

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов по материалам
VII Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 27 февраля 2015 года

ЧАСТЬ III

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов
по материалам
VIII Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 27 февраля 2015 г.

В семи частях
Часть III



Белгород
2015

УДК 001
ББК 72
Т 33

Теоретические и прикладные аспекты современной науки :
Т 33 сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции 27 февраля 2015 г.: в 7 ч. / Под общ. ред. М.Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2015. – Часть III. – 156 с.

ISBN 978-5-9906355-9-3
ISBN 978-5-9906520-2-6 (Часть III)

В сборнике рассматриваются актуальные научные проблемы по материалам VIII Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (г. Белгород, 27 февраля 2015 г.).

Представлены научные достижения ведущих ученых, специалистов-практиков, аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов по техническим наукам.

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору № 690-11/2014 от 05.11.2014 г.

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

УДК 001
ББК 72

Научное издание

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов по материалам
VIII Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 27 февраля 2015 г.

В семи частях
Часть III

Подписано в печать 12.03.2015. Гарнитура Times New Roman. Формат 60×84/16.
Усл. п. л. 9,07. Тираж 100 экз. Заказ 35
ООО «ЭПИЦЕНТР» 308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1
ИП Петрова М.Г., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

ISBN 978-5-9906355-9-3
ISBN 978-5-9906520-2-6 (Часть III)

© Коллектив авторов, 2015
© ИП Петрова М.Г. (АПНИ), 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	5
<i>Айнакул Н.А., Зиятбекова Г.З., Васюк Д.</i> ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	5
<i>Балашова Т.В., Сидорова А.С.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ	9
<i>Беляев А.Е.</i> ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО КАК ОСНОВА НАЧАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ УЧАЩИХСЯ (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ).....	13
<i>Булат М.П.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ.....	15
<i>Булат М.П., Продан Н.В.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ СЕГМЕНТНОГО ГИБРИДНОГО ГАЗОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА	22
<i>Василева С.Ж.</i> ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕННОГО РЕДАКТОРА GPSS WORLD ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ.....	27
<i>Давыдова К.А., Чевордаев И.А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТУХАНИЯ К СУММАРНЫМ ОДНОНАПРАВЛЕННЫМ НАВОДКАМ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ.....	32
<i>Ивлиев С.Н, Кирюхин Ф.М.</i> СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В НАКОПИТЕЛЯХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ПУТЕМ ПЕРЕСТАНОВКИ МАГНИТНЫХ ДИСКОВ ВИНЧЕСТЕРА	36
<i>Ильина Т.Е.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ МОДЕЛЬНЫХ КОЛОДОК ГАЗОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА	38
<i>Кокорев С.А., Кузькин Н.А.</i> УСТРОЙСТВО СБОРА И ОБРАБОТКИ БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ НА БОРТУ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.....	49
<i>Кузнецов С.Ю., Нигметзянов Р.И., Фатюхин Д.С.</i> ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗАКЛЁПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	53
<i>Кузькин Н.А., Кокорев С.А.</i> ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВЫХ АППАРАТНО- ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ.....	55
<i>Лапшин В.П., Егорушкина А.А.</i> АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕРЛЕНИЕМ, С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПОДСИСТЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РЕЗАНЬЕ И ПОДАЧУ	58
<i>Ливанский А.Н., Сундуков С.К., Сухов А.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ И ПОДАЧЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ.....	63
<i>Лобосова Л.А., Магомедов М.Г., Журавлев А.А., Арсанукаев И.Х.</i> НОВЫЙ ВИД НАЧИНКИ ДЛЯ ПИРОЖНЫХ ТИПА «ЭКЛЕР».....	67
<i>Миненков Р.В.</i> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В СТРУКТУРИЗАЦИИ ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ АСУП.....	69
<i>Николаев А.Б., Сапего Ю.С.</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМИ ИНЦИДЕНТАМИ	73

Овчинкин О.В. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ РЕСУРСА I-EXAM.RU ПРИ ПРИЁМЕ В МАГИСТРАТУРУ	77
Папуловская Н.В., Лобачев Е.В., Югфельд И.Д. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ВЫДЕЛЕНИЮ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ	79
Пыхтин А.И. НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДНЕГО БАЛЛА ЕГЭ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВУЗА ПРИ ПРИЕМЕ НА ПЕРВЫЙ КУРС ОБУЧЕНИЯ	86
Родионова Н.С., Попов Е.С., Радченко А.Ю., Фомичева А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	88
Российский Е.А. ОЦЕНКА РИСКОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ	90
Рочев К.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСПИРАНТОВ ВУЗА.....	94
Рубцова Е.И., Хныкина А.Г., Боголюбова И.А., Рубцов Е.С. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛОЯ СЕМЯН И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ИМИ ОБЪЕМА АКТИВАТОРА	97
Рыбакова Л.В. КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ПРИВОЙНОГО МАТЕРИАЛА	100
Савдур С.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД.....	103
Сидорова А.С., Балашова Т.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕКРЕСТНЫХ НАВОДОК В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ	105
Федюнин Р.Н., Войнов А.С., Сенокосов И.В. БЛОК АРИФМЕТИКО-ЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕЛЕНИЯ БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ	109
Феофанов А.Н., Шохрина Н.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В РАМКАХ МЕТОДОЛОГИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА НА ЭТАПЕ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ.....	115
Феофанов А.Н., Турапин М.В. МЕТОД КРУГОВОГО АНКЕТИРОВАНИЯ ЭКСПЕРТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕЧНЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПОСТАВЩИКОВ СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОЦЕССА РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА.....	120
Хади О.Ш., Литвинов А.Н., Артамонов Д.В. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСБОРОК С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	127
Чевордаев И.А., Давыдова К.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТУХАНИЯ К СУММАРНЫМ НАВОДКАМ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ	135
Чемекова Н.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА	139
Чжан Р.В. ГРУНТОВЫЕ ПЛОТИНЫ В КРИОЛИТОЗОНЕ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ.....	141
Щипунова К.Д. АНАЛИЗ МЕЖКАДРОВОЙ ДИКМ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ С АДАПТАЦИЕЙ К ПЕРЕМЕЩЕНИЯМ.....	149
Щипунова К.Д. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ОБОРУДОВАНИЮ ЦИФРОВОГО КОДИРОВАНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ	153

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Айнакул Н.А.

ст.преподаватель кафедры «Компьютерная и программная инженерия»
университета «Туран»,
Казахстан, г. Алматы

Зиятбекова Г.З.

доцент кафедры «Компьютерная и программная инженерия»
университета «Туран»,
Казахстан, г. Алматы

Васюк Д.

студент 3-курса спец. ВТПО кафедры «Компьютерная и программная
инженерия» университета «Туран»,
Казахстан, г. Алматы

В статье рассматриваются возможные варианты оценки надёжности методом имитационного моделирования, а также проводится их сравнение. Обосновывается выбор наиболее перспективных вариантов для реализации.

Ключевые слова: вычислительная система (ВС), имитационное моделирование, анализ надёжности, отказоустойчивая система (ОУ-систем), надёжность ВС.

Современные информационно-вычислительные и управляющие системы относятся, как правило, к классу *распределенных вычислительных систем (РВС)*. Сегодня они стали *неотъемлемой* составляющей ответственных технических комплексов: без такой системы функционирование комплекса вообще *невозможно*, вследствие чего внезапный выход ее из строя приводит в лучшем случае к полной остановке управляемого объекта (зачастую при больших материальных потерях), а в худшем – к авариям с катастрофическими последствиями. Требование чрезвычайно высокой надёжности РВС, входящих в состав таких технических комплексов (технологические установки, энергосистемы, системы связи и транспорта, авиакосмические системы и др.), является очевидным, но не легко достижимым. Череда тяжелых аварий продолжается, несмотря на непрерывное повышение качества и надёжности компонентов вычислительных систем (ВС), да еще при тщательном их отборе для ответственных применений. Это означает, что повышение надёжности элементной базы хотя и играет важную роль, но вследствие чрезвычайно быстрого роста сложности ВС, не может полностью решить проблему их надёжности, если структура ВС такова, что отказ единственного элемента приводит к отказу всей системы. Так что попытки "закрывать" проблему надёжности, опираясь на прогресс технологии,

не представляется возможной. Очевидно, что решить проблему надежности действительно сложных систем, не затрагивая их структуру и организацию функционирования, невозможно.

Решение этой проблемы лежит на пути создания *отказоустойчивых систем (ОУ-систем)*, т.е. систем, способных выполнять свои функции, возможно с допустимой потерей качества, при отказах определенного числа элементов. В этом направлении (конечно, при учете достижений технологии СБИС), ведутся все основные исследования и разработки в области создания высоконадежных систем. Важно отметить, что к проблеме отказоустойчивости ведущие зарубежные фирмы, создающие ответственные управляющие и информационно-вычислительные системы, уделяют первостепенное внимание.

Конечно, имеется традиционные методы построения отказоустойчивых (распределенных или не распределенных) вычислительных систем. Эти методы занимает важное и прочное место как в практических разработках, так и в новых развитых проектах, которые сложились и развивались за все время существования отрасли ВТ. К ним (т.е. традиционным методам) относят [1]:

- различные виды резервирования,
- N-модульную избыточность с голосованием,
- дублирование ПМ со сравнением результатов и др.

Эти методы и в настоящее время совершенствуются и развиваются. Однако, в чистом виде они не учитывают распределенность структуры современных ВС и наличие в них "естественной" аппаратной и временной избыточности, которая может быть использована для обеспечения отказоустойчивости. Вследствие этого при высоких требованиях к надежности ВС применение этих методов приводит к чрезмерной избыточности и большим дополнительным затратам, а часто и не позволяет достичь поставленных требований к надежности при заданных стоимостных, аппаратурных, весо-габаритных, технологических и других ограничениях.

Имитационное моделирование интенсивно применяется на этапе проектирования ВС для решения следующих задач:

- Прогнозирование производительности системы с последующим анализом её структуры;
- Разработка и отладка распределённых программ на детальной модели аппаратуры;
- Оптимизация структуры ВС по заданному критерию.

Поскольку, как видно, на этапе проектирования создаётся модель, учитывающая структуру разрабатываемой ВС, а также программную и аппаратную составляющие системы, то возникает идея использования данной имитационной модели для оценки надёжности ВС.

В [4] указаны основные этапы имитационного эксперимента:

- Описание модели;
- Прогон модели (имитация);

- Анализ и интерпретация результатов экспериментов.

Оценим необходимые изменения в схему имитационного эксперимента для оценки надёжности на каждом этапе.

Для дальнейшего рассмотрения следует различить два возможных варианта исходных данных о надёжности компонентов системы:

- Отсутствие характеристик надёжности каких-то компонентов;
- Полное наличие характеристик надёжности компонентов ВС;

Надо заметить, что на этапе проектирования первая ситуация встречается достаточно часто. Это происходит оттого, что аппаратные компоненты ВС на этапе проектирования могут ещё не существовать.

Если во втором случае можно развить существующие методы оценки надёжности, то в первом необходимо использовать совершенно новые методы. На рисунке представлены возможные подходы, описанные ниже.

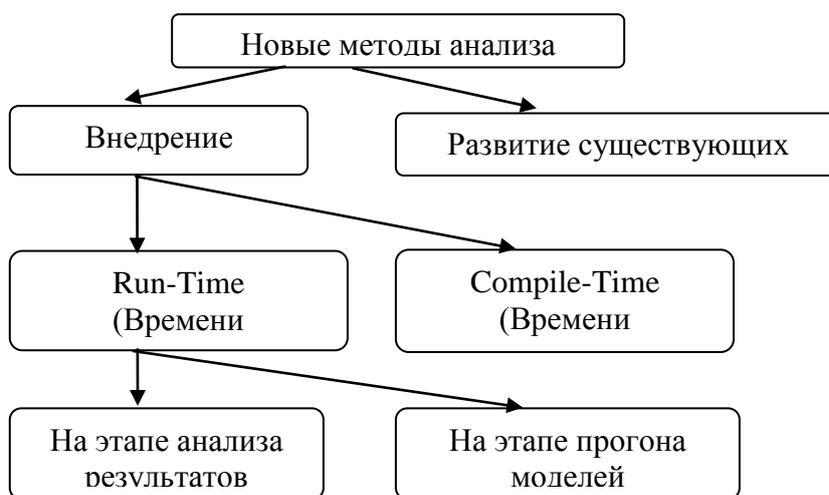


Рис. Предлагаемые подходы для анализа надёжности

Несмотря на то, что имитационное моделирование на ЭВМ является мощным инструментом исследования систем, его применение рационально не во всех случаях. Известно множество задач, решаемых более эффективно другими методами. Вместе с тем для большого класса задач исследования и проектирования систем метод имитационного моделирования наиболее приемлем. Правильное его употребление возможно лишь в случае четкого понимания сущности метода имитационного моделирования и условий его использования в практике исследования реальных систем при учете особенностей конкретных систем и возможностей их исследования различными методами.

В качестве основных критериев целесообразности применения метода имитационного моделирования на ЭВМ можно указать следующие: отсутствие или неприемлемость аналитических, численных и качественных методов решения поставленной задачи; наличие достаточного количества исходной информации о моделируемой системе для обеспечения возможности построения адекватной имитационной модели; необходимость проведения на базе других возможных методов решения очень большого количества вычислений, трудно реализуемых даже с использованием ЭВМ;

возможность поиска оптимального варианта системы при ее моделировании на ЭВМ.

Имитационное моделирование на ЭВМ, как и любой метод исследований, имеет достоинства и недостатки, проявляющиеся в конкретных приложениях [2,3]. К числу основных достоинств метода имитационного моделирования при исследовании сложных систем можно отнести следующие: машинный эксперимент с имитационной моделью дает возможность исследовать особенности процесса функционирования системы в любых условиях; применение ЭВМ в имитационном эксперименте существенно сокращает продолжительность испытаний по сравнению с натурным экспериментом; имитационная модель позволяет включать результаты натуральных испытаний реальной системы или ее частей для проведения дальнейших исследований; имитационная модель обладает известной гибкостью варьирования структуры, алгоритмов и параметров моделируемой системы, что важно с точки зрения поиска оптимального варианта системы; имитационное моделирование сложных систем часто является единственным практически реализуемым методом исследования процесса функционирования таких систем на этапе их проектирования.

Основным недостатком, проявляющимся при машинной реализации метода имитационного моделирования, является то, что решение, полученное при анализе имитационной модели, всегда носит частный характер, так как оно соответствует фиксированным элементам структуры, алгоритмам поведения и значениям параметров системы, начальных условий и воздействий внешней среды. Поэтому для полного анализа характеристик процесса функционирования систем, а не получения только отдельной точки приходится многократно воспроизводить имитационный эксперимент, варьируя исходные данные задачи. При этом, как следствие, возникает увеличение затрат машинного времени на проведение эксперимента с имитационной моделью процесса функционирования исследуемой системы.

В данной статье приведены возможные современные подходы к оценке надёжности ВС. Приведены возможные варианты адаптации данных подходов для оценки надёжности ВС в случае имитационного моделирования исследуемой системы. Показаны достоинства и недостатки предлагаемых подходов. Выделены возможные методы для реализации.

