработке семян льна для извлечения белковой составляющей заключается в том, что в семенной оболочке содержатся полисахариды, которые связывают молекулы белка при экстрагировании, что затрудняет осаждение и очистку белка при его получении. В семенах льна оболочка прочно срастается с ядром, и ее удаление традиционными способами обрушивания не представляется возможным, поэтому лен перерабатывают без отделения оболочки.[7] В связи с этим разработана технология, которая включает предварительную отмывку семян льна с использованием вибрационного экстрактора. Это позволяет извлечь полисахариды из семенной оболочки, а также получить новый продукт – слизь семян льна. [3]

В связи с появлением нового побочного продукта переработки семян льна, мы разработали кисломолочный продукт на основе обезжиренного молока с добавлением слизи семян льна. В качестве заквасочной микрофлоры выбрали термофильный стрептококк, который оказывает благотворное влияние на микрофлору человека и способен при сквашивании синтезировать и выделять в среду полисахариды, которые делают молочные продукты более плотными и замедляют их расслаивание. При длительном систематическом приеме разработанный продукт может привести к снижению активности воспаления слизистой оболочки желудка.[8] Также возможно его использование, как в лечении обострения хронического гастрита, так и в профилактике развития рецидива заболевания, за счет содержания в нем лечебной слизи семян льна. [2]

#### Список литературы

1. Артемов, А. В. Глубокая переработка льна – область критических технологий / А. В. Артемов// Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации лёгкой промышленности. – 2006.
2. Валуи В.Т., Медведев М.Н., Юпатов Г.И., Немцов Л.М., Соболева Л.В., Драгун О.В., Дроздова М.С. Слизь семени льна как средство выбора лечения синдрома диспепсии у пациентов с хроническим гастритом и профилактики рецидива заболевания // Вестник фармации №2 (60). 2013. С –68-72.
3. Ворыханов А.Е., Сорокопуд А.Ф., Павлов С.С., Иванов П.П. Совершенствование технологии переработки семян льна с использованием вибрационного экстрактора // Техника и технология пищевых производств, 2012; N 1. С – 103-107.
4. Ганущенко, О. Ф. Льносемя, продукты его переработки и их практическая ценность / О. Ф. Ганущенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. - № 10. – С.
5. Добржицкий А.А. Разработка рецептуры, технология получения майонеза с применением льняной муки в качестве стабилизатора: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.18.06 – Москва, 2013.–23 с.
6. Кирева М.С. Разработка бисквитного полуфабриката из полножирной муки из семян льна различных сортов для специализированного и функционального питания // Журнал «Товаровед продовольственных товаров» — М.: Издательский дом Панорама, 2013 — № 12— С. 9-13.
7. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / под ред. Г.П. Яковлева. – СПб., 2004. – 665 с.
8. Чернакова О.В., Забодалова Л.А. Льняная мука и экстракт льняного семени как обогащающие компоненты молочного продукта // Актуальные проблемы современной науки в 21 веке: сборник материалов 2-й международной научно-практической конференции (г. Махачкала, 30 августа, 2013 г.) – Махачкала: ООО «Апробация», 2013.–с. 40 – 44.

# РОЛЬ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

**Мазеева И.А., Сергеева И.Ю.**

ФГБОУ ВПО КемГИПП, г. Кемерово

Технический прогресс в пищевых и перерабатывающих отраслях АПК связан с демографическими изменениями, изменениями условий жизни и труда, а также с достижениями науки о питании, новыми технологическими возможностями, которые появляются в результате развития науки и техники, с ухудшением экологической обстановки, с жесткой конкуренцией на рынке и другими факторами. Все это требует не только коренного совершенствования технологии получения традиционных продуктов, но и создания нового поколения продуктов, отвечающих реалиям сегодняшнего дня. Это продукты со сбалансированным составом, с низкой калорийностью, пониженным содержанием сахара и жира, имеющие диетическое и лечебное назначение, удобные в использовании, способные сохранять качественные показатели в течение всего срока хранения, при этом обладающие такими же вкусовыми достоинствами, что и традиционные. Создание нового поколения продуктов питания немислимо в настоящее время без применения пищевых, биологически активных добавок и технологических вспомогательных средств.

Введение пищевых добавок в продукты по своему технологическому назначению направлено, чаще всего, на улучшение органолептических свойств, сохранение качества пищевого продукта в процессе его хранения, ускорение сроков изготовления.

Согласно терминологии технического регламента Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», пищевая добавка - любое вещество (или смесь веществ), имеющее или не имеющее собственную пищевую ценность, обычно не употребляемое непосредственно в пищу, преднамеренно используемое в производстве пищевой продукции с технологической целью (функцией) для обеспечения процессов производства (изготовления), перевозки (транспортирования) и хранения, что приводит или может привести к тому, что данное вещество или продукты его превращений становятся компонентами пищевой продукции; пищевая добавка может выполнять несколько технологических функций[4].

Пищевые добавки могут быть природными, идентичными природным или искусственными веществами. Соединения природного происхождения и синтетические проходят одинаковую проверку на безопасность и являются безвредными. Однако синтетические добавки отличаются большей чистотой, большим содержанием основного продукта, а, следовательно, эффективностью. Как правило, они значительно дешевле, технологии их получения проще, ассортимент шире. Следует отметить, что проверенные пищевые добавки, имеющие индекс и номер, при их правильном употреблении – вещества минимального риска.

Существует различие между пищевыми добавками и вспомогательными средствами, употребляемыми в ходе технологического потока. Технологическое средство (технологическое вспомогательное средство) - вещество или материалы или их производные (за исключением оборудования, упаковочных материалов, изделий и посуды), которые, не являясь компонентами пищевой продукции, преднамеренно используются при переработке продовольственного (пищевого) сырья и (или) при производстве пищевой продукции для выполнения определенных технологических целей и после их достижения удаляются из такого сырья, такой пищевой продукции, или остаточные количества которых не оказывают технологический эффект в готовой пищевой продукции [4].

Многие пищевые добавки и технологические вспомогательные средства, включенные в список разрешенных, имеют комплексные технологические функции, которые проявляются в зависимости от особенностей пищевой системы.

Со второй половины XX века глюконо- $\delta$ -лактон – занимает особое место среди пищевых добавок, имеющих комплексные технологические функции. Глюконо- $\delta$ -лактон (глюконо-1,5-лактон, ГДЛ) – является пищевой добавкой (E575), широко используемой в качестве регулятора кислотности, разрыхлителя, антиокислителя, консерванта, стабилизатора окраски, эмульгатора, желирующего агента и т.д. Патентный поиск и анализ литературы последних десятилетий свидетельствуют о большом интересе отечественных и зарубежных ученых к использованию ГДЛ в продуктах переработки молока в качестве принципиально нового коагулянта со специфическим механизмом действия. Известно, что ГДЛ имеет уникальную скорость подкисления [3].

Благодаря отмеченной способности к медленному гидролизу до глюконовой кислоты и, как следствие, к постепенному контролируемому снижению рН молока, ГДЛ выступает в качестве альтернативы традиционному

использованию пищевых кислот (молочной, лимонной и др.) и молочнокислых микроорганизмов. Выработанные по такой схеме молочные продукты имеют приемлемые показатели качества.

Высокая эффективность использования ГДЛ отмечена в производстве йогуртов, творога с длительным сроком хранения, сыров. Его присутствие позволяет усилить действие антиоксидантов, подавить неблагоприятную и/или патогенную микрофлору, увеличить срок хранения продукта, улучшить товарный вид, регулировать уровень pH. ГДЛ после растворения в молоке медленно гидролизуются, причем скорость его гидролиза и, соответственно, скорость подкисления продукта зависит от температуры процесса. При его использовании кислотность молока нарастает постепенно, с постоянной и неизменной скоростью, которая зависит только от количества ГДЛ, причем образующийся при этом сгусток имеет однородную консистенцию, не возникает микрофлокуляции казеина (в отличие от применения других пищевых кислот). ГДЛ возможно добавлять в молоко/молочную фазу при любой температуре. При его использовании наблюдается воспроизводимость результатов в каждой последующей партии готовых молочных продуктов [5].

Напитки из растительного сырья являются неотъемлемой частью сбалансированного питания современного человека, что связано с пищевой и физиологической ценностью данного продукта. Значительная доля веществ напитка, обуславливающих его характерные показатели качества (например, вкус, прозрачность) находится в коллоидном состоянии. При хранении под действием различных факторов происходят нарушения физико-химического равновесия коллоидной системы напитка, и в нем образуется помутнение.

Использование технологических вспомогательных материалов направлено на удаление избыточного количества потенциальных мутеобразующих компонентов, способствует интенсификации процессов осветления и повышению сроков сохранения прозрачности напитков. Вспомогательные средства, применяемые в технологиях напитков для сохранения равновесной коллоидной системы напитков, достаточно разнообразны и отличаются по многим характеристикам [1].

Для предотвращения помутнений, связанных с вредным воздействием кислорода, в технологиях напитков применяют антиоксиданты. Для повышения коллоидной стойкости напитков используют ферментные препараты, в основном класса гидролаз. Широкое распространение получили адсорбционные способы стабилизации напитков. В основе этих способов осветления лежат процессы адсорбции коллоидных веществ на поверхности осветляющих материалов или нейтрализации электрических зарядов коллоидов напитков путем внесения веществ с противоположным зарядом. Для этой цели применяют материалы органического и неорганического происхождения (например, кизельгур, бентонит и др.).

Определенную нишу среди вспомогательных средств занимают натуральные и синтетические флокулянты. Флокулянты - это водорастворимые высокомолекулярные соединения, которые при введении в дисперсные системы химически связываются с поверхностью частиц дисперсной фазы, объединяют частицы в агломераты (флокулы), способствуя их быстрому осаждению. Из натуральных флокулянтов широко применяется желатин, из синтетических - флокулянты на основе полиакриламида.

В последние годы становится популярным использование в пищевой промышленности гидроколлоидов. Несмотря на их очень малую концентрацию, они оказывают сильное влияние на физико-химические и органолептические свойства пищевых продуктов. Одним из перспективных в настоящее время гидроколлоидов в пищевой промышленности является хитозан. Доминирующее количество исследований направлено на его использование в медицинских целях. В настоящее время проводятся исследования по возможности применения хитозана в индустрии напитков для регулирования качественного состава с целью повышения стойкости готового напитка [2].

Таким образом, в условиях постоянно растущих объемов производства, высокого уровня конкуренции на рынке продуктов питания использование пищевых добавок и технологических вспомогательных средств является неотъемлемой частью успешной деятельности предприятий пищевой промышленности в области производства продуктов высокого качества.

#### Список литературы

1. Сергеева, И.Ю. Классификация стабилизирующих средств, используемых в индустрии напитков / И.Ю. Сергеева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. - № 4. - С.78-86.
2. Сергеева, И.Ю. Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков / И.Ю. Сергеева // Техника и технология пищевых производств. – 2014. - № 1. - С. 84-89.
3. Смирнова, И.А., Мазеева, И.А. Использование коагулянтов в производстве творожных продуктов / И.А. Смирнова, И.А. Мазеева// Пищевые инновации и биотехнологии: материалы Международной научной конференции / по общ.ред. А.Ю. Просекова; ФГБОУ ВПО «КемТИПП». – Кемерово, 2014. – т.1. – С. 178-180.

4. ТР ТС 029-2012. Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».
5. Renan, M. Changes of rheological properties of stirrer acid milk gel as induced by the acidification procedure / M. Renan, V. Arnoult-Delest, D. Paquet, G. Brule, M-N. Famelart // Dairy Science and Technology. – 2008. - №88. – P. 341-353.

## **СЕКЦИЯ №14. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

## **СЕКЦИЯ №15. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

### **КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАСХОДА ГАЗА**

**Рахимбердиева С.Р., Смирнова С.В.**

КНИТУ-КАИ, г.Казань

Ужесточение требований к качеству продукции во многих случаях проявляется в виде ужесточения требований к допускам на контролируемые параметры расхода газа, а, следовательно, и в виде ужесточения (повышения) требований к точности измерения расхода газа.

Прежде чем рассматривать конкретные методы или способы повышения точности измерений, следует вспомнить:

- что необходимо для проведения измерений;
- что такое погрешность измерений, ее составляющие и причины их возникновения;
- что такое точность измерения.

Для проведения измерений необходимы:

- объект измерений (или, другими словами, измеряемая величина);
- метод измерений;
- средства измерений и вспомогательное оборудование;
- оператор.

Кроме того, измерения выполняют в какой-либо среде и по определенным правилам[4].

Так как мы выполняем измерение расхода газа, для нас важным является устранение плотностной погрешности.

Косвенный метод измерения расхода газа по массе обуславливает наличие методической составляющей погрешности. Эта погрешность измерения вызвана изменением состава газа, а также изменением его давления и температуры. Состав газа влияет не только на его теплотворную способность, но и на вязкость, плотность, характеристику обтекания твердых тел, кинематику перетекания его по каналу расходомера.

Методическая погрешность включает систематическую и случайную, статическую и динамическую составляющие. Значимым представляется исследование статической систематической методической погрешности, вызванной изменением плотности газа за счет изменения температуры и давления газа[1], [4].

Наиболее приемлемым способом решения этой проблемы является введение в конструкцию прибора, измеряющего расход газа, корректирующего устройства – корректора плотностной поправки.

В настоящее время известны различные модификации расходомеров-счетчиков бытового потребления газа, содержащие в своем составе корректирующие устройства. При этом реализация коррекции погрешности по давлению представляется более сложной с позиции ограниченной возможности реализации зависимости выходного сигнала от изменения давления – это, во-первых. Во-вторых, абсолютное давление газа изменяется в широких пределах и вносит в измерение недопустимо высокую ( $\pm 16\%$ ) барометрическую погрешность.

В результате в расходомер-счетчик необходимо вводить корректор плотностной поправки – устройство для снижения погрешностей [2]. Блок корректора поправки выполнен в виде отдельного изделия – специализированной цилиндрической вставки, легко армируемой в часть корпуса расходомера. Независимое изготовление блока, возможность тщательного контроля его работы до и после установки в расходомер гарантирует высокую точность и надежность при уменьшении стоимости. Сам корректор может быть выполнен в виде различных модификаций.

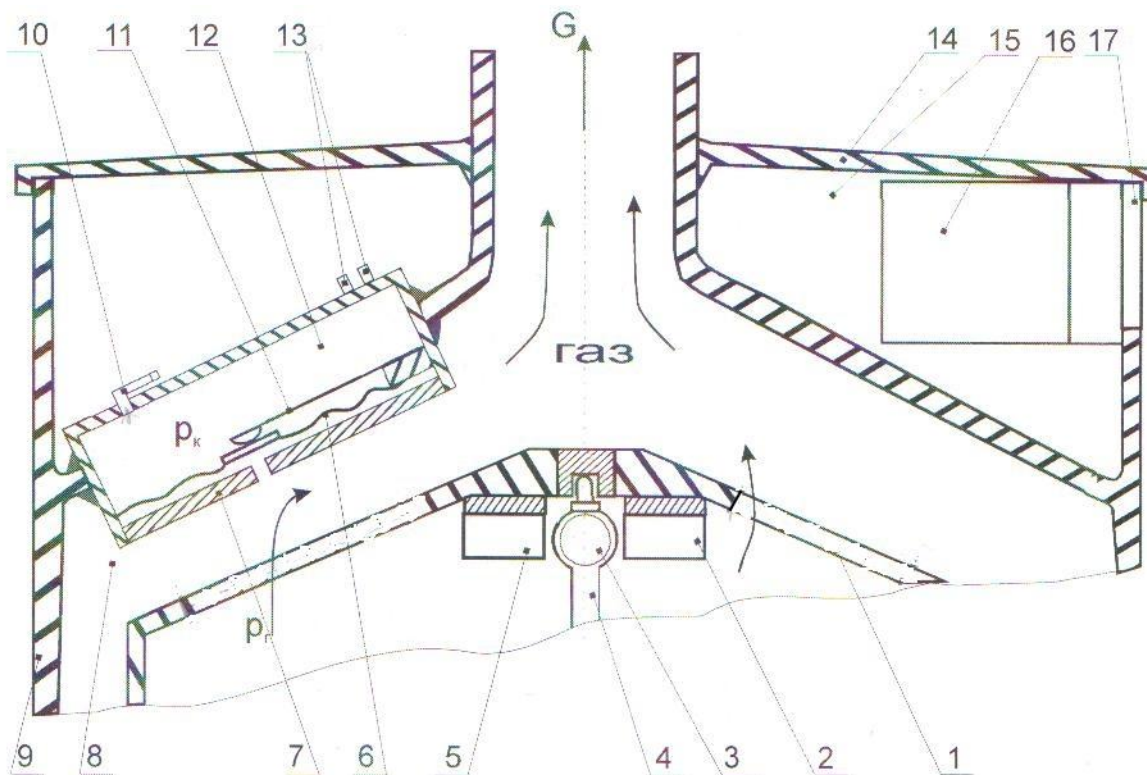


Рис.1. Схема установки корректора плотностной поправки.

1 – кожух узла турбинки; 2 – светодиод; 3 – оптический модулятор; 4 – ось турбинки; 5 – фотодиод; 6 – мембрана или манометрическая коробка; 7 – крышка блока корректора; 8 – проточный канал; 9 – корпус расходомера; 10 – трубка-штуцер; 11 – консольная упругая балка с тензорезисторами; 12 – блок корректора; 13 – электрические выводы; 14 – крышка; 15 – полость размещения электронных элементов; 16 – цифровой индикатор; 17 – оптическое окно; G – расход газа;  $p_k$  и  $p_r$  – давления газов в коррекционной камере и в проточном канале.

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона плотность  $\rho$  газа определяется его газовой постоянной  $R$ , абсолютным давлением  $p$  и температурой  $T$ . При адиабатном сжатии - расширении газа, проходящем в закрытой полости без обмена тепла, зависимость этих параметров записывают в виде

$$\rho = \frac{p}{\aleph RT} = \rho_0 [1 + (\eta_p - \eta_T)], \quad (1)$$

где:  $\aleph = \frac{c_p}{c_v}$  - показатель адиабаты;  $c_p$  и  $c_v$  - теплоемкости газа при постоянном давлении и постоянном

объеме;  $\rho_0$  - плотность газа при номинальных давлении  $p_0$  и температуре  $T_0$ ;  $\eta_p = \frac{\Delta p}{p_0}$  и  $\eta_T = \frac{\Delta T}{T_0}$  - относительные изменения давления и температуры;  $\Delta p = p - p_0$  и  $\Delta T = T - T_0$  - изменения давления и температуры [3].

Тогда расход  $Q_m$  газа по массе можно записать выражением

$$Q_m = \rho Q_v = \rho_0 Q_v [1 + (\eta_p - \eta_T)]. \quad (2)$$

Это выражение описывает процесс приближенно, так как оно не учитывает обмен тепла, диссипацию энергии при движении газа, режимы этого движения по изменяющимся каналам, наконец, зависимость



конструктивных параметров от температуры и взаимосвязь при этом давления и температуры. Изменение всех этих параметров вызывает не только методические, но и инструментальные погрешности.

Особо значимой представляется также температурная инструментальная погрешность, которая жестко коррелирована с методической через температуру. Следовательно, эти температурные погрешности можно и необходимо рассматривать совместно.

С целью оценки значимости методической барометрической погрешности проведем ее анализ с учетом возможных колебаний давления  $p_n$  как за счет изменения избыточного давления в трубопроводе низкого давления газа на входе в квартиры, а также влияния рельефного, климатического и высотного изменения атмосферного давления  $p_a$  в зависимости от местонахождения квартиры.

Согласно ГОСТу и международным стандартам в питающем трубопроводе низкого давления должно обеспечиваться избыточное давление  $p_n = p_n - p_a$  газа порядка 1,0...3,0 кПа (7,5...22,5 мм рт.ст.). Однако, в зависимости от количества потребителей газа, протяженности и сечения трубопровода, времени суток, высотности квартиры, изменения суммарного расхода газа, потери могут доходить до уровня начального давления  $p_n$ , то есть 1...3 кПа.

Расчет методической барометрической погрешности проводим с учетом линейной зависимости плотности  $\rho$  газа от давления  $p_n$ . Принимая симметричный закон распределения со средним давлением 95 кПа, относительная барометрическая погрешность с вероятностью  $P(\Delta p_n) = 0,997$  изменяется в пределах:

$$\eta_p = \frac{\Delta Q_p}{2Q} = \frac{\Delta p}{2\rho} = \frac{110 - 80}{2 \cdot 95} = \pm 16\%. \quad (3)$$

Возможные пределы изменения барометрической погрешности можно уменьшить, например, для доверительной вероятности  $P(\eta_p) = 0,68$  значениями  $\eta_p = \pm 5\%$  [3].

Расходомеру – счетчику газу присущи конструкционно-технологические и эксплуатационные инструментальные погрешности, связанные с несовершенством массового производства изделий, отклонениями в технологии процессов, недостатками контроля, особенно, при сборке и балансировке, а также при небрежной эксплуатации изделий или при работе на загрязненном газе.

#### Список литературы

1. Браславский Д.А., Петров В.В. Точность измерительных устройств. –М.: Машиностроение, 1976. -312с.
2. Патент № 2457440. Расходомер-счетчик газа. – Смирнова С.В., Рахимбердиева С.Р. 2010.
3. Под.ред. Кремлевского П.П. Расходомеры и счетчики количества. С.-Пб.: Политехника, 2002. – 409 с., ил.
4. Ференец В.А. Погрешности измерительных преобразователей: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. авиац. ин-та, 1981. -100с.

## ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ШЛАМА БУРЯЩЕЙСЯ СКВАЖИНЫ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

### Ступак И.С.

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, г.Москва

Задача определения минерального состава шлама бурящейся скважины обусловлена необходимостью составления литологического разреза скважины в целях обнаружения продуктивных пластов. Оптические методы исследования горных пород, в частности инфракрасная спектроскопия, могут успешно применяться для решения этой задачи и относятся к новым и перспективным источникам геофизической информации.

Учитывая то, что поиски новых месторождений характеризуются все более возрастающими трудностями, связанными с проведением геологоразведочных работ в новых, более сложных в геологическом и природно-климатическом отношении районах к методам и аппаратуре, используемым для расчленения литологического разреза скважины предъявляется ряд определенных требований. К подобным требованиям относятся:

- Оперативность проведения исследований [1]. Важно, чтобы время отбора, подготовки и анализа пробы не превосходило бы минимальное время дискретизации изучаемой информации по глубине. Если принять минимальную мощность изучаемых коллекторов равной 1 м и скорость бурения равной 5-10 м/час, что соответствует реальной скорости бурения скважин на глубинах залегания нефтей, то это время составит порядка 6-12 минут. За это время необходимо выполнить отбор пробы, провести подготовку пробы к анализу и выполнить

анализ.

- Точность и чувствительность в условиях сложного минерального состава.

- В полевых условиях к аппаратуре анализа предъявляются повышенные требования надежности. Немаловажным является и компактность аппаратуры для возможности свободной установки в салоне транспортного средства.

Инфракрасная спектроскопия, являясь оптическим методом исследования, приобрела наибольшую популярность благодаря универсальности и высокой чувствительности, в т. ч. в целях исследования минерального состава горных пород и нефтесодержания промывочной жидкости. Инфракрасную область спектра условно разделяют на ближнюю ( $\lambda = 0,74 - 2,5$  мкм), среднюю ( $\lambda = 2,5-50$  мкм) и дальнюю ( $\lambda = 50 - 2000$  мкм). Инфракрасная спектроскопия является мощным инструментом исследования взаимодействия излучения с веществом и идентификации химических соединений. Инфракрасная спектроскопия занимается получением, изучением и применением спектров испускания, поглощения и отражения. Наибольшее распространение получило исследование инфракрасных спектров поглощения, чьими основными характеристиками являются число полос поглощения, их ширина, форма и величина. ИК спектр смеси веществ является суммарным, а интенсивность полос поглощения каждой компоненты пропорциональна её содержанию в смеси. Зависимость интенсивности поглощения от концентрации поглощающего вещества подчиняется закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$D(\lambda) = \lg \left( \frac{I_0}{I} \right) = k(\lambda)cd, \quad (1)$$

где  $D(\lambda)$  — оптическая плотность анализируемого вещества на длине волны  $\lambda$ ;

$I_0, I$  — соответственно интенсивности падающего и прошедшего через образец излучения с длиной волны  $\lambda$ ;

$k(\lambda)$  — коэффициент поглощения вещества на длине волны  $\lambda$ ;

$d$  — толщина анализируемого вещества;

$c$  — концентрация анализируемой компоненты в образце.

Для того, чтобы найти концентрации искоемых веществ необходимо в инфракрасном спектре выделить их характеристические полосы поглощения, при этом они не должны быть искажены наложением полос поглощения другого вещества [4].

Инфракрасный (ИК) спектральный анализ горных пород дает возможность количественного определения концентраций слагающих породы минералов, а также определение характера их насыщения углеводородами.

Большинство минералов, в частности основные породообразующие минералы осадочного комплекса, такие как кварц, кальцит, доломит, гипс, ангидрит, каолинит, монтмориллонит и другие могут быть надежно идентифицированы по их ИК-спектрам, снятым в области  $2800-3100 \text{ см}^{-1}$  и  $1700-680 \text{ см}^{-1}$  по форме и положению характеристических полос поглощения [3].

Группа силикатных минералов определяется по интенсивной полосе поглощения в диапазоне волновых чисел  $1050-1200 \text{ см}^{-1}$ , что обусловлено присутствием в силикатах валентных колебаний группы Si-O для всех типов строения кристаллической решетки. Кроме того, многие типы силикатов имеют характерный дуплет в диапазоне волновых чисел  $770-810 \text{ см}^{-1}$  и полосу поглощения средней интенсивности с максимумом на волновом числе  $697 \text{ см}^{-1}$ . Деформационные колебания связи Si-O выражаются в полосе поглощения в диапазоне волновых чисел  $500-400 \text{ см}^{-1}$ .

Алюмосиликаты (минералы глин) могут быть определены группой интенсивных полос поглощения в интервале волновых чисел  $890-1180 \text{ см}^{-1}$ . Эти полосы поглощения обусловлены связями Si-O-Al, которые имеют свои специфичные формы в зависимости от типа глинистого материала. Спектры алюмосиликатов также характеризуются некоторыми полосами поглощения средней интенсивности, которые обусловлены присутствием в минералах глин атомов других элементов.

Для карбонатных минералов характерна интенсивная полоса поглощения на волновом числе  $1430 \text{ см}^{-1}$ , которая обусловлена валентными колебаниями связи C-O. Характерны также полосы на волновых числах в диапазоне  $710-750 \text{ см}^{-1}$ , обусловленные деформационными колебаниями этой же группы. Благодаря тому, что деформационные колебания зависят от структуры молекулы карбоната, по положению этих полос можно определять минерал в группе карбонатов. В частности, для кальцита она находится на волновом числе  $715 \text{ см}^{-1}$ ,

для доломита — на 730 см<sup>-1</sup>, для сидерита на 740 см<sup>-1</sup>, для магнезита — на 750 см<sup>-1</sup>. Помимо этого в спектре карбонатов присутствует характеристическая полоса поглощения с максимумом в диапазоне 875-885 см<sup>-1</sup>.

Группы сульфатов определяются по интенсивной полосе поглощения в интервале волновых чисел 1090-1180 см<sup>-1</sup> и 680-650 см<sup>-1</sup>. Поглощение обусловлено наличием колебаний связи S-O. По положению максимума можно надежно определить минерал в группе сульфатов. Например, для гипса максимум характеристической полосы находится на волновом числе 660 см<sup>-1</sup>, для ангидрита — на 672 см<sup>-1</sup>. Также гипс и ангидрит различаются по наличию полосы поглощения с максимумом на 1625 см<sup>-1</sup>, обусловленной присутствием в гипсе определенным количеством связанной воды, но отсутствующей в ангидрите.

Зная положение характеристических полос поглощения минералов, можно определить минеральный состав горной породы и, используя закон Бугера-Ламберта-Бера, рассчитать соответствующие концентрации.

В Табл.1 приведены сведения об ИК спектрах поглощения осадочных пород в диапазоне 660-1900 см<sup>-1</sup> [2].

Таблица 1

Сведения об ИК спектрах поглощения пород осадочного комплекса

Тип осадочной горной породы	Основной породо-образующий минерал	Характеристика спектров		
		полоса, см <sup>-1</sup>	максимумы, см <sup>-1</sup>	относительная интенсивность
Песчаники, алевриты, песчаные сланцы	Кварц	1050-1220	1175, 1100	очень сильная
		770-810	800, 780	средняя
		690-710	697	средняя
Глины, аргиллиты, глинистые сланцы	Каолинит*	890-1180	1118, 1035 1010, 913	очень сильная
Известняки, мергели	Кальцит	1300-1600	1430	очень сильная
		840-900	878	средняя
		705-725	715	средняя
Доломиты	Доломит	1300-1600	1430	очень сильная
		850-900	885	средняя
		720-740	730	средняя
Гипс	Гипс	1050-1220	1148, 1095	очень сильная
		1000-1020	1008	средняя
		1305-1345	1325	средняя
		650-670	660	средняя
		1600-1650	1625	средняя
Ангидрит	Ангидрит	1050-1220	1148, 1092	очень сильная
		662-682	672	средняя

Несмотря на то, что в большинстве случаев осадочные горные породы имеют достаточно сложные минеральный состав, для целей настоящей задачи достаточно определение минералов, чье содержание в горной породе превышает 5%. Обычно это 2-4 минерала.

Выполнение исследования минералов возможно с помощью лабораторных («традиционных») ИК-анализаторов. Подобные ИК-анализаторы обладают высокой чувствительностью, однако они имеют значительные недостатки, которые ограничивают их применение в процессе бурения. К ним относятся как длительное время проведения анализа (30-120 минут на подготовку образца к анализу и 15-20 минут на проведение самого исследования), так и громоздкость и недостаточная надежность в тяжелых условиях эксплуатации аппаратуры и дополнительных приспособлений.

Специализированные информационно-измерительные системы (ИИС) ИК анализа лишены подобных недостатков и, обладая достаточной для данной задачи чувствительностью, обеспечивают проведение

оперативного исследования при минимальных требованиях к пробоподготовке и автоматизации процесса обработки полученной информации.

Пример структурной схемы подобной ИИС приведен на Рисунке 1 [5]. Данная ИИС включает в себя измерительную и электронную части. В измерительную часть входят источники излучения, оптический коммутатор, линзовая система, кювета с образцом и приёмники излучения. Электронная часть состоит из усилителя, полосового фильтра, когерентного амплитудного модулятора, аналого-цифрового преобразователя и микропроцессора.

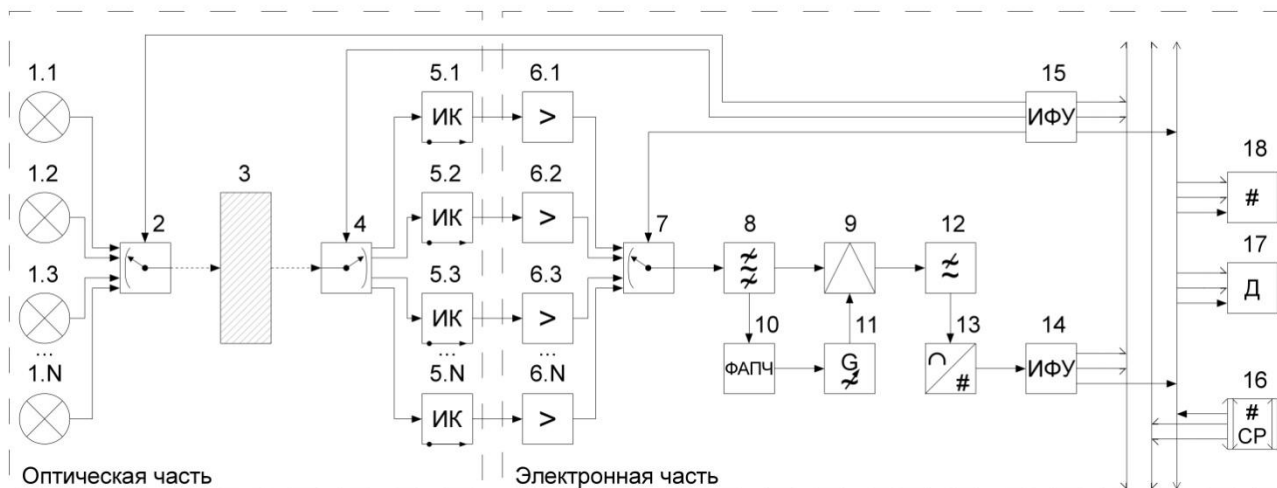


Рис.1. Структурная схема инфракрасной ИИС анализа минерального состава шлама бурящейся скважины

Таким образом, для решения задачи определения минерального состава шлама бурящейся скважины целесообразно использовать специализированные ИИС ИК анализа, которые обеспечивают расчленение литологического разреза скважины в процессе бурения с достаточной точностью и обладают высокой степенью автоматизации.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 53375-2009. Геолого-технологические исследования. Общие требования. -Введ. 2010-07-01. -М.: Стандартинформ, 2009. - 20 с. - (Скважины нефтяные и газовые)
2. Моисеенко А.С., Егорова И.В. Инфракрасные спектральные ИИС исследования горных пород. М.: ППП «Типография «Наука», 2013. - 194 с.
3. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 175 с.
4. Командровский В.Г., Моисеенко А.С. О методиках определения минерального состава горных пород при инфракрасном анализе в процессе бурения скважины. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012 № 8 - с. 25 - 28.
5. Моисеенко А.С., Командровский В.Г., Ступак И.С. Специализированная информационно-измерительная система оперативного инфракрасного анализа минерального состава шлама бурящейся скважины. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2014. № 2. С. 7-9.

# ПОДСЕКЦИЯ 1. СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО РАДИОМОНИТОРИНГА, РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ

## ВЛИЯНИЕ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ ОШИБОК КОМПОНОВКИ КОЛЬЦЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Панычев А.И., Ваганова А.А.

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и  
управления, РФ, г. Таганрог

*Рассматривается ненаправленная в горизонтальной плоскости антенна, представляющая собой цилиндрический рефлектор с равномерно распределенными по азимуту вертикальными полуволновыми вибраторами. Характер излучения антенны в горизонтальной плоскости оценивается по значению коэффициента равномерности. Методом интервалов исследовано влияние неточности изготовления профиля рефлектора и ошибок в установке излучателей на величину коэффициента равномерности. Статистическая оценка искажения диаграммы направленности проведена для случая равномерного и нормального распределения случайных величин, характеризующих геометрические параметры антенны.*

Для создания круговой или квазичруговой в горизонтальной плоскости диаграммы направленности (ДН) обычно используются кольцевые антенные решетки (КАР), характеризующиеся простотой реализации, отсутствием ограничений на число излучателей, возможностью размещения на различных опорах [1, 2].

Рассмотрим четырехэлементную кольцевую антенную решетку с нормальной ориентацией излучателей, которая реализуется в виде системы вертикальных полуволновых вибраторов, равномерно расположенных вокруг цилиндрического рефлектора радиусом  $a$ , на расстоянии  $d$  от его поверхности.

Характер излучения антенны в горизонтальной плоскости принято оценивать по значению коэффициента равномерности  $\beta$ , равного отношению минимального значения характеристики направленности к максимальному [3, 4]:

$$\beta = \frac{|F(\theta)_{\min}|}{|F(\theta)_{\max}|}.$$

Как правило, размеры конструкции определяются, исходя из условий размещения антенны на мачте, удовлетворения требованиям механической жесткости, минимальной парусности, стоимости и т.п. Например, в антеннах базовых станций системы GSM радиус рефлектора  $a$  обычно выбирают в интервале  $0,15\lambda \dots 0,93\lambda$ , а расстояние до вибраторов  $d$  в пределах  $0,15\lambda \dots 1,54\lambda$ .

Выбрав в качестве критерия оптимальности максимальное значение коэффициента равномерности, исследуем влияние основных геометрических параметров антенны на его величину.

Рисунок 1 иллюстрирует, что максимальный коэффициент равномерности достигается при выполнении системы условий:  $a=0,12\lambda \dots 0,27\lambda$  и  $d=0,092\lambda \dots 0,24\lambda$ . Выбирая радиус цилиндра равным среднему значению этого интервала –  $0,18\lambda$ , уточним расстояние между поверхностью рефлектора и вибратором, при котором  $\beta$  будет максимальным.