В качестве ближайших перспектив развития можно указать следующие направления:

- Математическая формализация и строгое обоснование корректности выделенных методов оценки надёжности;
- Программная реализация выделенных методов в рамках единого подхода, причём в первую очередь необходимо реализовать гибридный метод и метод внедрения отказов на этапе анализа результатов, вследствие их меньшей трудоёмкости;
- Сравнение результатов оценки надёжности предлагаемых подходов с результатами существующих методов и с реально полученными результатами.

Список литературы

1. Алексеева М.Б., Балан С.Н. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие. – СПб., 2002. – 55 с.
2. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1987. – 238 с.
3. Бушуев А.Б. Исследование систем управления: Учебное пособие. – Санкт-Петербург, 2002 – 65 с.
4. Петров А.В. Моделирование систем. Учебное пособие. – Иркутск: Изд-во Иркутского госуд. Техн. Ун-та, 2000. – 268 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ

Балашова Т.В., Сидорова А.С.

бакалавры по направлению прикладная информатика,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой затухания, рефлектометрии, длины, сопротивления, задержки распространения и межпарного сдвига канала структурированной кабельной сети (СКС) категории 6. Получены графические экспериментальные зависимости канала категории 6 от частоты.

Ключевые слова: структурированная кабельная сеть, тестирование, кабель категории 6.

Как известно, в настоящее время все более широкое распространение в информационных системах находит технология Gigabit Ethernet (GigE) [1–3]. Эта технология прочно заняла свое место при использовании передачи данных во время испытаний ракетно-космической техники [14, 15], систем ближней радиолокации [5, 8, 9, 13], различных систем передачи информации [4, 6, 7, 10].

В отличие от технологий Ethernet (10BaseT), TokenRing и FastEthernet (100BaseT) [11, 12], в структурированной кабельной системе (СКС) с GigE используются четыре пары кабеля, причем все они задействуются одновременно [13, 16]. Следовательно, для нормальной работы СКС необходимо оценить суммарную мощность всех переходных помех в каждой паре со стороны трех остальных пар, причем как на ближнем, так и на дальнем конце линии [1, 2].

Нормальная работа структурированной кабельной системы зависит от множества факторов, среди которых важное место занимают ее электрические характеристики – частотные зависимости параметров. Сами параметры делятся на две группы: параметры передачи и параметры влияния. К первым относятся параметры, определяющие условия передачи сигнала от передаю-

щего устройства к приемнику; ко вторым – параметры, описывающие взаимное влияние между парами, а также экранирование кабеля.

Для определения параметров передачи и параметров влияния необходимо осуществить тестирование СКС.

Как правило, тестирование СКС проводится по планам-графикам поэтапно в процессе монтажа или после его завершения. Результатами тестирования являются протоколы испытаний каждой линии/канала, которые содержат фактические значения длины, затухания, перекрестных и однонаправленных наводок, задержки, фазового сдвига, отношения затухания к межпарным и суммарным наводкам и другие данные.

Рассмотрим и проанализируем результаты тестирования СКС на примере кабельного канала категории 6. На первом этапе тестирования были определены: затухания, рефлектометрия, длина, сопротивление, задержка распространения, межпарный сдвиг. Тестировался канал длиной 75 метров, что составляет 75% от максимально допустимой длины. Структурная схема тестируемого канала представлена на рис. 1.

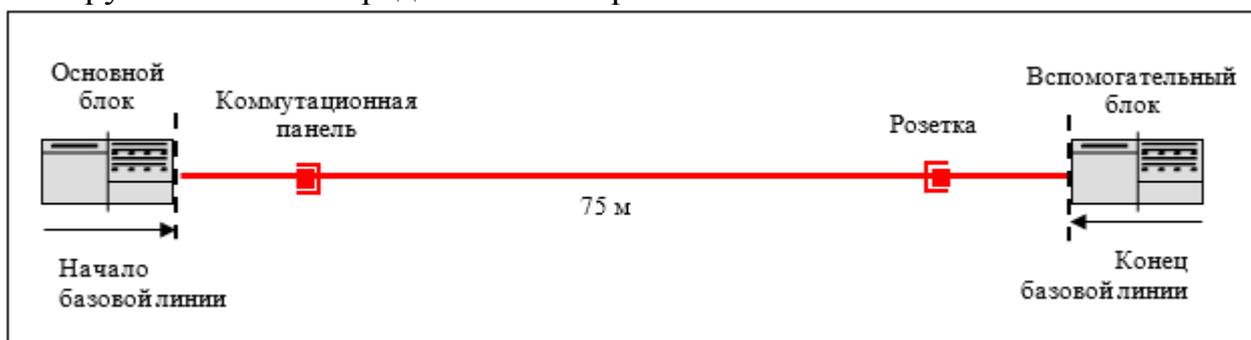


Рис. 1. Структурная схема тестируемого канала

Характеристики тестирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики тестирования

Характеристика	Значение
Результат тестирования (Test Summary)	PASS
Типкабеля Cable Type	STP 100 Ohm Cat 6
Минимальный резерв заданного параметра (Headroom)	11,1 dB (NEXT @ Remote 36-78)
Объект (SITE)	West Bridge 9 (Date/Time)
Оператор (OPERATOR)	Limit: ISO11801 Channel Class E
Версия программного обеспечения (SoftwareVersion)	3.906
Номинальная скорость распространения (NVP)	73,8% Fault anomaly threshold 15%
Тестирование экрана (ShieldTest)	задействован (Enable)
Карта соединений (WireMap)	PASS, Result RJ45

В табл. 2 представлены: длина тестируемого канала (Length), сопротивление (Resistance), задержка распространения (Delay Skew), межпарный сдвиг (Prop.Delay).

Таблица 2

Характеристики тестируемого канала

Характеристика	Предельное значение	Пара	Значение
Length, м	Limit 100,0	Pair 78	75,2
Resistance, Ом	Limit 25,0	Pair 12	10,4
Delay Skew, нс	Limit 50	Pair 36	6
Prop. Delay, нс	Limit 555	Pair 36	346

Результаты тестирования затухания канала на предельной частоте отражены в табл. 3.

Таблица 3

Затухание тестируемого канала

Характеристика	Пара	Значение
Attenuation, дБ	Pair 36	13,7
Frequency, МГц	Pair 36	250,0
Limit, дБ	Pair 36	36,0

По результатам тестирования резерв затухания (Attenuation) составил: на частоте (Frequency) 100 МГц – 10 дБ, на частоте 250 МГц – 13,7 дБ.

Зависимость затухания канала от частоты представлена на рис. 2.

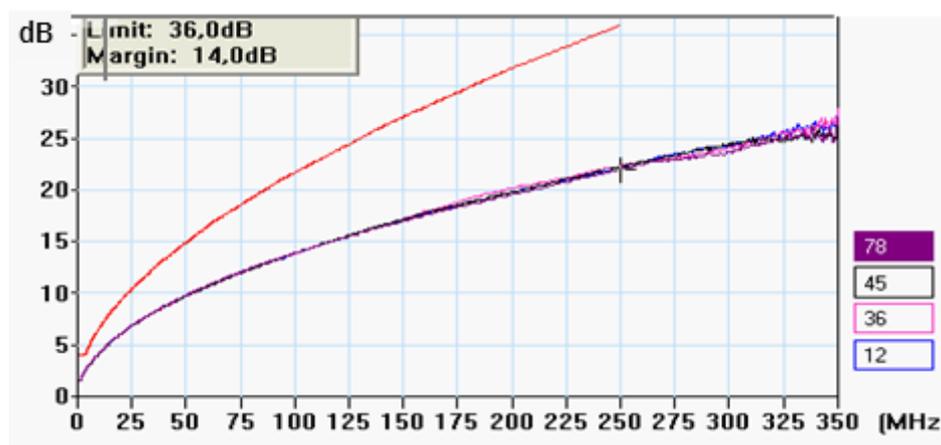


Рис. 2. Зависимость затухания тестируемого канала от частоты

Рефлектограмма тестируемого канала представлена на рис. 3. Ее анализ показывает отсутствие неоднородностей волнового сопротивления внутри канала. Около 5% отклонений фиксируется на разъемах. Пик отражений вызван вспомогательным блоком.

Результаты тестирования затухания, рефлектометрии, сопротивления, задержки распространения, межпарного сдвига канала категории 6 показали, что данная категория может с успехом быть применена в различных приложениях.

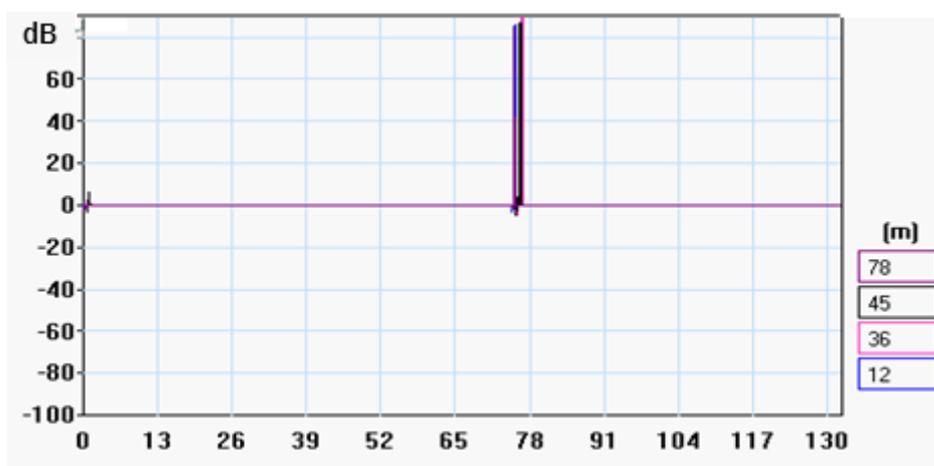


Рис. 3. Рефлектограмма тестируемого канала

Данная работа выполнена в рамках НИР «Проектирование сетей» проводимой в ГБОУВПО МО «ФТА» под руководством д.т.н., профессора Артюшенко В.М и к.т.н., доцента Аббасовой Т.С.

Список литературы

1. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Электромагнитная совместимость электропроводных кабелей и коммутационного оборудования высокоскоростных структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №4. С.22 – 29.
2. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Методы инсталляции и проектирования электрических кабельных линий в 10-гигабитных системах связи // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №2. С.8 – 16.
3. Артюшенко В.М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий // Промышленный сервис. 2005. №3. С. 20 – 27.
4. Артюшенко В.М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
5. Артюшенко В.М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов / В.М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
6. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] /под. ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.
7. Артюшенко В.М., Беянина Н.В. Цифровые сети доступа технологии xDSL [Текст] – М.: Изд-во СГУ, 2010. 210 с.
8. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
9. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.
10. Артюшенко В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации // В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю.

Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.

11. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Проблемы электромагнитной совместимости цифрового электротехнического оборудования на промышленных и бытовых объектах // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. 2009. №4. С.95 – 98.

12. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации жизнеобеспечения зданий // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.

13. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.

14. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т.9. №3. С. 59 – 66.

15. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Информатизация управления группировкой космических аппаратов // Прикладная информатика. 2013. №6. С.6 – 14.

16. Артюшенко В.М., Маленкин А.В. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электротехнического оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО КАК ОСНОВА НАЧАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ УЧАЩИХСЯ (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ)

Беляев А.Е.

учитель технологии МБОУ «СОШ № 13»,
Россия, г. Набережные Челны

В статье автор раскрывает опыт работы с учащимися по техническому творчеству в условиях общеобразовательной школы.

Ключевые слова: техническое творчество, моделирование, учащиеся, профориентация.

Техническое творчество имеет большое значение для всестороннего развития личности учащихся. В российской педагогической энциклопедии отмечается, что техническое творчество – это вид деятельности учащихся, результатом которой является технический объект, обладающий признаками полезности и субъективной (для учащихся) новизны, развивает интерес к технике и явлениям природы, способствует формированию мотивов к учебе и выбору профессии, приобретению практических умений, развитию творческих способностей.

Оглядываясь назад, мы видим, что предыдущее поколение в период перестройки в России хотело стать юристами, менеджерами, руководителями различных звеньев. Это отрадно осознавать, что дети стремились своим трудом и учебой достичь успеха в жизни. Но сейчас России как никогда нужны высокообразованные специалисты рабочих специальностей. Поэтому сейчас в школах особое внимание уделяется техническому творчеству и техническому моделированию.

При изготовлении простейших технических игрушек ребята вспоминают все свои умения, которые они применяли еще, будучи ребенком, работая с пластилином, бумагой, картоном, фольгой, фанерой. Из пустых спичечных коробков, катушек, стержней, пуговиц и других подручных материалов создавали нехитроумные сооружения, называя их машинами, собирали простейшие модели из полуфабрикатов, готовых деталей, наборов для ручного труда «Умелые ручки».

Занимаясь с ребятами в техническом кружке, я понял, что это начало пути их профориентации. Сначала мальчиков захватывает то, что они могут сделать модели различного типа, а именно, автомобили, авиамодели, судомодели своими руками под руководством педагога. Но когда по инициативе управления образования проходят соревнования по различным типам моделей, учащимся уже хочется не просто принимать участие в этих соревнованиях, но и показать результаты, выиграть.

Но, как известно без научного знания изучаемых дисциплин и научного подхода нелегко добиться приемлемых результатов. Поэтому воспитанники технических кружков по своей собственной инициативе и с подачи руководителя начинают углубленно изучать такие предметы, как физика, химия, узнают более подробно, что такое ускорение, сила тяжести, подъемная сила, плотность, и прилагают все усилия, чтобы эти знания помогли им в процессе формирования моделей на лучший результат.

При изготовлении модели учащиеся начинают обращаться и к такому предмету как черчение. Сейчас в школах, к сожалению, к черчению относятся как к необязательному и азы черчения преподносятся только на уроках технологии. Но что такое модель без эскиза, чертежа, сборочного чертежа, это все равно, что сделать вещь на «авось». Без черчения не обойтись и ученики понимают это. И как же горят их глаза, когда из бумаги с черточками и линиями поднимается «как феникс из пепла» модель, будь-то самолета, ракеты, корабля.

Техническое творчество это не простое воспроизведение готовых чертежей, копирование графических и наглядных изображений, хотя на начальных этапах обучения именно такой метод широко применяется в школьной практике. Начиная моделирование и конструирование с простейших изделий, постепенно учащиеся определяют форму машины, конструкции, сооружения, цвет, композиционное расположение отдельных частей. Дети сами выполняют отделку изделий красками, цветными карандашами, цветной бумагой, усложняя модели и конструкции до уровня творческого исполнения.

Соревнования по простейшим моделям среди учащихся проводятся с целью популяризации традиционных видов спортивно-технической направленности и их дальнейшего развития. Они содействуют профориентации, развитию общей культуры, технического и творческого мышления учащихся, стимулируют интерес детей к изучению техники, привлекают учащихся к занятиям модельным спортом, а также повышают интерес детей и подростков к техническому творчеству, рабочим и инженерным специальностям.

Весь программный материал по развитию технического творчества соответствует принципам последовательного и постепенного расширения теоретических знаний, практических умений и навыков; составлен с учетом возрастных, психологических и физиологических возможностей учащихся.

Изготавливая то или иное техническое изделие, учащиеся знакомятся не только с его устройством, основными частями, назначением, использованием в производстве, быту, но и с историей развития техники, её основателями и создателями, интересными примерами о строительстве крупных предприятий по производству тракторов, автомобилей, самолётов, машин, т.е. с историей Родины.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Булат М.П.

аспирант Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики,
Россия, г. Санкт-Петербург

Рассматривается прямая задача исследования грузоподъемности сегментного газостатического подшипника. При расчете движение вала в подшипнике считается медленным по сравнению с окружной скоростью. Вибрациями и влиянием нестационарности пренебрегаем. Исходными данными считаются заданная геометрия подшипника и давление подачи смазки в зазор между подшипником и валом. Результатом расчета является значение равнодействующей сил давления, действующих на сегменты подшипника. Складывая их, находят значение статической грузоподъемности подшипника при заданной величине среднего зазора и заданном давлении подачи смазки. Для сегментов, которые могут самопроизвольно поворачиваться вокруг оси шарнира, приведена методика расчета угла поворота, при котором главный момент сил давления действующих на сегмент, равен нулю и положение сегмента является устойчивым.

Ключевые слова: газостатический подшипник, грузоподъемность, давление, самоустанавливающийся сегмент.

Введение

Сегодня проектирование эффективных и надежных подшипников современной стационарной турбомашины стало обычной инженерной задачей, подразумевающей подбор стандартных конструктивных решений на заданные условия. Необходимость в детальных исследованиях возникает в случаях применения подшипников скольжения для особых условий: высоких или низких скоростей, высоких нагрузок, большого количества пусков, нетипичных рабочих сред [9]. Кроме того, практика разработки подшипников скольжения, как правило, сопряжена с детальным исследованием динамики роторной системы. Исследование динамического поведения самих подшипников скольжения представляет собой совокупность сложных междисциплинарных задач, и заключается в совместном решении уравнения Рейнольдса [2] и

уравнений динамики механической системы, включающей ротор и подшипники с компонентами внешней податливости и демпфирования [8,10].

Математическая модель

Основное уравнение гидродинамической теории смазки – уравнение Рейнольдса [3] – в силу нелинейности не имеет общего аналитического решения. При выводе уравнения используются уравнения Навье-Стокса, уравнения неразрывности, состояния и баланса энергии.

В качестве модели турбулентности для расчета чаще всего используется стандартная ламинарная модель [6]. Граница существования ламинарного потока определяется скоростью вала, при которой существует устойчивое, упорядоченное течение в смазочном слое подшипника. Устойчивость течения между двумя коаксиальными цилиндрами была исследована Дж.И.Тейлором. Критерий устойчивости [13] определяется числом Тейлора:

$$T_{a_{кр}} = \frac{u_{кр} H}{\nu} \sqrt{\psi} \leq 41,3,$$

где $u_{кр}$ – критическая скорость – окружная скорость на поверхности вала, при которой наступает течение с вихрями Тейлора, H – величина радиального зазора, ν – кинематическая вязкость, H/r – относительный зазор (r – радиус вала), откуда

$$u_{кр} = \frac{T_{a_{кр}} \nu}{H \sqrt{\psi}} = \frac{41,3 \nu}{H \sqrt{\psi}}$$

Анализ показывает, что для подавляющего большинства практических случаев скорости в подшипниках существенно ниже $u_{кр}$.

Следует также отметить, что течение с вихрями Тейлора при $T_a \geq 41,3$ является упорядоченным и не относится к турбулентным. Развитые турбулентные течения могут возникать в ненагруженных областях подшипника, а также на локальных элементах (канавках, кромках, отверстиях). Также с увеличением давления и расхода рабочего газа в подшипнике и изменением системы подачи в сегментах могут возникать сверхзвуковые эффекты, которые необходимо учитывать [7, 11-12].

Методика расчета

В результате решения прямой задачи для разных вариантов геометрии смазочного слоя определяется главный вектор сил давления в смазочном слое и расход смазки. Обычно используется стационарная изотермическая модель смазки [1], однако может решаться и нестационарная задача, а также учитываться теплообмен с окружающими деталями.

Общая методология выполнения проверочных расчетов сводится к следующему [6, 13]. Для принятого конструктива подшипника назначаются предварительные параметры – давление в полости подшипника p_a , допустимый минимальный зазор H_{min} , средний зазор в сегменте H_0 (Рис. 1.а) или средний зазор в полноохватном подшипнике – c .

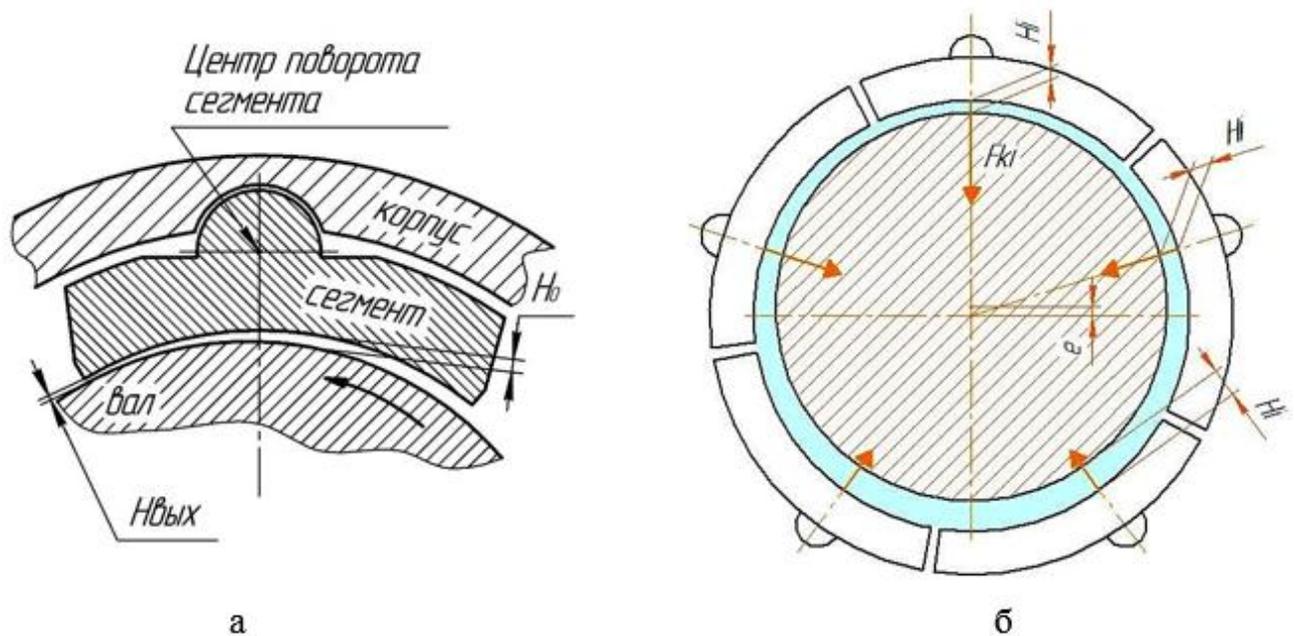


Рис. 1. Схема подшипника.
а – сегмент, б – распределение зазоров в подшипнике

Геометрия подшипника при решении прямой задачи задается конструктивно. Величина диаметра вала и длина подшипника ограничиваются возможностями размещения узла, а также предельной окружной скоростью, которую назначают не больше 80 м/с для радиального подшипника и не более 100 м/с для периферии осевого подшипника (для масляных подшипников). Создаются трехмерные модели смазочного зазора и окружающих конструктивных элементов. Модели отличаются друг от друга параметрами смазочного зазора. Например, для полноохватного подшипника задаются несколькими значениями эксцентриситета e в интервале изменения среднего зазора от H_{min} до c . Для сегментного радиального варьируют H_0 от H_{min} до $2c - H_{min}$.

Для сегментных подшипников создаются модели с разной клиновидностью зазора (часто достаточно двух моделей с различными величинами выходного зазора $H_{вых}$ для одного значения H_0). Решение ведется для каждого из вариантов геометрии смазочного зазора на номинальной частоте вращения ротора.

Далее по указанным выше этапам окончательно сформированную модель передают в сеточный генератор, где формируется гибридная расчетная сетка. Граничные условия при расчетах подшипников обычно сводят к условиям прилипания на стенках и заданию давлений невозмущенного потока в соответствующих сечениях, для чего широко используется метод создания искусственных присоединенных объемов. Результаты обрабатываются пост-процессором, при этом формируются визуализированные функции давлений (рис. 2) и скоростей, а также определяется главный вектор сил давления, момент относительно центра шарнира и расход смазки.

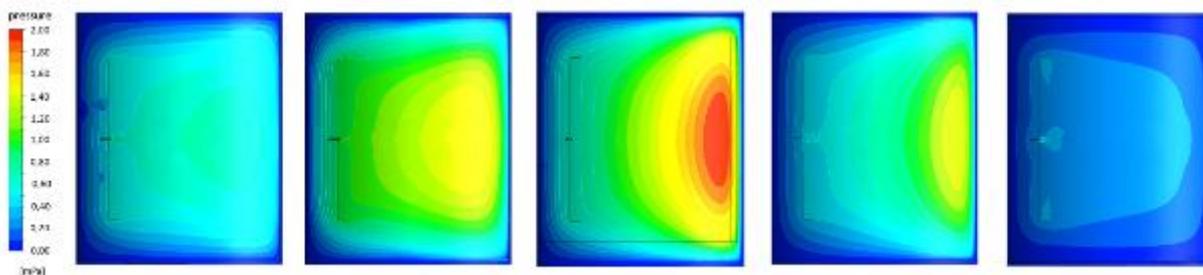


Рис. 2. Эпюры давлений в смазочном слое сегментного подшипника

При отсутствии нагрузки сегменты располагаются концентрично с осью вала. Под действием внешней силы вал смещается относительно центра опоры. В результате средние зазоры на сегментах становятся разными. В том месте, где имеется минимальный зазор возникают наибольшие силы давления в смазочном слое.

Наоборот, в месте наибольшего зазора возникают наименьшие силы. В результате векторного сложения сил от всех сегментов возникает суммарная реакция подшипника, компенсирующая внешнюю нагрузку.

Расчет устойчивого положения самоустанавливающихся сегментов

Сегменты передают нагрузку на корпус посредством шарнира. Шарнир позволяет сегментам поворачиваться вокруг центра под действием гидродинамических сил и занимать положение равновесия, когда крутящий момент становится равным нулю $M_z = 0$. Для нахождения устойчивого положения сегмента для каждого текущего среднего зазора H_0 рассчитываются поля давлений для двух вариантов выходных зазоров $H_{вых}$.

В результате расчета всех вариантов определяется:

- крутящий момент в центре вращения, действующий на сегмент;
- расход смазки на входе в сегмент;
- равнодействующая сил давлений, действующая на сегмент.

По данным расчетов строятся диаграммы моментов и сил в зависимости от выходного зазора $H_{вых}$ для каждого текущего зазора H_0 , после чего строятся графики зависимости сил, действующих на сегменты от текущего зазора при равновесном положении сегмента (рис. 3). По этим диаграммам методом линейной интерполяции определяется выходной зазор H_{0p} , при котором наступает равновесное положение сегмента, и равнодействующая сил давления (рис. 4) FK_0 , действующая на сегмент в положении равновесия. Грузоподъемность подшипника в целом определяется векторным сложением результирующих сил, возникающих на каждом из сегментов.