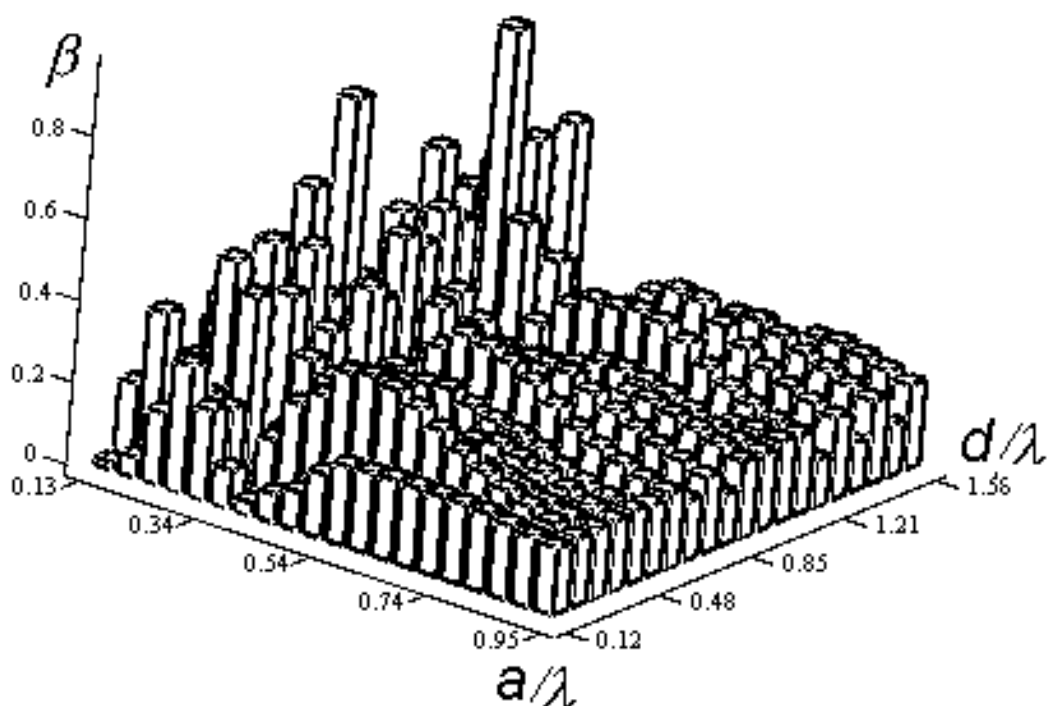


Рис.1. Зависимость коэффициента равномерности КАР от параметров компоновки

Для обеспечения нормальной работы системы сотовой связи необходимо, чтобы значение коэффициента равномерности было не хуже 0,85 [1], это условие выполняется при  $d \leq 0,21\lambda$  (Рисунок 2). Таким образом, оптимальные размеры антенны с конструктивно-технологической точки зрения следующие: радиус цилиндрического рефлектора –  $a=0,18\lambda$ ; расстояние между рефлектором и каждым из вибраторов –  $d=0,21\lambda$ .

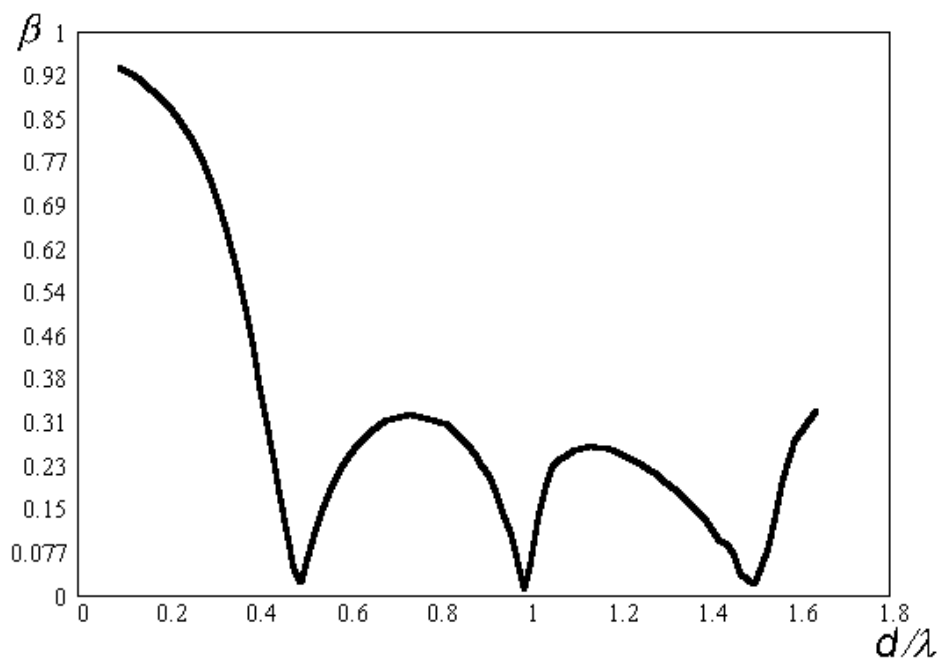


Рис.2. К определению оптимальных конструктивно-технологических параметров

На этапе производства и монтажа антенны неизбежно возникают технологические неточности изготовления профиля рефлектора и ошибки в установке излучателей по радиальной и азимутальной координатам. Эти погрешности приводят к увеличению степени изрезанности характеристики направленности и,

как следствие, уменьшению значения коэффициента равномерности. Для статистической оценки искажения диаграммы направленности выбраны равномерное (для случая единичного изготовления антенны) и нормальное (справедливое при серийном производстве) распределения случайных значений координат положения излучателя и радиуса рефлектора.

В качестве функции, количественно описывающей степень изрезанности характеристики направленности, выберем коэффициент равномерности, а в качестве случайных аргументов – радиальную и азимутальную координаты излучателя и радиус рефлектора.

Считаем эти случайные величины непрерывными и независимыми. Известно, что для определения плотности распределения функции одного или нескольких случайных аргументов необходимо выполнение ряда условий: известная плотность распределения каждого из случайных аргументов, монотонность и дифференцируемость функции, существование обратной функции. В рассматриваемом случае обратная функция может быть определена только приближенными численными методами. Можно ожидать, что точность полученной таким способом функции распределения коэффициента равномерности не превысит точности более простого в реализации метода интервалов. Поэтому, используя метод интервалов, определим пределы изменения конструктивных параметров антенны, не приводящие к уменьшению  $\beta$  ниже значения 0,85.

В случае единичного изготовления считаем, что радиус цилиндрического рефлектора равномерно распределен по некоторому интервалу  $\left[ m_a - \frac{\Delta}{2}; m_a + \frac{\Delta}{2} \right]$ , где  $m_a$  – математическое ожидание, равное оптимальному значению ( $m_a=0,18\lambda$ );  $\Delta$  – ширина интервала. В результате выбора различных значений  $\Delta$  ( $\Delta=0,006\lambda; 0,012\lambda; 0,018\lambda; 0,024\lambda; 0,03\lambda$ ) и статистической оценки получающихся при этом коэффициентов равномерности, был установлен приемлемый интервал изменения радиуса рефлектора (Рисунок 3):  $0,17\lambda \leq a \leq 0,19\lambda$ . При этом математическое ожидание коэффициента равномерности составляет примерно 0,85, а интервал его изменения – 0,831... 0,909. Т.е. отклонение радиуса на 6 % приводит к изменению  $\beta$  также примерно на 6 %.

Анализируя вариант изготовления профиля рефлектора с ошибкой, подчиняющейся нормальному закону, предположим, что математическое ожидание этой величины равно оптимальному значению ( $m_a=0,18\lambda$ ) и, меняя дисперсию  $\sigma_a$  ( $0,0015\lambda; 0,003\lambda; 0,0045\lambda; 0,006\lambda; 0,0075\lambda$ ), вычисляем получившиеся значения  $\beta$  (рис.4). В итоге получаем, что при нормальном законе распределения радиуса цилиндра с параметрами  $m_a=0,18\lambda$  и  $\sigma_a=0,0036\lambda$  среднее значение коэффициента равномерности оказывается равным 0,852, максимальное значение 0,895, дисперсия –  $2,2 \cdot 10^{-4}$ .

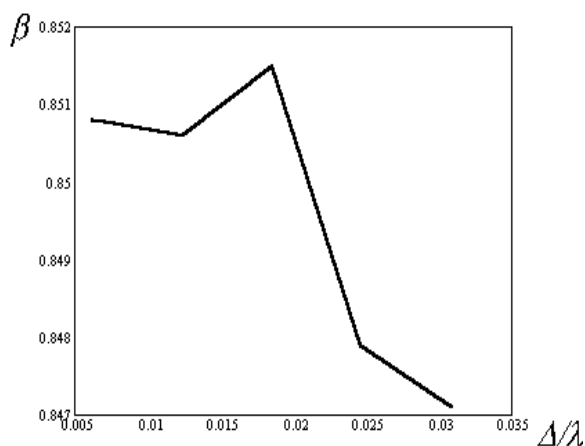


Рис.3. Зависимость  $\beta$  при равномерном законе распределения ошибки изготовления профиля рефлектора

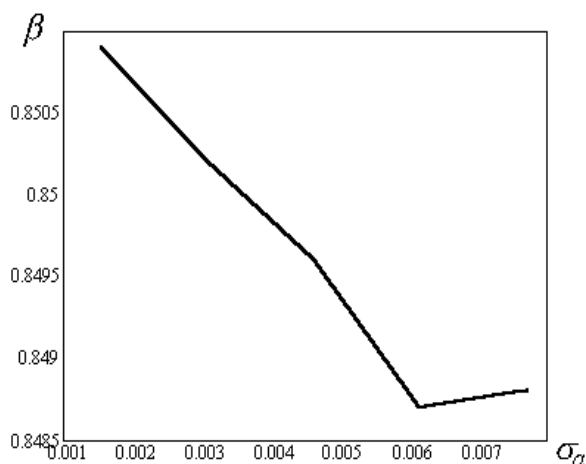


Рис.4. Зависимость  $\beta$  при нормальном законе распределения ошибки изготовления профиля рефлектора

#### Список литературы

1. Андрианов В. И., Соколов А. В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. – СПб.: БВХ-Петербург; Арлит. 2001.
2. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высшая школа, 1988.

3. Марков Г. Т., Чаплин А. Ф. Возбуждение электромагнитных волн. – М.: Радио и связь, 1983.
4. Дробкин А. Л. Антенно-фидерные устройства. – М.: Сов. радио, 1974.

## ДУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПО СИСТЕМЕ ФАПЧ

**Геложе Ю.А., Жаворонкова А.Е.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и  
управления, РФ, г.Таганрог

В работе рассматривается система ФАПЧ, функционирующая в условиях больших возмущений. В контур фазовой системы включен цифровой делитель с переменным коэффициентом деления, а опорный сигнал формируется путем деления частоты сигнала автогенератора с кварцевой стабилизацией частоты. На основе такой фазовой системы строятся цифровые синтезаторы частоты (ЦСЧ).

Проведем анализ системы ФАПЧ, функционирующей при большой положительной начальной расстройке. Пусть на систему воздействовало кратковременное (импульсное) возмущение высокой интенсивности, которое вызывало значительную расстройку по частоте, знак которой противоположен знаку начальной расстройки. Поскольку мгновенная расстройка по частоте отрицательна, возникает набег фаз отрицательного знака. Процессы в этом конкретном случае представлены фазовым портретом, показанном на Рисунке 1. Этот фазовый портрет, отражает процессы в ЦСЧ [1], в котором реализован принцип управления процессами в критических режимах, изложенный в [2]. В упомянутом синтезаторе частот используется управляемая взаимная синхронизация работы делителей частоты, что значительно уменьшает время выведения контура из критического режима. На Рисунке 1 фазовая траектория от точки  $O_1$ , принадлежащей инвариантному многообразию  $\Omega_{Z1}$ , до точки «а» отражает процесс выхода системы из равновесного состояния, вызванный кратковременным большим возмущением. В точке «а», соответствующей сдвигу фаз  $(-\pi)$ , проявляется признак кризисного развития переходного процесса. Движение от точки «а» до точки «б» происходит при одновременном управлении частотой управляемого генератора и взаимной синхронизации работой делителей частоты. Поскольку точка «б» не принадлежит инвариантному многообразию области  $\Omega_{Z2}$ , то в автономном режиме системы эта точка переходит из точки «б» в точку «с» (набег фаз составляет  $2\pi$ ). Затем, как показано на Рисунке 1, точка «с» по траектории, близкой к вертикальной, переходит в область  $\Omega_{Z1}$ , внутренней точкой которой является точечный аттрактор  $O_1$ .

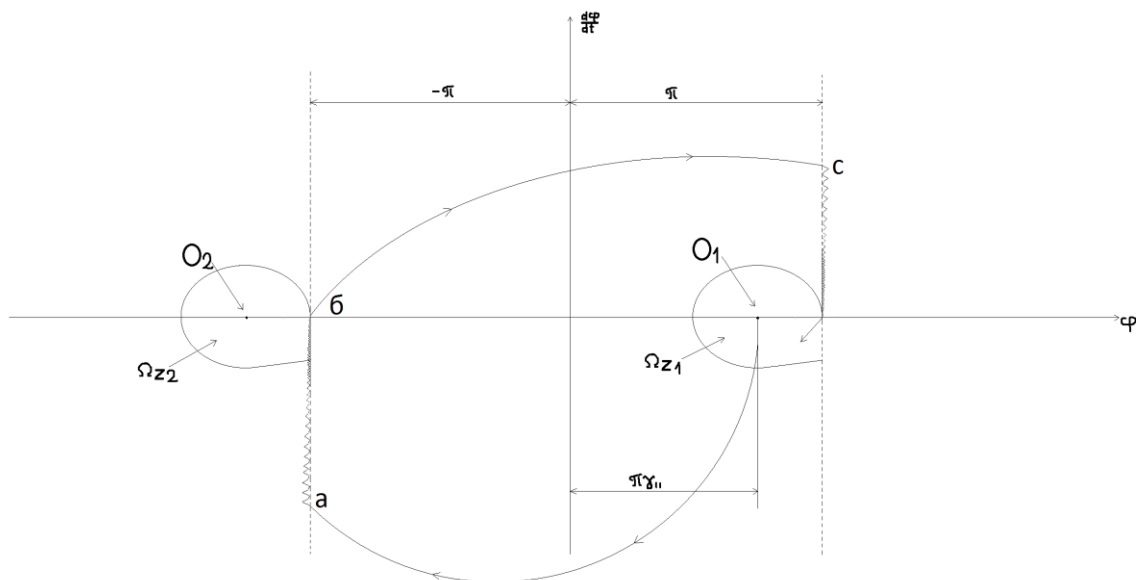


Рис.1. Фазовый портрет в системе ФАПЧ при разных знаках мгновенной и начальной расстроек по частоте.

Если был бы известен знак начальной расстройки по частоте, то, начиная с точки «б», фазовую траекторию можно было изменить так, чтобы она была направлена к инвариантному многообразию  $\Omega_{Z2}$ , внутренней точкой



которой является точечный аттрактор  $O_2$  (см. Рисунок 1). Таким образом, если знаки начальной и мгновенной расстроек по частоте разные, то происходит затягивание времени пребывания системы в критическом режиме.

В системах ФАПЧ с помощью фазовых дискриминаторов осуществляется наблюдение за разностью фаз в системе. На основании этих наблюдений можно получить сведения о мгновенной расстройке по частоте, но в переходном процессе не представляется возможным определить не только величину, но и знак начальной расстройки по частоте. Поэтому необходимо искать другие пути определения знака начальной расстройки по частоте. Трудности решения этой задачи состоят в том, что величина и знак начальной расстройки зависят, кроме всего прочего, от дестабилизирующих факторов. Начальная расстройка определяется выражением

$$\Omega_H = \Omega_{ог} - \Omega_{yzo}$$

где  $\Omega_{yzo}$  – частота управляемого автогенератора, приведенная ко входу фазового дискриминатора, при нулевом значении управляющего напряжения.

В ЦСЧ частота УГ зависит от коэффициента деления  $M$  ДПКД, изменяемого в широких пределах. Кроме того, частота  $\Omega_{yzo}$  может значительно изменяться при изменении в широких пределах температуры, влажности окружающей среды и питающего напряжения.

Предпосылкой успешной реализации дуального управления (когда в управляющих воздействиях содержатся компоненты, познающие объект управления) является то, что применение операции управляемого сброса делителей частоты позволяет за время, равное одному периоду дискретизации, определить, частота какого сигнала имеет большую или меньшую величину, т.е. знак частотной расстройки. Частота опорного сигнала в ЦСЧ стабилизирована кварцевым резонатором и поэтому практически не изменится.

Алгоритм дуального управления может быть следующим. На этапе реализации принципа управления (см. Рисунок 1 отрезок а-б фазовой траектории) на управляющий вход УГ вместо выходного напряжения ФНЧ необходимо подать нулевое управляющее воздействие. При этом частота этого автогенератора станет равной  $\Omega_{yzo}$ . Поэтому следующая операция, которую необходимо выполнить, состоит в определении знака начальной расстройки по частоте  $sign[\Omega_{ог} - \Omega_{yzo}]$ . Эту операцию можно выполнить за один период дискретизации, если использовать сброс делителей частоты. Знак мгновенной расстройки по частоте необходимо сравнить со знаком начальной расстройки по частоте и, если они разные, то это необходимо зафиксировать. После этого необходимо произвести восстановление связи выхода ФНЧ с управляющим входом УГ. Когда произойдет изменение знака мгновенной расстройки по частоте (см. на Рисунке 1 точку «б»), то при различии знаков мгновенной и начальной расстроек по частоте необходимо произвести повторную реализацию принципа управления, но теперь с реверсированным управляющим воздействием. Это, как ранее отмечалось, приведет изображающую точку в инвариантное многообразие  $\Omega_{z2}$ , внутренней точкой которого является точечный аттрактор  $O_2$  (см. Рисунок 1). Если знаки мгновенной и начальной расстроек по частоте одинаковы, то реверсирование управления не производится, и процессы в системе протекают как в ЦСЧ, как в [1].

Фазовый портрет процессов в цифровом синтезаторе частот [3] имеет вид, представленный на Рисунке 2. Из Рисунка 2 видно, что в точке «б» произошло реверсирование управляющего воздействия, поэтому изображающая точка вернулась в область  $\Omega_{z2}$ , внутренней точкой которой является точечный аттрактор  $O_2$ .

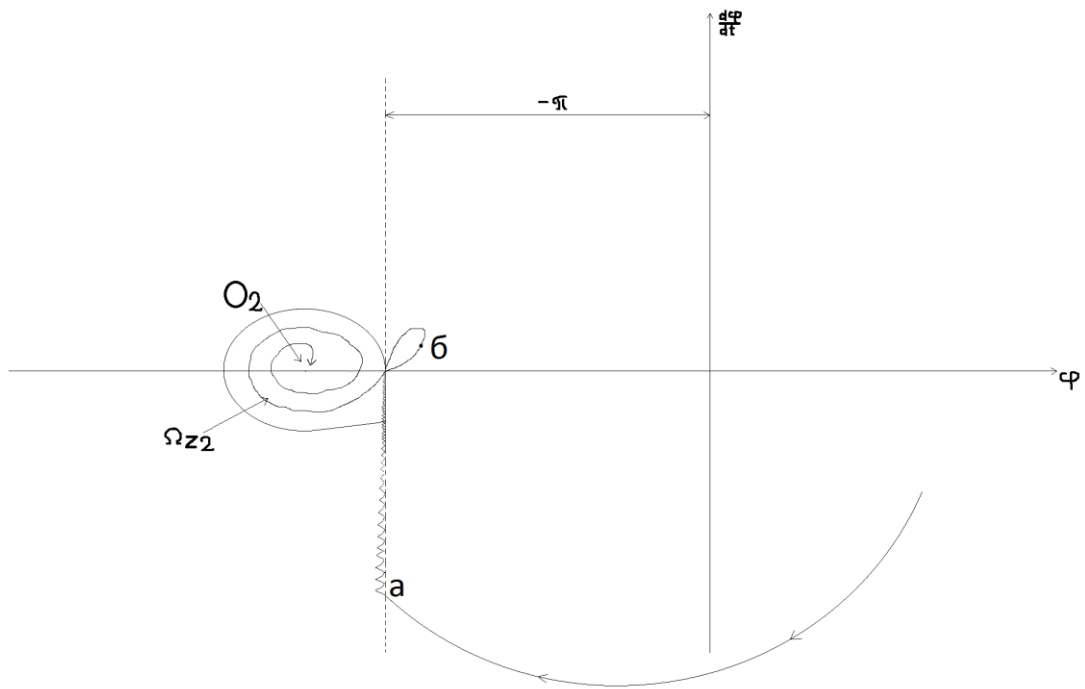


Рис.2. Фазовый портрет в системе ФАПЧ с дуальным управлением процессами.

Структурная схема цифрового синтезатора частоты [3], представлена на Рисунке 3. В сравнении со структурной схемой системы ФАПЧ с взаимодействующим функционированием элементов фазового контура и цепи формирования опорного сигнала, в ней дополнительно использованы анализаторы разности частот (АРЧ), блок управляющих сигналов (БУС) и коммутатор (К). В блоке АРЧ происходит анализ мгновенной и начальной расстроек по частоте и формирование команды на реверсирование управляющего воздействия в случае, когда знаки этих расстроек разные. В БУС формируются все необходимые управляющие сигналы, в том числе и обеспечивающие определение знака начальной расстройки по частоте. Коммутатор (К) предназначен для отключения на короткое время управляющего входа УГ от выхода ФНЧ и подключения к этому входу нулевого сигнала с выхода БУС для определения знака начальной расстройки по частоте.

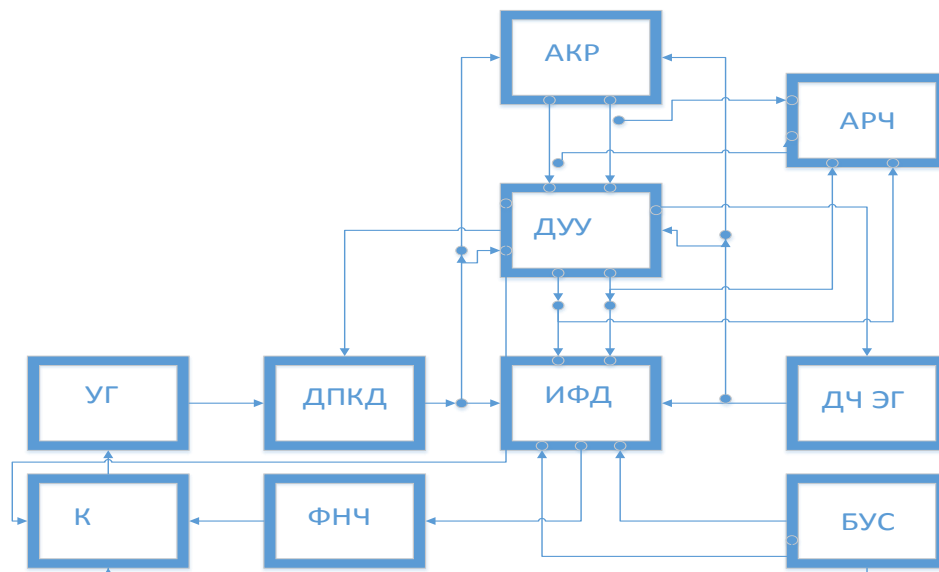


Рис.3. Структурная схема цифрового синтезатора частоты.

Можно отметить, что синтезатор частот, представленный на Рисунке 3, более приемлем при, высокой вероятности больших кратковременных возмущениях, что сделает возможным различение знаков мгновенной и начальной расстроек по частоте.

#### Список литературы

1. А.с. 555534 (СССР). Синтезатор частот / Ю.А. Геложе. – Оpubл. 1977 Бюл. №15.
2. Ю.А. Геложе, П.П. Клименко. Управление процессами в нелинейных системах. - М.: Радио и связь, 2006.
3. А.с. 987818 (СССР). Синтезатор частот/Ю.А. Геложе, А.А. Кибирев. –Оpubл. 1983. Бюл. №1.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ИНТЕГРАЛЬНО-ДОПЛЕРОВСКИМ МЕТОДОМ В ПРОСТРАНСТВЕ

**Евдокимов О.Ю., Евдокимов Ю.Ф.**

Южный федеральный университет, г.Таганрог

В работе рассмотрена возможность пассивного определения местоположения летательного аппарата с наземных пунктов наблюдения интегрально-доплеровским методом. Приведена оценка погрешностей определения параметров летательного аппарата (высоты, скорости, расстояний от наблюдательных пунктов).

Рассмотрим движение летательного аппарата (ЛА) в горизонтальной плоскости на постоянной высоте. Будем считать, что наблюдательные (измерительные) пункты расположены в произвольных точках на поверхности Земли. Кроме того, будем считать, что сигналы ЛА в измерительных пунктах (ИП) идентифицированы, т.е. известно, что они принадлежат именно этому ЛА, так как в многопозиционных системах может сложиться задача отождествления цели[6].

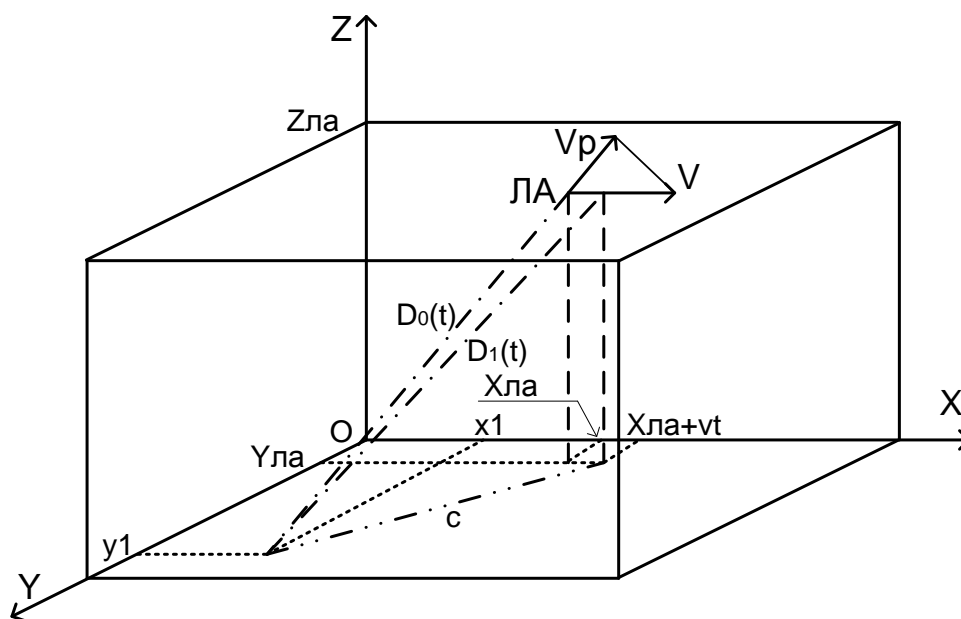


Рис.1. Геометрия расположения ЛА и ИП

На Рисунке 1 показано взаимное положение ЛА и одного из ИП.

Пространственное положение системы координат выбрано таким образом, что вектор скорости ЛА параллелен оси OX. На рисунке изображена ситуация измерения параметров ЛА из одного наблюдательного пункта с координатами  $(x_1, y_1)$ . Из Рисунка 1 следует, что в процессе движения ЛА координата  $Y_{ла}$  остается постоянной, а координата  $X(t)$  изменяется по закону

$$x(t) = X_{ла} + vt,$$

где  $V$  – скорость ЛА.

Поэтому квадрат расстояния  $D_0(t)$  от точки  $(x_1, y_1)$  до текущего положения ЛА изменяется по закону

$$D_0^2(t) = (X_{ла} + vt)^2 + Z_{ла}^2,$$

а квадрат измеряемого расстояния  $D_1(t)$  от точки  $(x_1, y_1)$  до ЛА с координатами  $(X_{ла} + vt, Y_{ла})$  определяется выражением

$$D_1^2(t) = c^2 + Z_{ла}^2,$$

где  $c^2(t) = (X_{ла} - x_1 + vt)^2 + (Y_{ла} - y_1)^2$ .

Следовательно,

$$D_1^2(t) = (X_{ла} - x_1 + vt)^2 + (Y_{ла} - y_1)^2 + Z_{ла}^2$$

или

$$D_1(t) = \sqrt{(X_{ла} - x_1 + vt)^2 + (Y_{ла} - y_1)^2 + Z_{ла}^2}. \quad (1)$$

Из выражения (1) видно, что имеется четыре неизвестные величины  $(X_{ла}, Y_{ла}, Z_{ла}, v)$ . Поэтому для их определения необходимо произвести измерения из четырех независимых наблюдательных пунктов. Это позволит численным методом решить четыре уравнения для четырех соответственных ИП и определить неизвестные величины.

Анализ погрешностей проведем в предположении использования интегрально-доплеровского метода [4].

Погрешности определения координат и скорости ЛА состоят из флуктуационных погрешностей, погрешностей определения временных измерительных интервалов и погрешностей временной синхронизации работы аппаратуры измерительных пунктов. Рассмотрим флуктуационные погрешности.

Воспользуемся методикой, использованной в работе [7]. При этом требуется найти матрицу Якоби соответствующих уравнений и их алгебраические дополнения. Дисперсии измеряемых координат  $(x_{ла}, z_{ла})$  и скорости  $V$  определяются выражениями

$$\sigma_{X_{ла}}^2 = \frac{1}{J_F^2} \left[ \sigma_{F1}^2 J_{11}^2 + \sigma_{F2}^2 J_{21}^2 + \sigma_{F3}^2 J_{31}^2 + \sigma_{F4}^2 J_{41}^2 \right]; \quad (2)$$

$$\sigma_{Y_{ла}}^2 = \frac{1}{J_F^2} \left[ \sigma_{F1}^2 J_{12}^2 + \sigma_{F2}^2 J_{22}^2 + \sigma_{F3}^2 J_{32}^2 + \sigma_{F4}^2 J_{42}^2 \right]; \quad (3)$$

$$\sigma_{Z_{ла}}^2 = \frac{1}{J_F^2} \left[ \sigma_{F1}^2 J_{13}^2 + \sigma_{F2}^2 J_{23}^2 + \sigma_{F3}^2 J_{33}^2 + \sigma_{F4}^2 J_{43}^2 \right]; \quad (4)$$

$$\sigma_v^2 = \frac{1}{J_F^2} \left[ \sigma_{F1}^2 J_{14}^2 + \sigma_{F2}^2 J_{24}^2 + \sigma_{F3}^2 J_{34}^2 + \sigma_{F4}^2 J_{44}^2 \right]; \quad (5)$$

В выражениях (2) – (5)  $J_F$  – детерминант системы уравнений,  $J_{ji}$  – алгебраическое дополнение  $ji$ -го элемента матрицы Якоби. Детерминант системы уравнений определяется соотношением

$$J_N = \det \begin{vmatrix} \frac{\partial F_1(t)}{\partial X_{ла}} & \frac{\partial F_1(t)}{\partial Y_{ла}} & \frac{\partial F_1(t)}{\partial Z_{ла}} & \frac{\partial F_1(t)}{\partial v} \\ \frac{\partial F_2(t)}{\partial X_{ла}} & \frac{\partial F_2(t)}{\partial Y_{ла}} & \frac{\partial F_2(t)}{\partial Z_{ла}} & \frac{\partial F_2(t)}{\partial v} \\ \frac{\partial F_3(t)}{\partial X_{ла}} & \frac{\partial F_3(t)}{\partial Y_{ла}} & \frac{\partial F_3(t)}{\partial Z_{ла}} & \frac{\partial F_3(t)}{\partial v} \\ \frac{\partial F_4(t)}{\partial X_{ла}} & \frac{\partial F_4(t)}{\partial Y_{ла}} & \frac{\partial F_4(t)}{\partial Z_{ла}} & \frac{\partial F_4(t)}{\partial v} \end{vmatrix}, \quad (6)$$

а алгебраические дополнения – соответствующими минорами.

Дисперсия шумовой составляющей доплеровского сдвига частоты при условии, что время наблюдения  $t_i$  больше времени запаздывания  $\tau$  (времени распространения сигнала от ИП до ЛА) будет определяться выражением [7]

$$\sigma_{\xi}^2 = \frac{\lambda^2}{8\pi^2 q_{pi} t_i^2}, \quad (7)$$

где  $q_{pi}$  – отношение сигнал/шум по мощности на входе измерительного устройства ИП,  $\lambda$  – длина волны.

Чтобы оценить влияние шумовых помех  $\xi(t)$ , необходимо определить дисперсию интеграла случайной составляющей доплеровской частоты, т.е. функции  $N_{\xi}(t) = \int_0^t \xi(t) dt$ . Для этого необходимо знать корреляционную функцию случайного процесса  $\xi(t)$ . Для этого наиболее подходит корреляционная функция, описываемая гауссовой кривой [5]. Однако при этом интегралы будут описываться специальными функциями, неудобными для использования. Поэтому для удобства исследования погрешностей принят экспоненциальный закон вида

$$K_{\xi}(\tau) = \sigma_{\xi}^2 e^{-\alpha|\tau|}, \quad (8)$$

причем коэффициент  $\alpha = 1,39$  с размерностью  $C^{-1}$  выбран из условия  $K_{\xi}(\tau/2) = 0,5$ . Дисперсия интеграла от стационарного случайного процесса зависит от времени и определяется формулой [2, 3]

$$\sigma_{N_{\xi}}^2(t) = 2 \int_0^t (t-\tau) K_{\xi}(\tau) d\tau. \quad (9)$$

Выполняя интегрирование выражения (9) с учетом соотношения (8), получим

$$\sigma_{N_{\xi}}^2(t) = 2\sigma_{\xi}^2 \frac{\alpha t + e^{-\alpha t} - 1}{\alpha^2}$$

или с учетом выражения (7) и численного значения коэффициента  $\alpha$

$$\sigma_{N_{\xi}}^2(t) = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 q_{pi} t_i^2} \frac{1,39t + e^{-1,39t} - 1}{1,932}. \quad (10)$$

Погрешности определения временных измерительных интервалов и погрешности временной синхронизации работы аппаратуры измерительных пунктов будут определяться стабильностью частоты опорных генераторов аппаратуры ИП. В качестве ориентировочного значения временной синхронизации можно принять величину  $\pm 2^{-9}$  с [8]. Суммарная погрешность  $\sigma_{\Sigma}$  будет складываться из погрешности  $\sigma_{\tau}$  определения временных измерительных интервалов и погрешности  $\sigma_c$  временной синхронизации и определяться по известной формуле сложения дисперсий

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_{\tau}^2 + \sigma_c^2} \quad (11)$$

Суммарная средняя квадратическая ошибка  $\sigma_{ОМП}$  определения местоположения ЛА будет находиться следующим образом

$$\sigma_{ОМП} = \sqrt{\sigma_{F1\xi}^2 + \sigma_{F2\xi}^2 + \sigma_{F3\xi}^2 + \sigma_{F4\xi}^2 + \left\{ \left[ \frac{\partial F_1(t)}{\partial t} \right]^2 + \left[ \frac{\partial F_2(t)}{\partial t} \right]^2 + \left[ \frac{\partial F_3(t)}{\partial t} \right]^2 + \left[ \frac{\partial F_4(t)}{\partial t} \right]^2 \right\} \sigma_{\Sigma}^2}. \quad (12)$$

Результаты расчетов погрешностей для длины волны  $\lambda = 1$  м приведены на Рисунках 2-6.