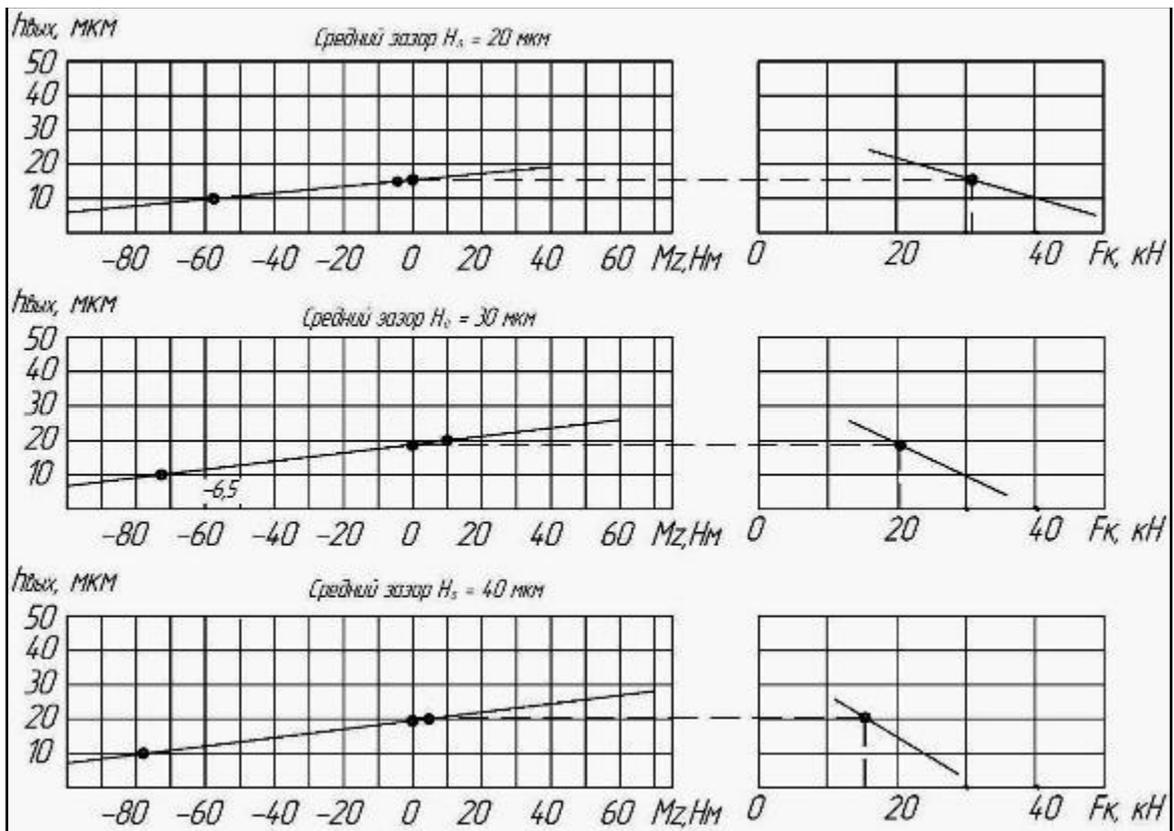


Рис. 3. Результаты расчетов моментов и сил

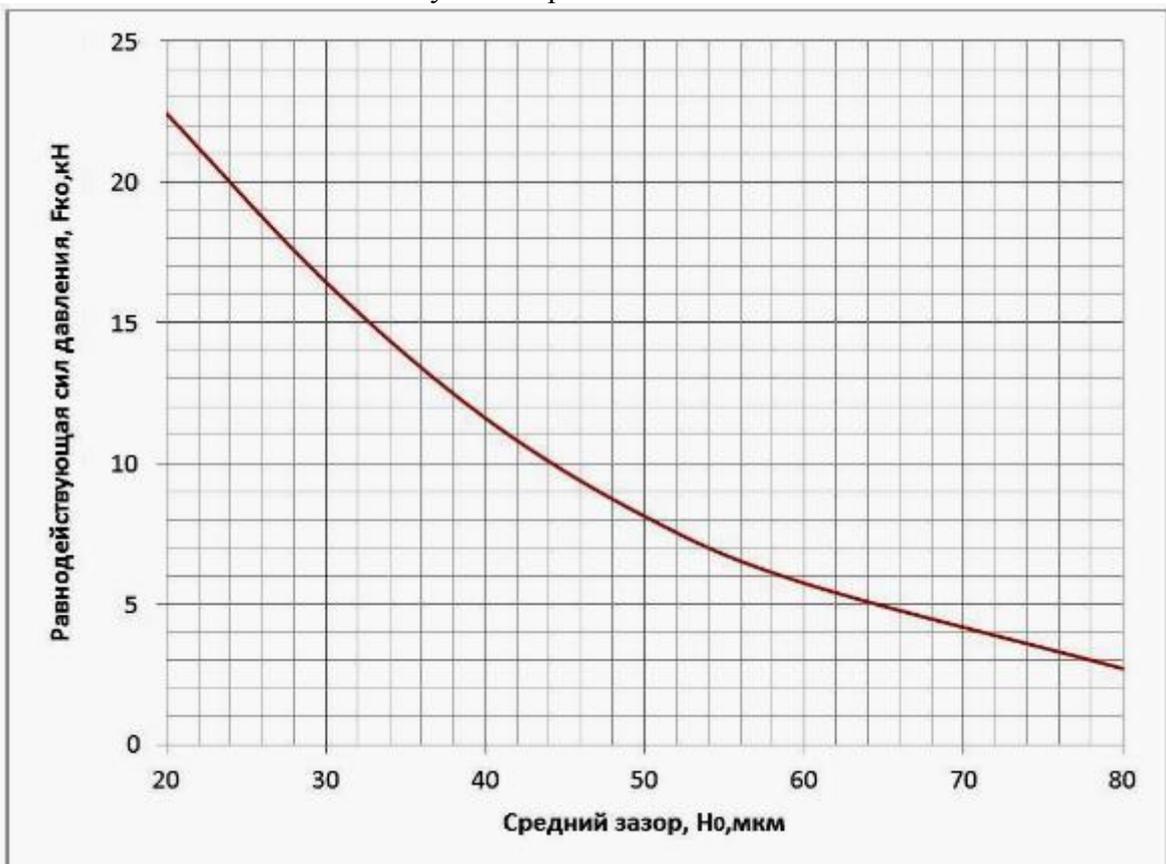


Рис. 4. Результаты сегмента подшипника

Определение грузоподъемности подшипника

Статическая грузоподъемность сегментного подшипника, а также производная от неё зависимость жесткости от эксцентриситета, определяются

для постоянно действующих или медленно меняющихся нагрузок. При смещении центра вала от концентрического расположения относительно подшипника на величину эксцентриситета e на каждом из сегментов устанавливается определенный зазор H_i (рис. 1б). Вычисляя зазоры для ряда значений относительных эксцентриситетов, получают для каждого из них величину равнодействующей сил давления F_{ki} (рис. 4), после чего определяется грузоподъемность подшипника. Результаты расчета грузоподъемности показаны на рис. 5. Если сегменты могут произвольно поворачиваться вокруг оси шарнира, то теоретически возможны два предельных случая: равнодействующая сила проходит через ось шарнира или через зазор между двумя соседними сегментами. Соответствующие грузоподъемности показаны на рис. 6 красным и зеленым цветом.

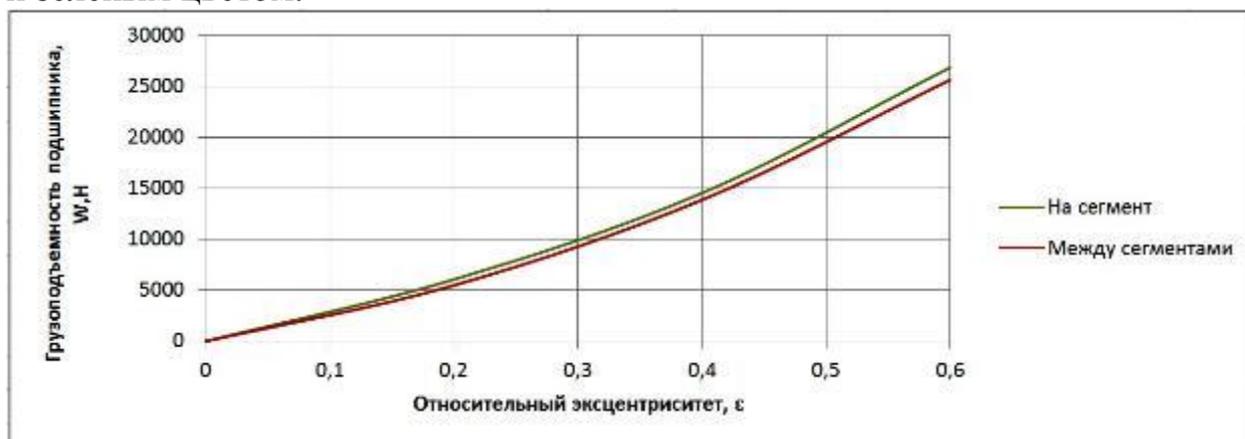


Рис. 5. Статическая характеристика сегментного подшипника

Особенности расчета динамических режимов

Характерные для турбомашин вибрационные нагрузки имеют величину вибрационных скоростей на три порядка меньше, чем окружные скорости вала, что позволяет их не учитывать при расчете статических характеристик. В случае применения в качестве смазки газов действие быстро нарастающих нагрузок мало сказывается на форме характеристики, поэтому для анализа динамики ротора выполняются расчеты статических характеристик подшипников на промежуточных нагрузках. Полученные в результате зависимости интерполируются и используются далее при анализе динамики роторной системы.

В случае несжимаемой смазки ситуация выглядит иначе. При действии быстро нарастающих нагрузок давление в смазочном слое растет значительно быстрее из-за роста скорости истечения жидкости из смазочного зазора в результате его сдавливания. В пределе, при бесконечно большой скорости нарастания нагрузки, несжимаемая жидкость ведет себя в зазоре как твердое вещество. Таким образом, расчет динамики и жидкого смазочного слоя необходимо выполнять совместно.

Заключение

Для определения грузоподъемности подшипника и жесткости его смазочного слоя движение ротора считается квазистационарным, т.е. характер-

ный зазор между сегментом подшипника и поверхностью вала меняется медленно. Изменение эксцентриситета положения вала приводит к изменению характерных зазоров, они становятся разыми для каждого из сегментов. Задавая последовательность эксцентриситетов, вычисляют главный момент и равнодействующую сил давления, действующих на каждый из сегментов. Суммирование этих сил дает значение грузоподъемности подшипника при заданном давлении подачи смазки и заданном эксцентриситете. Интерполируя полученные значения, строят зависимость грузоподъемности от средней величины зазора. Если нагрузка известна, то приравнявая ее к значению грузоподъемности, получаем положение вала в подшипнике.

При использовании в конструкции подшипника самоустанавливающихся сегментов дополнительно нужно определить угол разворота сегмента относительно оси шарнира, при котором положение сегмента будет устойчивым. Для этого выполняют серию расчетов при разных углах поворота сегмента, находя угол, при котором главный момент сил равен нулю.

Выводы

1. Предложена общая методика расчета статических характеристик подшипников скольжения.
2. Выработаны рекомендации по созданию расчётных моделей и принятию граничных условий для постановки задачи исследования течения в смазочном слое подшипника скольжения.

Список литературы

1. Constantinescu V. N. Lubrificatia cu gaze. – Bucuresti, 1963.
2. Grassam N.S., Powell J.W. Gas Lubricated Bearing. – Micro Turbine Developments Ltd. London, Butterworths, 1964. – 384 с.
3. Reynolds O. On the theory of lubrication and its application to Mr. Beauchamp Tower's experiments, including an experimental determination of the viscosity of olive oil'. // Royal Society, Phil. Trans. – 1886 – Pt. 1. – 114 с.
4. Бесчастных В.Н., Равикович Ю.А. Газовый подшипник тяжелого ротора газотурбинных двигателей. Опыт разработки и перспективы внедрения. // Вестник МАИ. – 2010 – Т.17, №3. – 84-94 с.
5. Бесчастных В.Н., Равикович Ю.А. Определение статической грузо-подъемности сегментного газостатического подшипника. // Вестник МАИ. – 2009 – Т.16, №1. – 91-98 с.
6. Булат П.В., Засухин О.Н., Продан Н.В. Особенности применения моделей турбулентности при расчете течений в сверхзвуковых трактах перспективных воздушно-реактивных двигателей // Двигатель. – 2012. – № 1. – 20–23 С.
7. Засухин О.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Колебания донного давления // Фундаментальные исследования – 2012 – №3(1). – 204-207 с.
8. Нарайкин О.С., Темис М.Ю. Устойчивость орбит вращения высокооборотного ротора ГТУ на подшипниках скольжения // Вибрации в технике и технологиях. – 2004. – №6(38). – 131-135 с.
9. Смирнова О.С., Булат П.В., Продан Н.В. Применение управляемых газо- и гидростатических подшипников в турбонасосных агрегатах многофазовых комбинированных ЖРД. // Фундаментальные исследования. – 2013 – Т.4, №2. – 335-339 с.
10. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть II. Колебания давления в

соплах питающей системы на сверхкритическом режиме. // Вестник МАХ, – 2012 – № 1. – 57-60 с.

11. Усков В.Н., Булат П.В., Продан Н.В. История изучения нерегулярного отражения скачка уплотнения от оси симметрии сверхзвуковой струи с образованием диска Маха // Фундаментальные исследования – 2012 – №9(2). – 414-420 с.

12. Усков В.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Обоснование применения модели стационарной маховской конфигурации к расчету диска Маха в сверхзвуковой струе // Фундаментальные исследования – 2012 – №11(1). – 168-175 с.

13. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1974. – 712 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕГМЕНТНОГО ГИБРИДНОГО ГАЗОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА

Булат М.П.

аспирант Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики,
Россия, г. Санкт-Петербург

Продан Н.В.

аспирант Санкт-Петербургского государственного университета,
Россия, г. Санкт-Петербург

Цель исследования – отработка методики численной оптимизации поворачивающихся опорных вкладышей гибридного газостатического подшипника. На данный момент в мире в авиакосмической технике наиболее распространены газодинамические подшипники. Они характеризуются наличием поддерживающего слоя различных конструкций, который обеспечивает работоспособность роторов на запуске и остановке. Главная проблема подшипника данного типа, помимо сложности конструкции, состоит в изнашиваемости этого поддерживающего слоя. Газостатический подшипник лишен подобного недостатка, так как физический контакт твердых поверхностей между собой отсутствует. В данной статье приведены результаты расчета гибридного подшипника, сочетающего в себе обе технологии. Исследовано щелевое сопло нетрадиционной формы, повторяющей изолинии решения уравнения Рейнольдса. Рассмотрены зависимости основных параметров от скорости вращения вала, а также исследована аэродинамическая устойчивость коллодок на разных режимах работы.

Ключевые слова: газостатический подшипник, газодинамический подшипник, гибридный подшипник, коллодка гибридного подшипника.

Введение

На современном этапе развития аэрокосмической техники ведется разработка принципиально новых комбинированных воздушно-реактивных двигателей, которым приходится работать в широком диапазоне параметров [5]. Особые требования предъявляются к конструкции узлов трансмиссий таких моторов. Желательным является исключение из состава трансмиссий систем масляной смазки. Одним из перспективных направлений работ в данной сфере считается разработка бесконтактных подвесов роторов турбомашин [2, 9], в том числе воздушных подшипников. По принципу создания подъёмной си-

лы, все они делятся на газостатические (подъемная сила создается подаваемым внешним устройством под избыточным давлением воздухом), газодинамические (подъемная сила создается за счет взаимодействия движущихся частей вала и подшипника с вязким тонким слоем), а также гибридные (имеют место оба эффекта). Принцип работы классического газостатического подшипника рассмотрен в работах [10,11].

Газодинамические (ГДП) опоры характеризуются наличием поддерживающего слоя различных конструкций, в виде сотовых вставок или свернутых лент, лепестков, которые обеспечивают работоспособность роторов при запуске и торможении. ГДП создает достаточную подъемную силу только при достижении частоты вращения порядка 20% от максимальной. До этого подшипник работает в режиме сухого трения. При каждом старте и торможении происходит износ антифрикционного покрытия, которое наносится на поверхность лепестков, контактирующих с валом, поэтому ресурс такой опоры прямо зависит от режима работы и количества стартов и торможений. Однако главный их недостаток – небольшая грузоподъемность. Максимальный вес известных роторов на газодинамических опорах не превышает 20 кг, ресурс 8-10 тыс. часов.

Газостатические подшипники (ГСП) свободны от указанных недостатков, т.к. физический контакт твердых поверхностей между собой вообще отсутствует, а грузоподъемность зависит только от давления подаваемого воздуха. Таким образом, повышенный расход воздуха в ГСП удачно компенсируется абсолютной пожаробезопасностью, а также ресурсом, независящим от числа стартов и торможений.

Последнее объясняется тем, что подъемная сила, создаваемая поддувом газа под давлением, слабо зависит от частоты вращения вала. Вал может вывешиваться на воздушном подвесе, а уже затем раскручиваться. При торможении скорость вращения может быть погашена до 0, после чего вал можно опустить на опору путём уменьшения давления поддува.

Гибридные подшипники, оснащенные поворачивающимися под действием аэродинамических сил сегментами, сочетают преимущества ГСП и ГДП. При старте и торможении они используют поддув воздуха в смазочный слой, благодаря чему сухое трение ротора и поверхности подшипника отсутствует. На номинальных режимах сегменты поворачиваются на оптимальный угол и подъемная сила полностью создается за счет эффекта Бернулли. Поддув не требуется. Целью исследования является разработка методики расчета поворачивающихся сегментов, обладающих свойством статической устойчивости по углу поворота и частоте вращения ротора.

Методика

Примеры расчета лепестковых ГДП и сегментных гибридных ГСП, постановку задачи расчета можно посмотреть в работах [3-4, 7-8].

Исходная система уравнений для расчета смазочного слоя приведена в работе [11]. Методы решения уравнений Рейнольдса [2], являющегося основой теории газовой смазки, приведены в работе [11]. Ниже рассматриваются результаты расчета сегмента подшипника с щелевым соплом новой серпо-

видной формы, повторяющей форму изолинии решения уравнения Рейнольдса. В зависимости от характера системы подачи в газовых подшипниках могут наблюдаться эффекты, связанные со сверхзвуковым течением газа [6, 12]

На рис. 1 представлена схема колодки, расчет которой производился. Колодка закрепляется в центре шарнира и имеет возможность вращаться относительно него.

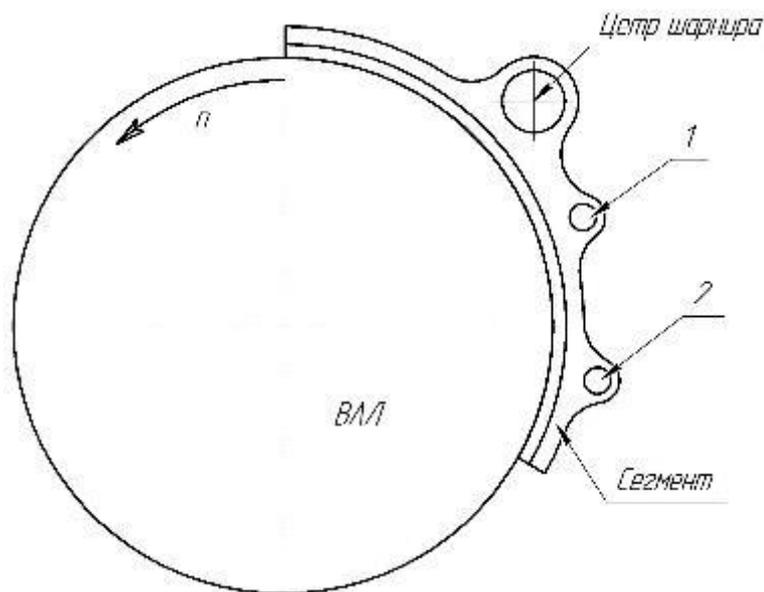


Рис. 1. Схема колодки

Необходимо исследовать зависимость параметров вкладыша ГСП от скорости вращения вала при фиксированном угле установки вкладыша к поверхности вала.

Исходные данные:

- Средний зазор (по плоскости, соединяющей оси вращения вала и шарнира) 20 мкм, выходной зазор – 10 мкм.
- Давление по контуру сегмента равно атмосферному.
- Давление в подводящих каналах – 0,4 МПа.
- Скорость вращения вала: 3000, 6000, 12000, 24000 об/мин.
- 3D модель представлена на рис. 2. Колодки отличаются размерами подводящей системы и соплами. Колодка №1 имеет прямое щелевое сопло 1 и криволинейное щелевое сопло 2 одинаковой ширины – 2 мм. Диаметр подводящего дросселя – 1мм. У колодки №2 ширина прямого щелевого сопла – 2,8 мм, ширина криволинейного щелевого сопла – 2 мм, диаметры дросселей – 2 и 1,6 мм соответственно.

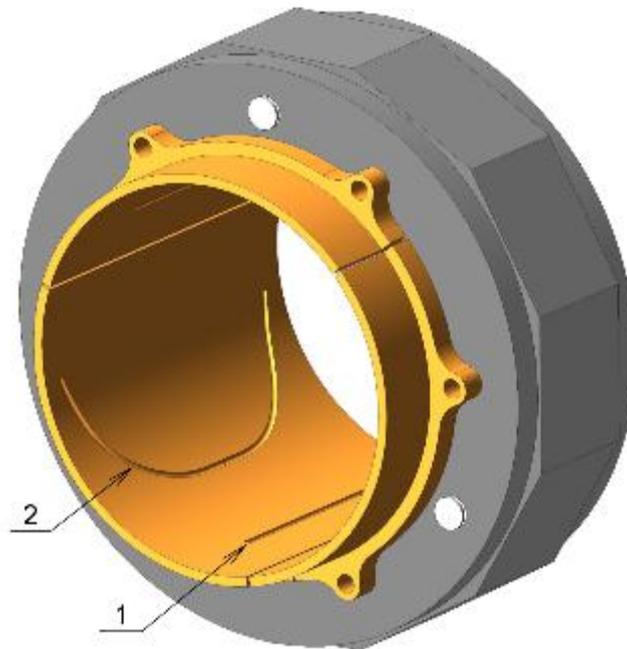


Рис. 2. 3D модель ГСП с самоустанавливающимися вкладышами

Результаты

На рис.3 видно, что на малых скоростях вращения колодка момент сил давления стремится развернуть колодку в сторону увеличения угла атаки. На больших скоростях знак момент меняется. Таким образом, установленный с незакрепленной осью вращения вкладыш обладает устойчивостью при изменении угла атаки в зависимости от частоты вращения. Результаты расчета колодок сведены в таблицу.

Таблица

Результаты расчетов

	Расчетная область с зазором 1мм				Расчетная область с зазором 2мм			
	3000	6000	12000	24000	3000	6000	12000	24000
Частота оборотов вала, об/мин	3000	6000	12000	24000	3000	6000	12000	24000
Расход газа Q , г	0,68	0,67	0,65	0,60	1,26	1,44	1,28	1,07
Момент относительно шарнира M , Н·м.	2,629	2,654	0,498	-6,242	10,518	12,637	10,200	0,190
Сила давления вдоль оси, проходящей через центр вращения вала и центр вращения шарнира $F_{ш}$, Н	782	822	972	1333	1258	1080	1274	1636
Главный вектор сил давления F , Н	772	811	952	1287	1260	1092	1275	1601

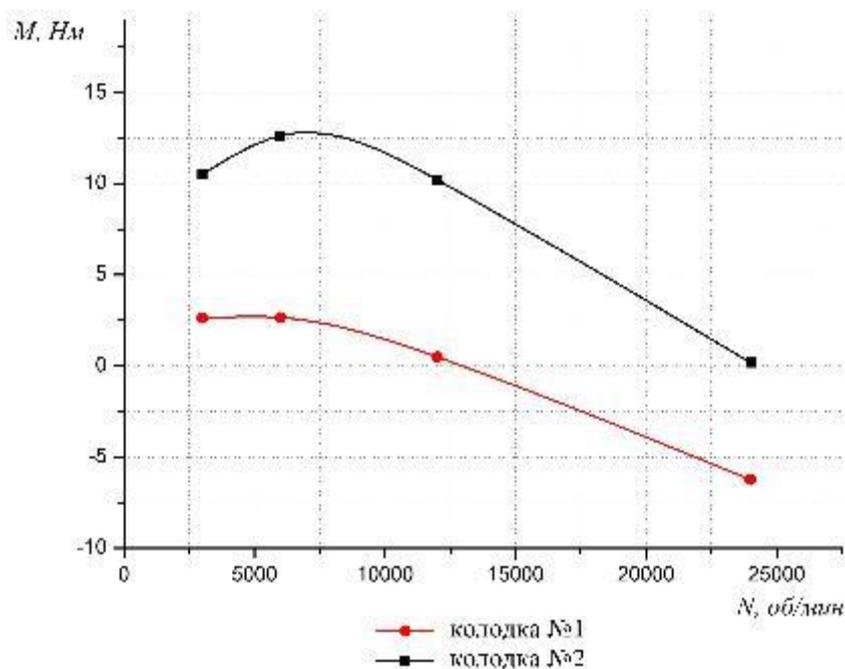


Рис. 3. Зависимость главного момента относительно шарнира от частоты вращения вала

Выводы

В работе рассмотрены результаты численного моделирования гибридного трехлепесткового газового подшипника с принудительной подачей воздуха в зазор. Полученные результаты (момент и равнодействующая сила) позволяют моделировать динамику ротора с помощью методики, изложенной в работе [3]. Конструкция самоустанавливающегося вкладыша возможна. Для этого необходимо подобрать геометрию сопел и положение оси шарнира так, чтобы вкладыш обладал свойством устойчивости по углу поворота.

Список литературы

1. DellaCorte C., Lukaszewicz V., Valco M.J., Heshmat H. Performance and Durability of High Temperature foil Air Bearings for Oil Free Turbomachinery. // NASA/TM-2000-209187, – Rev. 1 ARL-TR-2202. – NASA, Glenn Research Center, March 2000.
2. Grassam N.S., Powell J.W. Gas Lubricated Bearing. – Micro Turbine Developments Ltd. London, Butterworths, 1964. – 384 с.
3. Бесчастных В.Н., Равикович Ю.А. Газовый подшипник тяжелого ротора газотурбинных двигателей. Опыт разработки и перспективы внедрения. // Вестник МАИ. – 2010 – Т.17, №3. – 84-94 с.
4. Бесчастных В.Н., Равикович Ю.А. Определение статической грузоподъемности сегментного газостатического подшипника // Вестник МАИ. – 2009 – Т.16, №1. – 91-98 с.
5. Булат П.В., Засухин О.Н., Продан Н.В. Особенности применения моделей турбулентности при расчете течений в сверхзвуковых трактах перспективных воздушно-реактивных двигателей // Двигатель. – 2012. – № 1. – 20–23 С.
6. Засухин О.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Колебания донного давления // Фундаментальные исследования – 2012 – №3(1). – 204-207 с.
7. Листопадов И.В., Шершнева Б.Б. Моделирование сегментного газового подшипника // ANSYS Solutions. Русская редакция. – Зима 2006 – 43-45 с.
8. Продан Н.В., Булат М.П. Оптимизация опорной поверхности газостатического подшипника // Фундаментальные исследования. – 2013 – №4(2). – 316-320 с.

9. Смирнова О.С., Булат П.В., Продан Н.В. Применение управляемых газо- и гидростатических подшипников в турбонасосных агрегатах многофазовых комбинированных ЖРД. // *Фундаментальные исследования*. – 2013 – Т.4, №2. – 335-339 с.

10. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть I. Постановка задачи. // *Вестник МАХ*, – 2012 – №3, – 3-7 с.

11. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть II. Колебания давления в соплах питающей системы на сверхкритическом режиме. // *Вестник МАХ*, – 2012 – №1. – 57-60 с.

12. Усков В.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Обоснование применения модели стационарной маховской конфигурации к расчету диска Маха в сверхзвуковой струе // *Фундаментальные исследования* – 2012 – №11 (1). – 168-175 с.

ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕННОГО РЕДАКТОРА GPSS WORLD ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Василева С.Ж.

доктор, гл. ас. кафедры Информатики и математики
Шуменского университета „Епископ Константин Преславски”,
Колледж – Добрич,
Болгария, г. Добрич

В статье обсуждаются некоторые аспекты использования среды имитационного моделирования GPSS World и ее специального добавления – Расширенного редактора для создания демонстрационных моделей и использования в обучении студентов. Классическое применение имитационного моделирования – для исследования систем. Однако новые разработки к GPSS World и „окна наблюдения” системы подсказывают о больших возможностях GPSS для создания имитационных моделей с учебной целью. В работе представлены примеры использования демонстрационных возможностей Расширенного редактора GPSS в обучении студентов по Операционным системам.

Ключевые слова: имитационные модели, синхронизация процессов, GPSS, расширенный редактор.

Одна из самых популярных систем для имитационного моделирования – GPSS World обеспечивает пользователей программными средствами для взаимодействия с системой в процессе имитационного исследования и программными средствами реализующими непосредственно процесс исполнения модели (синтаксический анализатор, интерпретатор модели, часы моделирования, управление списками событий и др.) [1]. Из-за отсутствия интегрированных средств, полностью удовлетворяющих исследователя, занимающегося имитационным моделированием (ИМ), возрастают требования к уровню его компетенции. Расширенный редактор – это один из способов, позволяющих снизить квалификационные требования и к профессионалу ИМ, и к конечному пользователю, использующему созданные им модели. В расширенном редакторе автоматизируется большинство операций и действий исследователя при проведении всего цикла имитационных исследований [1] и [5].

Основное и исключительное приложение ИМ – исследование различных видов систем. Но после нескольких лет работы с системой ИМ GPSS World у нас составилось мнение, что имитационное моделирование можно использовать и как средство обучения, наиболее всего по таким учебным дисциплинам как Операционные системы [7], Базы данных, Параллельное программирование, Grid системы [2] и др., в учебных программах, которых присутствуют темы о синхронизации параллельной работы процессов (транзакций).

Моделирование и демонстрация работы алгоритмов синхронизации процессов средствами Расширенного редактора GPSS

Тема „Синхронизация процессов” является основной темой учебной дисциплины „Операционные системы”. В изучении этой темы используются понятия как критическая ситуация и состязание за общий ресурс (процессы, состязающиеся за общий ресурс). Одним из методов процессной коммуникации, основанного на взаимное исключение с помощью общей памяти является алгоритм Деккера [3] и др. Подходящее демонстрирование сущности алгоритма, а также и других алгоритмов синхронизации, включенных в учебной программе по „Операционным системам”, является необходимой основой для понимания механизма последовательности событий для предотвращения взаимоблокировок процессов.

В сети Интернет можно найти большое число моделей ([3] и др.) алгоритмов синхронизации процессов. Эти алгоритмы понятны студентам, потому что они реализованные широко распространенными языками для программирования (C++ и др.). Однако эти модели „статичные” по сравнению с моделями, которые можно создать и моделировать в среде системы имитационного моделирования GPSS. Сложность синхронизации состоится в регулярности возникающих ситуаций, определяемых взаимными скоростями и моментами их прерывания. А это можно продемонстрировать очень выразительно генерированием потоков GPSS транзактов (моделирующих процессов). Что нельзя сказать о найденных нами в Интернете учебных моделях алгоритмов Деккера, Петерсона, Дийкстра и др., написанных на C++ – в них „генерируются” одновременно только два процесса. Таким образом студенты не видят динамику работы системы, что очень важно для понимания учебного содержания подобного рода учебных дисциплин.

Расширенный редактор и Текстовый редактор моделей

Основным принципом создания интегрированной системы автоматизации имитационных исследований (САИИ) является упрощение процессов формулирования цели и задач исследования, разработки модели и ее использования [1].

В состав расширенного редактора входит многофункциональный текстовый редактор GPSS моделей (рис. 1), повышающий удобство работы с моделью. С помощью этого редактора пишутся модели элементарных ТЭБов. В нем наименования блоков и команд, ключевые слова PLUS, комментарии и строковые лексемы выделяются различными цветами для повышения

наглядности текста модели. Команды и блоки, аргументы и комментарии автоматически выравниваются для удобства чтения [5], [6]. Анализ возможностей текстового редактора моделей указывает на удобство его использования в учебном процессе. На рис. 1 показан текст модели алгоритма Деккера (GPSS модель алгоритма представлена и обсуждается в [7]), который изучается студентами по дисциплинам Операционные системы и Параллельное программирование.

```

RESURS      VARIABLE  0
FLAG1      VARIABLE  0
FLAG2      VARIABLE  0
*****
OBSTR      MATRIX    ,2,1
          INITIAL    MXSOBSTR(1,1),0
          INITIAL    MXSOBSTR(2,1),0
*****
          GENERATE   5
          ASSIGN     1,1
          ADVANCE    2
          TRANSFER   ,ObResurs1
*****
          GENERATE   5
          ASSIGN     1,2
          ADVANCE    2
          TRANSFER   ,ObResurs2
*****
ObResurs1  SAVEVALUE  FLAG1,1
          TEST E     V$FLAG2,0,Chaka1
          SEIZE     RESOU
          ADVANCE   10
          RELEASE   RESOU
          MSAVEVALUE OBSTR+,1,1,1
          SAVEVALUE FLAG1,0
          TEST G     CHSOBRES,0,NAPUS1
          UNLINK    OBRES,Prov12,1
NAPUS1     TRANSFER ,NAPUS
Prov12     TEST E   P1,1,ObResurs2
          TRANSFER ,ObResurs1
Chaka1     LINK     OBRES,FIFO
*****
ObResurs2  SAVEVALUE  FLAG2,1
          TEST E     V$FLAG1,0,Chaka2
          SEIZE     RESOU
  
```

Рис. 1. Текстовый редактор GPSS модели

В редактор встроена система распознавания объектов модели. Ввод текста модели сопровождается контекстной подсказкой, которая отображает описание текущего операнда, или аргумента функции и список подходящих значений, полученных при анализе модели [5] и [6]. Это очень удобно для студентов, а и для преподавателя, который обычно не профессионал по ИМ. Система автоматического документирования позволяет разработчикам описывать любые объекты модели, PLUS процедуры и их аргументы с помощью комментариев. Это описание отображается в контекстной подсказке, позволяя избегать запоминания имен объектов.