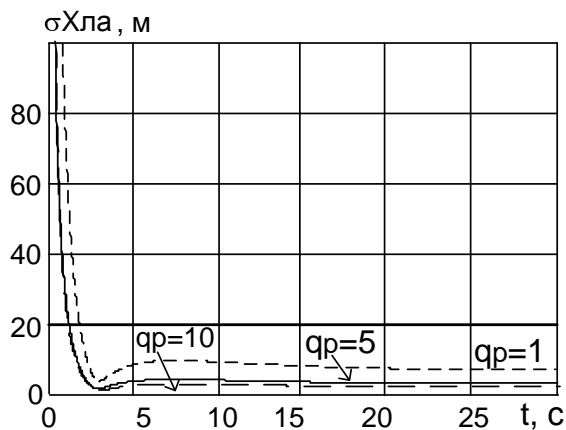


Рис.2. Зависимость СКО координаты Хла от времени наблюдения

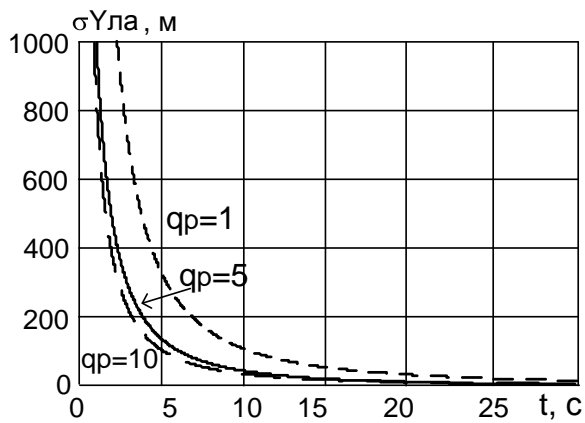


Рис.3. Зависимость СКО координаты Ула от времени наблюдения

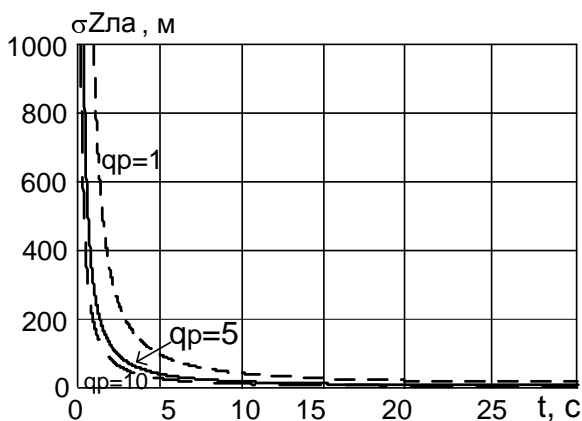


Рис.4. Зависимость СКО координаты Зла от времени наблюдения

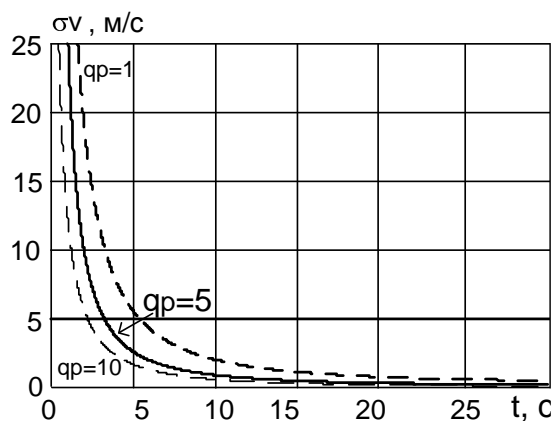


Рис.5. Зависимость СКО скорости ЛА от времени наблюдения

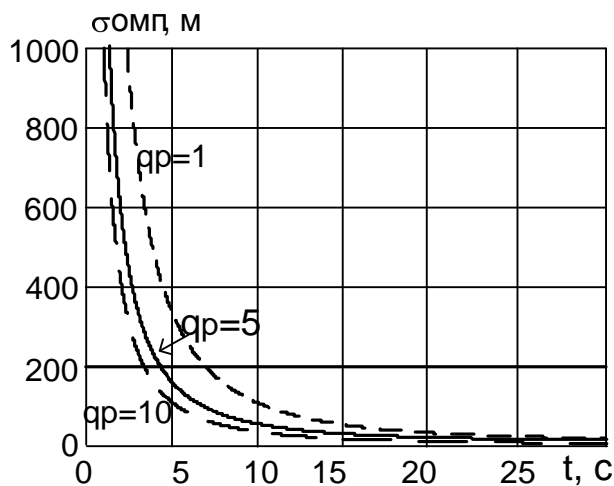


Рис.6. Зависимость СКО местоположения от времени наблюдения

Проведенные расчеты позволяют сделать следующие выводы:

– средняя квадратическая ошибка определения координат Хлаи Ула не превышает 100 м при времени наблюдения более 10 с;

- при времени наблюдения более 5 с средняя квадратическая ошибка определения высоты ЛА не превышает 100 м;
- при отношении сигнал/шум по мощности равном 5...10 и времени наблюдения более 10с средняя квадратическая ошибка определения местоположения ЛА не превышает 100 м;
- средняя квадратическая ошибка определения скорости ЛА не превышает 2,5 м/спри времени наблюдения более 10 с.

#### Список литературы

1. Анучин О.Н., Емельянец Г.И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. Под ред. члена-корреспондента РАН Пешехонова В.Г. – Государственный научный центр РФ. Центральный НИИ “Электроприбор” – Санкт-Петербург, 1999. – 354 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб.пособие для вузов. – 9-е изд., стер.– М.: Высшая школа. 2003. – 480 с.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб.пособие для студентов вузов. – 8-е изд., стер. – М.: Высшая школа. 2003. – 406 с.
4. Евдокимов О.Ю., Евдокимов Ю.Ф. Анализ некоторых вариантов пассивного доплеровского метода определения местоположения источников радиоизлучения. Материалы международной научной конференции «Информационные технологии в современном мире» часть 3 – Таганрог: ТРТУ, 2006. – с 36-44.
5. Заездный А.М. Основы расчетов по статистической радиотехнике – М.: Связь. 1969 – 448 с.
6. Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития. / Под ред. А.И.Канащенкова и В.И.Меркулова. – М.: Радиотехника, 2003. – 416 с.
7. Царьков Н.М. Многоканальные радиолокационные измерители. – М.: Сов.радио. 1980. – 192 с.
8. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTARи ГЛОНАСС. – М: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с.

### ПРИМЕНЕНИЕ OPENCL ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРАЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

**Бахчевников В.В., Потипак М.В., Лобач В.Т.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г.Таганрог

В настоящее время актуальным вопросом системотехники являются радиотехнические системы, способные работать в режиме реального масштаба времени. В настоящей работе рассматривается подход к реализации стенда полунатурного моделирования, предназначенного для формирования в реальном масштабе времени сигнала отраженного морской поверхностью в КВ диапазоне. Такой стенд востребован для проведения настройки и тестирования радиолокационного измерителя статистических характеристик волнения моря РИВ-200.

В работах [1, 2] показано, что импульсная характеристика наиболее полно описывает рассеивающие свойства протяженной поверхности. Использование импульсной характеристики отражения поверхности (ИХОП) позволяет получать реализации отраженного сигнала от морской поверхности с минимальными вычислительными затратами [3, 4]. Также отмечено [3], что потенциально, возможно достичь получения реализаций отраженного сигнала в реальном масштабе времени (цикл моделирования менее 10 мс).

*Методика расчета импульсной характеристики отражения поверхности.* Рассмотрим алгоритм формирования динамической импульсной характеристики отражения поверхности. В работе [1] отмечено, что при ограничении диапазона частот анализа сверхширокополосной радиолокационной характеристики (РЛХ), речь идет о так называемой «сглаженной» РЛХ. В этом случае, для получения сглаженной импульсной характеристики, длительность тестового импульса определяется минимальным интервалом дискретизации полезного сигнала  $\Delta T$  выбранного согласно теореме Котельникова. Таким образом, сглаженная импульсная характеристика отражения подстилающей поверхности есть временная зависимость напряжения в согласованной нагрузке приемной антенны [3], как реакции поверхности на излученный тестовый импульс

$$h'_k = \sum_{i=1}^N U_i \delta\left(\frac{\Delta R}{c} k\right), k \in \left[0, \left\lfloor \frac{T_a}{\Delta T} \right\rfloor\right],$$

где

$N$  – общее количество ЭО участка отражения в объеме разрешения  $\Delta R, \Delta \theta, \Delta \phi$  в конкретный момент времени;

$U_i$  – напряжение в согласованной нагрузке приемной антенны, полученное от воздействия  $i$ -го ЭО, определяется выражением;

$c$  – скорость света;

$\delta(x)$  – функция Дирака;

$T_a$  – время наблюдения;

$\Delta T$  – интервал дискретизации зондирующего сигнала.

Исходя из приведенного выражения, отсчеты ИХОП удобно получать, проводя дискретизацию пространства в сферической системе координат по наклонной дальности  $\Delta R$  и азимуту  $\Delta \theta$ .

*Особенности реализации алгоритма расчета ИХОП на OpenCL.* OpenCL разрабатывался как технология для создания приложений, которые могли бы исполняться в гетерогенной среде. Более того, он разработан так, чтобы обеспечивать комфортную работу с широким спектром различных устройств. Для координации работы всех этих устройств в гетерогенной системе всегда имеется одно «главное» устройство, которое взаимодействует со всеми остальными посредством OpenCL API. Такое устройство называется «хост», он определяется вне OpenCL. На Рисунке 1 представлена иерархия OpenCL.

Платформа OpenCL состоит из хоста соединенного с устройствами, поддерживающими OpenCL. Каждое OpenCL-устройство состоит из вычислительных блоков (Compute Unit), которые далее разделяются на один или более элементов-обработчиков (Processing Elements) [5]. OpenCL обрабатывает очередь команд поступающих от хоста, формируемую кодом выполняемым на центральном процессоре (ЦП).

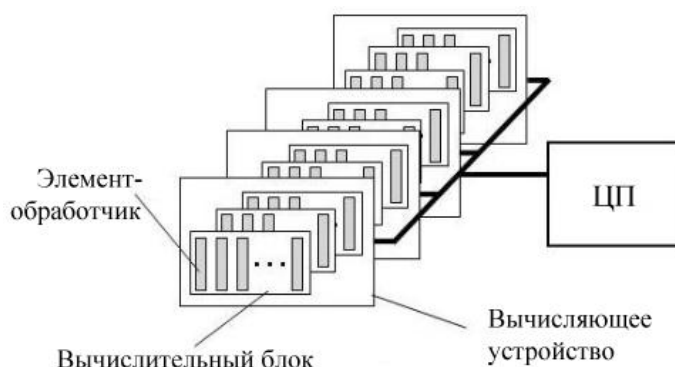


Рис.1. Иерархия OpenCL

Поскольку, как следует из выражения для импульсной характеристики, отсчеты ИХОП рассчитываются независимо для каждого кольца дальности (КД) (см. Рисунок 2), их вычисление можно производить одновременно на разных вычислительных блоках. Управляя работой вычислительных блоков и элементов-обработчиков с помощью кода, запускаемого на ЦП, можно устанавливать параметры расчета и извлекать результаты вычислений отсчетов ИХОП для каждого КД. Далее полученные отсчеты нормируются и производится подавление постоянной составляющей.

На Рисунке 2 приняты следующие обозначения:  $\beta$  – половина ширины диаграммы направленности антенны;  $dR$  – шаг дискретизации по проекции наклонной дальности;  $d\theta$  – шаг дискретизации по азимуту.

*Результаты моделирования.* Был выполнен расчет импульсной характеристики отражения от пространственной монохроматической волны с помощью программы, разработанной на языке программирования высокого уровня С. Программа выполнялась на центральном процессоре (Intel Pentium CPU В940) в одном потоке. Результирующая ИХОП представлена на Рисунке 3 (длина поверхностной волны  $\Lambda = 10\text{м}$ , высота волны  $H = 1\text{м}$ , высота расположения приемо-передатчика  $Z = 4\text{ км}$ ). Аналогичный расчет выполнялся и на других



вычислительных устройствах с использованием OpenCL. Так, например, расчет  $4.2 \times 10^4$  отчетов ИХОП на ЦП занял 55 секунд, с использованием же OpenCL (NVIDIA GeForce GT 650 M) – 3.2 с.

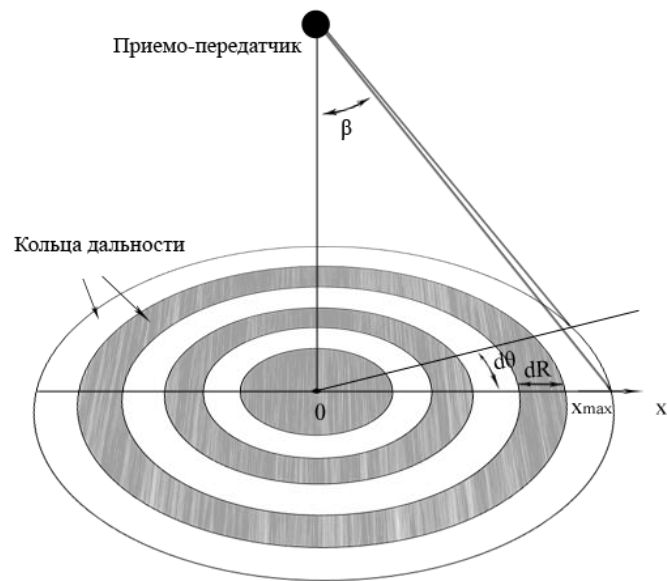


Рис.2. Формирование колец дальностей на подстилающей поверхности

Вычисляя интеграл Дюамеля от полученной импульсной характеристики и зондирующего импульсного радиосигнала, получим реализацию сигнала, отраженного от заданной поверхности (см. Рисунок 4).

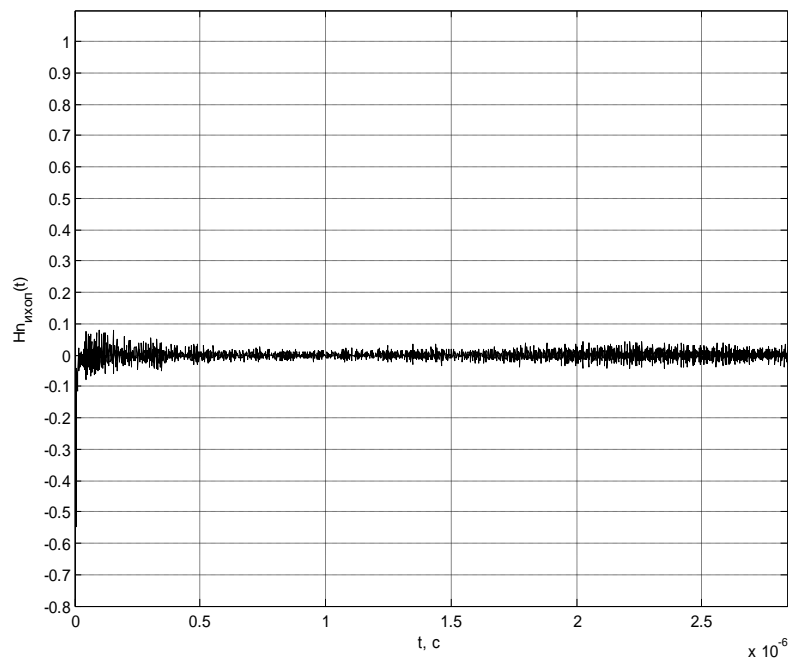


Рис.3. Нормированная импульсная характеристика отражения поверхности

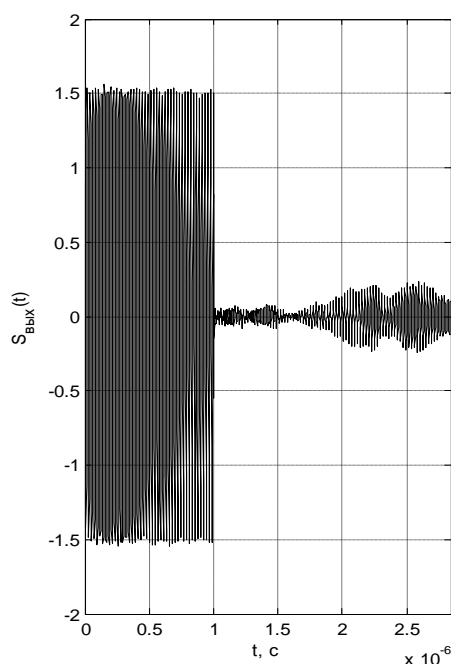


Рис.4. Отраженный от поверхности радиосигнал

Сравнение производительности расчетов ИХОП на различных вычислительных устройствах представлено в Табл.1 (за «эталон» взяты результаты, полученные на ЦП Intel CPU B940 с использованием языка программирования «С»).

Таблица 1

Сравнение производительности расчетов ИХОП

Устройство	Тип расчета	Производительность
Intel CPU B940	С	1
Intel HD Graphics 4000	OpenCL	1.2
Nvidia GeForce 8500 GT	OpenCL	3.6
Intel Core i5 2300M	OpenCL	4.4
Nvidia GT 540 M	OpenCL	6
Nvidia GF GT 650M	OpenCL	17.7

Таким образом, в данной работе был сделан первый шаг к реализации стенда полунатурного моделирования, вычисляющего импульсную характеристику отражения от поверхностно-распределенной цели. В качестве примера была рассчитана ИХОП от монохроматической пространственной волны. Было показано, что, используя для расчетов ИХОП вычислительные устройства, предназначенные для параллельных многоядерных вычислений, можно увеличить производительность в несколько раз. Так, например, видеокарта Nvidia GF GT 650M имеет выигрыш в производительности 17.7 раз в сравнении с ЦП Intel CPU B940. Это объясняется тем, что Nvidia GF GT 650M хотя и имеет более низкую тактовую частоту – 900 МГц (против 2 ГГц у ЦП), но при этом обладает большим количеством потоковых процессоров (вычислительных блоков) – 384. Таким образом, имея в наличии определенное количество таких вычислительных устройств и синхронизируя их с помощью главного управляющего узла (ЦП), можно добиться вычислений в реальном масштабе времени. В качестве исполнительных устройств могут быть задействованы в том числе и специализированные блоки, поддерживающие платформонезависимый OpenCL (например, американская фирма Altera, выпускающая высококачественные ПЛИС, обеспечила производимые устройства поддержкой OpenCL).

#### Список литературы

1. Варганов М.Е., Зиновьев Ю.С., Астанин Л.Ю. и др. Радиолокационные характеристики летательных аппаратов. /под ред. Л.Т. Тучкова. М.: Радио и связь, 1985. 236 с.
2. Штагер Е.А. Рассеяние радиоволн на телах сложной формы. М.: Радио и связь, 1986. 184 с.
3. Потипак М.В. Модель рассеяния радиолокационных сигналов протяженными квазипериодическими поверхностями: Дис... канд. тех. наук. – Таганрог., 2011. – 209 с.
4. Lobach V.T., Potipak M.V. Modeling of modulated signals back-scattering from quasiperiodic surface.

## ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА

Геложе Ю.А., Макарьчук А.В., Шулишов С.В.

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, НКБ ЦОС, РФ, г. Таганрог

В работе рассматривается источник тока, программируемый по информационному каналу. Величина тока управляется с помощью ШИМ при тактовой частоте 100 кГц. Сквозность импульсного процесса задаётся логическими элементами ПЛИС. Выделение постоянной составляющей из импульсного потока производится индуктивно-емкостным фильтром, представляющим собой последовательное соединение дросселя и конденсатора. Выходной сигнал снимается с конденсатора. В качестве датчика тока, протекающего через нагрузку, используется резистор, активное сопротивление которого равно 1 Ом. Нагрузкой источника тока является нелинейный элемент, вольт-амперная характеристика которого изменяется в широких пределах в результате изменения температуры окружающей среды. Экспериментальные исследования показали, что для требуемых десяти значений тока от 0,1 до 1 А с равномерным шагом, равным 0,1 А, необходимо, чтобы напряжение на зажимах нагрузки могло изменяться в пределах 6...10 В. Относительная ошибка формирования заданного тока, обеспечиваемая цифровыми устройствами (без учёта погрешностей других устройств в т.ч. и измерительного датчика тока) не должна превышать 1%. Время переходного процесса при осуществлении переключения заданного тока не должно превышать 0,1 с, если коридор точности равен 5% от требуемой величины тока.

Исследования нелинейного элемента показали, что крутизна его регулировочной характеристики изменяется от 0,1 до 1 А/В для заданного диапазона изменения тока от 0,1 до 1 А и диапазона температур от (минус) 60 до + 85°C. Отсюда следует, что крутизна регулировочной характеристики объекта управления изменяется в 10 раз. В состав неизменной части автоматической системы стабилизации заданного тока, кроме вышеупомянутой нелинейной нагрузки, необходимо включить упомянутый выше индуктивно-емкостной фильтр, представляющий собой колебательное звено. Передаточная функция колебательного звена в стандартной форме имеет вид [1]

$$W_k(s) = \frac{\Omega_0^2}{s^2 + 2d\Omega_0 s + \Omega_0^2},$$

где  $\Omega_0$  – собственная резонансная частота фильтра, выраженная в круговой мере;

d – коэффициент демпфирования.

Для рассматриваемого фильтра  $\Omega_0 = 25392$  1/с и d = 0,7.

Известно, что сдвиг фазы колебательного звена на частоте  $\Omega_0$  равен 90°, а на частоте  $0,1\Omega_0$  он составляет 8,5° [1]. Для обеспечения плавного переходного процесса с перерегулированием, не превышающим 1...2%, необходимо обеспечить запас устойчивости по фазе, близкий к 90°. [1]. Учитывая это, частота среза разомкнутой автоматической системы стабилизации тока должна быть меньше  $0,1\Omega_0$ . Выполнение этого условия позволит повысить порядок астатизма системы и, следовательно, точность стабилизации программируемого тока.

Для обеспечения заданного быстродействия автоматической системы необходимо, чтобы её частота среза была выше  $30 \text{ рад/с}$  [1]. Поскольку параметры объекта управления (его вольт-амперная характеристика) изменяются в широких пределах как по статическому управляющему напряжению (в 1,7 раза) так и по крутизне регулировочной характеристики (10 раз), то целесообразно использовать систему с астатизмом первого порядка, т.е. регулятор должен содержать интегратор [1]. Регулятор такого типа называется И-регулятором. Это возможно реализовать, поскольку частота среза системы, обеспечивающая требуемое быстродействие ( $30 \text{ рад/с}$ ), значительно меньше частоты  $0,1\Omega_0$ , равной 2539 рад/с.

Разностное уравнение цифрового интегратора, построенного по методу прямоугольников, имеет вид [2]

$$U_{\text{инт}}(iT) = U_{\text{инт}}(iT - T) + TU_{\text{вх}}(iT - T), \quad (1)$$

где  $U_{\text{инт}}(iT)$  – выходное напряжение цифрового интегратора в i-й момент времени;

$U_{\text{инт}}(iT - T)$  – выходное напряжение цифрового интегратора в

(i-1)-й момент времени;

$T$  – период дискретизации;

$U_{\text{вх}}(iT - T)$  – входное напряжение интегратора.

Дискретная передаточная функция цифрового интегратора, соответствующая вышеприведённому разностному уравнению, имеет вид

$$W_{\text{инт}}(z) = \frac{T}{z-1}. \quad (2)$$

Алгоритм регулятора был реализован на ПЛИС Cyclone III фирмы Altera.

Частота дискретизации процессов в контуре стабилизации заданного тока выбрана не кратной частоте 100 кГц и равна 510 кГц. Это необходимо для того, чтобы не возникал стробоскопический эффект в результате действия которого выброс напряжения на выходе вышеупомянутого индуктивно-емкостного фильтра мог бы приводить к аномальным погрешностям стабилизации тока.

Для обеспечения требуемого быстродействия автоматической системы с апериодическим переходным процессом необходимо, чтобы её частота среза была не менее 30 рад/с [1]. Как видим требуемая частота единичного усиления контура стабилизации тока значительно ниже собственной частоты индуктивно-емкостного фильтра, равной 25392 рад/с. Следовательно, сдвигом фазы, вносимым этим фильтром можно пренебречь. Запас устойчивости по фазе будет приблизительно равен  $90^\circ$ , поскольку сдвиг фазы определяется, главным образом, интегратором.

Переходный процесс в автоматических системах с упомянутым запасом по фазе апериодический. Петлевой коэффициент усиления контура стабилизации тока с учётом крутизны регулировочной характеристики нелинейного элемента, являющегося нагрузкой стабилизатора, должен быть более 30.

Здесь следует отметить, что при необходимости быстродействие автоматического стабилизатора тока может быть значительно повышено, поскольку частота среза системы может быть увеличена до 2539 1/с. В этом случае запас устойчивости по фазе уменьшится до  $81,5^\circ$ , что не приведёт к заметному перерегулированию, а быстродействие повысится в 84 раза.

Увеличение полосы пропускания системы может приводить к потере устойчивости, поскольку регулировочная характеристика нелинейного объекта управления изменяется в широких пределах. В частности, крутизна регулировочной характеристики возрастает для больших требуемых токов, следовательно, проверку на устойчивость рассматриваемой автоматической системы необходимо проверять для формирования больших токов в нагрузке.

#### Список литературы

1. Красовский А.А., Поспелов Г. С. Основы автоматики и технической кибернетики. – М., Л.: Госэнергоиздат, 1962.
2. Кузин Л.Т. Расчёт и проектирование дискретных систем управления. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. М.: Машгиз 1962.

### УПРАВЛЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИМ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ВОЗМУЩЕНИЙ УДАРНОГО ТИПА

Геложё Ю.А., Алексенко И. Р.

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г. Таганрог

Рассмотрена задача автоматического управления ЛА по крену при воздействии больших кратковременных возмущениях ударного типа.

Работа посвящена исследованию функционирования системы автоматического управления углом крена летательного аппарата (ЛА), способной обеспечить работоспособность ЛА в трудно прогнозируемых условиях, представляющих собой непредсказуемые кратковременные возмущения большой интенсивности. Последствиями кратковременных возмущений являются практически мгновенное изменение свойств объектов управления и создание случайных начальных условий, обуславливающих развитие переходного процесса, количественные и качественные характеристики которого определяются нелинейностью системы [1].

Примеры аномальных кратковременных возмущений: а) удары взрывных волн, б) сильные толчки при неудачном взаимном маневрировании ЛА, в) воздействия струйной турбулентности. Аномальными могут быть и другие внезапные кратковременные возмущения высокой интенсивности.

При воздействии таких возмущений переходный процесс приводит к двум случайным исходам: либо устанавливается требуемый режим слежения или стабилизации, либо теряется свойство устойчивости, и в системе устанавливаются автоколебания, являющиеся нежелательными. Таким образом, в детерминированной автоматической системе требуемый режим работы становится статистически устойчивым. Во втором случае созданный критический режим работы вызывает возникновение критической ситуации, состоящей в том, что управляемые ЛА входят в нежелательные режимы вращения по крену. Фазовый портрет процессов вращения ЛА или установления требуемого угла крена показан на Рисунке 1.

Для решения задачи быстрого выведения нелинейной системы из критического режима применен синергетический подход к синтезу управлений [1].

Пусть ЛА в результате воздействия аномального возмущающего фактора вошел в режим устойчивого вращения его корпуса вправо. Эта исходная ситуация и результат последующего включения и выключения релейного управления отражает фазовый портрет, приведенный на Рисунке 2, для заданного правого крена, иллюстрирующий действие второго принципа управления, изложенного в [1].

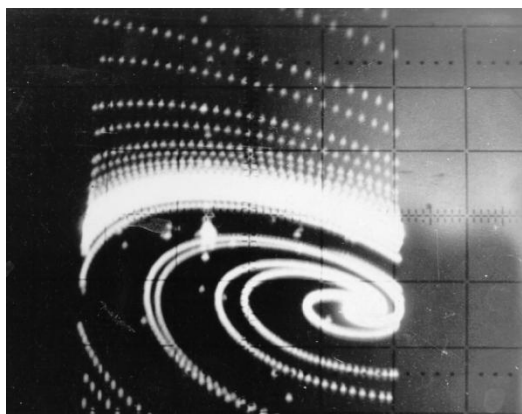


Рис.1. Фазовый портрет процессов в традиционном автопилоте

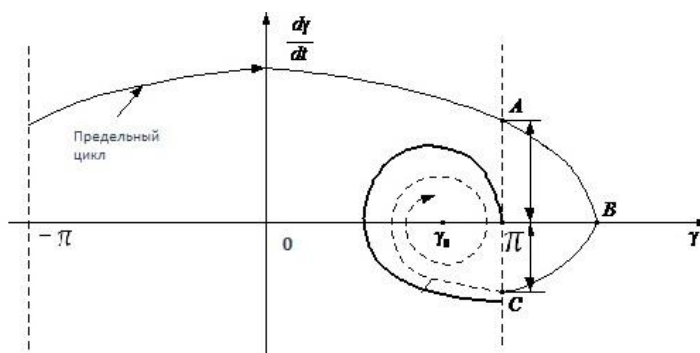


Рис.2. Фазовый портрет в результате воздействия аномального возмущающего фактора

Поскольку за исходное условие принято устойчивое вращательное движение, изображающая точка на фазовой плоскости совершает движение вдоль кривой предельного цикла, показанного на Рисунке 2. В результате самодвижения по предельному циклу абсцисса изображающей точки приближается к значению угла крена  $\pi$ . При преодолении этого значения показание датчика углов совершает «перескок» с  $\pi$  на  $-\pi$ . По этому признаку срабатывает некоторое устройство, и бесполезное движение автономной системы прерывается [1].

Введению релейного управления соответствует точка А в конце предельного цикла. Под действием тормозящего момента угловая скорость вращения корпуса ЛА начинает уменьшаться, и наступает такой момент времени, когда она становится равной нулю. Это происходит при некотором значении угла крена (точка В). Поскольку управляющий момент продолжает действовать, корпус ЛА начинает вращаться влево, постепенно набирая скорость (участок траектории, исходящей из точки В и расположенный в нижней полуплоскости фазового портрета). В результате вращения корпуса теперь в другую сторону снова формируется угол крена близкий к  $\pi$ , и при преодолении этого значения показание датчика углов совершает «перескок» теперь с  $-\pi$  на  $\pi$ , поскольку вращение происходит влево (см. точку С). При обнаружении этого «перескока» выключается релейное управляющее воздействие и система возвращается в автономный режим, т. е. режим самодвижения. На Рисунке 2. показано, что точка С является внутренней для аттрактивной зоны, поэтому самодвижение ведет изображающую точку в состояние покоя (см. траекторию после точки С). Заметим, что точка С может и не быть внутренней для аттрактивной зоны, следовательно, изображающая точка не будет притягиваться к состоянию равновесия. Поскольку возможны два исхода в результате применения релейного управления, полезность такого управления можно оценить, сравнив угловые скорости крена в начале и в конце релейного управления. На вышеприведенном фазовом портрете это скорости обозначены  $\omega_{\gamma A}$  и  $\omega_{\gamma C}$  соответственно.

Проанализируем, как будет протекать процесс релейного торможения этого быстрого вращения при неподвижной линии переключения. Фазовый портрет релейной системы стабилизации при неподвижной линии переключения, приведен на Рисунке 3. В начальный момент времени, после прекращения действия аномального возмущения состояние системы определяется координатами точки А. Поскольку угловая скорость крена для точки А положительна, изображающая точка движется вправо, что соответствует увеличению правого крена. Когда угол крена будет преодолевать значение  $\pi$ , произойдет «перескок» показания датчика с  $\pi$  на  $-\pi$ , что как упоминалось выше, релейно включит управляющий момент, который будет стремиться вызвать левое вращение

корпуса и поэтому окажет тормозящее воздействие при созданных начальных условиях. Таким образом, абсциссой линии переключения будет  $\pi$ . Состояние системы, которому соответствует включение релейного управления, помечено на фазовой плоскости точкой В. Будем считать положение линии переключения неизменным. Поскольку справа от этой линии действует тормозящий момент для правого вращения, угловая скорость постепенно уменьшается (участок траектории ВС) и в точке С она становится равной нулю. Однако до приостановки вращательного движения корпус ЛА совершит два полных оборота вокруг своей продольной оси, т. е. угол крена изменится более чем на  $4\pi$ . Далее релейное управляющее воздействие начинает формировать левое вращательное движение (траектория в нижней полуплоскости фазового пространства на Рисунке 4). Поскольку линия переключения неподвижна, изображающая точка на пути из точки С в точку D проходит путь по углу крена больший, чем  $4\pi$ , т. е. корпус ЛА после момента времени, соответствующего точке С, до достижения линии переключения совершает еще два оборота, но теперь в противоположном направлении. На выполнение вращательного движения влево затрачивается дополнительное время, что приводит к увеличению угловой скорости в точке D, которой соответствует выключение релейного управления по сравнению, например со скоростью для угла крена  $5\pi$ .

На Рисунке 4 показан фазовый портрет релейной системы стабилизации при подвижной (прыгающей) линии переключения, иллюстрирующий релейное управление с «прыгающей» линией переключения. Пусть заданное значение крена правое. В результате интенсивного аномального воздействия корпус ЛА вращается с большой скоростью вправо. В некоторый момент времени будет преодолеваться угол крена  $\pi$  и датчик углов совершает «перескок» показаний с  $\pi$  на  $-\pi$ . При этом включится отрицательное управление (см. точку В). Скорость вращения начнет уменьшаться. До приостановки вращения вправо корпус совершит несколько полных оборотов (см. отрезок траектории ВС).



Рис.3

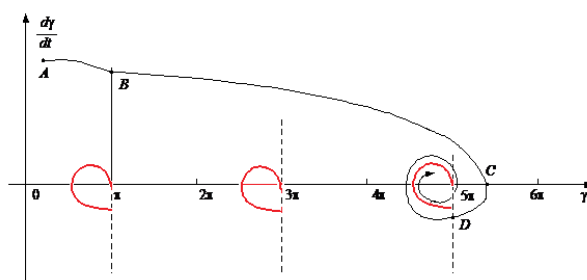


Рис.4.

Из Рисунка 4 видно, что скорость вращения стала равной нулю после двух полных оборотов (угол более  $5\pi$ ). Поскольку отрицательное управление продолжает действовать и после точки нулевой угловой скорости, корпус ЛА начинает вращаться в противоположную сторону, угловая скорость становится отрицательной (см. отрезок траектории CD). Когда угол крена проходит значение  $5\pi$ , показания датчика углов совершают «перескок» с  $-\pi$  на  $\pi$ . Согласно сформулированному выше правилу, произойдет выключение релейного управления, что эквивалентно тому, что линия переключения перескочила с абсциссы  $\pi$  на абсциссу  $5\pi$ .

Таким образом, предлагаемые принципы управления целесообразно применять в автопилотах ЛА, поскольку это способствует быстрому выведению системы из неблагоприятных случайных начальных условий и созданию возможности эффективного противодействия возмущениям большой интенсивности.

#### Список литературы

1. Ю. А. Гелож, П. П. Клименко. Управление процессами в нелинейных системах. – М.: Радио и связь, 2006.
2. Патент 2137172(РФ) Автопилот, Ю. А. Гелож, П. П. Клименко, Н. В. Прудников. –Опубл. 1999. Бюл. №25.

## ПОДСЕКЦИЯ 2. СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ И ЦИФРОВОЙ КОММУТАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

### ЛОГИКО-ПОРЯДКОВАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЛЕРА ДОСТУПА К КАНАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Гузик В.Ф., Самойленко А.П., Паньчев С.А.

Южный федеральный университет, Институт компьютерных технологий и информационной безопасности, РФ,  
г. Таганрог

Телекоммуникационные сети являются синтезом двух исходно независимых сетей – сетей связи и вычислительных сетей [1–3]. С одной стороны, для решения задач распределения ресурсов и маршрутизации в системах беспроводной связи требуется применение цифровых систем передачи и коммутации и использование аппаратно-программных средств вычислительной техники. С другой стороны, для передачи данных о состоянии технологических объектов, перемещающихся в пространстве и во времени, в вычислительных сетях и системах требуется всё большее применение беспроводных средств связи между периферийными устройствами и компьютерными терминалами.

Рассматривается архитектура стандартной сети подвижной связи с монорадиоканалом, выполняющим функцию «общей шины». В такой сети базовая станция формирует трафик обмена данными между подвижными станциями, то есть, по сетевой терминологии, играет роль сервера, реализуя топологию связи типа «point-to-point». В связи с этим в такой сети возникает проблема формирования и обслуживания очереди заявок на связь, на использование сетевых ресурсов. При этом процессы приёма, передачи, обработки данных должны реализовываться в реальном масштабе времени.

Постановка задачи: необходимо представить оптимальный по времени метод динамического управления потоками информации и упорядочивания данных в них, а также осуществить синтез контроллера внешних прерываний с указанными функциями.

Статический приоритет поступившей в систему заявки с номером  $p$  оценивают с учетом значений коэффициентов штрафа за задержку в обслуживании в единицу времени (или за потерю)  $\alpha_p$  и длительности её

обслуживания  $\nu_p$ :  $\frac{\alpha_{p-1}}{\nu_{p-1}} > \frac{\alpha_p}{\nu_p} > \frac{\alpha_{p+1}}{\nu_{p+1}}$ . Однако приоритет находящихся в очереди заявок одного типа, для

которых одинаковы отношения  $j$ -й заявки от времени  $\frac{\alpha}{\nu}$ , целесообразно распределять пропорционально первым

производным функций изменения приоритетов:  $\frac{df_p(t_j)}{dt} > \frac{df_{p+1}(t_j)}{dt} > \dots$ , где  $y_j = f(t_j)$  – функция изменения

приоритета  $j$ -й заявки от времени  $t_j$ ;  $dt$  – может быть расценен как интервал между соседними значениями времени, в которых пересматриваются приоритеты заявок, находящихся в очереди ИВТК. Тогда динамический

приоритет заявок распределяют в соответствии с условием  $[\frac{\alpha_j}{\nu_j} f'(t)]_p > [\frac{\alpha_k}{\nu_k} f'(t)]_{p+1}$ , то есть из двух

находящихся на обслуживании заявок ( $j, k$ ) высший приоритет присваивается той заявке, для которой больше значение  $\frac{\alpha}{\nu} f'(t)$ . В зависимости от этого заявка типа  $j$  имеет высший приоритет.