Редактор самостоятельно обнаруживает структурные ошибки в модели. Операторы с ошибками подчеркиваются красной линией, а сами ошибки отображаются при наведении указателя мыши. Поддерживается группировка текста, позволяющая объединять и при необходимости скрывать ненужные строки модели. После создания модели, разработчик может выполнить моделирование. При моделировании будет доступен журнал, а по окончании – стандартный отчет, представленный в форме таблицы. На рис. 2 показан сгенерированный в среде Расширенного редактора отчет моделирования алгоритма Деккера (GPSS модель представлена на рис. 1).

Метка	Позиция блока	Тип блока	Кол-во тран. вошедших в блок	Кол-во тран. в блоке в конце моделирования	Кол-во тран., ожидающих выполнения спец. условия
	1	GENERATE	199	0	0
	2	ASSIGN	199	0	0
	3	ADVANCE	199	0	0
	4	TRANSFER	199	0	0
	5	GENERATE	199	0	0
	6	ASSIGN	199	0	0
	7	ADVANCE	199	0	0
	8	TRANSFER	199	0	0
	9	SAVEVALUE	199	0	0
	10	TEST	199	146	0
	11	SEIZE	53	0	0
	12	ADVANCE	53	1	0
	13	RELEASE	52	0	0
	14	MSAVEVALUE	52	0	0
	15	SAVEVALUE	52	0	0
	16	TEST	52	0	0
	17	UNLINK	0	0	0
	18	TRANSFER	52	0	0
	19	TEST	0	0	0
	20	TRANSFER	0	0	0

Рис. 2. Отчет моделирования алгоритма Деккера в окне Расширенного редактора GPSS

Для поиска ошибок модели в расширенный редактор встроена подсистема трассировки (механизм, позволяющий собирать данные о движении транзактов и изменении объектов GPSS модели на всем протяжении ее работы). По окончании исполнения модели можно проанализировать порядок движения транзактов и характер изменения данных, чтобы выявить ошибки. Можно ограничить область трассировки и выбрать необходимую ему последовательность операторов модели, например, для отладки только той части модели, где предположительно содержится ошибка [5], [6]. Имеется возможность поиска транзакта по номеру или значению его параметра и отслеживания только его передвижения в модели.

На рис. 3 показано окно трассировки модели алгоритма Деккера в среде Расширенного редактора. По сравнению с окном трассировки классической GPSS World здесь автоматически показываются окна сохраняемых величин (*Savevalues*) и матриц (в нижнем левом углу экрана). Кроме того автоматически показывается и номер транзакта обслуживаемого в данный момент модельного времени (в верхнем левом углу рис. 3). Визуализируются и значения параметров обслуживаемого GPSS транзакта, моделирующего процесс (рис. 3 влево).

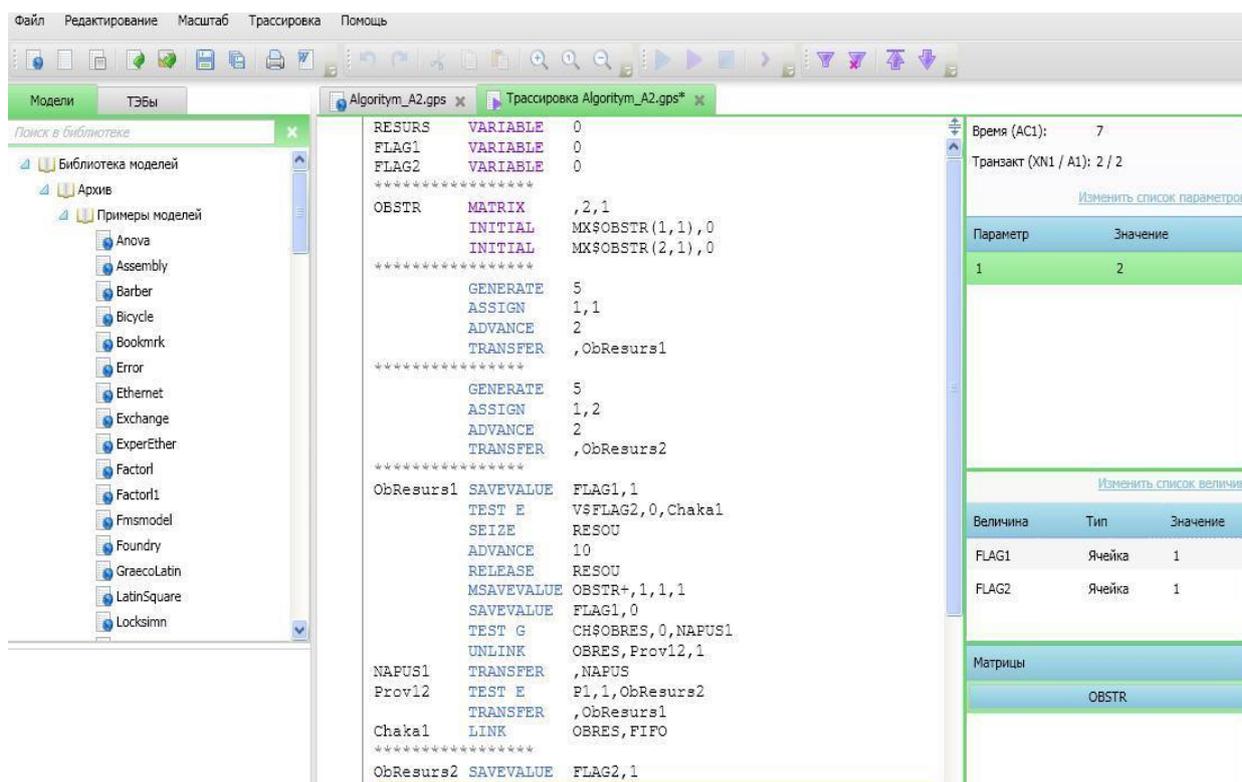


Рис. 3. Трассировка модели алгоритма Деккера в окне Расширенного редактора GPSS

Выводы

В Расширенном редакторе GPSS автоматизируются большинство операций и действий исследователя в совершении всего цикла симуляционного исследования [1]. Это делает Расширенного редактора (и систему GPSS World) более популярной не только среди профессионалов ИМ. Автоматизированное создание имитационных моделей, „стандартное комбинированное окно” наблюдения исполнения модели и удобный графический интерфейс Расширенного редактора, делают его исключительно подходящим для учебных демонстраций работы различных систем и алгоритмов.

Работа в этом направлении продолжается анализом и применением других продуктов компании “Элина Компьютер” [6] как например Универсального редактора форм, который предоставляет еще более богатые возможности для демонстрации работы систем и алгоритмов: специальные формы наблюдения динамики изменения показателей модели в ходе эксперимента; построение сценариев для 2D-анимации; автоматизированное строение планов экспериментов по подобранным факторам и границам их изменения; интерактивный анализ результатов эксперимента по динамичным формам, по анимационной записи эксперимента и диаграммам изменения во время эксперимента ранее выбранного системного числового атрибута GPSS модели; наличие базы данных исходных данных, результатов экспериментов.

Список литературы

1. Власов, С., В. Девятков, Ф. Исаев, М. Федотов. Имитационные исследования с использованием GPSS WORLD – новые возможности [Текст] / С. Власов // “Автоматизация в промышленности”. 2012, № 7. – С. 3–8.

2. Георгиев, В. Grid системы. Симуляционно моделиране с GPSS. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ci.fmi.uni-sofia.bg/VasilGeorgiev/datagrid/grids13.pdf>.
3. Информатика – лекции и материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bg-informatika.com/2011/07/22.html>.
4. Томашевский, В., Жданова Е., Имитационное моделирование в среде GPSS. [Текст] / В. Томашевский // Бестселлер, Москва, 2003
5. Федотов, М., В. Девятков. САИИ для профессионалов – развитие возможностей расширенного редактора GPSS World [Текст] / М. Федотов // Сборник докладов шестой всероссийской научно-практической конференции „Имитационное моделирование. Теория и практика” (ИММОД-2013). Том 1, Изд. “ФЭН” Академии наук РТ, Казань, 2013. -С. 356-360.
6. Элина компьютерь. Расширенный редактор имитационных моделей для языка GPSS World. [Текст]. / Элина компьютерь // Руководство пользователя. Казань, ООО „Элина компьютерь” – 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elina-computer.ru
7. Vasileva, S., K. Kapinchev. Some Simulation Models of Process' Synchronization for Educational Purpose. [Текст]. / S. Vasileva // International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education – 2012, UNWE, Sofia, Bulgaria, – P. 474-483.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТУХАНИЯ К СУММАРНЫМ ОДНОНАПРАВЛЕННЫМ НАВОДКАМ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ

Давыдова К.А., Чевордаев И.А.

студенты-бакалавры по направлению прикладная информатика,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой затухания к суммарным однонаправленным наводкам в канале структурированной кабельной сети (СКС) категории 6. Получены экспериментальные зависимости отношения затухания к суммарным однонаправленным наводкам PS EL FEXT, на ближнем и дальнем конце тестируемого канала, от частоты.

Ключевые слова: структурированная кабельная сеть, тестирование, кабель категории 6.

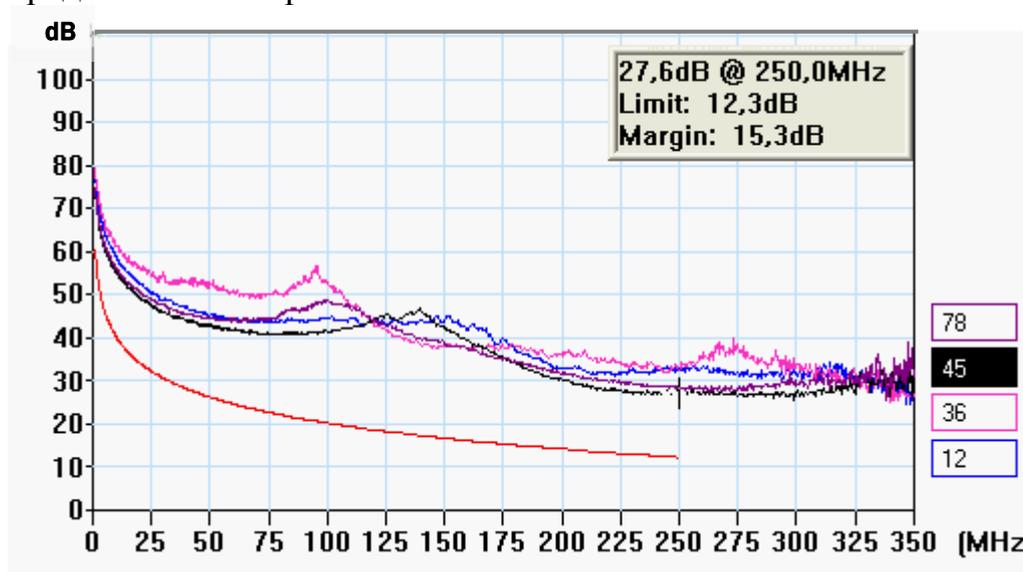
В настоящее время все более широкое распространение в различных информационных системах находит технология Gigabit Ethernet (GigE) [1–3]. Она прочно заняла свое место при использовании передачи данных во время испытаний ракетно-космической техники [14, 15], систем ближней радиолокации [5, 8, 9, 13], различных систем передачи информации [4, 6, 7, 10].

В отличие от технологий Ethernet (10BaseT), TokenRing и FastEthernet (100BaseT) [11, 12], в структурированной кабельной системе (СКС) с GigE используются четыре пары кабеля, причем все они задействуются одновременно [13, 16]. Для нормальной работы СКС необходимо оценить отношение затухания к суммарным однонаправленным наводкам, PS EL FEXT., причем как на ближнем, так и на дальнем конце линии, а так же возвратные потери RL [1, 2].

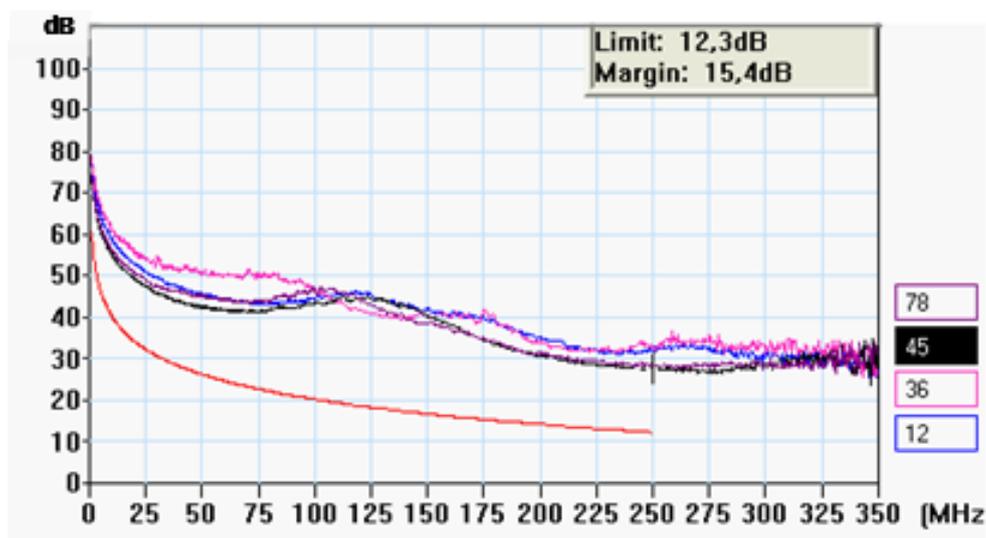
Тестированию подвергался кабельный канал категории 6 длиной 75 метров, что составляет 75% от максимально допустимой длины. Структурная схема тестируемого канала состояла из основного блока (находящегося в начале тестируемой линии), коммутационной панели, самого кабельного канала, кабельной розетки и вспомогательного блока, находящегося в конце линии.

Особенность однонаправленной передачи заключается в наличии двенадцати значений FEXT для каждого конца кабеля. Результаты однонаправленных наводок не фиксируются, однако служат для расчета отношения затухания к однонаправленным наводкам ELFEXT и отношения затухания к суммарным однонаправленным наводкам PS EL FEXT.

Зависимости отношения затухания к суммарным однонаправленным наводкам PS EL FEXT от частоты, на ближнем и дальнем конце тестируемого канала представлены на рис. 1.



a)



б)

Рис. 1. Отношение затухания к суммарным однонаправленным наводкам, PS EL FEXT на конце: а – ближнем; б – дальнем

Обобщенные результаты измерений PS EL FEXT отражены в табл. 1.