Таким образом, для управления очередью заявок каждая поступающая в систему заявка (для примера,  $j$ -я) должна характеризоваться следующими параметрами:  $\alpha_j, \nu_j^*, f_j(t), \nu_j, T_j$ , где  $T_j$  – машинное (технологическое) время поступления заявки в информационно-вычислительный телекоммуникационный комплекс. После вычисления приоритетов проверяют условие  $\nu_j \leq \nu_j^*$ , где  $\nu_j^*$  – предельно допустимое время пребывания  $j$ -й заявки в системе. При этом время ожидания заявки  $j$ -го типа, которой присвоен в масштабе





$i$ -й заявки;  $Y_i$  – выходной порт;  $|u_1, u_2, \dots, u_n|$  – матрица управляющих сигналов, формирующих упорядоченный ряд  $u_i \in \{1\}$  и задающих наиболее приоритетный вход;  $|s|$  – матрица управляющих сигналов, задающих направление очереди  $\mathbb{N} \rightarrow n$  или  $\mathbb{C} \rightarrow 1$ .

На практике число входов  $n$  не должно превышать 25...30, поскольку имеет место эффект «логических гонок», заключающийся в появлении двух и более единичных сигналов на выходе контроллера прерывания, что может явиться источником сбоев информационно-вычислительной машины. С целью исключения данного недостатка предлагается иерархическая структура контроллера прерывания.

Рассмотрим иерархическую структуру двухступенчатого контроллера с числом информационных входов, равным  $N$ . Осуществим декомпозицию числа информационных входов с учетом указанного недостатка и в соответствии с требованием  $n+1 \rightarrow \min$  при  $N = n \cdot l$ . Входную последовательность заявок

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , характеризующуюся свойством  $X_i = \{1, \text{при } x(t) \geq U_n\}$  –  $i$ -й входной порт

$i$ -й заявки, разобьем на группы в виде

$$\left\{ \begin{array}{c} \left| x_1^1 \right| \\ \dots \\ \left| x_n^1 \right| \end{array} \right\}, \dots, \left\{ \begin{array}{c} \left| x_1^l \right| \\ \dots \\ \left| x_n^l \right| \end{array} \right\}.$$

Определение адреса группы происходит по правилу  $Adr(l) = F_{CD}^1 \cdot |Y|_l^1$ , где  $F_{CD}^1$  – функция кодирования адреса группы. Затем определяются значения

$$\begin{cases} z_1 = y^{(1)} \& x_1^1 \vee \dots \vee y^{(l)} \& x_1^l; \\ \dots \\ z_n = y^{(1)} \& x_n^1 \vee \dots \vee y^{(l)} \& x_n^l, \end{cases}$$

Тогда  $\|Q_i\| = A_n^r(u^{(n)}, s^{(n)}) \cdot \begin{pmatrix} z_1 \\ \dots \\ z_n \end{pmatrix}$ , и адрес группы определяется как  $Adr(n) = F_{CD}^{(n)} \cdot \begin{pmatrix} Q_1 \\ \dots \\ Q_n \end{pmatrix}$ , где  $F_{CD}^{(n)}$  –

функция кодирования адреса заявки в группе.

Таким образом, представлена логико-порядковая модель, описывающая структуру контроллера динамического формирования очередности в обслуживании информационных заявок, поступающих от подвижной станции к базовой станции. Рассмотренный контроллер позволяет перераспределять сетевые ресурсы между подвижными станциями в зависимости от значимости информационных заявок и динамического времени ожидания обслуживания. Архитектура такого контроллера востребована промышленными WLAN для качественного управления малоинерционными подвижными объектами и технологическими процессами в реальном масштабе времени.

### Список литературы

1. Денисенко В. Беспроводные локальные сети // СТА, № 1, 2009. С. 182-187.
2. Вишневикий В.Т., Селинова О.В. Системы поллинга: теория и применение в широкополосных беспроводных сетях. – М.: Техносфера, 2007. – 312 с.
3. IEEE Std 802.12.4™, 2003. IEEE Standard for Information Technology. – Telecommunications and information exchange between Systems. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer Specifications for LowRate Wireless Personal Area Networks IEEE-SA Standard Board, 12 May 2003? 679 p.

# ОТЛАДОЧНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Бахчевников В.В., Суанов Т.А., Фролов И.О.

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г. Таганрог

Проектирование надёжных высокоскоростных цифровых модулей (ЦМ) требует разработки и отладки методики проектирования. В настоящей работе рассматриваются системотехнические решения при построении ЦМ обработки сигналов, получаемых по оптическому каналу с тактовой частотой 2,5 ГГц. Модуль предназначен для отладки методики проектирования ЦМ, поэтому в структуру ЦМ включены узлы, обеспечивающие простую и быструю проверку работоспособности устройства. Реализованы два режима функционирования ЦМ: автономный и режим коммутации внешних данных. Выбор режимов осуществляется пользовательскими устройствами ввода.

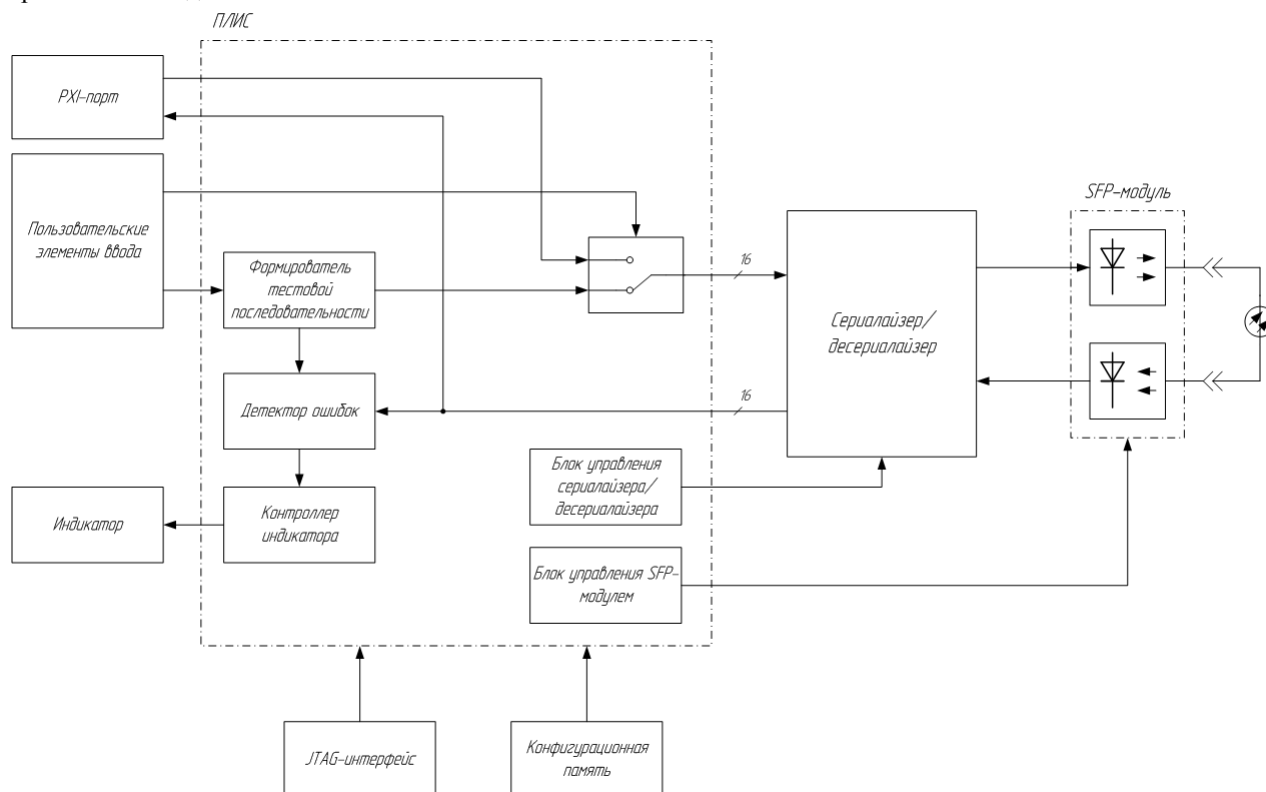


Рис.1. Структурная схема ЦМ

Структурная схема ЦМ приведена на Рисунке 1. На схеме отражены возможные режимы работы модуля: автономный режим и режим коммутации внешних данных.

В автономном режиме коммутатор соединяет выход внутреннего генератора тестовых двоичных последовательностей с выходными регистрами. Генератор использует минимальный протокол, описанный в [1]. В этом режиме выполняется детектирование ошибок принятых данных от SERDES и разрешающая логика не позволяет передавать данные на PXI-разъем. Контроллер индикатора принимает сведения об ошибках от детектора и в зависимости от сигналов пользовательских устройств ввода может выводить эти сведения на индикатор, либо выводить сведения о параметрах SFP-модуля. Тестовая двоичная последовательность может быть предварительно сформирована и записана в конфигурационную память ПЛИС или формироваться при работе в автономном режиме в виде M-последовательности с помощью сдвигового регистра.

В режиме коммутации внешних данных генератор тестовых посылок отключается, на выход коммутатора проходят данные, принятые от PXI-модуля. В этом режиме также отключен детектор ошибок. Разрешающая логика пропускает данные, принятые от SERDES, на выходные регистры для передачи PXI-модулю. Передача информации в режиме коммутации внешних данных осуществляется в соответствии со стандартом LVDS [2].

Сигнал внешнего генератора стабилизируется с помощью внутренней ФАПЧ ПЛИС, выходная частота которой используется для синхронизации всех внутренних узлов ПЛИС, а также подаётся на вход опорной

частоты SERDES. Внешние данные получаемые от PXI-модуля и от SERDES, с помощью встроенных FIFO (First In First Out) переводятся в домен внутренней синхронизации.

В качестве высокоскоростного интерфейса в ЦМ используется волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС). Такой выбор обусловлен отсутствием излучаемых помех и высокой помехозащищенностью. Приемопередатчик ВОЛС GP-8548-S3TD (Gigalight, КНР) – модуль промышленного стандарта SFP [3]. Линия передачи, основанная на SFP-модуле, поддерживает технологию цифрового мониторинга и диагностики. Мониторинг осуществляется по двухпроводному интерфейсу I2C. Данные о состоянии устройства могут быть выведены на индикатор.

ВОЛС работает в режиме «петли» – SFP-модуль принимает те же данные, что передает. Такой подход позволяет проверить работоспособность канала передачи данных и формировать статистику ошибок.

SFP-модуль должен принимать данные в последовательном формате на скорости 2,5 Гбит/с. Коммутация потоков информации на таких скоростях является сложной задачей, как в области схемного решения, так и в области проектирования топологии печатной платы (ПП). В связи с этим для обмена данными с SFP-модулем в ЦМ используется преобразователи кодов «параллельный – последовательный» и «последовательный – параллельный», расположенные в непосредственной близости к разъему SFP-модуля. При этом генерация данных, переключение режимов работы, детектирование ошибок и прочие операции над потоками будут осуществляться в параллельном формате на более низких скоростях, не представляющих трудностей в части проектирования топологии ПП и подбора элементной базы. Преобразования кодов выполняется микросхемой TLK2711 SP (Texas Instruments, США).

Устройством, связывающим элементы ЦМ в единый функционал, является ПЛИС EP3C55 (Altera, США). С помощью ПЛИС задаётся режим функционирования ЦМ, в автономном режиме ПЛИС является генератором тестового сигнала, детектором ошибок, обеспечивает формирование статистики и вывод её на индикатор. В ПЛИС находится коммутатор режимов, позволяющий не отключая устройство, сменить режим функционирования, в соответствии с внешней командой. В обоих режимах должен поддерживается мониторинг SFP-модуля с помощью DDM технологии. В ПЛИС имеется поддержка JTAG-интерфейса, что позволяет производить контроль контакта микросхемы с ПП, а также тестирование работоспособности буферов ввода/вывода.

Для обеспечения автономного режима, в ЦМ предусмотрено наличие микросхемы конфигурационной памяти, в которую записываются конфигурационные данные ПЛИС. Конфигурация ПЛИС происходит после подачи питания. Электрически стираемая перепрограммируемая память, используемая совместно с дополнительным разъёмом, позволяет при необходимости модифицировать конфигурацию ПЛИС. Также в ЦМ предусмотрены пользовательские элементы ввода, используемые для переключения режимов работы ЦМ или смены отображаемой на индикаторе информации.

Реализация подобного отладочного ЦМ позволит проанализировать работоспособность высокоскоростного интерфейса и влияние топологии печатной платы ЦМ на целостность сигналов

#### **Список литературы**

1. Using the TLK2711-SP With Minimal Protocol, Texas Instruments, 2011.
2. TIA PN — 4584, Electrical characteristics of low voltage differential signaling (LVDS) interface circuits, May 2000.
3. Small Form-factor Pluggable (SFP) MultiSource Agreement (MSA), September 2000.

### **ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА СЖАТИЯ КОДЕРА ХАФФМАНА В ВИРТУАЛЬНОМ ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ LABVIEW**

**Корниенко В.Т.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г. Таганрог

Алгоритм кодирования Хаффмана используется в протоколах сжатия данных MNP большинства модемов. Согласно данному протоколу размер передаваемого блока можно изменять от 64 до 256 байт с шагом в 64 байта, что зависит от качества канала связи и требуемой скорости передачи. Так, например, протокол MNP5 реализует комбинацию адаптивного кодирования с применением кода Хаффмана и группового кодирования. Протокол MNP7 использует более эффективный (по сравнению с MNP5) алгоритм сжатия данных и позволяет достичь коэффициента сжатия порядка 3:1. MNP7 использует улучшенную форму кодирования методом Хаффмана в

сочетании с марковским алгоритмом прогнозирования для создания кодовых последовательностей минимально возможной длины.

При изучении разделов дисциплин «Основы кодирования и шифрования информации», «Основы теории связи» и др. на кафедре РТС ЮФУ сопровождается прививанием студентам практических навыков в построении технических средств, обеспечивающих кодирование передаваемой информации в системах радиосвязи. Эта задача решается с использованием технологии создания виртуальных приборов в среде LabVIEW [1].

Целью работы является оценка коэффициента сжатия алгоритма Хаффмана основе технологии виртуальных приборов LabVIEW для выполнения кодирования различных видов сообщений в канале без помех с использованием вероятностного метода сжатия.

Используя среду LabVIEW [1], создан виртуальный прибор для реализации алгоритма кодирования Хаффмана с целью исследования степени сжатия различных типов сообщений. В качестве эксперимента взяты текстовые сообщения различной длины и оценена степень сжатия по алгоритму Хаффмана. Аналогичные измерения можно провести и для других сообщений – статического изображения (формат BMP), речевого сообщения (формат WAV) и др.

Процесс создания виртуального прибора LabVIEW для эксперимента выполнен в несколько этапов.

На первом этапе производится считывание текстового файла, подсчет размера алфавита передаваемого сообщения и расчет вероятностей встречаемости символов алфавита.

На втором этапе символы алфавита, встречающиеся в файле, выписываются в столбец в порядке убывания вероятностей их появления, затем два последних символа объединяются в один с суммарной вероятностью и формируется новый столбец в порядке убывания вероятностей, что продолжается до тех пор, пока не останется один составной символ, включающий все различные символы передаваемого сообщения с единичной вероятностью. Таблицы упорядоченных символов и вероятностей формируются в соответствующем фрагменте виртуального прибора, который в виду ограничения объема здесь не приведен, как и фрагменты виртуального прибора для последующих этапов кодирования.

На третьем этапе формируются матрицы нулей и единиц для встречаемости символов в каждом наборе, причем в матрицах логических пробников для логических нулей и единиц строки соответствуют кодируемым символам, а столбцы соответствуют строкам последних двух элементов наборов кодового дерева Хаффмана.

На четвертом этапе формируется кодовая таблица Хаффмана.

На пятом этапе производится кодирование по Хаффману исходного текстового сообщения, добавление кодовой таблицы Хаффмана к передаваемому сообщению, оценка коэффициентов сжатия и подготовка сформированного кода для передачи в канал модулятора.

Расчет коэффициентов сжатия проведен для следующих случаев: статистический коэффициент сжатия вычисляется как отношение размерности входного двоичного кода к средней длине кодового сообщения Хаффмана (сумме произведений вероятности встречаемости символов на длину соответствующего кодового слова Хаффмана); оптимальный коэффициент сжатия – как отношение длины исходного сообщения в битах к длине закодированного по Хаффману сообщения и реальный коэффициент сжатия – как отношение длины исходного сообщения в битах к длине закодированного по Хаффману сообщения вместе с размерностью кодовой таблицы.

В итоге, пользуясь возможностями LabVIEW, создан библиотечный модуль – вложенный виртуальный прибор кодера Хаффмана (на Рисунке 1 – для текстового сообщения), который можно использовать при создании других виртуальных приборов для анализа протоколов сжатия информации [2].

По результатам эксперимента при изменении числа кодируемых символов (количества байт информации) от 8 до 256, т.е. при изменении количества бит от 64 до 2048, для заданного фрагмента текстового сообщения можно получить зависимость коэффициентов сжатия от количества байт, которая изображена на Рисунке 2. Из приведенных результатов следует, что максимальный статистический коэффициент сжатия 3,2 может быть достигнут при кодировании 8 символов текстовой информации, при этом реальный коэффициент сжатия, получаемый с учетом передачи кодовой таблицы Хаффмана, показывает, что сжатия при передаче не происходит. Увеличения скорости передачи информации при динамическом методе кодирования по Хаффману за счет сжатия можно достичь лишь при передаче блока данных более 192 байт. В этом случае может быть достигнут реальный коэффициент сжатия  $\approx 1,2$ . Для того, чтобы увеличить реальный коэффициент сжатия при передаче блоков меньшей длины нужно использовать комбинированные алгоритмы сжатия: сочетание алгоритма Хаффмана с групповым кодированием и с марковским алгоритмом прогнозирования для создания кодовых последовательностей минимально возможной длины.

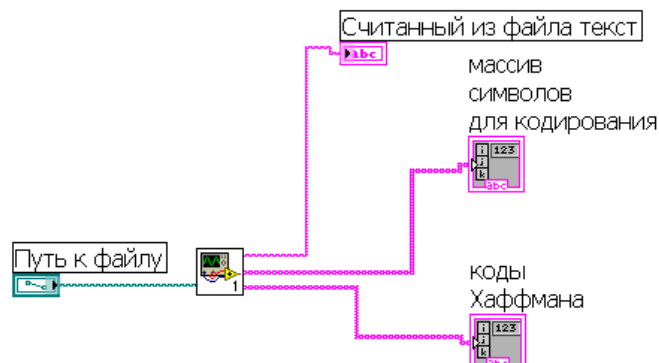
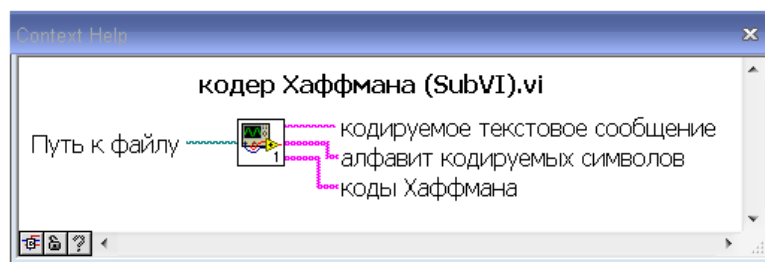


Рис.1. Библиотечный модуль – вложенный виртуальный прибор кодера Хаффмана

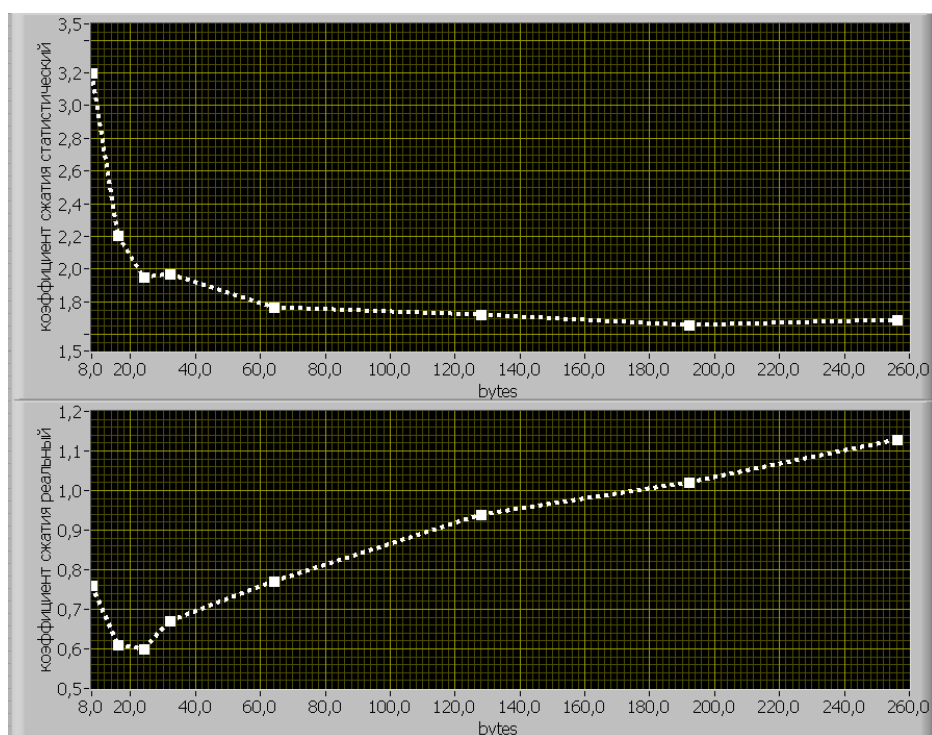


Рис.2. Зависимость коэффициентов сжатия от количества байт кодируемой информации

Таким образом, получены следующие результаты:

1. Создан библиотечный модуль LabVIEW кодера Хаффмана текстового сообщения (формат TXT).
2. Оценены коэффициенты сжатия текстового сообщения статистический и реальный (с учетом передачи кодовой таблицы).
3. Виртуальный прибор кодера Хаффмана используется в лабораторных экспериментах для студентов по направлению «инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Следовательно, использование новых информационных технологий в инженерном образовании позволило реализовать лабораторный практикум для исследования принципов построения кодеров передаваемых сообщений в канале без помех.

### Список литературы

1. Бутырин П.А., Васьковская Т.А., Каратаев В.В., Материкин С.В. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7. – М.: ДМК-пресс, 2005.
2. Корниенко В.Т. Руководство к лабораторно-практическим занятиям «Основы алгоритмов кодирования информации с примерами на LabVIEW» по дисциплине «Алгоритмы кодирования и шифрования информации». – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014.

## ПОДСЕКЦИЯ 3.

### СИСТЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ РАЗВЕДКИ И РАДИОПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

#### МЕТОД ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Клименко П.П.

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г. Таганрог

*Предложен подход к оценке количества сигналов  $N$ , в основе которого лежат особенности отклика дисперсионно-замедляющих структур (ДЗС) на воздействие совпадающих по времени радиосигналов.*

Задачи обнаружения, измерения параметров сигналов, оценивание неизвестного числа сигналов относятся к наиболее часто встречающимся задачам радиотехники.

К числу важнейших задач, которые необходимо решать, относятся задачи определения количества сигналов [1-3]. Однако реализация указанных методов сопряжена с определенными трудностями.

Рассмотрим более приемлемый эвристический метод [4] измерения количества сигналов  $N$ , в основе которого лежат особенности отклика дисперсионно-замедляющих структур (ДЗС) на воздействие совпадающих по времени радиосигналов.

В качестве исходных данных, на основе которых принимается решение, задается функция  $y(t)$ :

$$y(t) = \sum_{i=1}^N x_i(t, \tilde{\alpha}_i) + n(t), t \in [0, T].$$

Полагаются априорно неизвестными функции  $x_i(\tilde{\alpha}_i)$  и области изменения параметров  $\tilde{\alpha}_i, \alpha_i \in [\tilde{\alpha}_{i \min}, \tilde{\alpha}_{i \max}]$ . Требуется по наблюдениям  $y(\tilde{\alpha}_i)$  определить число  $N$  (где  $N$  – количество сигналов).

Дисперсионно-замедляющая структуры могут работать в трех режимах:

*Генерации*, при условии  $T_1 \gg T_0$ , где  $T_0$  перепад группового времени запаздывания ДЗС.

*Измерения комплексного спектра*  $T_1 = T_0$  и в режиме *фазосдвигающей цепи*, когда  $T_1 > T_0$ ,

В данном случае представляет интерес третий режим.

Найдем отклик ДЗС на воздействие отрезка гармонического колебания

Представим  $i$ -тый сигнал в виде:

$$x_i(\tilde{\alpha}_i) = \exp\left(-\frac{t^2}{2T_1}\right) \cdot \exp(j\omega t)$$

где  $\omega_i = 2\pi f_i$  – несущая частота;  $T_1$  – длительность входного сигнала.

Импульсная переходная характеристика ДЗС может быть записана в следующем виде:

$$h(\tilde{\alpha}_i) = \exp\left(-\frac{t^2}{2T_0}\right) \cdot \exp\left(j\omega_0 t + \frac{\mu t^2}{2}\right)$$

где  $T_0$  – длительность  $h(t)$ ;  $\omega_0 = 2\pi f_0$  – средняя частота ДЗС;  $\mu = \frac{\Delta\omega}{T_0} = \frac{2\pi\Delta f_l}{T_0}$ ,  $\Delta f_l$  – ширина

полосы пропускания ДЗС.

Используя интеграл свертки, можно определить отклик ДЗС на воздействие  $i$ -го радиоимпульса.

$$x_{\text{вых}}(t) = h(-\tau) \otimes S_i(t) = \frac{1}{\sqrt{(\Delta\omega T_1)^2 + (\Delta\omega T_0)^2}} \cdot \exp\left(-\frac{\Delta i^2}{2\Delta\omega^2}\right) \cdot \exp\left[-\frac{\left(t + \frac{\Delta i}{\mu}\right)^2}{2\left(1 + \frac{\Delta\omega^2 T_0^2}{\Delta\omega^4 T_1^2}\right) T_1^2}\right] \times$$

$$\exp\left[\omega_1 t - \frac{\Delta\omega T_0}{(\Delta\omega T_1)^2 + (\Delta\omega T_0)^2} \cdot \frac{\mu}{2} \left(t + \frac{\Delta i}{\mu}\right)^2 - \frac{1}{2} \operatorname{arctg}\left(\frac{\Delta\omega T_1}{\Delta\omega T_0}\right)^2\right],$$

где  $\Delta i = \omega_i - \omega_0$ ,  $\omega_i$  – несущая частота входного сигнала.

Длительность сигнала на выходе ДЗС равна [4]

$$T_{\text{вых}} = \sqrt{\frac{(\Delta\omega^2 T_0^2 + \Delta\omega^2 T_1^2)^2 + \Delta\omega^6 T_0^6}{\Delta\omega^2 T_1^2 (\Delta\omega^2 T_0^2 + \Delta\omega^2 T_1^2) (\Delta\omega^2 T_0^2 + \Delta\omega^2 T_1^2)}} T_1.$$

Кроме того, сигнал на выходе ДЗС задерживается на величину  $t_{3i}$ , равную

$$t_{3i} = \frac{\Delta\omega^4 T_0^2 T_1^2}{(\Delta\omega^2 T_1^2 + \Delta\omega^2 T_0^2) \mu} \cdot \frac{\Delta i}{\mu}.$$

При условии  $\Delta\omega T_0 \gg 1$  и  $\Delta\omega T_1$  можно показать, что

$$T_{\text{вых}} = T, \quad t_3 = \frac{\Delta i}{\mu}.$$

Таким образом длительность импульса на выходе ДЗС совпадает с длительностью входного импульса, а время запаздывания определяется только дисперсией линии задержки  $\mu$  и расстройкой  $\Delta i$  частоты входного сигнала относительно средней частоты ДЗС.

При воздействии двух сигналов с различными частотами  $\omega_1$   $\omega_2$  отклик на входе ДЗС может быть представлен в виде:

$$x(t) = e^{j\frac{\mu t^2}{2}} \cdot e^{j\omega_0 t} \sum_{i=1}^2 A(t - \tau_{3i})$$

Где  $A(t - \tau_{3i})$  – огибающая группового сигнала.

Время запаздывания второго сигнала относительно первого равно :

$$\tau_{3,21} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\mu}$$

Частота разрешающей части отклика ДЗС не зависит от  $\omega_1$

Длительность отклика ДЗС при этом равна:

$$T_{\text{вых}} = T_1 + \tau_{3,21}$$

Следовательно, ДЗС преобразует пространство совпадающих по времени входных сигналов в пространстве с частично разрешенными подмножествами сигналов. Относительная величина разрешенной части отклика первого сигнала относительно второго равна:

$$\sigma = \frac{\tau_{3,21}}{T_1} = \frac{\Delta f_{2,1}}{\Delta f_1} \cdot \frac{T_0}{T_1}$$

Обобщая, можно записать:  $T_{\text{вых}} = T_1 + N\tau_3$ .

Тогда для оценки  $\tilde{N}$  справедлива следующая формула:

$$\tilde{N} = \operatorname{entier} \left[ \frac{\tilde{T}_{\text{вых}} - T_1}{\tilde{\tau}_{3,21}} \right] + 1.$$

Процедура получения оценки  $\tilde{N}$ , таким образом, сводится к оценке длительности выходного отклика ДЗС  $\tilde{T}_{\text{вых}}$  и длительности разрешенной части отклика  $\tilde{\tau}_{3,21}$  первого сигнала относительно второго.

Основную трудность реализации алгоритма представляет оценка  $\tilde{\tau}_{3,21}$ . Учитывая независимость частоты разрешенной части отклика ДЗС от  $\omega_1$ , представляется возможным осуществить высокочастотное дифференцирование  $x_{\text{вых}}(t)$  [5] и тем самым оценить  $\tilde{\tau}_{3,21}$ .

Экспериментальные исследования рассмотренного алгоритма были проведены в среде Labview [6] и показали его работоспособность.

#### Список литературы

1. Шинаков Ю.С. Совместное обнаружения и разрешение неизвестного числа сигналов. Радиотехника и электроника №6, 1985. С.1131-1136.
2. Сирота Л.А., Кирсанов Э.А. Оценка числа источников радиоизлучения в смешанной выборке наблюдений на основе принципа частичной классификации. Радиотехника №6, 2002. С.42-48.
3. Фалькович С.Е., Коновалов Л.Н. Разрешение неизвестного числа сигналов. Радиотехника и электроника №1, 1982 .С.92-97.
4. Дятлов А.П., Клименко П.П., Макаров А.М. Определение неизвестного числа сигналов. Республиканская конф. // Обработка сигналов в локальных системах. Исследование неоднородных сред. Тезисы докл. - Свердловск, 1985г.
5. Ширман Я.Д. Разрешение и сжатие сигналов. - М. Сов.радио 1974.- 345с.
6. Клименко П.П., Клименко В.В., Максимов А.В. Программный комплекс для исследования характеристик огибающей радиосигнала на выходе дисперсионной линии задержки. Депонированная рукопись № 973-В 2008. – Москва. ВИНТИ 2008. – 33с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

**Пилипенко А.М.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, кафедра теоретических основ радиотехники, РФ, г.Таганрог

*Рассмотрена электрическая схема и математическая модель генератора хаоса на полевом транзисторе. Проведен численный анализ генератора хаоса во временной области с помощью программы Mathcad. Представлены результаты оценки точности численного анализа.*

В настоящее время одним из перспективных направлений развития сверхширокополосных (СШП) систем радиосвязи является применение хаотических колебаний в качестве СШП сигналов [1]. К СШП сигналам относят сигналы, имеющие относительную полосу  $D = \Delta F/F_{\text{ц}} \gg 0,2$  ( $F_{\text{ц}}$  – центральная частота сигнала и  $\Delta F$  – ширина спектра сигнала), а также сигналы с полосой  $\Delta F > 500$  МГц в диапазоне частот 3,1...10,6 ГГц [2]. Отметим, что для передачи информации в СШП системах связи используется не непрерывное хаотическое колебание, а поток хаотических радиоимпульсов, которые представляют собой фрагменты хаотического колебания, причем ширина спектра потока хаотических радиоимпульсов практически совпадает с шириной непрерывного хаотического колебания [3].

Рассмотрим электрическую схему генератора хаотических колебаний на полевом транзисторе (Рисунок 1) [4]. Эта схема сходна со схемой генератора на емкостной трехточке с биполярным транзистором. Однако, поскольку сопротивление затвор-исток у полевого транзистора значительно больше, чем соответствующее ему сопротивление база-эмиттер у биполярного транзистора, током через затвор в модели с полевым транзистором можно пренебречь. Полевые транзисторы являются типичными элементами, применяемыми в технологии, основанной на комплементарной структуре металл-оксид-полупроводник (КМОП). В настоящее время это наиболее активно развивающаяся твердотельная технология, а также наиболее дешевая как с точки зрения разработки, так и массового производства.



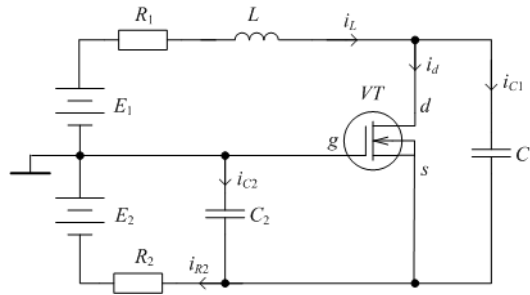


Рис. 1. Генератор хаотических колебаний на полевом транзисторе

Математическая модель генератора может быть представлена в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) относительно переменных состояния (токов индуктивностей и напряжений емкостей):

$$\begin{cases} L \frac{di_L}{dt} = -i_L R_1 - u_{C1} + u_{C2} + E_1; \\ C_1 \frac{du_{C1}}{dt} = i_L - i_d(u_{C2}); \\ C_2 \frac{du_{C2}}{dt} = -i_L + \frac{E_2 - u_{C2}}{R_2}. \end{cases} \quad (1)$$

Для проведения моделирования основных особенностей динамики генератора хаотических колебаний вольт-амперная характеристика (ВАХ) полевого транзистора  $i_d(u_{gs})$  определяется максимально простыми кусочно-линейными функциями. Такой подход позволяет получить результаты численного анализа динамики генератора примерно такими же, как и при использовании в расчетах сложной динамической модели полевого транзистора, встроенной в программы схемотехнического моделирования [4]. Далее будем описывать ВАХ полевого транзистора кусочно-линейной аппроксимацией:

$$i_d(u_{gs}) = \begin{cases} S(u_{gs} - U_0), & \text{при } u_{gs} \geq U_0; \\ 0, & \text{при } u_{gs} < U_0, \end{cases} \quad (2)$$

где  $i_d$  – ток стока;  $u_{gs}$  – напряжение затвор-исток;  $S$  – крутизна,  $U_0$  – пороговое напряжение.

В работе [4] было показано, что получение хаотических колебаний в генераторе на полевом транзисторе с крутизной характеристики  $S \approx 50 \text{ mA/V}$  и пороговым напряжением  $U_0 \approx 0,75 \text{ В}$  возможно при следующих параметрах элементов схемы приведенной на рис. 1:  $E_1 = 7 \text{ В}$ ,  $E_2 = 2 \text{ В}$ ,  $R_1 = 1,2 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 12 \text{ кОм}$ ,  $L = 358 \text{ нГн}$ ,  $C_1 = 0,106 \text{ пФ}$ ,  $C_2 = 0,212 \text{ пФ}$ . Максимум спектральной плотности мощности хаотических колебаний при этом будет лежать вблизи частоты  $f = 1 \text{ ГГц}$  и основная часть энергии сигнала сосредоточена в диапазоне частот ниже  $3 \text{ ГГц}$ . В свою очередь, для нелегального использования СШП сигналов в средствах беспроводной связи в большинстве развитых стран выделен диапазон частот  $3,1 \dots 10,6 \text{ ГГц}$ . Для того чтобы получить хаотическое колебание в полосе частот  $3,1 \dots 10,6 \text{ ГГц}$  необходимо использовать реактивные элементы с модифицированными параметрами [4]:

$$L' = \frac{1}{2\pi f'} \sqrt{\frac{L(C_1 + C_2)}{C_1 \cdot C_2}}; \quad (3)$$

$$C_1' = \frac{1}{2\pi f'} \sqrt{\frac{C_1(C_1 + C_2)}{L \cdot C_2}}; \quad (4)$$

$$C_2' = \frac{1}{2\pi f'} \sqrt{\frac{C_2(C_1 + C_2)}{L \cdot C_1}}; \quad (5)$$

где  $L$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  – параметры элементов, при которых достигается режим генерации хаотических колебаний вблизи частоты  $f$ ;  $f'$  – требуемая основная частота генерации.