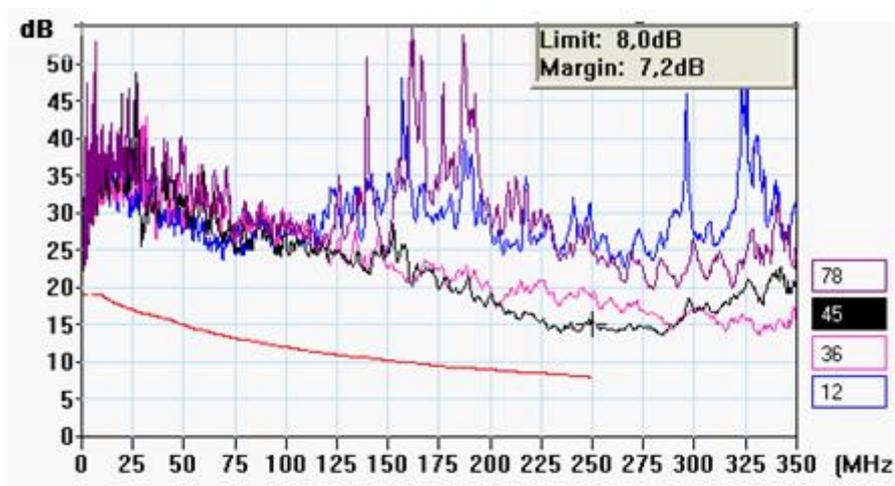
Таблица 1

Отношение затухания к суммарным однонаправленным наводкам, PS EL FEXT

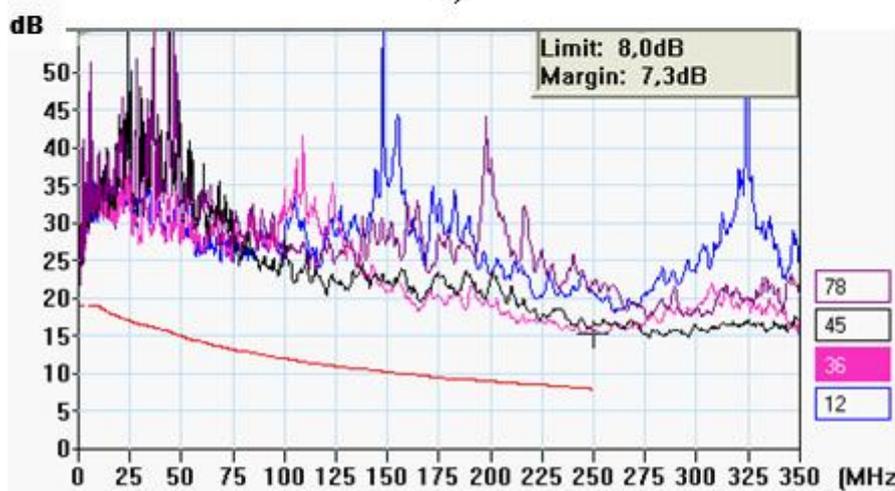
PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
PS EL FEXT, дБ	13,5	13,9	14,3	15,2
Frequency, МГц	1,1	1,0	238,5	246,5
Limit, дБ	59,5	60,3	12,7	12,4

Тестируемый канал обеспечил резерв отношения сигнал/шум однонаправленной передачи (ELFEXT) 12–13 дБ и резерв отношения сигнал/суммарный шум однонаправленной передачи (PS ELFEXT) 13–15 дБ во всем диапазоне частот 1–250 МГц.

Возвратные потери RL. Зависимость возвратных потерь от частоты, на ближнем и дальнем конце тестируемого канала, представлена на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2. Возвратные потери, RL на конце: а – ближнем; б – дальнем

Обобщенные результаты измерений возвратных потерь RL отражены в табл. 2.

Возвратные потери, RL

PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	36	45	36
RL, дБ	5,7	7,3	5,7	7,3
Frequency, МГц	234,5	250,0	234,5	250,0
Limit, дБ	8,3	8,0	8,3	8,0

Тестирование показало, что резерв возвратных потерь составляет не менее 5,7 дБ.

Данная работа выполнена в рамках НИР «Проектирование сетей» проводимой в ГБОУВПО МО «ФТА» под руководством д.т.н., профессора Артюшенко В.М и к.т.н., доцента Аббасовой Т.С.

Список литературы

1. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Электромагнитная совместимость электропроводных кабелей и коммутационного оборудования высокоскоростных структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №4. С.22 – 29.
2. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Методы инсталляции и проектирования электрических кабельных линий в 10-гигабитных системах связи // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №2. С.8 – 16.
3. Артюшенко В.М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий // Промышленный сервис. 2005. №3. С. 20 – 27.
4. Артюшенко В.М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
5. Артюшенко В.М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов / В.М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
6. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] /под. ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.
7. Артюшенко В.М., Белянина Н.В. Цифровые сети доступа технологии xDSL [Текст] – М.: Изд-во СГУ, 2010. 210 с.
8. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
9. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.
10. Артюшенко В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации // В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.

11. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Проблемы электромагнитной совместимости цифрового электротехнического оборудования на промышленных и бытовых объектах // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. 2009. №4. С.95 – 98.

12. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации жизнеобеспечения зданий // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.

13. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.

14. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т.9. №3. С. 59 – 66.

15. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Информатизация управления группировкой космических аппаратов // Прикладная информатика. 2013. №6. С.6 – 14.

16. Артюшенко В.М., Маленкин А.В. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электротехнического оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.

СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В НАКОПИТЕЛЯХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ПУТЕМ ПЕРЕСТАНОВКИ МАГНИТНЫХ ДИСКОВ ВИНЧЕСТЕРА

Ивлиев С.Н.

заведующий кафедрой сервиса светотехнического факультета
Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева,
кандидат технических наук, доцент,
Россия, г. Саранск

Кирюхин Ф.М.

студент светотехнического факультета
Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева,
Россия, г. Саранск

В статье показана возможность восстановления информации на жестком диске компьютера путем перестановки магнитных дисков при неисправности блока магнитных головок винчестера. Изучена и проанализирована функция жестких дисков персональных компьютеров, исследован принцип их действия.

Ключевые слова: компьютерные технологии, магнитные диски, блок магнитных головок, персональный компьютер, восстановление информации.

Тенденции развития современных компьютерных технологий характеризуются постоянным повышением значения восстановления и сохранения информации, а также необходимостью технической защищенности информационных ресурсов [1, с. 77; 2, с. 27]. Одной из основных угроз в системах хранения данных персональных компьютеров является потеря доступа к данным вследствие нарушения в обслуживании на уровне логических служебных систем (в т.ч., файловых систем), или вследствие физических поврежде-

ний определенных областей информационных носителей, что может привести к полной потере информации на жестких дисках и нанести значительный экономический ущерб.

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение теоретических и практических основ диагностики, ремонта и наладки накопителей на жестких дисках, а также технологий восстановления данных в неисправных жестких дисках персональных компьютеров путем перестановки магнитных дисков винчестера. Необходимость сохранности информации, бесперебойного функционирования систем памяти компьютера обуславливают актуальность обозначенной проблемы.

По существующим классификациям угроз – потеря данных на жестком диске находится на одном из первых мест по величине потенциального ущерба. Возможность восстановления информации на жестком диске зависит от результатов диагностики. Большинство неисправностей жестких дисков являются типичными неисправностями, характерными для определенных моделей винчестера. Физические повреждения информационных носителей могут быть представлены выходом из строя микроконтроллера, проблемами с двигателем раскрутки магнитного диска или размагничиванием самого магнитного диска.

В более сложных случаях наблюдается выход из строя блока магнитных головок. Магнитные диски состоят из алюминиевой, реже керамической или стеклянной основы и магнитного покрытия, в виде тонкой плёнки ферромагнетика, который служит носителем информации. Для управления головками в винчестере находятся так называемые адаптивы, имеющие индивидуальные для каждого винчестера физические характеристики – амплитуды и времена сигналов управления электромагнитом. Поломка блока магнитных головок, как правило, становится заметной, если жесткий диск начинает шумно работать, магнитные головки не считывают информацию, а микроконтроллер перестает определять жесткий диск.

Восстановить информацию путем перестановки магнитных дисков винчестера можно при условии, что технические характеристики используемых жестких дисков (вышедшего из строя и нового) одинаковы. При восстановлении данных необходимо проверить исправность микроконтроллера, подключенного к компьютеру. Перед тем как разобрать винчестер и снять магнитный диск необходимо убедиться, что головки магнитного блока находятся в режиме парковки в парковочной части жесткого диска. Такое положение магнитного блока предотвратит повреждение головок и рабочей поверхности пластин. В разобранном новом жестком диске необходимо отделить магнитный диск от двигателя и заменить его на магнитный диск с информацией, взятый из неисправного винчестера. Собранный вновь жесткий диск с помощью новых магнитных головок, расположенных в нем, начинает распознавать информацию, которая хранилась на магнитных дисках неисправного винчестера.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при неисправности блока магнитных головок винчестера можно восстановить инфор-

мацию на жестком диске компьютера путем перестановки магнитных дисков при наличии двух идентичных жестких дисков. Восстановление информации путем перестановки магнитных дисков винчестера возможно только при совпадении серии, фирмы-производителя и всех технических характеристик жестких дисков, что обеспечивает одинаковый объем и частоту вращения жесткого диска, идентичный размер кластера на магнитном диске и предполагает хранение одинакового объема информации.

Список литературы

1. Ивлиев, С.Н. К вопросу оценки защищенности конфиденциальной информации по акустоэлектрическому каналу. [Текст] /С.Н. Ивлиев, А.Р. Мамедов // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 18. № 2. С. 77-80.
2. Ивлиев, С.Н. Предварительный анализ технической защищенности системы дистанционного образования (на материале Мордовского государственного университета). [Текст] /С.Н. Ивлиев // Интеграция образования. 2012. № 4 (69). С. 27-30.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ МОДЕЛЬНЫХ КОЛОДОК ГАЗОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА

Ильина Т.Е.

аспирант кафедры ХМиНПЭ Университета ИТМО,
Россия, г. Санкт-Петербург

Для подшипников с газовой смазкой форма смазочного зазора во многом определяет величину несущей способности подшипника, при этом параметры, определяющие эту форму, имеют, в большинстве своём, оптимальные значения. На сегодняшний момент, наиболее типичным при расчете несущего газового слоя является использование программных пакетов решатели которых содержат уравнения теории газовой смазки, основанные на уравнении Рейнольдса. Однако полный расчет системы подачи газа в колодку газостатического подшипника в такой постановке встречает методические сложности: в системе подачи газа возникают турбулентные течения, расчет которых необходимо проводить в полных уравнениях Навье -Стокса с подключением соответствующей модели турбулентности, а в смазочном слое течение ламинарное. Рассмотрено решение задачи расчета несущего газового слоя в полных уравнениях Навье –Стокса. Проведена верификация методики с использованием известных автомобильных решений. На основе отработанной методики проведены параметрические исследование колодки с простыми цилиндрическими отверстиями, колодки с щелевым соплом и сложных колодок с поднутрениями, разработанными на основе принципа Рэлея.

Ключевые слова: газостатический подшипник, колодки, грузоподъемность, несущий газовый слой, уравнения Навье-Стокса, профиль Рэлея.

Введение

Целью работы является исследование грузоподъемности модельных колодок газостатического подшипника, принцип работы которого основан на создании подъёмной силы путем нагнетания воздуха внешним устройством.

При проектировании и оптимизации газовых опор перед инженерами стоит задача – выбора метода и средств моделирования газовых опор. К

настоящему времени хорошо изучены основные физические свойства газостатических подшипников, установлены основные характерные зависимости.

Переход на безмасляные трансмиссии, использующие газовые подшипники, прежде всего, связан с повышением эффективности средств аэрокосмической техники, двигателей, газотурбинных энергетических машин, турбохолодильных агрегатов.

Работы по использованию газовой смазки в высокоскоростных турбомашинках ведутся с начала 50-х годов. В СССР и современной России эти работы проводились и проводятся в МГТУ им. Баумана, НПО Гелиймаш, НПО Криогенмаш, НПО "Наука", МАИ, ДГУ. За рубежом такие работы ведутся в фирмах Maxi-Garret – AiResearch (Allied Signal), General Electric, MTI, United Technologies Соф., MTI (США) Air Liquid, ABG Semka (Франция), British Oxygen (Великобритания) и др.

Проблеме подшипников на газовой смазке посвящены фундаментальные труды Шейнберга [1] и КонстантINESКУ [2], Риппела [3], Грессема и Пауэлла [4]. Отметим так же работы Котляра [5], Заблоцкого [6]. Лойцянского и Степанянца [7], [8], [9]. Подробный исторический обзор работ, посвященных подшипникам на газовой смазке, приведен в работе Булата М.П., Булата П.В. [10].

Различают газостатические, газодинамические и гибридные подшипники, с подробной классификацией можно ознакомиться в работе Булата М.П., Булата П.В. [11].

Проведенные исследования [12, 13, 14] показывают, что даже сравнительно небольшие отклонения значений параметров от оптимальных величин приводят к значительному снижению несущей способности подшипника или к его полной неработоспособности.

Из опыта проектирования и применения опор с внешним наддувом известно, что необходимо стремиться к весьма малым диаметрам питающих отверстий (меньше 0,1 мм). Стремление к малым диаметрам питателей диктуется необходимостью получения приемлемого расхода газа через подшипник. Чем меньше диаметр отверстий и больше их количество, тем больше жесткость смазочного слоя. Жесткость понимается в том же смысле, как и у пружины. Это обстоятельство привело конструкторов и исследователей к идее применения в газостатических подшипниках вкладышей с пористой структурой.

Пористые радиальные подшипники с внешним наддувом газа были впервые описаны в работе Робинсона и Стерри [15]. Исследования показали, что пористые газовые подшипники с внешним наддувом обладают при прочих равных условиях повышенной жесткостью смазочного слоя, лучшей несущей и демпфирующей способностью, они менее склонны к потере устойчивости по сравнению с различными конструкциями газовых подшипников.

Несмотря на указанные преимущества, подшипники с пористыми вкладышами имеют следующие недостатки:

– изменение газовой проницаемости пористых материалов при механической обработке вследствие пластической деформации их поверхностного слоя;

– подшипники с пористыми вкладышами нестабильны в размерах, для них характерен большой расход воздуха, а отсюда и повышенный расход энергии на обеспечение сжатым воздухом.

Одной из главных задач на данном этапе является разработка такой геометрии системы подачи рабочего тела и сопел, что бы жесткость и экономичность газостатического подшипника были близки к характеристикам подшипника с пористыми вкладышами, а количество отверстий существенно меньше.

Анализ результатов исследований газовых подшипников показывает, что, несмотря на значительные успехи в этой области, вопросы, связанные с основными недостатками газовых подшипников (малой несущей и демпфирующей способностями смазочного газового слоя, неустойчивостью работы), остаются актуальными. Для подшипников с газовой смазкой форма смазочного зазора во многом определяет величину несущей способности подшипника, при этом параметры, определяющие эту форму, имеют, в большинстве своём, оптимальные значения.

1. Методика исследования

1.1 Постановка задачи

Из теории гидродинамической смазки [16] известно, что грузоподъемность колодок определяется расходом рабочего газа. При решении прямой задачи (определение грузоподъемности опоры по заданной геометрии смазочного слоя) оптимизацию колодки следует проводить при постоянном заданном расходе рабочего газа. В этом случае оптимальной колодкой будет та, что при заданном расходе обеспечит максимальную грузоподъемность.