Полагая  $f' = 3,1 \text{ ГГц}$  с помощью соотношений (4) – (6) получаем модифицированные значения параметров реактивных элементов:  $L' = 119 \text{ нГн}$ ,  $C_1' = 0,033 \text{ пФ}$ ,  $C_2' = 0,071 \text{ пФ}$ .

Моделирование генератора хаоса во временной области сводится к решению системы (1). Поскольку система ОДУ (1) является нелинейной, то для ее решения необходимо использовать численные методы. Одним из наиболее эффективных численных методов анализа различных типов автоколебательных систем является метод *BDF* (алгоритм Гира), основанный на формулах дифференцирования назад [5, 6]. Метод *BDF* обладает

минимальной для своего порядка точности вычислительной сложностью. Следует отметить, что в настоящее время для численного решения различных видов нелинейных систем ОДУ считается перспективным метод *RADAU5*, основанный на трехстадийном неявном методе Рунге-Кутты пятого порядка точности.

Для численного решения уравнений генератора удобно использовать программный пакет *Mathcad 15*, в который встроены алгоритмы *BDF* и *RADAU5*. Рассмотрим результаты численного моделирования генератора со следующими параметрами элементов:  $S \approx 50$  мА/В,  $U_0 \approx 0,75$  В,  $E_1 = 7$  В,  $E_2 = 2$  В,  $R_1 = 1,2$  кОм,  $R_2 = 12$  кОм,  $L' = 119$  нГн,  $C'_1 = 0,033$  пФ,  $C'_2 = 0,071$  пФ. На Рисунке 2 приведена временная диаграмма напряжения на выходе генератора  $u_{\text{вых}} = u_{C1}$ , полученная методом *BDF* при заданной максимальной относительной погрешности анализа  $TOL = 10^{-3}$ . Спектральная плотность мощности сигнала на выходе генератора, показана на Рисунке 3. Для расчета спектральной плотности мощности использовался метод Фурье-преобразования реализации случайного процесса.

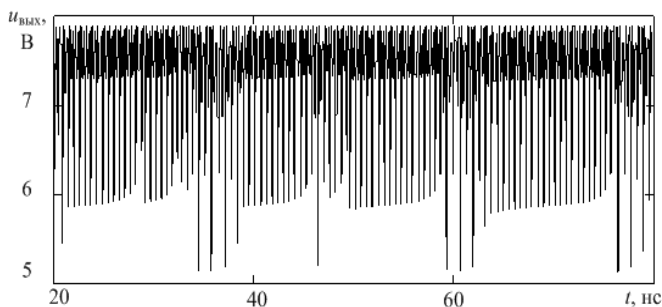


Рис.2. Напряжение на выходе генератора

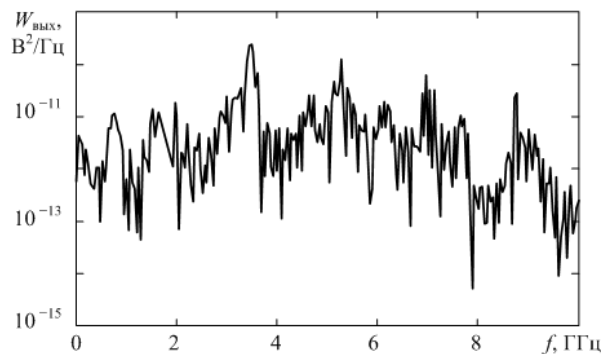


Рис.3. Спектральная плотность мощности сигнала на выходе генератора

Из Рисунка 3 видно, что в рассматриваемом автогенераторе при модифицированных параметрах реактивных элементов имеет место сверхширокополосная генерация хаотических колебаний, причем основная часть энергии хаотического сигнала лежит в диапазоне частот от 3 ГГц до 10 ГГц, что соответствует требованиям к нелицензируемому использованию СШП сигналов.

Для оценки точности полученных результатов напряжение  $u_{\text{вых}}$  определялось методами *BDF* и *RADAU5* при различных значениях  $TOL$  – от  $10^{-15}$  до  $10^{-2}$ . Зависимости модулей относительных погрешностей оценки математического ожидания и среднеквадратического отклонения (СКО) выходного напряжения от значения  $TOL$  для различных численных методов показаны на рис. 4. Сплошные кривые на рис. 4 соответствуют методу *BDF*, штриховые – *RADAU5*. В качестве истинных значений математического ожидания и СКО были приняты значения, полученные из анализа выходного напряжения, рассчитанного методом *BDF* при  $TOL = 10^{-15}$ .

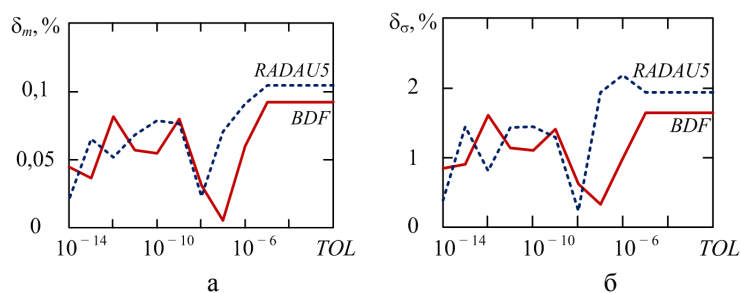


Рис.4. Зависимости модулей относительных погрешностей оценки математического ожидания (а) и СКО (б) выходного напряжения от значения  $TOL$

Из Рисунка 4 видно, что при использовании для анализа автогенератора метода *RADAU5* относительная погрешность оценки математического ожидания  $\delta_m < 0,15$  %, относительная погрешность оценки СКО  $\delta_\sigma < 2,5$  %. Отметим, что метод *RADAU5* при установке  $TOL < 10^{-14}$  не позволяет получить численное решение системы (1). Данная проблема связана, по-видимому, с высокими вычислительными затратами метода *RADAU5*. При использовании метода *BDF* указанный недостаток отсутствует, кроме того, погрешности  $\delta_m$  и  $\delta_\sigma$  полученные методом *BDF* при  $10^{-7} \leq TOL \leq 10^{-2}$  оказываются меньше аналогичных погрешностей метода *RADAU5* в 1,5 – 2 раза.

Следует отметить, что при изменении параметров резистивных элементов рассматриваемый генератор может перейти в режим детерминированных колебаний. Для создания генератора с постоянной спектральной плотностью мощности в заданной полосе частот наибольший интерес представляет область значений сопротивления  $R_2$  от 10 до 15 кОм, как область хаотических режимов с наибольшим диапазоном значений локальных экстремумов, а значит, потенциально с наибольшей эффективностью. Достоверность полученных результатов численного анализа генератора подтверждается их многократной проверкой с помощью различных методов и при различных установках точности анализа. Оценка основных статистических характеристик полученных хаотических колебаний показывает, что погрешность численного моделирования генератора не превышает 2 %.

*Работа выполнена при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-398.2012.5).*

#### Список литературы

1. Дмитриев А.С., Клецов А.В., Лактюшкин А.М., Панас А.И., Старков С.О. Сверхширокополосная беспроводная связь на основе динамического хаоса // Радиотехника и электроника. 2006. Т. 51. № 10. С. 1193-1209.
2. Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Клецов А.В., Кузьмин Л.В., Лактюшкин А.М., Юркин В.Ю. Сверхширокополосная беспроводная связь и сенсорные сети // Радиотехника и электроника. 2008. Т. 53. № 10. С. 1278-1289.
3. Дмитриев А.С., Клецов А.В., Лактюшкин А.М., Панас А.И., Синякин В.Ю. Сверхширокополосная СВЧ приемопередающая платформа на основе хаотических сигналов // Радиотехника. 2007. № 1. С. 90-95.
4. Григорьев Е.В., Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Кузьмин Л.В. Генератор хаоса на полевом транзисторе. Математическое и схемотехническое моделирование // Радиотехника и электроника. 2007. Т. 52. № 12. С. 1463-1471.
5. Пилипенко А.М., Бирюков В.Н. Исследование эффективности современных численных методов при анализе автоколебательных цепей // Журнал радиоэлектроники. 2013. №8. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/aug13/9/text.html> (дата обращения 28.08.2014).
6. Пилипенко А. М., Бирюков В. Н. Оценка точности численного анализа релаксационного генератора // Журнал радиоэлектроники. 2013. №11. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/nov13/6/text.html> (дата обращения 28.08.2014).

#### **ПОДСЕКЦИЯ 4. КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

#### **ПОДСЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИИ, РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОСИСТЕМ**

##### **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ WiMAX СВЯЗИ**

**Ноаман Хешам Имад Аль-сагир , Галёб Хешам Абдо Нажди, Кисель Н.Н.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г.Таганрог

*В статье приведены результаты моделирования характеристик микрополосковой антенны на частоте 3,2 ГГц для WiMax связи. Геометрические размеры антенны оптимизированы в специализированном пакете 3D-электромагнитного проектирования FeKo. В результате оптимизации уровень обратных потерь для рабочей полосы частот 100 МГц не превышает -13 дБ, коэффициент усиления составляет порядка 5дБ.*

Исследованию микрополосковых антенн (МПА) посвящено большое количество публикаций. Главные достоинства микрополосковых антенн состоят в том, что они компактны, просты в изготовлении, дешевы и конформны с поверхностями, на которых размещаются [1-3].

Излучающий элемент может быть составлен из единственного источника или из группы источников. Составными частями простейшего типового микрополоскового излучателя являются тонкая прямоугольная металлическая пластина (1), расположенная на диэлектрической пластине (2) (подложка), обратная сторона которой полностью металлизирована и экрана (3); такая МПА представлена на рис. 1.

МПИ представлен в виде последовательного соединения двух отрезков открытой на конце линии, причем сумма длин отрезков равна физической длине излучателя.

Для антенн СВЧ предпочтительной является толщина диэлектрика от  $\lambda_0/20\sqrt{\epsilon_r\mu_r}$  до  $\lambda_0/50\sqrt{\epsilon_r\mu_r}$ , где  $\lambda_0$  – длина волны в свободном пространстве,  $\epsilon_r, \mu_r$  – соответственно диэлектрическая и магнитная проницаемости подложки. При этом толщина антенного устройства может колебаться от 0,794 до 3,175 мм. Хотя форма металлических пластин излучателей в общем случае весьма разнообразна, далее рассматривается вариант МПА в виде прямоугольного патча.

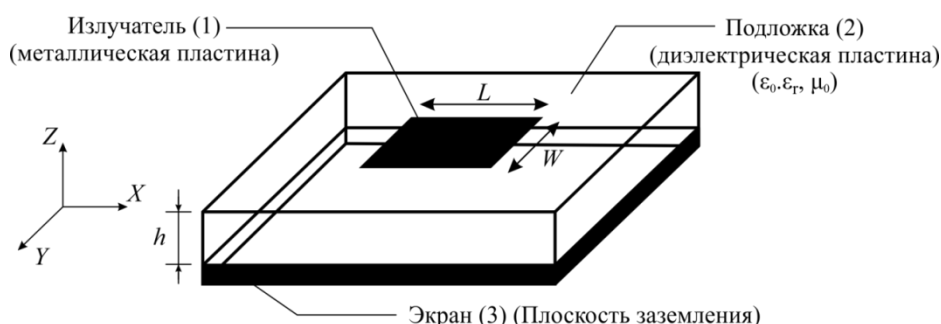


Рис.1. Модель микрополосковой антенны

От формы излучателя, зависят характеристики излучения антенны, которые, по существу, определяют распределение, полей в антенне. Поэтому форма излучателя определяет выбор способа подключения сигнальных линий (линии питания или возбуждения).

Существует различные варианты возбуждения подключения сигнальных линий к микрополосковым антеннам, один из которых приведен на Рисунке 2.

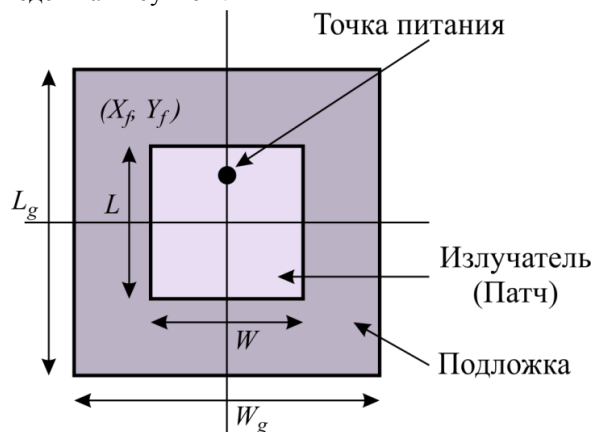


Рис.2. Микрополосковая антенна, схема питания

Оптимальная ширина прямоугольного излучателя микрополосковой антенны может быть найдена при помощи выражения:

$$W = \frac{1}{2f_0\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r+1}}$$

Повышение излучающей способности приводится с увеличением ширины антенны. Однако, при ширине антенны, превышающей некоторое оптимальное значение, начинают возбуждаться волны более высоких порядков, что ухудшает характеристики излучения.

Среда вокруг излучателя не является однородной. С одной стороны излучателя находится диэлектрик, с другой стороны воздух. Поэтому эффективная диэлектрическая проницаемость излучателя оценивается по формуле:

$$\varepsilon_{reff} = \left(\frac{\varepsilon_r + 1}{2}\right) + \left(\frac{\varepsilon_r - 1}{2}\right) \frac{1}{\sqrt{1 + 10 \frac{h}{W}}}$$

Длина излучателя

$$L = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\varepsilon_{reff}}} = -2\Delta L$$

где  $\Delta L$  - изменение длины из-за действия граничных полей на концах излучателя,

$\varepsilon_{reff}$  - эффективная диэлектрическая проницаемость.

Величину  $\Delta L$  можно оценить при помощи выражения:

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\varepsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\varepsilon_{reff} + 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)}, W/h > 1$$

Эффективная длина рассчитывается следующим образом:

$$L_{eff} = L + 2\Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

Модели линии передачи используют бесконечную плоскость заземления. Однако, из практических соображений, плоскость заземления должна быть конечной. Было показано, что получаемые результаты для конечных и бесконечных плоскостей оказываются сходными, если размер плоскости заземления больше размера патча примерно на шестикратное значение толщины подложки.

Таким образом, для этой конструкции (Рисунок 2), размеры плоскости заземления задаются следующим образом:

$$L_g = 6h + L, \quad W_g = 6h + W$$

Она может быть выражена при помощи полной добротности  $Q$ , резонансной частоты  $f_0$  и максимального коэффициента стоячей волны напряжению  $S_{max}$

$$\Delta f = \frac{f_0 S_{max} - 1}{Q \sqrt{S_{max}}}$$

Добротность квадратной МПА без учета омических потерь (так называемую добротность излучения) можно приближенно оценить с помощью соотношения

$$Q \approx \varepsilon_r D \frac{\lambda_0}{16h}$$

где:  $D$  - КНД антенны,  $h$  - толщина подложки.

Поскольку ширина частотного диапазона обратно пропорциональна диэлектрической проницаемости подложки, она увеличивается с ростом высоты подложки.

В работе исследована прямоугольная МПА, возбуждаемая коаксиальным зондом. Точка питания должна быть расположена на патче в таком месте, чтобы входное сопротивление оказалось равным 50 Ом на резонансной частоте. Выбор точки питания происходит следующим образом: Для разных местоположений точки питания, сравниваются значения потери на отражение ( $S_{11}$ ) и найденная точка соответствует минимальной величине  $S_{11}$ . Этот процесс реализован в виде задачи оптимизации по заданному критерию в пакете FEKO [4].

Были выбраны следующие параметры: диэлектрическая проницаемость подложки  $\varepsilon_r = 2.2$  (материал Rogers RT/duroid 5880 (tm)), тангенс диэлектрических потерь  $\tan(\delta) = 0.001$ , толщина диэлектрика  $h = 0.32$  мм. Размеры антенны из инженерной методики расчета рассчитаны ширина  $W = 33$  мм и длина  $L = 27$  мм. Для выбранных размеров, как показали расчеты уровень обратных потерь составляет около -10дБ, а КСВ не превышает 2,5. Выполнение процесса оптимизации геометрических размеров антенны привело к тому, что обратные потери не выше 12,8 дБ и КСВ не превышает 1,5 (см. рис.3), а коэффициент усиления составляет 5 дБ.

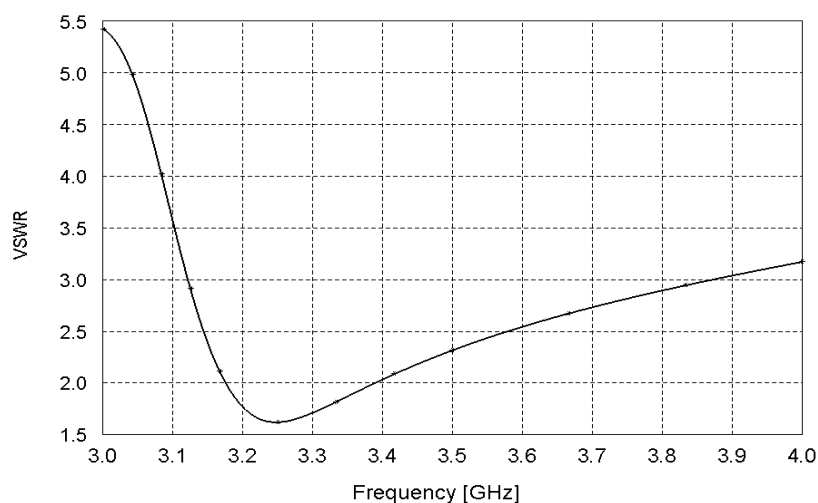


Рис.3. Частотная характеристика КСВ

Таким образом, даже используя микрополосковые излучатели простейшей формы, можно получать достаточно хорошие результаты как по КСВ антенны, так и по коэффициенту усиления. Процесс оптимизации антенны является неотъемлемым этапом моделирования, так как приближенные формулы позволяют только задать начальное приближение.

#### Список литературы

1. R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl and A. Ittipiboon, "Microstrip Antenna Design Handbook", Artech House Antennas & Propagation Library, Nov 2000 .
2. R. Dewan, S. K. A. Rahim, S.F. Ausordin, H. U. Iddi and M.Z.A. Abd. Aziz. X-Polarization Array Antenna with Parallel Feeding for WiMAX 3.55 GHz Application// IEEE International RF and Microwave Conference (RFM 2011), 12th - 14th December 2011, Seremban, Malaysia, pp.368-372.
3. Adnane-Latif Design of Miniature Patch Antenna Around the Frequency 3.5 GHz for WIMAX Technology// IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 1, No 2, January 2012, pp.357-361
4. Кисель Н.Н. Моделирование прикладных задач электродинамики и антенн на супервычислительной системе в пакете FEKO: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ. 2013. – 326 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SIMPLEX-МЕТОДА

**Галёб Хешам Абдо Нажди, Ноаман Хешам Имад Аль-сагир, Кисель Н.Н.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г. Таганрог

*В статье приведены результаты моделирования характеристик микрополосковой антенны на частоте 2,4 ГГц. Геометрические размеры антенны оптимизированы в специализированном пакете 3D-электромагнитного проектирования Feko. В результате оптимизации уровень обратных потерь для рабочей полосы частот 100 МГц не превышает -25 дБ, коэффициент усиления составляет порядка 6дБ.*

В настоящее время микрополосковые антенны имеют широкое применение, что связано высокой технологичностью и повторяемостью, низкой стоимостью, возможностью легко реализовать линейную, круговую и эллиптическую поляризации, развитие технологии позволяет интегрировать вместе с антеннами дополнительные устройства выполняющие обработку сигналов, например, фазовращатели, фильтры [1-2]. Одним из недостатков таких антенн является резонансный их характер и узкий рабочий диапазон.

Для расчета и оптимизации микрополосковой антенны использовался пакет FEKO. Конфигурация исследуемой антенны и основные геометрические размеры приведены на Рисунке 1. Диэлектрическая проницаемость материала подложки  $\epsilon=2,4$  и толщина подложки  $h=1,58$  мм. Питание реализовано с помощью микрополоскового порта.

В качестве оптимизируемых параметров выбраны размеры W, L, S, P, указанные на Рисунке 1 и Табл.1. В качестве критерия оптимизации задан минимум обратных потерь или минимум коэффициента стоячей волны (КСВН). Для параметров заданы границы изменения в Табл.1. Оптимизация антенны выполняется в диапазоне частот 2,4 ГГц ±50МГц [3].

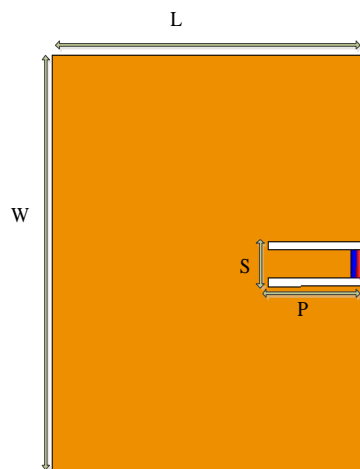


Рис.1. Конфигурация микрополосковой антенны

Таблица 1

Диапазон изменения параметров антенны

Параметры	W	L	P	S
Диапазон изменения размеров	40 - 50	35 - 45	5 – 20	0 - 10

Для определения места подключения антенны питающего фидера использовался метод *Simplex (Nelder-Mead)* – метод Нелдера-Мида, также известный как метод деформируемого многогранника или симплекс-метод. При реализации этого метода не используются производные целевой функции, что позволяет применять его к негладким и/или зашумлённым функциям. Суть метода заключается в последовательном перемещении и деформировании треугольника («симплекса») вокруг точки экстремума [4].

В качестве целевой функции рассматривается оптимизация по элементам матрицы рассеяния *S-parameter Goal* – задается минимум *KCB(VSWR)* на заданной частоте

$$KCB = VSWR = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|}$$

Алгоритм метода заключается в следующем, предположим, имеется целевая функция *n*-переменных *VSWR(x, y)* функция определена во всех встречающихся точках *x, y* (координаты питающего фидера).

Параметры метода задаются по умолчанию:

- коэффициент отражения  $\alpha > 0$ , обычно выбирается равным 1.
- коэффициент сжатия  $\beta > 0$ , обычно выбирается равным 0,5.
- коэффициент растяжения  $\gamma > 0$ , обычно выбирается равным 2.

1. Задается  $n + 1$  точка  $p_i = p(x_i, y_i)$ ,  $i = 1 \dots n + 1$ , образующие симплекс *n*-мерного пространства.

В этих точках вычисляются значения функции:  $VSWR_i = VSWR(x_i, y_i)$ .

2. Выполняется «сортировка», из вершин симплекса выбираем три точки:  $p_h$  с наибольшим (из выбранных) значением функции  $VSWR_h$ ,  $p_g$  со следующим по величине значением  $VSWR_g$  и  $p_l$  с наименьшим значением функции  $VSWR_l$ . Целью дальнейших манипуляций будет уменьшение  $VSWR_h$ .

3. Определяется центр тяжести всех точек

$$p_c = \frac{1}{n} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq h}}^{m+1} p_i$$

4. Находится «отражение» точки  $p_h$  относительно  $p_c$  с коэффициентом  $\alpha$  (при  $\alpha = 1$  это соответствует центральной симметрии), в полученной точке  $p_r$  вычисляется значение целевой функции  $VSWR_r$ . Координаты новой точки вычисляются по формуле

$$p_r = (1 + \alpha)p_c - \alpha * p_h.$$

5. Выполняется сравнение  $VSWR_r$  со значениями КСВ  $VSWR_h$ ,  $VSWR_g$ ,  $VSWR_l$  и проверка возможных условий:

если  $VSWR_r < VSWR_l$ , то направление выбрано удачно и можно увеличить шаг «растяжения», новая

точка  $p_e = (1 + \gamma)p_c - \gamma p_r$ ;

если  $VSWR_e < VSWR_l$ , то можно расширить симплекс до этой точки: присваиваем точке  $p_h$  значение  $p_e$  и прервать итерацию;

если  $VSWR_e > VSWR_l$ , то перемещение слишком далеко: присваивается точке  $p_h$  значение  $p_r$ , заканчивается итерация и проверяется выполнение критерия сходимости;

если  $VSWR_l < VSWR_r < VSWR_g$ , то выбор точки неплохой (новая точка лучше двух прежних).

Присваивается точке  $p_h$  значение  $p_r$  и проверяется выполнение критерия сходимости;

если  $VSWR_h < VSWR_r < VSWR_g$ , то меняются местами значения  $p_r$  и  $p_h$ , после чего выполняется операция «сжатия»;

если  $VSWR_r > VSWR_h$ , выполняется операция «сжатия».

После преобразования получим  $VSWR_r > VSWR_h > VSWR_g > VSWR_l$

6. Выполняется операция «сжатия», строится точка  $p_s = \beta p_h + (1 - \beta)p_c$  и выполняется одно из следующих:

если  $VSWR_s < VSWR_h$ , то присваиваем точке  $p_h$  значение  $p_s$  и проверяется выполнение критерия сходимости;

если  $VSWR_s > VSWR_h$ , то первоначальные точки оказались самыми удачными.

7. Выполняется «глобальное сжатие» симплекса к точке с наименьшим значением  $p_l$ :

$$p_i = p_l + (p_i - p_l) / 2, i \neq l.$$

8. Проверяется сходимость, заключающаяся в проверке взаимной близости полученных вершин симплекса.

Оптимизированные параметры антенны с использованием симплексного метода приведены в Табл.2.

Таблица 2

Геометрические параметры антенны после оптимизации

W	L	P	S
49	39,6	12,1	5,3

Рассчитанная частотная характеристика обратных потерь  $S_{11}$  антенны на частоте 2,4 ГГц показала, что обратные потери не превышают -25 дБ, КСВН близок к единице (см. Рисунок 2), максимальный коэффициент усиления составляет 6,67 дБ (см. Рисунок 3).



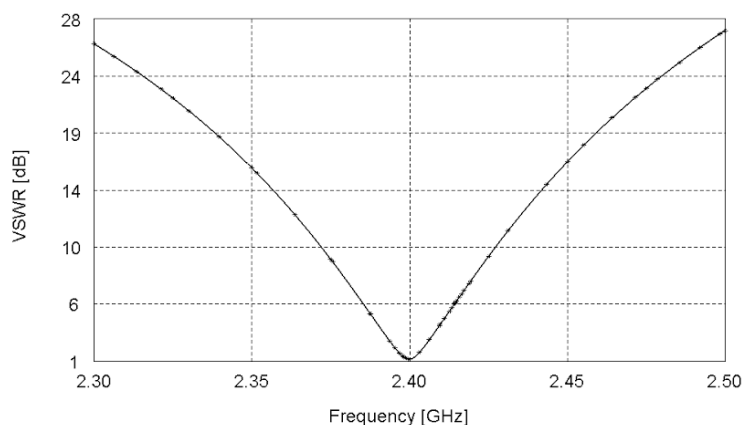


Рис.2. Частотная зависимость КСВН антенны

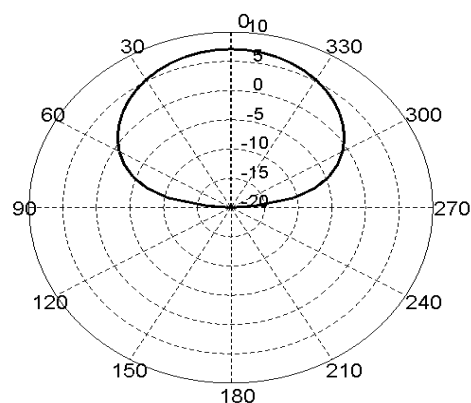


Рис.3. Коэффициент усиления антенны на частоте 2.4ГГц

Оптимизация патч антенны была реализована симплексным методом с помощью пакет Feko suite 5.5. Этот метод легкий, точный и надежный для оптимизирования работы микрополосковых антенн. Этот метод также может быть использован в дизайн различных сложных СВЧ и цепей миллиметровых волн. Желаемые результаты были достигнуты.

#### Список литературы

5. Constantine A Balanis Antenna Theory, Analysis and Design. John Wiley & Sons Inc, 2nd Edition, 2005(Reprint).
6. K.P. Yang and K.L. Wong Dual-band circular-polarized microstrip antenna// IEEE TransAntennas Propagat, Vol. 49, 377–381, 2001.
7. Yogesh Choukiker, S K Behera, D Mishra & R K Mishra Optimization of dual band micro strip antenna using PSO 2009 IEEE.
8. Кисель Н.Н. Моделирование прикладных задач электродинамики и антенн на супервычислительной системе в пакете FEKO: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ. 2013. – 326 с.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ S-ДИАПАЗОНА

**Хамед Махьюб, Кисель Н.Н.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г.Таганрог

*В работе представлено исследование микрополосковой антенной решетки в диапазоне 2,5-2,7 ГГц в программной среде трехмерного электромагнитного моделирования FEKO с использованием ядра OPTFEKO. Выполнена оптимизация по критерию минимума коэффициента стоячей волны (КСВ) с использованием Simplex метода. Представлены частотные зависимости КСВ антенной решетки до и после оптимизации.*

Одной из основных тенденций развития современных телекоммуникационных технологий является миниатюризация радиоэлектронной устройств. Известно, что характеристики этих устройств в значительной степени определяются свойствами и конструктивно-электрическими параметрами её антенно-фидерного устройства. В настоящее время используются различные виды многоэлементных микрополосковых антенных решёток (МПАР) в современных технологиях, требующих высокую скорость передачи данных и дальность для предоставления качественных услуг для пользователей. МПАР, изготавливаемые по технологии интегральных схем, обеспечивают высокую повторяемость размеров, низкую стоимость, габаритные размеры, массу. Использование диэлектриков в конструкции антенны позволяет дополнительно уменьшить размеры антенны.

Использование многоэлементных МПАР, возбужденных через одну точку подачи, обеспечивает высокую скорость передачи данных без увеличения общей мощности передачи и полосы пропускания канала. в целях устранения замирания, которое возникает из-за многолучевого распространения. Они широко применяется для увеличения дальности и надежности Wi-Fi LAN, Bluetooth, PDA (персональных цифровых помощников) DCS (Цифровая система связи) и, в основном, в области мобильной связи.

Микрополосковые антенны обеспечивают высокую повторяемость размеров, низкую стоимость, малые металлоемкость, габаритные размеры, массу. Для современных систем широкополосного беспроводного доступа, необходимы антенные решетки для базовых и абонентских станций; секторных и всенаправленных; стационарных и мобильные.

В работе рассмотрено проектирование четырехэлементной микрополосковой антенны 2,5-2,7 ГГц. Расстояния между излучателями составляет порядка половины длины волны и требует точного учета взаимного влияния между элементами антенной решетки (см. Рисунок 1).

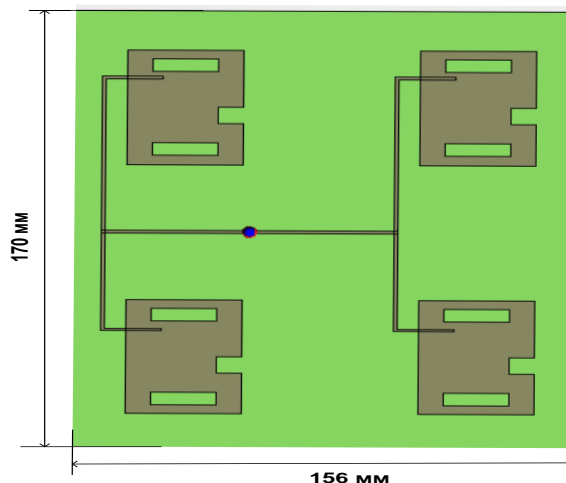


Рис.1. Микрополосковая антенная решетка

Для моделирования использовался пакет трехмерного электродинамического моделирования FEKO, позволяющий выполнить оптимизацию параметров антенны и исследовать характеристики антенны. Для одного элемента антенной решетки был выполнен предварительный расчет согласно [1] при толщине подложки  $t = 1,5$  мм и относительной диэлектрической проницаемости  $\epsilon_r = 2,4$  и тангенсом электрических потерь  $\tan\delta = 0,001$ . Оптимизация антенной решетки выполнялась в 2 этапа: по одному элементу антенной решетки для определения геометрических параметров элементов излучателя; по взаимному расположению элементов в антенной решетке.

Оптимизация параметров одного элемента излучателя микрополосковой антенной решетки выполнялась по критерию минимального коэффициента стоячей волны  $KCB$  ( $VSWR$ ) на заданной частоте

$$KCB = VSWR = \frac{1 + |S_{mn}|}{1 - |S_{mn}|}$$

Для оптимизации использовался Simplex-метод (Nelder-Mead), известный как метод деформируемого многогранника. При реализации этого метода не используются производные целевой функции, что позволяет применять его к негладким функциям. Суть метода заключается в последовательном перемещении и деформировании треугольника («симплекса») вокруг точки экстремума.

В качестве параметров оптимизации были взяты размеры щелей (по ширине и длине) и координаты точки подключения питания (см. Рисунок 2).

Ниже приведена Табл.1 с размерами одного излучателя, полученными в ходе предварительного расчета по [1-3] и в результате оптимизации.

После выполнения процедуры оптимизации  $KCB$  составил не более 1,3 в диапазоне частот 2,64 - 2,68 ГГц. Ниже приведены размеры антенны, полученные после оптимизации (см. Рисунок 3).

Таблица 1

Размеры щелей МПА до и после оптимизации

Параметры излучателя	Предварительный расчет излучателя, мм	Размеры излучателя после оптимизации, мм
Размер горизонтальных щели	(16,2; 3,9)	(19,22; 4,75)
Место подключения питания	(3,14; 7,9)	(-9,98; -6,52)

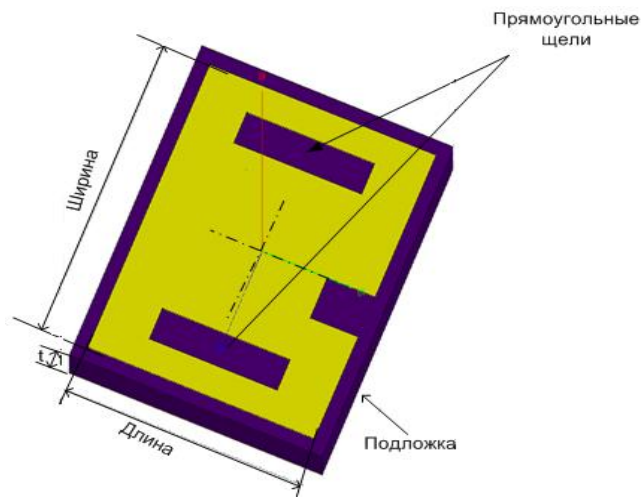


Рис.2. Геометрия одного элемента излучателя МПАР

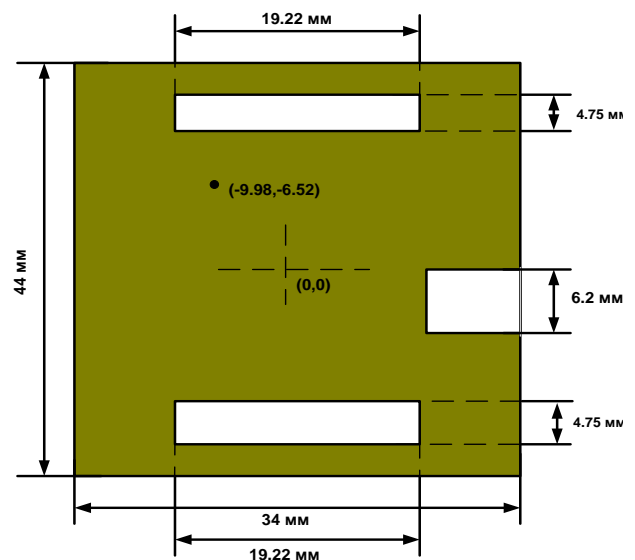


Рис.3. Проект одного элемента излучателя МПАР

Компоновка излучателей в антенную решетку приводит к тому, что КСВ такой решетки оказывается уже более 7, что связано с взаимным влиянием излучателей друг на друга. Следующим шагом было выполнение оптимизации по взаимному размещению между излучателями с использованием того же критерия минимума КСВ. Частотные зависимости КСВ для антенной решетки до и после оптимизации приведены на Рисунке 4.

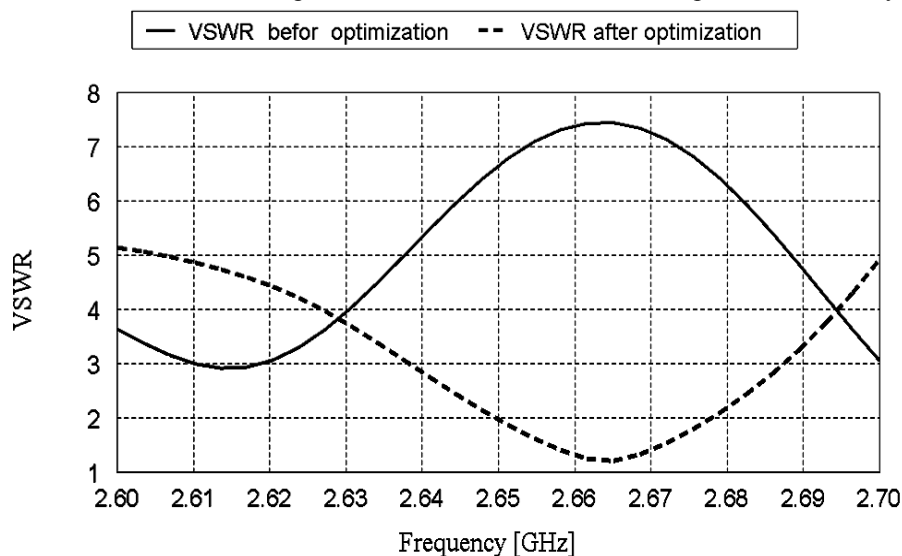


Рис.4. Частотная зависимость КСВ для микрополосковой антенной решетки до и после оптимизации

Как показали расчеты, что расстояние между элементами антенной решетки не должно быть меньше  $\lambda/2$  для уменьшения влияния взаимной связи между элементами.

Таким образом, в работе проведены исследования по оптимизации конструкции микрополосковой антенной решетки S-диапазона по критерию обеспечения минимального КСВ. Показаны возможности улучшения характеристик современных антенн при минимальных конструктивных изменениях путем оптимизации геометрических параметров антенны и выбора место подключения питания. Коэффициент направленного действия антенной решетки в исследуемом диапазоне частот составил 12,7 дБ, что на 1,5 дБ больше по сравнению с антенной решеткой до оптимизации. КСВ равен 1.3 для одного элемента излучателя и многоэлементных МПАР, и также обратная потери RL для одного элемента излучателя равен -16,5 дБ и для многоэлементных МПАР равен - 25 дБ.

### Список литературы

1. Design, Analysis and Optimization of A Slotted Microstrip Patch Antenna, International Journal on Electrical Engineering and Informatics - Volume 2, Number 2, 2010
2. A. Gorokhov, D. A. Gore, and A. J. Paulraj, "Receive antenna selection of MIMO flatfading channel: Theory and algorithms," IEEE Trans. Inform. Theory, vol.49, pp. 2867-2896, Oct.2003
3. Кисель Н.Н. Моделирование прикладных задач электродинамики и антенн на супервычислительной системе в пакете FEKO: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ. 2013. – 326 с.

## НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОБ ОТКАЗАХ РЭА

**Горбунова Е.Б.**

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, РФ, г.Таганрог

В работе рассмотрен статистический метод, ориентированный на обработку выборок данных критически ограниченного объема, при условии отказа от предположения о нормальности распределения исходной генеральной совокупности.

Большинство используемых в инженерной практике статистических методов было разработано в период с 1930 по 1980 годы. Вычисления в этот период были крайне дороги и трудоемки, что вынуждало статистиков принимать ряд допущений и гипотез относительно свойств анализируемых данных. В частности, многие методы основаны на предположении о нормальности распределения статистических данных [1,3], что, очевидно, не всегда соответствует действительности. Кроме того, невозможность интенсивного применения численного анализа ограничивала множество доступных для исследования статистических мер теми, чьи свойства имели аналитическое выражение. На современном этапе развитие вычислительной техники дало жизнь целому ряду методов, свободных от указанных ограничений за счет колоссального количества производимых на ЭВМ вычислений. Действительно, вычислительная мощность, доступная сегодня каждому студенту, была запредельной еще 30 лет назад, когда эти методы только входили в обиход. К таким методам относят бутстрэп (bootstrap), «складной нож» (jackknife), метод перекрестной проверки (cross-validation) и ряд других. Эти алгоритмы основаны на формировании так называемых «псевдовыборок» на основе исследуемой реализации случайного процесса. Их называют непараметрическими, поскольку они не эксплуатируют предположений относительно вида закона распределения и параметров исследуемой случайной величины [3].

В общем случае, непараметрический подход к построению эмпирической функции распределения требует повторности наблюдений и большого количества статистических данных, что обычно невыполнимо при решении задач прогнозирования надежности радиоэлектронных систем. В случае, когда статистические оценки производились по одной реализации, естественным образом встает вопрос о состоятельности таких оценок и доверительном интервале. Для решения этой задачи применяют бутстрэп-анализ. Идея этого метода состоит в имитации процесса получения большого количества выборок через многократное копирование исходной и тщательного «перемешивания» получившейся таким образом случайной величины. Такая процедура позволяет произвести оценку статистической достоверности определения какого-либо параметра случайной величины по одной реализации.

Рассмотрим этот метод на примере анализа данных о времени наработки между отказами, полученные в ходе эксплуатации РЛС типа «Гроза». Попробуем оценить статистический момент первого и второго порядка для распределения наработки между отказами по данным одного блока.

Блок № 0062 имеет следующую наработку между отказами (ч.):  
 $A = [48; 229; 452; 609; 786; 580; 881; 1212]$ .

Временно будем полагать, что нам доступна только эта выборка. Для получения выборок бутстрэпа скопируем эти данные 1000 раз, перемешаем, затем извлечем 99 выборок того же объема, что и исходная. На Рисунке 1а представлены гистограммы, демонстрирующие распределения значений математического ожидания и дисперсии, оцененные по выборкам бутстрэпа. Задавшись уровнем значимости, по этим гистограммам можно сделать интервальную оценку искомых параметров. Но насколько эти оценки могут быть распространены на остальные типовые блоки РЛС «Гроза»? Или, другими словами, отражают ли эти оценки, полученные по одной выборке, свойства всей совокупности? Чтобы это выяснить, были обработаны данные о наработке между отказами для 99 аналогичных блоков. По каждому блоку были оценены искомые параметры. Гистограммы распределения их значений приведены на Рисунке 1б.

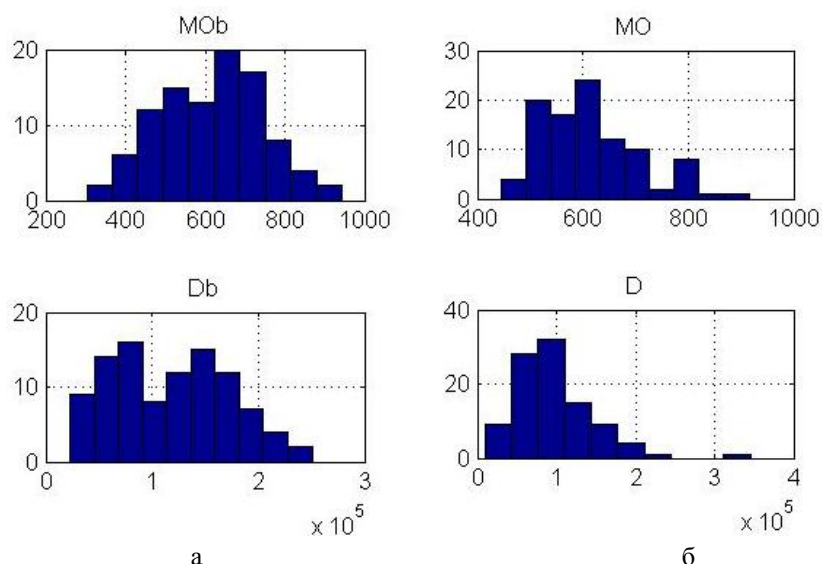


Рис.1. Гистограммы распределения математического МО и дисперсии для наработки между отказами РЛС типа «Гроза»: оценка с использованием бутстрэп-анализа (а); оценка по 99 типовым блокам (б).

Можно заметить, что гистограммы на Рисунке 2 а и 2 б дают близкие интервальные оценки соответствующих параметров. Хотя все рассматриваемые блоки являются типовыми, различие условий эксплуатации, очевидно, оказывает влияние на разброс параметров их совокупности. Тем не менее, мы наблюдаем, что распределения оценок статистических моментов, полученные для наработки между отказами блока № 0062 методом бутстрэп-анализа, в значительной степени повторяют аналогичные, но полученные по всей совокупности имеющихся данных. Этот факт говорит в пользу того, что исследованная выборка, несмотря на критически малый объем, в значительной степени отражает свойства всей совокупности.

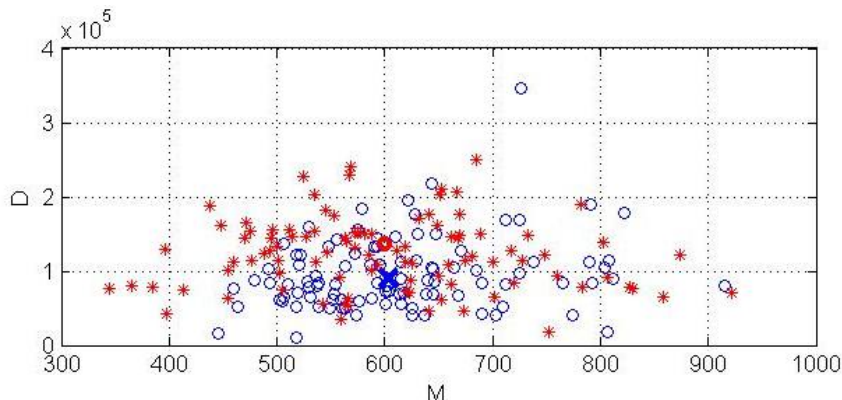


Рис.2. Представление данных о наработке между отказами блоков РЛС «Гроза» в пространстве математического ожидания и дисперсии.

Для иллюстрации процедуры получения приведенных выше гистограмм на Рисунке 2 в пространстве оценок математического ожидания и дисперсии отмечены данные по наработке на отказ различных блоков (круглые маркеры) и выборки бутстрэпа (маркер «\*»). Закрашенным круглым маркером обозначена выборка данных по блоку № 0062.

На Рисунке 2 видно, что исследованная выборка вовсе не является наиболее близкой к максимальному скоплению, тем не менее, полученные из нее выборки бутстрэпа дают оценки искомых моментов, близкие к тем, которые получаются для реальных блоков. Кроме возможности получения адекватных интервальных оценок параметров, это наталкивает на идею о возможности классификации эмпирических данных с использованием бутстрэпа. Речь идет о решении задачи исключения из рассмотрения нетипичных наблюдений. Так, если в пространстве искомых параметров данные, рассчитанные по выборкам бутстрэпа, распределились близким к генеральной совокупности образом, исследуемую исходную выборку можно считать принадлежащей к данной совокупности.

Результаты, полученные для оценок математического ожидания и дисперсии, на первый взгляд могут показаться парадоксальными: получается, что из одной выборки можно получить вполне удовлетворительные

гистограммы оценки параметров. Не стоит, естественно, считать описанный метод абсолютно универсальным. Очевидно, результат оценки сильно зависит от репрезентативности исходной малой выборки. Так, если все варианты оказались примерно равными математическому ожиданию, оценка дисперсии будет заниженной. Но все же, как показано в [2, 3], описанный метод в большинстве случаев способен обеспечить неплохую достоверность оценок.

Таким образом, рассмотренный метод статистического анализа, основанный на интенсивном использовании компьютерных вычислений, имеет преимущества перед классическими, заключающиеся в отсутствии необходимости принятия гипотезы о виде закона распределения исследуемой случайной величины; в возможности использования численного анализа для оценки статистических параметров и в ориентированности на работу с небольшими выборками данных.

#### Список литературы

1. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 816 с.
2. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстрэп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. - Тольятти: "Кассадра", 2013. - 305 с.
3. Эфрон Б., Диаконис П. Статистические методы с интенсивным использованием ЭВМ/ В мире науки, №7, 1983 г. с. 60-74.
4. Гузик В. Ф., Кидалов В.И., Самойленко А.П. Статистическая диагностика неравновесных объектов. – СПб: Судостроение, 2009. – 304 с.
5. Самойленко А.П., Горбунова Е.Б. Чапцев А.Г., Буряк А.В., Оводенко А.В., Горбунов А.А. Системный анализ проблем диагностики радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов в нештатных режимах. Сборник докладов IX международной научной конференции по гидроавиации «Гидроавиасалон-2012», ч. 2, Изд. отдел ЦАГИ, 2012.

## СЕКЦИЯ №16.

### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

#### АНАЛИЗ СТРУКТУР СОВРЕМЕННЫХ TRI-GATE ТРАНЗИСТОРОВ

**Аюпов Э.И., Гайнуллина Н.Р**

Научный руководитель: Н.Р Гайнуллина, к.т.н, доцент.  
Казанский Национальный Исследовательский Технический  
Университет имени А.Н. Туполева, г.Казань

Транзисторы являются самым важным компонентом электронных схем. В любом современном техническом устройстве, компьютере, автомобиле, самолете, космическом корабле используются микросхемы, содержащие транзисторы, количество которых составляет несколько миллионов, а то и миллиардов. Они настолько малы, что мы их попросту не замечаем. Но так было далеко не всегда, Созданные в начале 70-х годов XX века первые процессоры архитектуры x86 имели всего лишь 2300 транзисторов, а по производительности в тысячи раз уступали современным. За четыре десятка лет частоты процессоров с нескольких мегагерц выросли до тысяч, число транзисторов с десятков тысяч стало измеряться миллиардами, а длина волны, используемая в литографическом процессе уменьшилась до 22 нм. [1]

Самый первый транзистор, изготовленный в 1947 году учеными из Bell Labs, по размеру был с человеческую ладонь, а современный 45-нм транзистор от Intel в 400 раз меньше красной кровяной клетки человека и это далеко не предел. Толщина отдельных элементов транзистора сравнима с толщиной нескольких атомов. Однако постоянное стремление к уменьшению размеров приводит к некоторым затруднениям в проектировании технологического процесса изготовления устройства и в самом производстве.

Например, у процессора изготовленного по технологическому процессу в 65 нм, толщина компонента транзистора, отвечающая за прохождение электронов, иначе говоря толщина диэлектрика затвора, составляет всего 1,2 нм. Более 30 лет в качестве материала затвора использовался диэлектрик, который состоит из одного атома кремния и двух атомов кислорода. Толщина в 1,2 нм равна пяти атомарным слоям. Такой тонкий изолятор

физически не в состоянии удержать токи утечки, электроны начинают туннелировать через диэлектрик. При толщине затвора меньше 1 нм, ток утечки повышается экспоненциально.

Эта проблема была решена компанией Intel путем замены диоксида кремния на более качественный материал, используемый для изготовления затвора это так называемый изолятор high-k, изготовленный на основе гафния и обладающий высокой степенью диэлектрической проницаемости.

На Рисунке 1 представлены схемы транзисторов а) стандартный кремневый транзистор с затвором из диоксида кремния б) транзистор с изолятором из материала high-k.

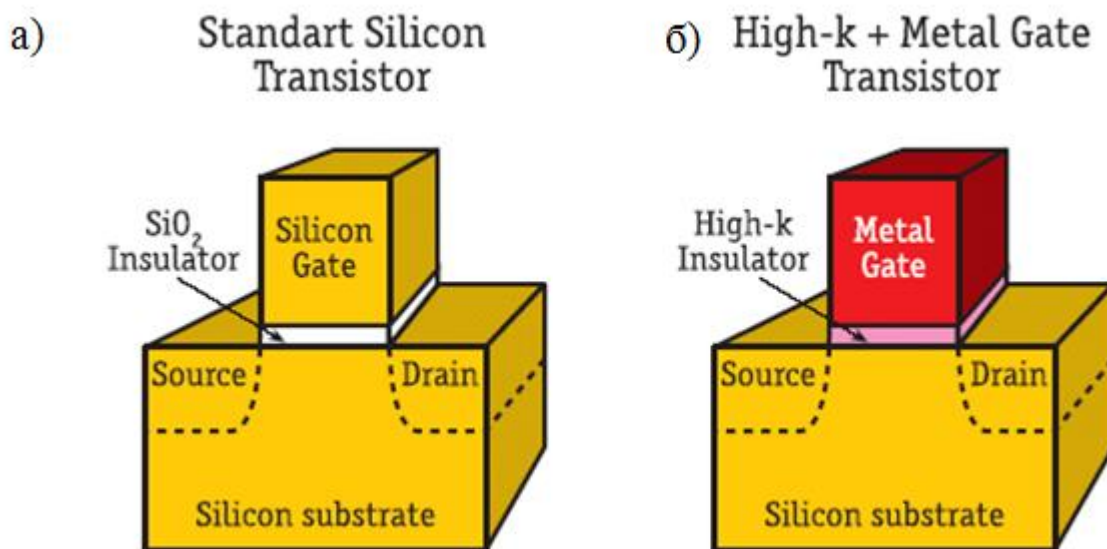


Рис.1. Схемы транзисторов с различными материалами затвора  
а) затвор из диоксида кремния б) затвор из материала high-k

Использование диэлектрика high-k позволило достичь увеличения полевого эффекта транзистора и уменьшить слой диэлектрика вместе с уменьшением тока утечки через затвор. Поиск необходимых материалов диэлектрика и затвора оказался для Intel сложнейшей задачей, и сегодня специалисты компании не намерены открывать точный их состав, однако отмечают, что им потребовалось найти компромисс, удовлетворяющий сотням различных требований.

Сложность транзисторов с момента их появления и до сегодняшнего дня возросла в миллион раз. Технологический процесс изготовления процессора включает следующие основные стадии: Очистка кремния -> плавление -> нарезка пластины -> полировка пластин -> литография -> базовая проверка работоспособности -> нарезка пластины на отдельные кристаллы.

Самым важным процессом в создании будущего процессора является литография, именно здесь и определяются будущие характеристики и потенциал. Типичный процесс создания процессора выглядит следующим образом: Изначально на кремниевую пластину наносится фоторезистивный слой – светочувствительный материал. Благодаря точечному засвету через трафарет-маску формируется будущая структура чипа. Затем пластина с помощью специальных жидкостей очищается от участков, подвергшихся засветке и операция повторяется вновь. По окончании литографии производится техническое легирование – операция введения примесей в поверхностный слой пластины, т.е. бомбардировка кремния ионами. Это позволяет формировать p-n переходы, лежащие в основе любого транзистора. Компоновка транзисторов в определенные блоки управляет процессом создания процессора.

Продолжить развитие полупроводниковой промышленности прежними темпами стало возможно за счет внедрения технологии Tri-Gate, разработанной корпорацией Intel. Теперь при производстве транзисторов будет использована трехмерная структура, переход на которую является революционным, поскольку до настоящего момента в массовой электронике использовалась исключительно планарная структура. На Рисунке 2 представлены схемы трехмерной структуры транзисторов.

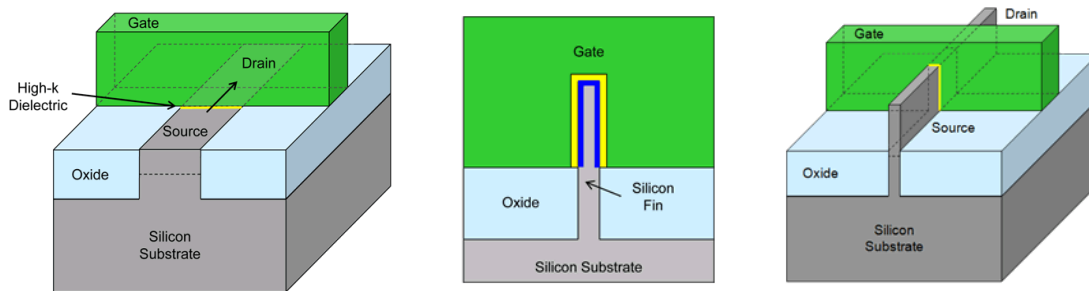


Рис.2. Схемы трехмерной структуры транзисторов

Производительность трехмерных транзисторов 3D-структур, изготовленных на базе 22-нм техпроцесса и работающих на низком напряжении, на 37% выше с обычных. 3D Tri-Gate – это обновленная версия транзистора, где на смену традиционному плоскому слою затвора пришла невероятно тонкая кремниевая пластина, устанавливаемая перпендикулярно кремниевому субстрату. Прохождение тока контролируют затворы, расположенные на гранях пластины: по два с каждой стороны и один сверху. В плоской версии транзистора использовался только один затвор, расположенный сверху. Использование дополнительных затворов позволяет обеспечить максимальную величину потока тока во включенном состоянии, а в выключенном – максимально приблизить к нулю. В результате чего сокращается потребление энергии и ускоряется их переключение.

Рост токопроводящего канала в высоту с одной стороны дал возможность трехстороннего размещения затвора, позволяя увеличить мощность транзистора и толщину слоя диэлектрика. С другой стороны, использование сверхмаленького расстояния между истоком и стоком практически не оставляет заряда в кремниевой подложке, тем самым сводя токи утечки к минимуму. Себестоимость таких транзисторов лишь на 2-3% выше традиционной конструкции

На Рисунке 3 представлена зависимость тока утечки от напряжения для планарного и Tri-Gate транзисторов.

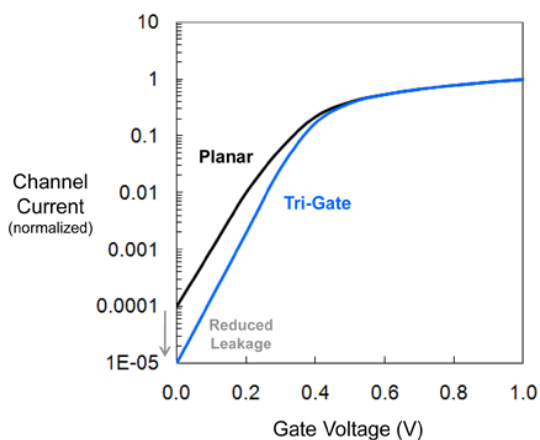


Рис.3. Сравнение зависимости тока утечки от напряжения у Tri-Gate и планарного транзисторов

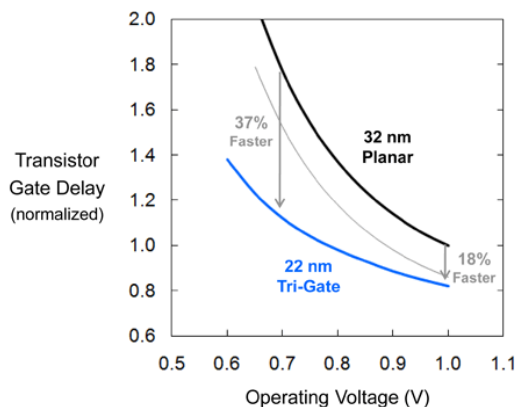


Рис.4. Быстродействие планарных и Tri-Gate транзисторов

Исследования Intel [2] показали, что в закрытом состоянии ток утечки транзисторов Tri-Gate практически равен нулю, при этом скорость транзистора значительно выросла.

На Рисунке 4 показана зависимость быстродействия Tri-Gate и планарных транзисторов от величины приложенного напряжения. Быстродействие транзисторов Tri-Gate выше своих предшественников на 37% при низких напряжениях и на 18% при напряжении около 1 вольта.

При сопоставимой скорости транзисторы Tri-Gate потребляют на 0,2V меньше традиционных планарных транзисторов.

Трехмерные транзисторы позволяют добиться невероятно высокой плотности размещения логических элементов в микросхеме.

Микропроцессоры Intel под кодовым названием IvyBridge предназначены для ноутбуков, настольных компьютеров и серверов. Эти процессоры являются первыми массовыми чипами с транзисторами 3D Tri-Gate.



Таким образом, к преимуществам транзисторов Tri-Gate можно отнести: снижение токов утечек, улучшенные характеристики переключения, более низкое энергопотребление, увеличение мощности. Новая трехмерная конструкция значительно сокращает площадь, необходимую на размещение транзистора, при этом наблюдается небольшое удорожание производства, всего на 2-3% в сравнении с традиционной конструкцией.

#### Список литературы

1. Транзистор: 60 лет Больших свершений маленького элемента. // 28 ноября 2007  
<[http://hi-tech.mail.ru/article/tranzistor\\_60 лет\\_bolshih\\_sversheniy\\_malenkogo\\_elementa/](http://hi-tech.mail.ru/article/tranzistor_60 лет_bolshih_sversheniy_malenkogo_elementa/)>
2. *Mark Bohr, Kaizad Mistry*, Intel's Revolutionary 22 nm Transistor Technology // May, 2011  
<[http://download.intel.com/newsroom/kits/22nm/pdfs/22nm-details\\_presentation.pdf](http://download.intel.com/newsroom/kits/22nm/pdfs/22nm-details_presentation.pdf)>

#### СЕКЦИЯ №17.

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ПРОДУКТЫ С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКОВ

Самигулина Н.А., Яхин Р.Р., Яхин Р.Г.

ИПЭН АН РТ, КГАСУ, КФУ, г.Казань

Экологические факторы оказывают сильное влияние на состояние окружающей среды и на живые организмы. Приспособительные реакции организмов к тем или иным факторам среды определяются периодичностью их воздействия.

Деятельность человека может повлечь за собой колоссальные разрушения в природной экосистеме, что повлечет в дальнейшем большие затраты на восстановление. В связи с этим возникла, с одной стороны, проблема защиты окружающей среды от человека, а, с другой стороны, человека от влияния факторов им же нарушенной среды обитания, в частности, встал вопрос о безопасности питания. Действительно, во многих пищевых продуктах могут накапливаться вредные для человека вещества [9].

Современные проблемы в экологии питания возникли относительно недавно. Безопасность пищевых продуктов становится все более важной глобальной проблемой. Качество продуктов питания является неотъемлемой составляющей существования, благополучия и качества жизни, включенной в непрерывное развитие и уделяющей особое внимание защите природы и окружающей среды, а также региональным демографическим и экономическим условиям, так как с продуктами питания в организм человека могут поступать значительное количество веществ, опасных для его здоровья[2].

В целом же степень полезности пищи, ее качество во многом зависят не только от отсутствия вредных веществ в ней, но и от вкусовых, ароматических и эстетических свойств. Также от способа приготовления, например микроволновой способ приготовления пищи.

Воздействие на человека электромагнитного поля (ЭМП) является реально существующей проблемой. В зависимости от диапазона частот биологические эффекты, вызываемые ЭМП, различны. Существуют нормы, критерии по частоте, дозовому воздействию ЭМП, их временному фактору, но они требуют дальнейших научно-экспериментальных исследований и уточнений. Электромагнитные излучения являются одними из загрязнителей окружающей среды. Это излучение с очень высокой энергией, способное выбивать электроны из атомов и присоединять их к другим атомам с образованием пар положительных и отрицательных ионов [4].

СВЧ-нагрев пищевых продуктов – достаточно сложная техническая задача не только с точки зрения техники генерирования СВЧ, но и со стороны особенностей строения и свойств продуктов, т.е. в процессе тепловой обработки пищевые продукты подвергаются глубоким изменениям, в том числе и их диэлектрические свойства, что и ведет к нагреву обрабатываемого продукта[8].

Описанные выше ионизирующие излучения обладают способностью проходить через различные вещества живой и неживой природы. Действие радиации любого вида на любой биологический объект начинается с поглощения энергии излучения, это приводит к возбуждению молекул, их ионизации и образованию свободных радикалов. Такое возбуждение заканчивается вырыванием отдельных электронов из электронных оболочек

нейтрального атома, который превращается в положительно заряженный ион. Так происходит первичная ионизация объекта воздействия излучений. Освобожденные электроны, обладая определенной энергией, взаимодействуют со встречными атомами и молекулами, создавая новые ионы – происходит вторичная ионизация[1].

В состав продуктов питания входят многие вещества: минеральные соли, жиры, сахар, вода и др. Чтобы нагреть пищу с помощью микроволн, необходимо присутствие в ней дипольных молекул. К счастью, подобных молекул в пище предостаточно - это молекулы и жиров и сахаров, но главное, что диполем является молекула воды - самого распространенного в природе вещества [3].

Для изучения изменений, происходящих в веществе при их СВЧ-облучении был применен метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Среди современных методов физико-химических анализов этот метод позволяет получить наиболее полную информацию о важнейших свойствах продукта. Именно ЭПР подтвердил основную идею метода молекулярных орбиталей о делокализации электронов в молекулах.

Исследования проводились при комнатной температуре с образцами пищевых продуктов растительного происхождения. К таким относятся: чай черный в пакетиках, чай черный листовый, чай зеленый в пакетиках, чай зеленый листовый, кофе молотый, кофе в зернах. Каждый из перечисленных пищевых продуктов сначала подвергался воздействию СВЧ – излучения продолжительностью 5 мин, 10 мин, 15 мин, 20 мин, 25 мин, 30 мин. Мощность СВЧ нагрева - 750 Вт. Затем проводился эксперимент по выявлению сигнала ЭПР вышеперечисленных образцов с различными временами СВЧ экспозиции.

Таблица 3

Параметры спектров ЭПР пищевых продуктов при СВЧ обработке

Образцы пищевых продуктов	Время и доза облучения СВЧ	Интенсивность I, отн. ед.	Образцы пищевых продуктов	Время и доза облучения СВЧ	Интенсивность I, отн. ед.
Чай черный в пакетиках	0 мин	0,123±0,0004	Чай зеленый листовый	0 мин	0,0016±0,0005
	5 мин	0,139±0,0005		5 мин	0,078±0,0003
	10 мин	0,146±0,0005		10 мин	0,110±0,0002
	15 мин	0,193±0,0003		15 мин	0,133±0,0005
	20 мин	0,179±0,0005		20 мин	0,139±0,0005
	25 мин	0,190±0,0004		25 мин	0,156±0,0005
	30 мин	0,230±0,0006		30 мин	0,162±0,0004
Чай черный листовый	0 мин	0,156±0,0002	Кофе молотый	0 мин	0,170±0,0005
	5 мин	0,232±0,0001		5 мин	0,110±0,0002
	10 мин	0,242±0,0003		10 мин	0,123±0,0005
	15 мин	0,265±0,0005		15 мин	0,150±0,0005
	20 мин	0,242±0,0002		20 мин	0,139±0,0003
	25 мин	0,239±0,0003		25 мин	0,239±0,0001
	30 мин	0,275±0,0005		30 мин	0,193±0,0005
Чай зеленый в пакетиках	0 мин	0,100±0,0005	Кофе в зернах	0 мин	0,103±0,0005
	5 мин	0,146±0,0005		5 мин	0,130±0,0005
	10 мин	0,130±0,0003		10 мин	0,199±0,0004
	15 мин	0,166±0,0002		15 мин	0,209±0,0005
	20 мин	0,199±0,0002		20 мин	0,206±0,0005
	25 мин	0,192±0,0004		25 мин	0,236±0,0004
	30 мин	0,232±0,0005		30 мин	0,223±0,0006

При исследовании выше перечисленных продуктов почти во всех случаях наблюдались исходные сигналы. После облучения в образцах появляются радиационные сигналы разной формы, различной амплитуды при одинаковой дозе облучения и по разному "наложенные" на исходный сигнал. Исходя из этого, можно предположить, что исходные материалы изначально содержали незначительное количество свободных радикалов. Под воздействием электромагнитного СВЧ-облучения в образцах увеличивается количество такого рода парамагнитных центров или образуются новые. Концентрация парамагнитных центров или свободных радикалов прямо пропорционально времени и (или) мощности воздействия [6,7].

В настоящее время интерес к излучению эффектов, возникших в результате воздействия электромагнитных полей различной частоты на биологические системы, значительно возрос. Этот интерес связан с многочисленными экспериментальными подтверждениями фактов изменения функционирования систем под воздействием электромагнитных полей и других физических факторов, которые различаются не только своей природой, но и интенсивностью. Однако большинство физических факторов нетепловой интенсивности способны вызвать функциональные изменения биологических объектов, связанные с изменениями энзиматической активности, конформационной динамикой белков и других структур[5].

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ 13-16-16003 а(р)

#### Список литературы

1. Гофман В.Р. Экологические и социальные аспекты безопасности продовольственного сырья и продуктов питания: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 551 с.
2. Зомитев С.Ю., Жданов И.В. Экологическая безопасность пищевых продуктов // Сборник Всероссийской научно-технической конференции «Экология и безопасность в техносфере». Орел ГТУ. 2009. С. 197-199.
3. Коляда В. Прирученные невидимки. Все о микроволновых печах / Журнал "Наука и жизнь", 2006г.
4. Кривошеин Д.А., Муравей Л.А., Роева Н.Н. и др.; Под ред. Л.А. Муравья. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/– М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.
5. Лошицкий П.П. Температурная зависимость величины воздействия электромагнитных излучений на воду // Электроника и связь. – 2008. – Часть 2. – С. 178–182.
6. Самигуллина Н.А., Яхин Р.Г. Определение концентрации свободных радикалов в органических веществах методом ЭПР // Уфа БашГУ, 2013, с.136.
7. Яхин Р.Г., Самигуллина Н.А., Шагададина А.И., Яхин Р.Р., Морозов Г.А. Разработка метода анализа состава пищевых продуктов на основе ЭПР // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2011. №1. С. 127-130.
8. <http://krkgi.ru>
9. <http://www.oagb.ru>

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОЖАРЕ

**Паршина А.П., Паршин М.В., Мурзинов В.Л.**

Воронежский ГАСУ, г.Воронеж

Современные научные исследования пожаров представляют собой разработку и внедрение математических моделей пожара. Математическое моделирование позволяет определять значения и динамику основных параметров пожара в любой момент времени. Инженерные методы расчета, полученные посредством математических моделей, просты в использовании и обладают достаточной точностью. Результаты расчетов позволяют уточнить действия по тушению пожаров, обеспечить своевременную безопасную эвакуацию людей из зоны пожара, а также провести необходимые мероприятия по предотвращению возможности возникновения пожара. При разработке рекомендаций по обеспечению безопасной эвакуации людей необходимо определить время достижения предельно допустимых значений опасных факторов пожара [2]. При этом время эффективной эвакуации людей будет определяться временем достижения критической температуры газовой среды в помещениях, из которых проводится эвакуация, так как этот фактор оказывает наибольшее травмирующее воздействие на человека, вплоть до летального исхода.

Пожарная безопасность объекта строительства во многом зависит от принятых объемно-планировочных и технических решений, обоснование которых осуществляется посредством, в частности, моделирования пожаров. Применяемые для этих целей математические модели пожара интегрального типа и их аналитические решения получены с использованием ряда допущений и упрощений, которые обусловили целесообразность проведения модельных экспериментов [4]. Таким образом, научно обоснованное математическое моделирование невозможно без использования экспериментальных методов исследования.

На сегодняшний день активно проводятся мероприятия по разработке и внедрению принципиально новых методов и средств повышения эффективности экспериментальных исследований. Примером таких мероприятий является разработанная математическая модель решения задачи статического оценивания в условиях информационной неопределенности, которая позволяет восполнить недостаток экспериментальных данных. Но в

реальных условиях имеет место дефицит статистических данных [3]. При этом использование статистики носит частный характер, что существенно ограничивает их применимость.

При проведении модельных экспериментов по изучению динамики опасных факторов пожара затруднения вызывает определение температуры газовой среды в помещении. Существующие методы экспериментальных исследований динамики температурного режима пожара позволяют определять либо температуру окружающих конструкций, либо получать информацию расчетным путем исходя из количества тепла, выделяемого очагом пожара. При этом не учитывается температура приточного воздуха, а количество тепла, уходящего через ограждения, определяется не достаточно точно, в силу приблизительности значений коэффициента теплопотерь. Это привело к возникновению необходимости повышения эффективности методов проведения модельных экспериментов определения такого опасного фактора пожара, как температура газовой среды в помещении.

Для проведения экспериментов, направленных на исследование закономерностей изменения температуры газовой среды в помещении в условиях пожара был разработан оригинальный метод проведения измерений, учитывающий:

- изменение температуры по высоте помещения;
- наличие открытого пламени;
- изменение температуры газовой среды, а не ограждающих конструкций.

Данный метод позволяет оценить изменение температуры в любой момент времени начальной стадии пожара.

С целью проведения экспериментальных исследований природы пожара была разработана и изготовлена экспериментальная установка (рис. 1). Она представляет собой камеру сгорания, которая имеет металлический каркас, обшитый несгораемым материалом, величина коэффициента теплопроводности которого, максимально приближена к значению коэффициента теплопроводности кирпичной кладки. Модельная экспериментальная установка, объемом 0.437, негерметична и имеет проем, имитирующий окно.

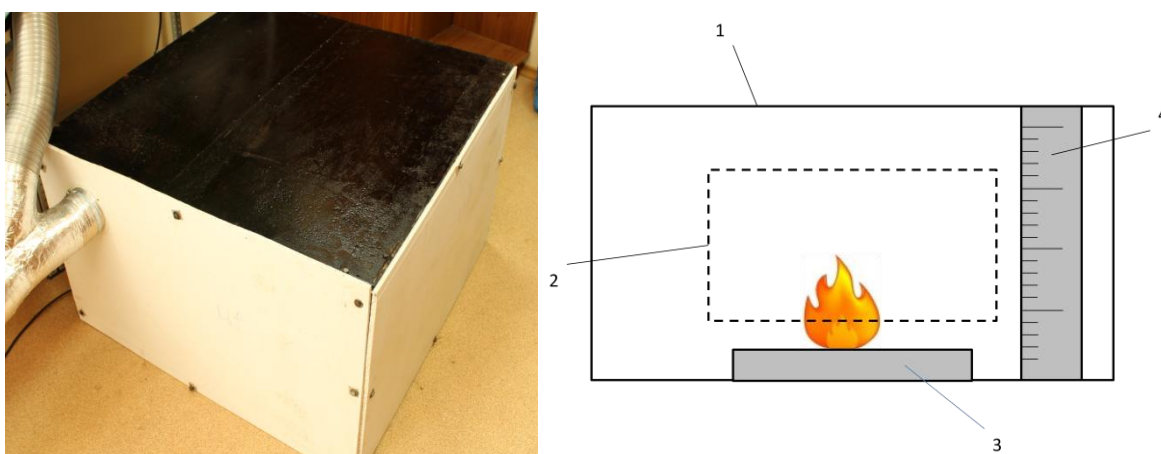


Рис.1. Фотография и схема модельной экспериментальной установки: 1 – камера сгорания; 2 – проем; 3 – очаг пожара; 4 – алюминиевая пластина.

#### Методика проведения эксперимента

В центр камеры сгорания устанавливается горючий материал. Экспериментальная установка предусматривает исследование горения как твердых веществ, так и горючих жидкостей.

Метод представляет собой проведение измерений значений температуры посредством замеров лазерным пирометром температуры пробника (Рисунок 2), который выполнен в виде металлической пластины, расположенной в объеме помещения и имеющей градуировочную шкалу. С целью определения значений температуры на разной высоте помещения, луч лазера направляется на определенную отметку шкалы пробника через равные отрезки времени. Фиксации результатов эксперимента осуществлялась посредством видеосъемки.

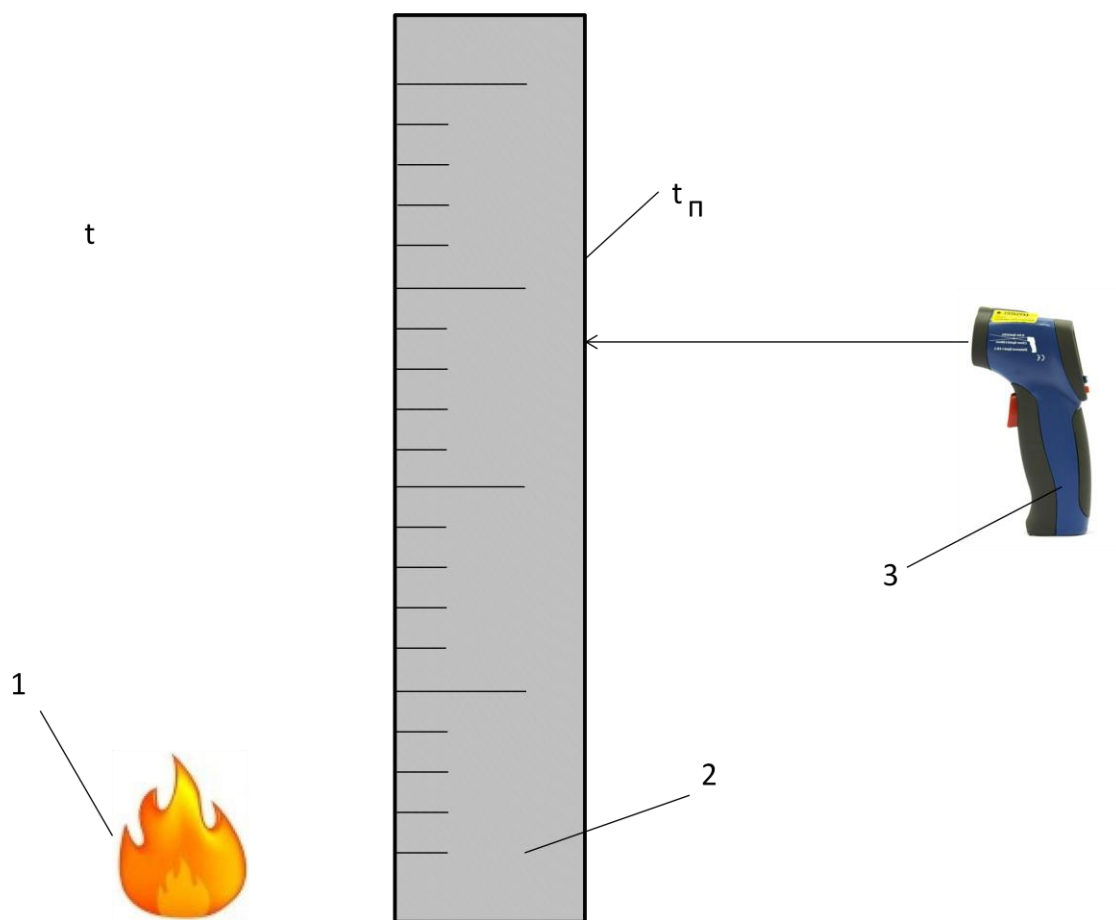


Рис.2. Методика проведения замеров: 1 – очаг пожара; 2- пробник «алюминиевая пластина»; 3 –лазерный пирометр

Пробник выполнен из алюминиевой фольги толщиной 9 мкм. Для того, чтобы доказать эффективность предложенного метода определим время отклика алюминиевой пластины на динамику температуры газовой среды. Для этого необходимо определить время нагрева пробника от окружающей среды (Рисунок 3). Пробник располагается в центральной части объема, причем вертикально для того, чтобы обеспечить эффективную конвекцию.

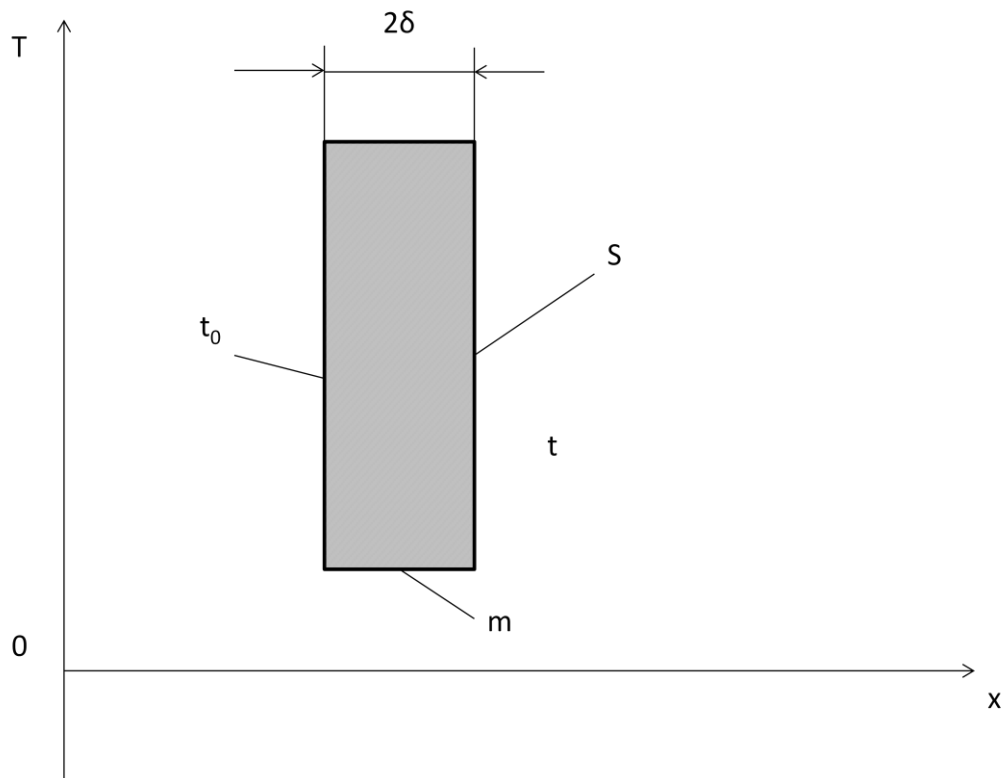


Рис.3. Теплопередача через плоскую стенку

Рассмотрим эмпирический закон охлаждения Ньютона или уравнение теплоотдачи [1].

$$d^2Q = \alpha (t_c - t_n) S d\tau \quad (1)$$

где \$Q\$ – количество тепла, Дж;

\$\alpha\$ - коэффициент теплоотдачи металл-воздух, Дж/м<sup>2</sup>Кс;

\$t\_c\$ – температура газовой среды, К;

\$t\_n\$ – температура алюминиевой пластины, К;

\$S\$ – площадь соприкасающейся поверхности, м<sup>2</sup>;

\$\tau\$ - время достижения алюминиевой пластиной температуры газовой среды.

Предположим:

- теплообмен между пробником и окружающей средой (дымовые газы) происходит конвекцией;
- изменение температуры пробника происходит путем теплопроводности;
- процесс теплоотдачи считаем установившимся для всей поверхности.

Тогда уравнение (1) принимает вид

$$Q = \alpha (t_c - t_n) S \tau \quad (2)$$

Следовательно,

$$\tau = \frac{Q}{\alpha (t_c - t_n) S} \quad (3)$$

$$Q = mc_p (t_c - t_n) \quad (4)$$

Где \$c\_p\$ – удельная теплоемкость алюминия, Дж/кгК;

\$m\$ – масса алюминиевой пластины, кг, которая равна:

$$m = 2\delta S \rho \quad (5)$$

$2\delta$  - толщина алюминиевой пластины, м;

$\rho$  - плотность алюминия, кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, время достижения пробником температуры газовой среды равно

$$\tau = \frac{2\delta \rho c_p}{\alpha} \quad (6)$$

Для расчета использовались справочные данные и параметры используемых материалов:

$$2\delta = 9 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

$$\rho = 2700 \text{ кг/м}^3.$$

$$c_p = 930 \text{ Дж/кгК};$$

$$\alpha = 209 \text{ Дж/м}^2\text{Кс}.$$

Коэффициент теплообмена определяют как количество тепла, которое передается в единицу времени через единицу поверхности, приходящееся на один градус.

Следовательно, время нагрева пробника на один градус от окружающей среды составляет:

$$\tau = 0,1081 \text{ с}$$

Согласно проведенным экспериментам, результаты которых приведены в Табл.1 скорость изменения температуры газовой среды на один градус в среднем составляет приблизительно 19 с. Следовательно, время нагрева поверхности пробника намного меньше времени изменения температуры газовой среды, то есть  $\tau_n \ll \tau_{г.с}$ .

Таблица 1

$\tau$ , с	T, К	$\tau$ , с	T, К	$\tau$ , с	T, К
40	290,5	111	295,5	147	301,5
44	290	112	296	148	302,5
48	290,5	114	298	149	301,5
51	292	119	297,5	149	301
52	292,5	120	298	155	300,5
61	293	120	297,5	155	298
74	292	120	298	155	299
77	292,5	124	301	156	298
81	293	124	300	156	298,5
86	292,5	126	300,5	160	298
87	293	129	301	169	298,5
92	291	138	301,5	170	299
93	293	138	302	173	298,5
95	293,5	140	305	173	298
97	293	140	304	175	298,5
99	293,5	141	303,5	176	298
100	294	141	304	179	298,5
107	295	142	303	181	298
108	295,5	143	303,5	182	298,5
109	295	145	302	185	300

При этом скорость замера пирометра составляет 0,25 с и замеры проводились в режиме реального времени.

Вывод

Использование пробника для проведения замеров при экспериментальном исследовании пожара позволяет получить объективную оценку динамики температуры газовой среды в помещении при пожаре.

#### **Список литературы**

1. Бухмиров В.В. Тепломассообмен: Лекции, Иваново, 2006 г.
2. Математическая модель для определения критического времени эвакуации при пожаре//Колодяжный С.А., Козлов В.А., Переславцева И.И.// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2014. № 3 (35). С. 128-138.
3. Обеспечение безопасности функционирования систем газоснабжения при мониторинге технического состояния в условиях информационной неопределенности// Колодяжный С.А., Сушко Е.А., Сазонова С.А., Скляр К.А.//Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2014. № 2 (34). С. 132-140.
4. Экспериментальное исследование и моделирование динамики удельной массовой скорости выгорания жидкости в условиях функционирования противодымной вентиляции// Ситников И.В., Колодяжный С.А., Однолько А.А.// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2014. № 3 (35). С. 149-157.

#### **СЕКЦИЯ №18.**

#### **ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

#### **СЕКЦИЯ №19.**

#### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

#### **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Минашина И.Н.**

ФГБОУ ВПО «УГАВМ», г.Троицк

Обеспечение безопасности пищевой продукции является одной из важнейших стратегических задач любой страны, в том числе и России, ведь от этого во многом зависит здоровье нации и стабильность экономики нашего государства [3].

В условиях современной экономической нестабильности, которая сопровождается глобальным финансово-экономическим кризисом, проблема использования стратегического подхода в управлении предприятием приобретает особую значимость и актуальность [4].

Именно с этой целью, в девяностые годы прошлого века была разработана система на основе принципов ХАССП, что переводится как «анализ рисков и критические контрольные точки».

Это система управления безопасностью пищевых продуктов на всей цепочки их производства. Она основана на предупреждении ошибок, а не на их выявлении в готовой продукции. В России сертификат ХАССП стал оформляться с 2001 года, и на сегодняшний день все более актуален [2].

Мясоперерабатывающее предприятие ИП Ильтяков Д.В. МПП «Велес» - одно из производителей пищевой продукции, внедрившее в 2007 году систему ХАССП.

Поэтому целью нашей работы был анализ управления качеством продукции предприятия на основе принципов системы ХАССП на примере паштетов мясных. Для достижения цели в работе были поставлены задачи, предусматривающие анализ организации контроля качества продукции в условиях предприятия, оценку органолептических, физико-химических показателей и показателей безопасности паштетов. Объектом исследования в работе стали: паштеты мясные: с грибами, с ветчиной сыром.

Исследования проводились в условиях кафедры управления качеством сельскохозяйственного сырья и потребительских товаров и межкафедральной лаборатории ФГБОУ ВПО «УГАВМ».



В настоящее время предприятие «Велес» является одним из крупнейших производителей и поставщиком мясопродукции Урала и Западной Сибири.

Производственный контроль качества продукции на МПП «Велес» осуществляется на всех стадиях производственного цикла, включая качество сырья. На предприятии имеется собственная лаборатория, проводящая тщательный анализ сырья и готовых изделий, которая в 2010 году аккредитована на техническую компетентность [4].

Всем производственным процессом на предприятии управляет один компьютер, который находится в Центре управления и действует круглосуточно, это стало возможным благодаря внедрению на МПП «Велес» в 2007 году системы ХАССП, которая предусматривает прослеживаемость. Благодаря чему осуществляется мониторинг параметров на каждом шаге производства, своевременно выявляются какие-либо отклонения от заданных норм и оперативно применяются корректирующие действия, с целью исключения риска и гарантии безопасности продукции. Компьютер отслеживает все до секунды, что происходит на предприятии. На мониторе постоянно видно сразу несколько объектов.

Система ХАССП на предприятии внедрена при поддержке ВНИИ мясной промышленности им. Горбатова.

На сегодняшний день на МПП согласно системе действует 7 принципов, самый главный – определение на всех этапах опасных факторов производства, после чего вступает в силу выработка профилактических мер для их предотвращения, в этом помогает и система наблюдений критических точек, т.е. там, где может возникнуть брак.

Оценку качества мясных паштетов осуществляли по органолептическим и физико-химическим показателям на соответствие требованиям ТУ 9213-051-13160604 [6], гигиеническим показателям - на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.1078-2001 [1].

При органолептических исследованиях было установлено, что паштеты соответствовали требованиям нормативно-технического документа по внешнему виду, консистенции, виду и цвету на разрезе, запаху, вкусу, форме, размеру и вязке батончиков, массе единицы. При этом паштеты представляли собой прямые батончики в искусственных оболочках длиной 13 см, с закрепленными металлическими скобами на концах без петель. Все они были с чистой, сухой поверхностью, без повреждений оболочки, наплывов фарша.

Фарш паштетов имел нежную мажущуюся консистенцию, был равномерно перемешан и содержал кусочки ветчины или сыра или грибов размером не более 3 мм. Цвет фарша был серовато-розовый, вкус и запах - свойственные данным видам изделий, с выраженным ароматом пряностей, лука и ветчины или сыра, или грибов, умеренно соленые, без посторонних привкуса и запаха. Масса единицы паштетов составила для всех изделий по 200 г.

Физико-химические показатели паштетов представлены в Табл.1,

Таблица 1

Физико-химические показатели мясных паштетов

Наименование показателя	«С ветчиной»		«С грибами»		«С сыром»	
	Норма	Фактич.	Норма	Фактич.	Норма	Фактич.
Массовая доля влаги, %	не более 62,0	60,5	не более 62,0	60,5	не более 62,0	61,0
Массовая доля соли, %	не более 1,5	1,1	не более 1,5	1,2	не более 1,5	0,9
Массовая доля крахмала, %	не более 2,0	1,1	не более 2,0	1,0	не более 2,0	1,2
Массовая доля белка, %	не менее 15,0	15,9	не менее 15,0	15,6	не менее 17,0	17,8
Массовая доля жира, %	не более 27,0	26,5	не более 29,0	28,6	не более 28,0	27,3
Массовая доля фосфора, %	не более 0,4	0,1	не более 0,4	0,1	не более 0,4	0,1

Анализ данных таблицы показал, что изделия соответствовали требованиям технических условий по содержанию в них соли, влаги, белка, жира и крахмала. Это говорит о том, что на предприятии соблюдается технологическая дисциплина, в том числе нормы закладки сырья.

Показатели безопасности исследуемых паштетов представлены в Табл. 2 и 3.

Таблица 2

Микробиологические показатели мясных паштетов

Наименование показателя	МДУ по СанПиН 2.3.2.1078	Фактическое значение показателей		
		«С ветчиной»	«С грибами»	«С сыром»
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более $1 \times 10^3$	$2 \times 10$	$0,5 \times 10$	$1 \times 10$
БГКП в 1 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
Сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
S.aureus в 1 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
L. monocytogenes, в 25 г	Не доп.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.

Таблица 3

Содержание токсичных элементов в мясных паштетах

Наименование показателя	МДУ по СанПиН 2.3.2.1078-2001	Фактическое значение показателей		
		«С ветчиной»	«С грибами»	«С сыром»
Свинец	0,6	0,002	0,006	0,004
Кадмий	0,3	0,007	0,009	0,008

Согласно табличным данным, можно сделать вывод, что по всем регламентируемым показателям безопасности, исследуемые паштеты соответствовали нормам, установленным СанПиН 2.3.2.1078-2001.

В них не были обнаружены БГКП, сульфитредуцирующие клостридии, сальмонеллы, золотистый стафилококк, L. Monocytogenes.

Общее количество микробов, остаточные количества токсичных элементов находились в пределах допустимых уровней.

Таким образом, система управления качеством и безопасностью пищевых продуктов ХАССП, внедренная на предприятии обеспечивает выработку продукта высокого качества и безопасного для потребителя.

**Список литературы**

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01) [Текст]. – М.: Минздрав России, 2002. – 146 с.
2. Михеева Е.Н., Сероштан М.В. Управление качеством [Текст]: Учебник. – М.: ИТК «Дашков и К<sup>о</sup>», 2010. – 708 с.
3. Монастырев А.М., Гагарина Л.В., Галерт Н.А. Идентификация и фальсификация продовольственных товаров [Текст]: Учебное пособие. – Троицк: ФГОУ ВПО «УГАВМ», 2009. – 174 с.
4. МПП Велес. Качество производства [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL: <http://veles-kurgan.ru/proizvodstvo/kachestvo-proizvodstva/> (дата обращения 27.10.2014).
5. Тимофеева Т.Д. Стратегическое планирование на сельскохозяйственных предприятиях: Управление качеством и конкурентоспособность потребительских товаров. Экономика АПК [Текст] //Материалы международных научно-практических конференций: Сб. науч. тр. – Троицк: УГАВМ, 2012.- 377 с.
6. ТУ 9213-051-13160604-03. Паштеты мясные в оболочке. Технические условия [Текст].- Введен 12.06.2003.- М.: ОАО «Росмясомолпром», 2003.- 94 с.

## СЕКЦИЯ №20. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОИСКУ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ НАНОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кондраков И.М.

Северо-Кавказский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова,  
г.Минеральные Воды

*«По уровню научно-исследовательских разработок РФ находится в одинаковых стартовых позициях с ведущими мировыми державами. Анализ организации работ по развитию нанотехнологий в мире приводит к заключению, что, несмотря на широкий фронт проводимых работ в этой области, каждая страна стремится выделить области особого внимания и свои приоритеты»*[1].

Однако, при нынешних темпах развития, когда значительно сократилось время, отпущенное на создание новой технологии, без изменения самой технологии решения творческих задач, без обеспечения научных исследований по приоритетным направлениям инструментальной научной методологией, невозможно эффективно решить поставленные выше задачи.

Как показано в статье Н.В.Левашова [5]: «Законы природы формируются на уровне макрокосмоса и микрокосмоса. Человек, как живое существо, существует, в так называемом, промежуточном мире — между макро- и микромиром. И в этом промежуточном мире человеку приходится сталкиваться только с проявлением законов природы, а не с ними непосредственно. Как следствие этого, возникает проблема с созданием полноценной картины мироздания».

Исходя из этого, наш мир условно можно разделить на три уровня: макромир — космос (Вселенная), мезомир — срединный мир и микромир. Соответственно и познание шло тремя путями: «ВНИЗ» в микромир (микрокосмос), т.е. вглубь материи и «ВВЕРХ» — на макроуровень — в макрокосмос, и на мезоуровне (в срединном мире). Человек же сам оставался в срединном мире, где он мог что-то измерить, пощупать, рассмотреть и т.д. как с помощью своих органов чувств, так и с помощью изобретенных им инструментов. Для познания на других уровнях он вынужден изобретать соответствующие инструменты и приборы, усиливающие часть его возможностей. Каждый свой шаг по пути познания он делал, используя самую примитивную технологию решения творческих задач — технологию метода проб и ошибок, постепенно складывая мозаичную картину окружающего мира. В результате анализа развития различных научных систем установлено, что наука развивается по объективным законам, которые можно познать и использовать для планомерного развития научных, технических и других систем, без надежд на озарение или осенение.

Таким образом, если вести речь о развитии наших представлений о мире, то история науки показывает, что они развиваются всегда по одному и тому же алгоритму: вначале мир воспринимается однородным, жёстким, затем появляются представления, что он состоит из однородных частей, которые могут соединяться друг с другом жёсткими, затем подвижными, гибкими, изменяющимися во времени и т.д. связями. Далее выясняется, что соединяемые части несколько отличны друг от друга (неоднородны), и это приводит к новому качеству.

Следующий шаг: система настолько «неоднородна», что она переходит в свою противоположность — в антисистему, т.е. представления развиваются по цепочке: *однородная система* —> *однородная система из элементов со сдвинутыми характеристиками (физическими, геометрическими и др.)* —> *неоднородная система* —> *антисистема* —> [2]. При этом количественные изменения на каждом из этих уровней переходят в качественные, заключающиеся во внешнем проявлении в виде различных эффектов.

Кроме того, анализ особенностей синтеза и развития систем показывает, что взаимодействующие части относятся друг к другу в определенных отношениях, которые могут быть выражены количественными соотношениями. При этом, взаимодействие неоднородных объектов, приводит к возникновению внутренних противоречий, разрешение которых возможно лишь при гармонизации целого и части или частей между собой. А гармонизация возможна только там, где имеется родство элементов, содержащих различия в сущности [3]. Гармония — мера разрешения противоречий, поэтому изучение метрической стороны гармонии предполагает деление целого на части и дифференцированность системы. Здесь проявляют себя, так называемые, законы симметрии, золотого сечения, нарушенной симметрии [6], являющиеся следствием более фундаментальных законов природы и, которые можно использовать для планомерного развития, в частности, нанометрических технологий.

Как было отмечено, нанометрические технологии занимаются синтезом искусственных объектов из атомов или агрегатов из них [7].

Как известно, в настоящее время существуют три способа создания нанобъектов: «сверху - вниз», «снизу - вверх» и самосборка. Технология «снизу – вверх» заключается в том, что сборка создаваемой «конструкции» осуществляется непосредственно из элементов «нижнего порядка» (атомов, молекул, структурных фрагментов более сложных образований и т.д.) располагаемых в требуемом порядке. Технология «сверху – вниз» предполагаем уменьшение размеров деталей, т.е. постепенным удалением лишних элементов.

Самосборка – это объединение разных объектов в более сложное образование на основе законов синергетики. Особенно интенсивно в последнее время изучается самосборка сферических коллоидных частиц. С одной стороны, маленькие шарики, плавающие в растворе, являются довольно простым объектом, с другой – посредством определенных воздействий из них можно создавать очень сложные и интересные структуры.

Однако эти технологии связаны с рядом проблем.

Самый труднопреодолимый и существенный недостаток углеродных нанотрубок (УНТ) это то, что манипулирование ими затруднено из-за очень маленьких размеров элементов и осуществляется в основном методом атомно-силовым микроскопом (АСМ).

До сих пор исследователям не удавалось добиться одновременного регулирования размеров и пространственного положения углеродных нанотрубок, которое требуется для построения на их основе транзисторных цепей.

*Кроме того, невозможность синтезировать нанотрубки четко определенных размеров (хиральности), характеризующиеся определенными электрическими свойствами. Обычно при синтезе образуются нанотрубки с большим разбросом параметров, что не позволяет использовать их серийно;*

*производственно-технологические трудности интеграции нанотрубок в серийные микроэлектронные устройства – сложности ориентации, обеспечения определенного месторасположения;*

*нагрев и значительные потери энергии в местах соединения «металл-нанотрубка» из-за высокого сопротивления соединения.*

Для разработки новых технологий и совершенствования известных, необходимы государственные инвестиции, которые в РФ, увы, весьма скромные. Выход здесь опять же видится в разработке и применении новых методологических принципов проведения научных исследований и разработок в области нанометрических технологий, которые позволят значительно сократить затраты на науку.

Россия обладает заметным потенциалом интеллектуальной собственности по нанотехнологиям, но еще значительно отстает от передовых стран [1].

Развитие нанотехнологий невозможно без создания адекватных аналитических средств, позволяющих на атомарном уровне изучать элементные взаимодействия, лежащие в основе новейших нанотехнологий, получать информацию о структуре, составах и линейных параметрах нанобъектов и систем на их основе.

*Цель данного исследования состоит в том, чтобы показать возможные рациональные пути развития нанометрических технологий, основываясь на известных объективных закономерностях развития систем.*

К решению проблемы можно подойти со следующих позиций: нанобъекты являются носителями определенных качеств, проявляющихся до и после их «сборки», они образуют объекты, подчиняющихся определенным количественным соотношениям и являются следствием проявления определенных законов микромира.

С методологической точки зрения можно предложить следующую последовательность исследования и прогнозирования дальнейших путей развития нанометрических объектов.

1. Определить состав исследуемого объекта и на его основе подобрать логически непротиворечивую структуру системы и динамику поведения (развития). Найти ответ на вопрос: из чего состоит объект исследования? Какие при этом составе проявляет свойства? Например, если в качестве объекта взять атомы, то выстраивая их в виде определенной структуры, можно получить новое качество. Атомы можно расположить в *точке* (пример – квантовые точки), *выстроить в линию* (пример – нанопроволоки), *расположить в виде плоскости* (Графен), *собрать в объем* с определенной структурой (пример - дендримеры). И каждый раз будут проявляться определенные качества и свойства.

2. После определения состава объекта найти адекватную ему структуру и закончить этот этап формированием концепции о структуре объекта. Найти ответ на вопрос: как устроить объект исследования, чтобы получить заданное качество?

Составить новую структуру, изучить и сравнить разные структуры.

3. Выявить правила гармонии системы, её устройства и функционирования: как должны соотноситься друг к другу целое и части или части между собой, чтобы система обладала целостностью и выполняла заданную функцию.

Выявить механизм адаптации (гармонии) системы и её динамику. Найти ответы на вопросы: Как происходит функционирование (работа) системы с данной структурой и данным составом, по каким правилам и с какой динамикой? Что заставляет её быть такой? Почему именно так?

Гармония связана с «золотым сечением», следовательно, здесь должны учитываться законы симметрии, нарушенной симметрии и «золотого сечения», а также тенденции перехода развития систем с макро- на микроуровень.

Примечание: В случае синтеза искусственных систем с заданной функцией, необходимо сформулировать функцию цели или главную полезную функцию этой системы.

4. Выявить пути эволюции системы: как, развивая систему, сохранить её целостность и гармонию, реализовать заданную функцию. Найти ответы на вопросы: Как развивается система и что её движет? Почему одна система сменяет другую? Какова цель этого развития? Кому это нужно?

Такой анализ потребует только интеллектуальную энергию, бумагу и может быть проведен до начала конкретных физических исследований.

В процессе изучения природного мира, человек, используя полученные знания, создал искусственный мир — мир технических систем (ТС), роль которого — усилить возможности человека. Но при исследовании природного и искусственного мира человек использует одни и те же подходы, т.е. одну и ту же методологию.

Говоря о нанометрических технологиях, в которых технические системы будут формироваться из отдельных атомов и агрегатов нанометрических размеров, следует помнить, что это те же системы, но сформированные на микроуровне. При этом законы формирования систем будут аналогичны законам формирования систем на макроуровне. Например, если нужно осуществить хотя бы одну полезную функцию над заданным исследуемым объектом с целью получения результата  $R_0$ , необходимо построить с ним временную систему с Вещественно- Полевым и Функционально совместимым звеном ( $\Pi \rightarrow O$ ).

$$O_1 \Rightarrow \Pi \rightarrow O \rightarrow Q_1 \Rightarrow R \rightarrow Q_1 \Rightarrow R_0$$

Где  $\Pi$  – поле (источник энергии) воздействующее или связывающее объекты  $O$  и  $O_1$ . Объект  $O$  выполняет часто функцию «инструмента» по отношению к объекту  $O_1$ .

Практически вся техника предназначена для выполнения заранее заданной главной полезной функции (ГПФ). Причём, как правило, внедряется та техника, у которой выше ГПФ. Повышения ГПФ искусственных систем (ИС), их развитие идёт по пути последовательного использования свойств всех иерархических уровней системы (материи), усложнения внутренней организации системы и т.д. Иначе говоря, по пути вычерпывания всех ресурсов развития ИС, идеализации её состава и структуры — когда части системы с более высокой организацией берут на себя функции частей с более низкой организацией, как бы «поглощая» их в себя. В идеальной системе нет «лишних» элементов: всё работает на ГПФ системы.

Но системный эффект может быть значительнее, если объединить разнородные элементы, вплоть до элементов с противоположными функциями. Увеличение степени неоднородности — один из источников интенсивного развития системы. Кроме того, это один из фундаментальных принципов развития систем.

Если вести речь, например, о технике, в которой используются законы природы и их следствия, она работает, благодаря проявлению механизма неоднородности в любой цепочке технической системы, по которой протекают потоки энергии, вещества или информации. Анализ эволюции технических систем (занимающих разные ниши в техносфере), проведённый в начале 90-х годов, показал, что они, проходя четыре этапа развития, приведенные выше, развиваются преимущественно по нескольким рациональным путям вычерпывания ресурсов развития: на уровне системы, надсистемы и вещества [4]. Эти пути развития ТС ещё раз подтверждают, что принцип неоднородности является универсальным принципом эволюции природных и искусственных систем.

Можно выделить следующие рациональные пути вычерпывания ресурсов развития:

А. на уровне вещества, как системы:

- *вычерпывание собственных ресурсов:*

- *вещество в виде кластера обростаёт себе подобными системами, увеличиваясь в размерах до появления нового качества;* Например, способ получения высокооктанового бензина путем использования мочевины и др.

- *вещество в общем виде остается без изменения, но последовательно «обрастая» дополнительными веществами, выполняющими требуемые функции, превращается в вещество-композит;* Например, к наноструктуре добавляются отдельные атомы или системы атомов. Появляются новые свойства, например, дендримеры.

- по линии использования свойств веществ, выполняющих функцию системы моно-вещество → би-вещество → поли-вещество → сложное-вещество → «сворачивающееся» в идеальное вещество → ... При этом наносистемы дополнительно развиваются по линии: «сплошное» нановещество → нановещество с одной полостью → нановещество с двумя и более полостями → нановещество со многими полостями – пористое нановещество, заполненное другими веществами, выполняющим определенную функцию.

- по линии объединения с альтернативными веществами-системами с измененными характеристиками, увеличивающими степень неоднородности синтезированной системы с последующей идеализацией и сворачиванием системы в идеальное вещество; Здесь, кроме всего проявляется системный эффект, качества, которого нет ни у одного из элементов, составляющих систему.

- по линии вычерпывания ресурсов развития на уровне подсистем вещества за счет использования свойств его внутренней организации. (способ получения высокооктанового бензина за счет использования структуры мочевины, которая затягивает вовнутрь молекулу бензина).

Ученые использовали Принц-технологии для создания самодвижущихся струйных микродвижителей для возможной доставки лекарств в определенные места организма. Такие комплексные микромашины могут работать автономно, аналогично биологическим микроорганизмам, превращая химическую энергию локальной окружающей среды в кинетическую энергию своего движения.

В. на уровне надсистемы:

- исчерпав возможности развития на уровне системы, ее развитие (системы) продолжается на уровне надсистемы, в которую она входит в качестве одной из подсистем со своей Основной Функцией Цели.

Другая возможная линия развития нанометрических технологий и систем – это учет законов симметрии, золотого сечения и нарушенной симметрии.

Диалектическое противоречие между симметрией и асимметрией является движущей силой саморегуляции.

Гегель писал: «Противоречие - корень всего движения и живучести». Перефразируя известный философский закон «О Единстве Противоположностей», получим закон «О Единстве Симметрии и Асимметрии». Белорусский философ Э.М. Сороко высказал предположение, что «сочетание симметрии и асимметрии в определенной пропорции и есть гармония» [8].

Асимметричность морфологических процессов есть фундаментальный закон живой материи, а числа Фибоначчи, золотое сечение и пентагональная симметрия его количественное отображение.

Приведенные выше предположения дают возможность качественно нового подхода к изучению не только живой материи, но и косной. Становится возможным построение реальных математических моделей наносистем и всевозможных самоорганизующихся систем.

Известно, что большинство металлов кристаллизуются либо в плотно-упакованную гранцентрированную кубическую (ГЦК) решетку, например, Al, либо в гексагональную плотноупакованную (ГПУ) решетку, например, Mg или Zn. Каждый атом в обеих плотноупакованных решетках имеет соседей. Например, ГЦК наночастица имеет форму 14-гранника – 6 квадратных граней и 8 граней в форме равностороннего треугольника. Если теперь к такой наночастице добавить еще один слой атомов, получим частицу из 55 атомов, а если добавлять еще по слою, получим ряд кластеров с суммарным количеством атомов: 1, 13, 55, 147, 309, 561, ... Сравним эту цепочку с цепочкой натуральных чисел, которая называется рядом Фибоначчи 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, 6765..., особенность которой состоит в том, что эта последовательность постепенно приближается к «золотому сечению»:  $A_{n+1}/A_n = 1,618$ .

Если использовать ту же процедуру для построения наночастицы с ГПУ, то получим несколько отличный от предыдущего ряд магических чисел: 1, 13, 57, 153, 321, 581, ...

Фуллерены представляют собой устойчивые многоатомные кластеры углерода с числом атомов от нескольких десятков до сотен. Как известно, углерод представляет собой достаточно устойчивое соединение протонов и нейтронов. Наличие внешних связей дает возможность молекуле углерода образовывать соединения типа алмаза или графита. Однако на микроуровне углерод способен создавать кластеры, число атомов углерода в которых будет не произвольным, а подчиняться определенной закономерности, исходящей из неоднородности свойств углерода по разным направлениям. Поэтому число атомов в кластере, в зависимости от типа решетки будет: 32, 44, 50, 58, 60, 70, 72, 78, 80, 82, 84 и т.д.

В связи с тем, что кластеры могут образовываться путем добавления атомных слоев, при этом число атомов будет подчиняться ряду Фибоначчи, который будет приближаться к «золотому сечению» и

проявляющиеся эффекты должны быть более устойчивыми. При этом конфигурации атомных кластеров, в которых электроны образуют заполненные оболочки, особенно устойчивы и порождают электронные магические числа: 3, 9, 20, 36, 61, ... для ГЦК структур. Этот ряд также постепенно приближается к «золотому сечению», т.е. к более устойчивому состоянию системы.

Таким образом, учитывая, что синтез наносистем сопровождается разрешением противоречий, которые возникают на этой стадии, преимущество в плане устойчивости соединений имеют те сочетания взаимодействующих систем, которые имеют совместимые друг с другом по свойствам и качествам элементы и подчиняются законам гармонии.

Однако, учитывая, что проявление эффектов усиливается при увеличении неоднородности системы, например, если увеличивать неоднородность в каком-либо предпочтительном направлении, эффект будет существеннее.

Именно неоднородность на наноуровне позволяет получить ряд новых физических эффектов, которые могут быть использованы для создания наносистем с особыми свойствами. Этот принцип совместимости работает практически на всех уровнях организации материи.

Таким образом, используя предложенные методологические подходы, можно помочь выбрать наиболее рациональные пути развития нанометрических технологий, не тратя средства и время на их поиск методом проб и ошибок.

### Список литературы

1. Бабкин В.И. Государственная значимость нанотехнологий. Конференция «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям», Москва, 18-19 ноября 2008г
2. Кондраков И.М. Динамизация технических систем. Тез. В сб.: "Методология и методы технического творчества". Новосибирск. СО АН СССР. 1984 г. С. 70-72.
3. Коробко В.И., Коробко Г.Н. Золотая пропорция и человек / Издательство Международной Ассоциации строительных вузов. – М., 2002. – 394 с..
4. Кондраков И.М. «Адаптация искусственных систем к окружающей среде». «Образование, наука, производство в технологическом университете»: Сб. научн. докл № 5 Юбилейной научно-практической конференции в технологическом университете. Минеральные Воды: СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008, с.56-63. ISBN 978-5-903213-07-8.
5. Левашов Н.В. «Теория Вселенной и объективная реальность». В сб. научн. докл. Ежегодной научно-практ. конф. «Наука, экология и педагогика в технологическом университете», — Минеральные Воды. Изд-во СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. — с. 205, с. 81-90. ISBN 5-903213-02-2.
6. Марутаев М. Гармония мироздания – закон Единого Целого. Ж.Российский колокол. № 3, 2005, с. 136 – 169.
7. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие/ В.В.Старостин; под общ. Ред. Л.Н.Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
8. Сороко Э.М. Структурная гармония систем. - Минск, 1984

## СЕКЦИЯ №21.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОГРАММ КОЛИЧЕСТВЕННОГО КОНТЕНТ-АНАЛИЗА

Гаркуша М.Ю., Сечкин Г.И.

ОмГТУ, СИБАДИ, г.Омск

*Статья посвящена изучению функциональных возможностей отечественных программ количественного контент-анализа: SimpleWordSorter, Wordstat, ContentAnalyzer, Vaal-mini.*

Ключевые слова: программное обеспечение; количественный контент-анализ; функциональные возможности; роль исследователя в проведении контент-анализа.

В настоящее время программное обеспечение контент-анализа условно делится на две части:

- количественный контент-анализ;
- качественный контент-анализ.

Укажем наиболее популярные программы количественного контент-анализа: The Yoshikoder, Grawdad Text Analysis System 1.2, CATRAC, Diction 6.0, DIMAP, General Inquirer, INTEXT/TextQuest-Text Analysis Software, Lexa, LIWC (Linguistic Inquiry and Word Count software), MCCA Lite, PCAD 2000, Salt ( Systematic Analysis of Language Transcripts), TABARY (Text Analysis By Augmented Replacement Instructions), TextAnalyst, WordStat v5.0. Разные программы количественного контент-анализа могут решать разные задачи, делать акцент на различных аспектах обрабатываемой информации[1,5].

Целью данной работы является сравнение функциональных возможностей некоторых отечественных программ количественного контент-анализа SimpleWordSorter, Wordstat, ContentAnalyzer, Vaal-mini и выявление роли исследователя при работе с данным программным обеспечением контент-анализа.

### 1.SimpleWordSorter

Программа SimpleWordSorter служит для подсчета общего количества слов и количества одинаковых слов в текстовом файле или в тексте буфера обмена, тем самым программа способна подготовить массив для дальнейшей обработки информации и её интерпретации в рамках структурного контент-анализа. Программа SimpleWordSorter позволяет подсчитывать отдельно количество русских и английских слов заданной длины и количество слов, повторяющихся больше заданного числа раз. Результат подсчета программа выводит в виде списка, который можно отсортировать по алфавиту или количеству повторений слов в тексте (Рисунок 1).

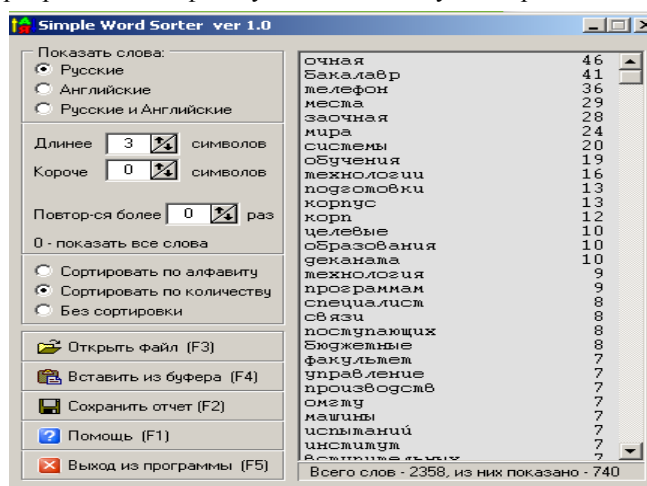


Рис.1. Отображение результатов подсчета единиц анализа в программе SimpleWordSorter

В виду того, что программа SimpleWordSorter отображает общее количество слов в массиве, появляется возможность расчета коэффициента доли присутствия признака в исследуемом массиве. Однако для самого расчета коэффициента необходимо использовать уже другое программное обеспечение или рассчитывать коэффициент доли присутствия признака вручную.

Главный недостаток программы SimpleWordSorter состоит в том, что в ней отсутствует механизм распознавания словоформ. Например, слова «технология», «технологии» программа распознает как разные и считает раздельно число появлений этих слов в тексте. Кроме того, данное программное обеспечение не дает возможности для ручной корректировки и объединения слов в словоформы, что существенно снижает потенциал данной программы для множественных замеров.

### 2. Wordstat

Программа Wordstat предназначена для статистического анализа текстов и указывает, сколько раз то или иное слово встречается в выбранном тексте. Таким образом, программа Wordstat проводит подготовку выборочной совокупности для структурного анализа. Исследуемый текст может быть выбран либо из простого текстового файла (обычно с расширением .txt), либо из файла гипертекста (обычно с расширением .htm или .html). Допускаются следующие кодировки: win1251, KOI-8r, cp866 (dos). Эти кодировки программа распознает автоматически. Результаты подсчета слов сохраняются в отдельном текстовом файле (Рисунок 2).



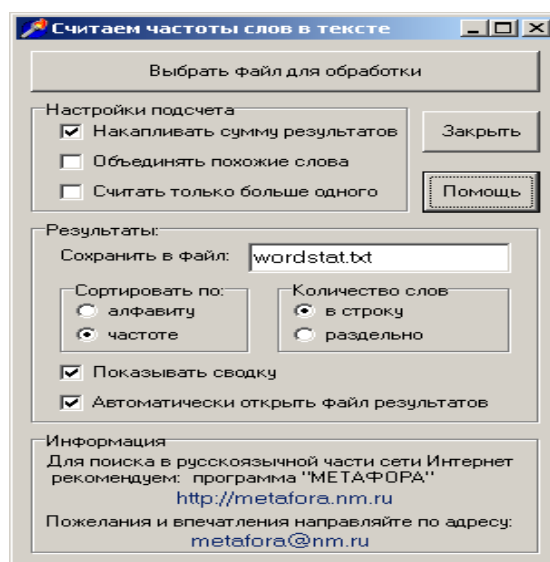


Рис.2. Интерфейс программы Wordstat

Особенность программы Wordstat и преимущество её по сравнению с программой SimpleWordSorter заключается в том, что она обладает функцией «объединять похожие слова», несмотря на имеющиеся изменения словоформы (различные окончания, суффиксы, префиксы). Однако в руководстве пользователем программой Wordstat рекомендуется данный режим использовать с осторожностью, так как некоторые слова могут обрабатываться неверно, поэтому исследователь вынужден осуществлять ручной контроль за процедурой фиксации единиц анализа.

Другая особенность Wordstat заключается в возможности накопления сумм результатов измерений, что бывает полезным при работе с большими массивами текстов, а также когда необходимо получить информацию, как по конкретному тексту, так и по всему массиву данных. Однако при использовании режима накопления суммы результатов, рекомендуется избегать объединения словоформ.

Результаты, полученные программой Wordstat могут быть интерпретированы исследователем в следующем смысле: например, анализируя файл результатов подсчета количества направлений подготовки и специальностей в Информационном бюллетене приемной комиссии ОмГТУ, можно заметить, что частота упоминаний единиц анализа, относящихся к одному направлению подготовки, превышает частоту упоминания слов, относящихся к другим специальностям; это может свидетельствовать о том, что для каждого направления подготовки и специальности характерны свои ключевые слова и термины.

Недостатком программы Wordstat можно считать то, что программа не выдает общего количества слов в массиве и не позволяет формировать единицы анализа, которые состоят более чем из одного слова (например, «информационные технологии»).

### 3. ContentAnalyzer

Программа ContentAnalyzer служит для подсчета ключевых слов на веб-страницах и адресована интернет-разработчикам для оптимизации своих Web-страниц и анализа чужих страниц, выдаваемых поисковыми системами. Достоинством программы ContentAnalyzer является то, что при анализе она учитывает не только слова, но и словоосновы, а также словосочетания (сравните с программами Wordstat и SimpleWordSorter). Кроме того программа ContentAnalyzer имеет список так называемых стоп-слов, который исключаются из подробного анализа. К ним относятся слова «этот», «он», «от» и другие.

Программа ContentAnalyzer содержит интегрированные в интерфейс весовые коэффициенты. Специфика этой программы такова, что каждой единице анализа она назначает отдельный весовой коэффициент, в зависимости от HTML-теги, к которой относится единица. Например, тексту, отмеченному тегами заголовков <h1>... </h1>, назначается вес, равный 10, а тексту, отмеченному тегами <b>... </b>, соответствует коэффициент, равный 2. Таким образом, производится ранжирование гипертекста по значимости.

Кроме того, программа ContentAnalyzer производит расчеты коэффициентов, характерных для структурного анализа с учетом весовых коэффициентов веб-документов. Программа ContentAnalyzer значительно упрощает проведение структурного контент-анализа за счет возможного параллельного анализа словооснов, слов и словосочетаний (Рисунок 3).

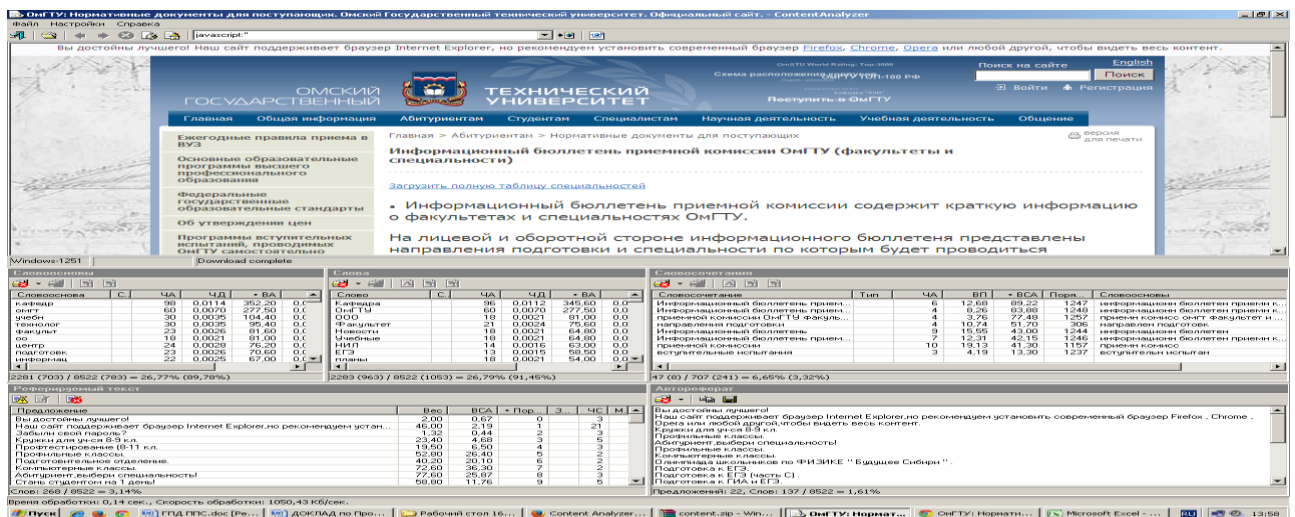


Рис.3. Отображение результатов подсчета единиц анализа в программе ContentAnalyzer

Особенность программы ContentAnalyzer состоит в том, что она считает всю текстовую информацию на веб-странице, в том числе контекстную рекламу. Роль исследователя, работающего с этой программой состоит в разделении всей информации вручную на интересующую исследователя часть и прочую информацию.

#### 4. ВААЛ, Vaal-mini

Цель программ ВААЛ, Vaal-mini – оценка эмоционального воздействия фонетики слова и текста на человека. В основе программы лежат результаты докторской диссертации А.П.Журавлева, которые нашли отражение в его книге «Звук и смысл», изданной в 1981 году [2,3].

В качестве источников необходимой информации для разработки программы использовались труды по фоносемантике, психолингвистике, психиатрической лингвистике, НЛП, контент-анализу.

Для оценки фоносемантического воздействия в системе ВААЛ используются специальные шкалы. Пользователь может использовать до двадцать различных шкал. Всем звукам русского языка по этим шкалам сопоставлены оценки. Эти оценки не осознаются людьми, но особым образом поставленные эксперименты показывают, что воздействие на подсознание имеет место и что оно довольно сильное.

В основу работы программы Vaal-mini положен описанный метод шкалирования фонетических компонентов текста по критерию различия в их восприятии.

При анализе Информационного бюллетеня ОмГТУ с помощью программы Vaal-mini получены следующие результаты (Рисунок 4):



Рис.4. Отображение результатов анализа психолингвистических характеристик текста в программе Vaal-mini

Программа ВААЛ осуществляет разработку наиболее сложной и важной для исследователя формы контент-анализа, а именно психологического воздействия документа на абитуриента, а не ограничивается только структурной формой анализа, характерной для уже рассмотренных выше программ количественного контент-анализа.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматривая развитие информационного обеспечения количественного контент-анализа, следует выделить следующие факторы, обуславливающие его эволюцию:

- развитие системы поиска и отбора данных в глобальной сети Интернет;
- расширение возможностей цифрового формата данных (возможности оцифровки текста и увеличение объема текста в цифровом формате облегчает работу по его редактированию и контент-анализу в условиях локализации данных не только в пространстве, но и во времени).

- узкая специализации программного обеспечения. Например, ContentAnalyzer, в первую очередь, служит для оптимизации работы поисковых систем, ВААЛ – для исследования психолингвистических характеристик текста, Wordstat – для подсчета слов для структурного анализа. Направленность программного обеспечения на реализацию отдельных процедур обусловлено тем, что контент-анализ может проводиться по различным методикам и характеризуется широким спектром своего применения[4].

- применение информационных технологий подразумевает высокий профессионализм исследователя в проведении контент-анализа. Программное обеспечение не позволяет полностью «исключить» исследователя даже из процесса обработки текста. Это связано, в первую очередь, с тем, что программное обеспечение не может адекватно воспринимать оценочные, контекстуальные, ценностно-нагруженные суждения, что требует непосредственного вмешательства исследователя в процедуру.

В заключение укажем перспективные направления развития содержательного аспекта контент-анализа. Первое направление связано с программами исследования искусственного интеллекта, применение которого должно позволить проводить ранжирования оценочного, содержательного компонента текста. Второе направление связано с формализацией качественной стороны метода, через выделение объективных характеристик текста.

#### Список литературы

1. Гаркуша М.Ю., Сечкин Г.И. Цель и задачи использования новых информационных технологий в PR-продвижении информационных ресурсов технического вуза: Сборник научных трудов SWorld. Том 11. Технические науки. Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные направления в науке, образовании, производстве и транспорте' 2013». ЦИТ 413-0709.- с. 65-66.
2. Манаев, О.Т. Методологические проблемы исследования эффективности средств массовой информации: дисс.док.социол.наук / О.Т. Манаев. — Мн., БГУ, 1991. – 353 с.
3. Мангейм, Д.Б., Политология. Методы исследования / Д.Мангейм, Б.Рид. – М., «Весь мир», 1997. – 544 с.
4. Ротман, Д.Г. Оперативные социологические исследования: методика и опыт организации / Д.Г. Ротман, А.Н. Данилов, Л.Г. Новикова. – Мн., БГУ – 2001. – 354 с.
5. Сечкин Г.И., Гаркуша М.Ю. Исследования внутренних и внешних коммуникаций технического университета методом контент-анализа (синтетический подход). Прикладная математика и фундаментальная информатика. Ежегодный научный журнал, № 1, 2014. Под ред. А.В. Зыкина. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. - 278 с.

**СЕКЦИЯ №22.  
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

**ПРИБОР КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ НАУЧНОГО И УЧЕБНОГО ПОЗНАНИЯ**

**Надеева О.Г.**

УрГПУ, г.Екатеринбург

В настоящее время человек имеет возможность быстро получать, перерабатывать и передавать информацию, контролировать быстротекающие процессы, перемещаться в пространстве на большие расстояния, проводить исследования в труднодоступных местах и т. п. Обеспечение безопасности человека на производстве, на транспорте, в строительстве, предотвращение негативных последствий научно-технического прогресса возможны только при наличии приборов или приборных комплексов, выполняющих измерительные, вычислительные функции, и, главным образом, регистрирующие, регулирующие, аналитические и контролирующие функции.

«Знание техники, ее места и роли в жизни общества стало неотъемлемой частью представления современного человека об окружающем мире, составной частью его мировоззрения, поскольку техника сегодня – один из основных компонентов окружающей человека среды» (В.С. Леднев). Эти слова ученого, сказанные еще в прошлом веке, до сих пор актуальны, так как количество технических устройств вокруг современного человека постоянно увеличивается. Следовательно, общество должно придавать большое значение формированию технической культуры у молодежи, не зависимо от ее личностных интересов. Благодаря этому будет обеспечена ее адаптация в окружающей среде или возможность получения технического образования при соответствующих профессиональных намерениях. В последнем случае будущие инженеры должны понимать значение технических объектов, знать принципы развития технических систем. Близость естественных наук (особенно физики) к техническим наукам обуславливают возможность и необходимость использования физического оборудования в качестве средства для формирования методологических знаний обучающихся о приборах и их использовании в научном и учебном физическом эксперименте.

В нашем диссертационном исследовании [4] проведен анализ эмпирических методов научного познания и роли материальных средств в этом процессе, выделен особый статус прибора на основании анализа следующих положений:

1. *Прибор – сопряженный объект развития науки и техники.*
2. *Прибор – гносеологический объект.*
3. *Прибор – методологический объект познания.*
4. *Прибор – методический объект учебного познания.*

В философском словаре И.Т. Фролова этот термин раскрывается более содержательно, чем в других источниках: «Прибор – средство познания, применяемое для наблюдения, регистрации и описания различного рода измерений. Прибор в современном научном познании выступает как своеобразный посредник между познающим субъектом и познаваемым объектом, усилитель органов чувств человека, позволяющий исследовать материальные объекты, недоступные непосредственному восприятию. Современные экспериментальные установки обычно состоят из совокупности приборов, выполняющих различные функции: одни изолируют, выделяют, вычленяют и в этом смысле «приготавливают» объект исследования; другие непосредственно воспринимают сведения о состоянии и свойствах изучаемого объекта; третьи фиксируют определенным способом результаты взаимодействия прибора с объектом в виде световых или звуковых эффектов, следов на фотопластинке и т. п. Возрастающая роль прибора в современном научном познании обнаруживается в том, что вычленение и изучение различных объектов во многом зависят от технической оснащенности исследователя» [9, с. 381-382].

В соответствие с Федеральным государственным стандартом физического образования овладение методами познания является одной из целей обучения. Для того чтобы школьник овладел приемами эксплуатации экспериментальных средств исследования, знал цель и методы использования приборов при изучении явлений природы, умел прогнозировать их влияние на результаты эксперимента и т. п., его необходимо систематически и целенаправленно обучать применению методов эмпирического познания в учебной деятельности [6, 7, 10]. Кроме того, он должен понимать, что результат взаимодействия субъекта с прибором в процессе экспериментальной деятельности будет зависеть и от технических характеристик прибора, и от физиологического, психологического

состояния экспериментатора, его знаний и практических умений.

Изучаемое физическое явление (объект исследования), обучающийся как исследователь, учебное оборудование кабинета физики настолько органично связаны, что нельзя не учитывать их вероятное взаимодействие при постановке эксперимента. Как инженерная психология решает проблемы взаимной приспособленности человека и машины, их информационного взаимодействия, так же педагогическая психология рассматривает взаимодействие школьника не только с учителем, но и с учебным физическим оборудованием в экспериментальной деятельности.

Несмотря на различие целей субъектов учебной и научной деятельности и средств их достижения, для обоих прибор является методологическим объектом познания, так как используется как средство и в наблюдениях, и в измерениях, и в экспериментах. Несмотря на кажущуюся идентичность, учебные приборы значительно отличаются от приборов, применяемых в других сферах деятельности человека. Например, трансформатор в школьном кабинете физики отличается от аналога в научной лаборатории или на производстве условиями работы, конструктивными особенностями и техническими характеристиками, измерительные средства требованиями к точности и т. п.

Изучая физические явления, процессы или свойства веществ с помощью приборов учащиеся должны понять, в чем состоит смысл критерия практики. Так, приборы проектируются, конструируются с определенной целью и с использованием уже открытых в науке физических законов. Одновременно они помогают исследователю воссоздать какие-либо явления в реальных условиях и зафиксировать их. Кроме того, в процессе эмпирического исследования могут возникать проблемы измерения величин. Например, деление электрического заряда с помощью двух учебных электрометров можно выполнить не более трех раз, и часть учеников объясняет наблюдаемое, как исчезновение заряда. И здесь важно, чтобы учитель зафиксировал внимание учеников на важной характеристике материальных средств – чувствительности прибора, и отметил существование этих ограничений и у современных технических средств. Такое устройство, как датчик-секундомер, измеряющий промежутки времени при прохождении расстояний с помощью двух датчиков на герконах, при некоторых скоростях не успевает срабатывать. Все это подводит обучающихся к пониманию наличия пределов в использовании приборов в различных условиях эксплуатации и в необходимости обработки полученных результатов с учетом погрешностей измерений.

Традиционные этапы формирования понятия «прибор» в основной школе ограничены изучением прибора как измерительного устройства в соответствии с обобщенными планами (предложены А.А. Буровым, А.В. Усовой). В среднем звене школы изменения в изучении понятия «прибор» незначительны, так как при знакомстве учащихся с новыми приборами по физике их систематизация, классификация и обобщение понятия осуществляются редко. Это подтверждается, как нашими исследованиями (1997-2002 гг.), так и изысканиями студентов Е.Тихоновой (2006) и А. Конева (2012).

В Табл.1 приведены некоторые результаты сочинений учащихся 11-х классов (352 чел.) г. Екатеринбурга по теме «Роль прибора в жизнедеятельности человека» [4].

Цель – выявить широту знаний школьников по вопросу использования приборов в науке, технике, быту и, в частности, в обучении, понимание ими необходимости знания принципа действия и функций некоторых учебных приборов, правил обращения с ними и т. п.

У большинства выпускников знания конкретных приборов ограничены бытовыми приборами (весы, термометр, измерительный стакан, барометр), и связь приборов с практикой также преломляется в сознании учащихся через технические устройства, используемые в быту (холодильник, телевизор, радиоприемник, микрокалькулятор и др.). Современные школьники обязательно добавляют сотовый телефон и микроволновую печь.

Анализ письменных ответов учащихся по теме  
«Роль прибора в жизнедеятельности человека»

Анализ ответов школьников	Количество учащихся (352 чел.)	
	чел.	%
1. Школьники привели аргументы, что при пользовании приборами необходимо знать	70	20
- физические законы	260	74
- устройство и принцип действия прибора	80	23
- технику безопасности		
2. В работах выпускников отражено влияние прибора на формирование у них	190	54
- измерительных навыков	110	31
- познавательного интереса	160	46
- практических умений	100	28
- убежденности в достоверности знаний		
3. Показана и обоснована позитивная роль прибора в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека, в прогнозировании стихийных бедствий, в сохранении цивилизации	130	37

Школьники указывали на возможность сохранения здоровья людей с помощью приборов, на облегчение условий труда и жизни человека, обеспечение безопасности движения на транспорте и т. п. Тем не менее, учащиеся не проявили понимание связи приборов с техникой в ходе развития цивилизации и почти не пытались обосновать позитивную роль приборов в сохранении человечества на планете: прогнозирование возникновения стихийных и экологических бедствий, контроль уровня радиации и предупреждение населения через средства массовой информации и т. д. Следовательно, при изучении физики необходимо останавливаться на способах решения не только повседневных, но и глобальных проблем общества с помощью приборов, приборных комплексов, и кратко отражать это в содержании учебного материала.

Несмотря на преобразования в стране, в системе образования за десятилетие, на широкое внедрение ИКТ в образовательный процесс, понимание старшими подростками и юношами роли приборов и технических устройств в жизнедеятельности людей практически не улучшилось. Подтверждается правильность идеи о необходимости организации пошагового изучения понятия «прибор» в соответствии с *дидактической моделью формирования понятия*, предложенного Т.Н. Шамало [10]. При этом соответствующее его видовое понятие формируется с учетом уровня физических знаний школьников и особенностей возраста: «измерительный прибор» (7 кл.), «учебный физический прибор» (8 кл.), «учебный прибор» (9 кл.), обобщенное понятие «прибор» (10-11 кл.). В качестве примера приведем содержание этапов по формированию понятия «прибор» для старшекласников (Табл.2).

Таблица 2

ФОРМИРОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО ПОНЯТИЯ «ПРИБОР»  
В СТАРШИХ КЛАССАХ

Этап формирования понятия	Обобщенное понятие «прибор» (10-11 кл.)
1. Введение понятия «прибор»	Восприятие учебных физических приборов в качестве моделей для демонстрации принципа действия некоторых технических объектов. Знакомство с функциями контрольно-измерительных комплексов. Выделение из класса изучаемых приборов тех, которые относятся только к учебному оборудованию и тех, которые могут использоваться в технике, в науке, в быту.

2. Изучение полного содержания понятия «прибор»	Выделение признаков прибора, дифференцирующих его от других средств получения информации об окружающем мире. Связь теории и эксперимента в познании. Восприятие любого демонстрируемого прибора как средства познания в какой-либо предметной области. Обоснование выбора метода исследования с учетом используемого оборудования.
3. Практическая реализация знаний о приборе	Конструирование приборов и моделирование физических процессов в технических объектах. Самостоятельное планирование учебно-познавательной деятельности экспериментального характера.
4. Систематизация знаний о приборах	Уточнение влияния используемых приборов, психологического состояния исследователя на результаты эксперимента. Систематизация знаний о приборах, применяемых в обучении, в науке, в технике и в быту.

Поэтапное изучение каждого видового понятия с помощью УФЭ и теоретических обобщений позволит обучающимся осознанно использовать приборы в учебной, бытовой, научной деятельности, а при поступлении в технический вуз легко воспринять понятие технического объекта.

Так, в 2006 г. во время педпрактики выпускница Тихонова Е. после анкетирования десятиклассников (22 чел.) МОУ СОШ № 18 г. Ирбита Свердловской области получила аналогичные результаты: учащиеся общеобразовательного класса выделяют только измерительную функцию приборов (87%); рассматривают понятия «учебный прибор» и «учебные принадлежности» как синонимы (68%); затрудняются описать «учебный прибор» даже с использованием алгоритма описания – обобщенного плана (90%); не осознают функциональные возможности приборов даже в быту (40%). В беседах с десятиклассниками ею анализировались ошибки, допущенные ими в анкетах, выделялись другие функции известных им учебных физических приборов, (кроме измерительных): преобразующие (трансформатор), контролирующие (реле), регулирующие (реостат), аналитические (счетчик Гейгера, спектроскоп).

Для сближения учебного эксперимента с научным экспериментом учитель физики использует в обучении не только отдельные приборы, но конструирует экспериментальные установки для воспроизведения физических явлений, процессов или для организации исследования во время урока. Учебное оборудование должно позволять менять параметры физического процесса, управлять скоростью протекания явления, тогда появляется возможность осуществлять *вариации* опыта на одной и той же демонстрационной установке.

Покажем, что *экспериментальную установку*, которая представляет собой совокупность функционально объединенных физических приборов и вспомогательных устройств, предназначенных для получения непосредственно воспринимаемой наблюдателем информации, необходимой для достижения целей эксперимента, можно считать технической системой.

Сравним содержание понятий «техническая система», характеризующее любой технический объект, технологический процесс, и «экспериментальная установка», используемое при обучении физике в школе и вузе. Под *технической системой* понимают «совокупность взаимосвязанных взаимодействующих элементов, обладающих различными свойствами, параметрами и пространственной структурой и объединенных для достижения единой цели или выполнения определенной функции (или функций)» [2, с. 30]. Это означает, объект является технической системой, если имеет все четыре основных признака: функциональность, целостность (структура), организация, системное качество.

Как видно из определений, их содержание по существу совпадает. Кроме того, создание экспериментальной установки на основе демонстрационного оборудования школьного кабинета физики осуществляется аналогично развитию технической системы, которое включает: подбор частей образуемой системы; совершенствование этих частей (материалы, формы, размеры); динамизация системы (соединение частей – подвижное, неподвижное). Отсутствие этапа, связанного с переходом к самоуправляющейся технической системе, считаем правильным для экспериментальной установки, так как демонстрация физического явления в отличие от технологического процесса не может быть непрерывной. (Отметим, что речь не идет об автоматизации лабораторных работ по курсу общей физики.) Таким образом, несмотря на простоту большинства демонстрационных установок, используемых на уроках физики в школе, будем полагать их техническими

системами.

Нами исследовано одно из направлений – многоцелевое использование демонстрационного оборудования типового школьного кабинета физики [3, 4]. При этом поиск дополнительных функций приборов и экспериментальных установок на начальном этапе осуществляется учителем интуитивно за счет знания учебного оборудования и опыта постановки УФЭ. Такая деятельность учителя физики по своему содержанию и структуре в большей степени сравнима с работой рационализатора по решению задачи улучшения существующей технической системы и, одновременно, ученого-методиста по обнаружению и реализации новых функций демонстрационного оборудования, экспериментальных установок при постановке ШФЭ. В этом творческом процессе вероятно необходимость решения несложных технических задач. Покажем на нескольких примерах использование системного подхода [5] в методической деятельности учителя, по аналогии с его применением для технических систем.

*Реализация принципа целостности.* В учебном пособии по основам творческо-конструкторской деятельности отмечено, что системный подход «ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта и обеспечивающих ее механизмов ...» и приводится пример, когда техническая система, состоящая из одних и тех же элементов, приобретает новое качество при их объединении в единое целое: 1 лодка + 1 лодка = катамаран – увеличение устойчивости, + еще 1 лодка = тримаран – непотопляемость» [8, с. 16]. Так, реализуя нашу идею многоцелевого использования учебного оборудования и используя *только лабораторные приборы* (линзы на подставке, стеклянную призму, дифракционную решетку, поляроиды и др.), студент И.Н. Александров сконструировал *демонстрационный прибор* – «черный ящик по оптике» [1]. В результате появилась возможность на этой демонстрационной установке организовать проблемное изучение оптических явлений.

*Решение технического противоречия.* Невозможность осуществления демонстрации физического явления с помощью данного учебного прибора приводит к постановке методической проблемы: как его модернизировать или как заменить этот прибор другим, по техпаспорту для этой цели не предназначенным. В ходе решения проблемы выполняются несложные конструкторские задачи, например, внедрение объекта, внесение изменений в конструкцию прибора при сохранении технических характеристик.

Так, в оборудовании школьного кабинета физики не было специального прибора для наблюдения полного отражения света, поэтому опыт демонстрировался с помощью других приборов: трубки для конвекции в жидкости (*Хорошавин С.А.*), трубки Ньютона и шара для взвешивания воздуха (*Надеева О.Г.*). Для того, чтобы наблюдать искровой и тлеющий разряд в вакуумной тарелке с колоколом, в ее основании нами была сделана дополнительная клемма прибора, что не повлияло на работу прибора в демонстрациях, рекомендованных в инструкции по эксплуатации, но позволило подключить к нему высоковольтный источник питания. Эти примеры доказывают, что системный подход позволяет успешно решать конструкторско-методические задачи и в обучении физике.

### Список литературы

1. Александров И.Н. Применение приема «черный ящик» при обучении физике // Учебная физика. – 2010. – № 2. – С. 29–34.
2. Заёнчик В.М. Основы творческо-конструкторской деятельности: Методы и организация: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Заёнчик, А.А. Карачёв, В.Е. Шмелёв. – М.: Академия, 2004.
3. Надеева О.Г. Многоцелевое использование учебного оборудования школьного кабинета физики: монография / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2011.
4. Надеева О.Г. Полифункциональное использование оборудования типового школьного кабинета физики как средство повышения эффективности учебного физического эксперимента : дис. ... канд. пед. наук / О. Г. Надеева; Уральский гос. пед. ун-т. – Екатеринбург: [б. и.], 2002.
5. Надеева О.Г. Системный подход к решению конструкторско-методических задач по учебному физическому эксперименту // Школа и вуз : сборник тезисов докладов V Российской научно-методической конференции преподавателей вузов и учителей школ / Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2008.
6. Никитин А.А. Обучение учащихся методам и приемам научного познания на уроках физики: автореф. дис... канд. пед. наук. – М., 1984.
7. Разумовский В.Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучения / В.Г. Разумовский, В.В. Майер. – М.: ВЛАДОС, 2004.
8. Уваров С.Н., Кунина М.В. Основы творческо-конструкторской деятельности. – М.: Академический проект, 2005. – 80 с. – (Педагогические технологии).
9. Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова. 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Республика, 2001.



10. Шамало Т.Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: Дис... д-ра пед. наук: СПб, 1992.

## ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2014 ГОД

### Январь 2014г.

Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2014г.

### Февраль 2014г.

Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2014г.

### Март 2014г.

Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2014г.

### Апрель 2014г.

Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2014г.

### Май 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2014г.

### Июнь 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2014г.

### Июль 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2014г.

### Август 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2014г.

### Сентябрь 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2014г.

### Октябрь 2014г.

Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2014г.

**Ноябрь 2014г.**

Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**»,  
**г.Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2014г.

**Декабрь 2014г.**

Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,  
**г.Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2014г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2015г.

**С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки [www.izron.ru](http://www.izron.ru) (раздел «Технические науки»).**

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОБЛЕМЫ  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(6 ноября 2014г.)**

**г. Красноярск  
2014г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 07.11.2014.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 30,0.  
Тираж 150 экз. Заказ № 1519.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58