В случае обратной задачи (определение геометрии или отдельных геометрических параметров смазочного слоя, исходя из заданных механических характеристик опоры) оптимальной будет колодка, которая обеспечит минимальный расход при заданной грузоподъемности.

В настоящей статье приведены решения прямых задач для колодок с 3 цилиндрическими питателями, с простым щелевым отверстием и колодок со сложной формой смазочного слоя.

Приводиться исследование течений реализующихся в несущем газовом слое, течение в системе подачи считаем заданным. Для упрощения задачи опорная поверхность колодки была развернута на плоскость. Такой подход вполне допустим, т.к. толщина смазочного слоя является величиной третьего порядка малости по сравнению с характерным размером колодки. Задачи решались в ламинарной постановке.

1.2 Методика исследования

Основным источником затруднений при анализе подшипников с внешним надувом является наличие в системе подачи двух режимов течения газа: ламинарного и турбулентного. Так, в силу малости, толщины смазочного слоя по сравнению с характерными размерами подшипника, принято считать

течение в смазочном слое ламинарным. В системе подачи газа течение – турбулентное (рис.1а). На рис. 1б под центральным питателем видно наличие сверхзвуковых скоростей истечения. Такие режимы истечения могут привести к запираанию части отверстия и возникновению колебаний [17, 18]. Взаимодействие сверхзвуковой струи с преградой описано в работе Гинзбурга И.П., Соколва Е.И., Ускова В.Н. [19].

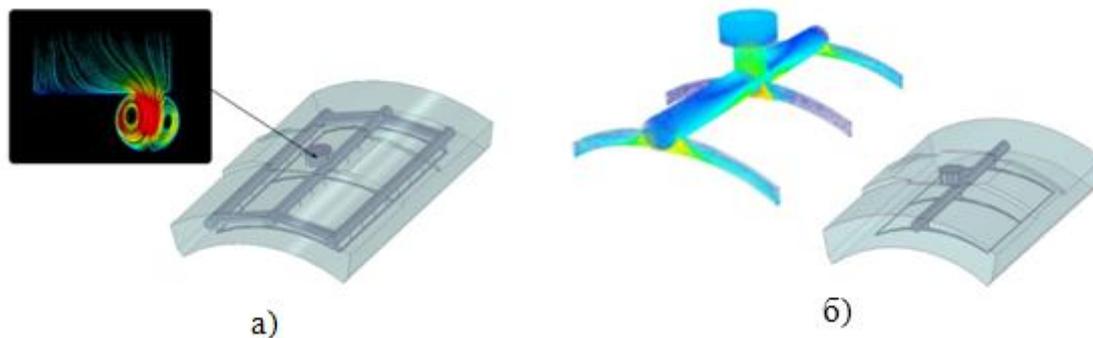


Рис. 1. Течение газа в системе подачи: а) Образование вихревого течения; б) Неравномерное поле скоростей для колодки с 3 серповидными бороздками

Вихревые течения необходимо моделировать на основе полных уравнений Навье-Стокса с использованием модели турбулентности, в данном случае, Transition SST, основанной на двух уравнениях переноса, одно из которых для перемежаемости, а другое для критериев напора в терминах числа Рейнольдса, посчитанного для момента толщины потери импульса. Transition SST модель Transition SST модель позволяет более точно описать турбулентность, за счет введения дополнительных уравнений переноса и показывает хорошие результаты при расчете пристеночных областей.

Использование уравнений использования уравнений газовой смазки Рейнольдса [20], которые включены в стандартные пакеты, например Ansys CFX, для ламинарного течения в смазочном слое не позволяет сшить решения на границе питателей.

Для того чтобы обеспечить надежную сшивку решения в смазочном слое необходимо использовать уравнения Навье-Стокса, как в системе подачи, в смазочном слое, только без подключения моделей турбулентности. Использование уравнений Навье-Стокса позволяет учесть околокритические течения, образующиеся при истечении из дроссельных отверстий, вязко-невязкое взаимодействие и переходные процессы в смазочном слое.

В качестве инструмента для решения задач использовался пакет ANSYS Fluent (<http://www.ansys.com>), решатель, которого использует уравнения Навье-Стокса.

$$\rho \left(\frac{v_i}{\partial t} + v_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_k} \left\{ \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_k} + \frac{\partial v_k}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{i,k} \frac{\partial v_l}{\partial x_l} \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\zeta \frac{\partial v_l}{\partial x_l} \delta_{i,k} \right),$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0.$$

где μ – коэффициент динамической вязкости (сдвиговая вязкость), – «вторая вязкость», или объёмная вязкость, – дельта Кронекера.

Для решения уравнения необходимо определить начальные и граничные условия.

В качестве начальных условий задается начальное распределение скорости, удовлетворяющее уравнению неразрывности, а также начальные распределения температуры и давления.

Граничные условия при расчетах сводят к заданию:

- условия прилипания на стенках подшипника;
- давлений невозмущенного потока на краях подшипника (1 ата);
- условий симметричности, что соответствует случаю полноохватного подшипника (на границе создается фиктивный слой разностных ячеек, скорость в которых задается равной по величине и противоположной по направлению векторам скорости в граничных ячейках);
- постоянный расход на питателях.

В результате решения определяется главный вектор сил давления в смазочном слое и визуальные функции давлений.

Общая методология выполнения проверочных расчетов изложена в работе Бесчастного В.Н. [21].

1.3 Верификация численной методики

Методика расчета была отработана на простой колодке с 3 цилиндрическими отверстиями и колодке с одним прямоугольным щелевым соплом.

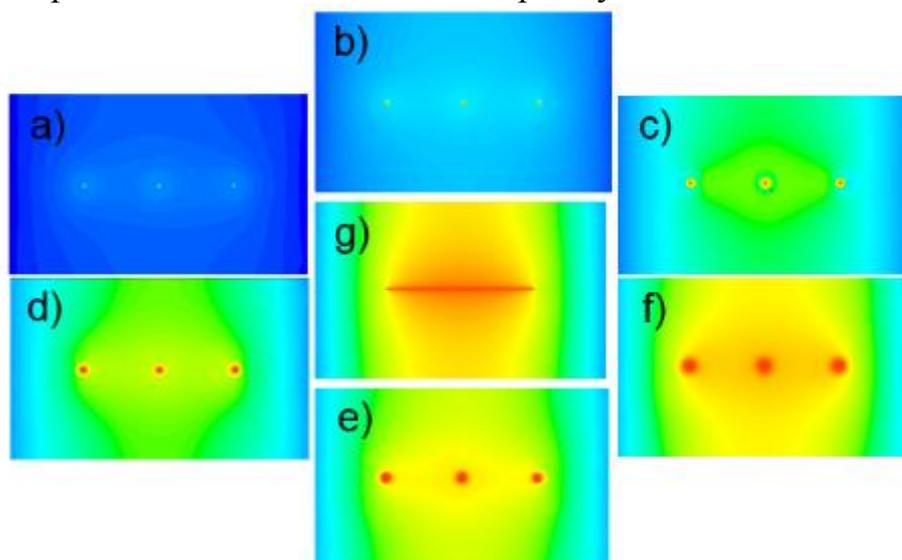


Рис. 2. Распределение давления на валу с увеличением диаметра отверстий системы подачи рабочего тела, сравнение с щелевым соплом:

a) $d=0.5$ мм; b) $d=1$ мм; c) $d=2$ мм; d) $d=3$ мм; e) $d=4$ мм; f) $d=5$ мм; g) $h=0,35$ мм.

Результаты расчета показали (рис.2), что изолинии давлений полностью повторяют автомодельные решения, приведенные в книге Константиеску [2]. На рис. 2 представлены поля давлений для 6 колодок с разным диаметром отверстий и 1 колодки с щелевым соплом. Истечение газа из зазора в окружающую среду происходит через две вертикальные стороны колодки.

Таким образом, можно заключить, что, предложенная методика, применима для исследования распределения параметров в смазочном слое газостатического подшипника.

Известно, что грузоподъемность линейно зависит от расхода рабочего газа. Этот факт используется для тестирования методики расчета грузоподъемности. Оценим влияние диаметра на колодку с 3 простыми цилиндрическими отверстиями. Рассмотрим колодки с 3 разными диаметрами отверстий: 1,3 и 5 мм.

При решении прямой задачи сравнение грузоподъемности колодок проводится при заданном расходе рабочего газа: 2; 4; 6 и 9 г/с.

Результаты тестирования показаны на рис.3а. На графике использована логарифмическая шкала для отображения значений грузоподъемности. Аналогичные расчеты были проведены для колодок с простым щелевым отверстием различной ширины: 0,04, 0,35 и 0,98 мм. Результаты представлены на рис.3б.

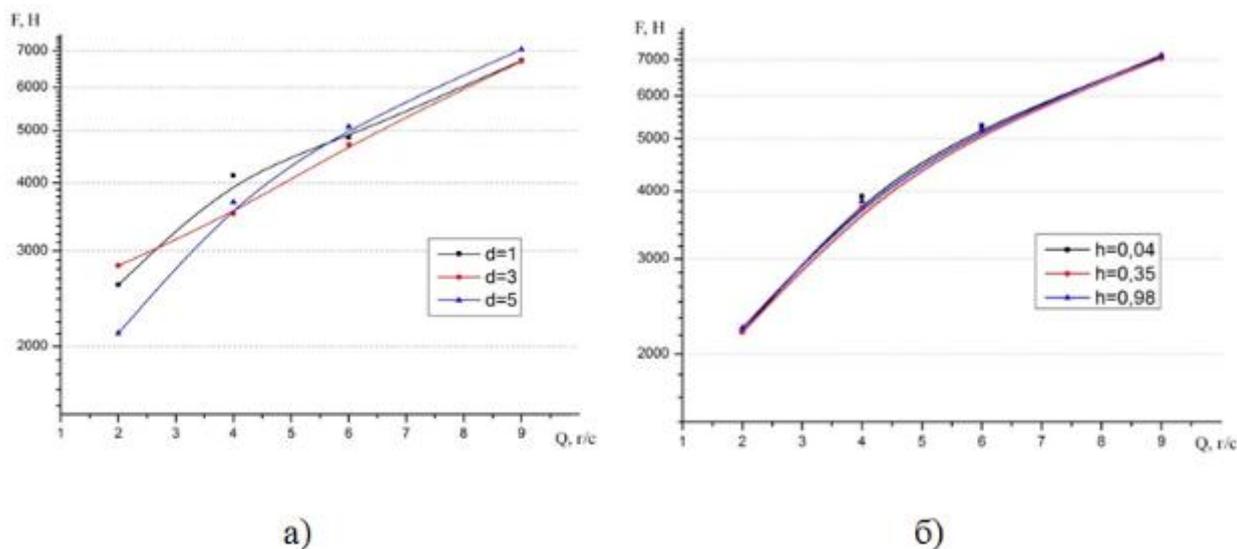


Рис. 3. Зависимость грузоподъемности от заданного расхода рабочего газа а) для колодки с 3 отверстиями разных диаметров, б) для колодки с 1 щелевым отверстием разной ширины

Результаты показывают, что в результате расчетов получена примерно линейная зависимость увеличения грузоподъемности с увеличением расхода рабочего газа. Кривые зависимости грузоподъемности от расхода для колодки с 3 отверстиями для разных диаметров расположены не параллельно друг другу – они пересекаются, что говорит о том, что для заданной грузоподъемности существует колодка с оптимальным диаметром отверстий обеспечивающая минимальный расход.

2. Анализ результатов

2.1 Оценка влияния толщины смазочного слоя

Оценим влияние толщины смазочного слоя на грузоподъемность колодки. В результате решения прямых задач получены значения грузоподъемности для колодок газостатического подшипника с цилиндрическими отверстиями разных диаметров и толщиной смазочного слоя: 10, 20, 30, 40 и 50 мкм (рис. 4). Расчеты проводились при задании постоянного расхода рабочего газа – 5 г/с.

Угол наклона кривой соответствует жесткости смазочного слоя.

В диапазоне от 10 – 20 мкм зависимость грузоподъемности от толщины смазочного слоя является приблизительно линейной, при незначительном изменении толщины смазочного слоя наблюдается существенное изменение грузоподъемности колодки, т.е. жесткость большая. Смазочный слой в данном случае работает как пружина. В диапазоне от 30 – 50 мкм и дальше можно охарактеризовать постоянной жесткостью смазочного слоя, но абсолютная ее величина меньше. Область 20 – 30 мкм можно назвать зоной нечувствительности, т.к. грузоподъемность с изменением толщины практически не изменяется, жесткость минимальная. Перепад давления в данной области такой, что в питающих отверстиях возникает ударная волна, запирающая их, этот процесс длится до тех пор пока сила, действующая на колодку не достигает некоторого порогового значения, способного протолкнуть волну внутрь системы.

В данной зоне могут существовать опасные колебания колодки, т.к. степень демпфирования смазочного слоя крайне мала и газ не оказывает сопротивления вертикальному перемещению вала относительно колодки. Такое поведение смазочного слоя называют потерей устойчивости смазочного слоя.

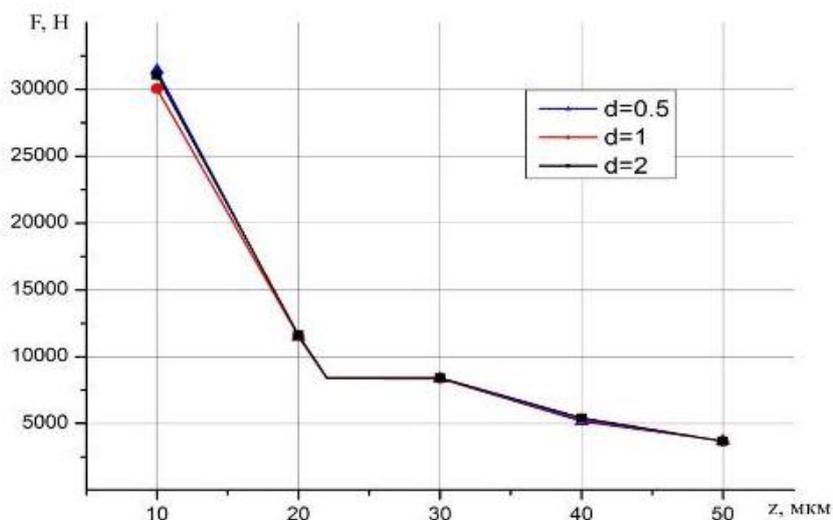


Рис. 4. Зависимость грузоподъемности от толщины смазочного слоя для простой колодки с 3 цилиндрическими отверстиями.
Расход рабочего газа – 5 г/с.

2.2 Расчет колодок со сложной формой смазочного слоя

В работе Рэлея по теории газовой смазки [16] показано, что для несжимаемой смазки оптимальным, с точки зрения подъемной силы, является одноступенчатый кусочно-постоянный профиль. В соответствии с этой теорией были разработаны две газостатические колодки: колодка с простыми цилиндрическими отверстиями с поднутрениями расположенными по линиям влияния и колодка с поднутрениями Рэлея (рис. 5).

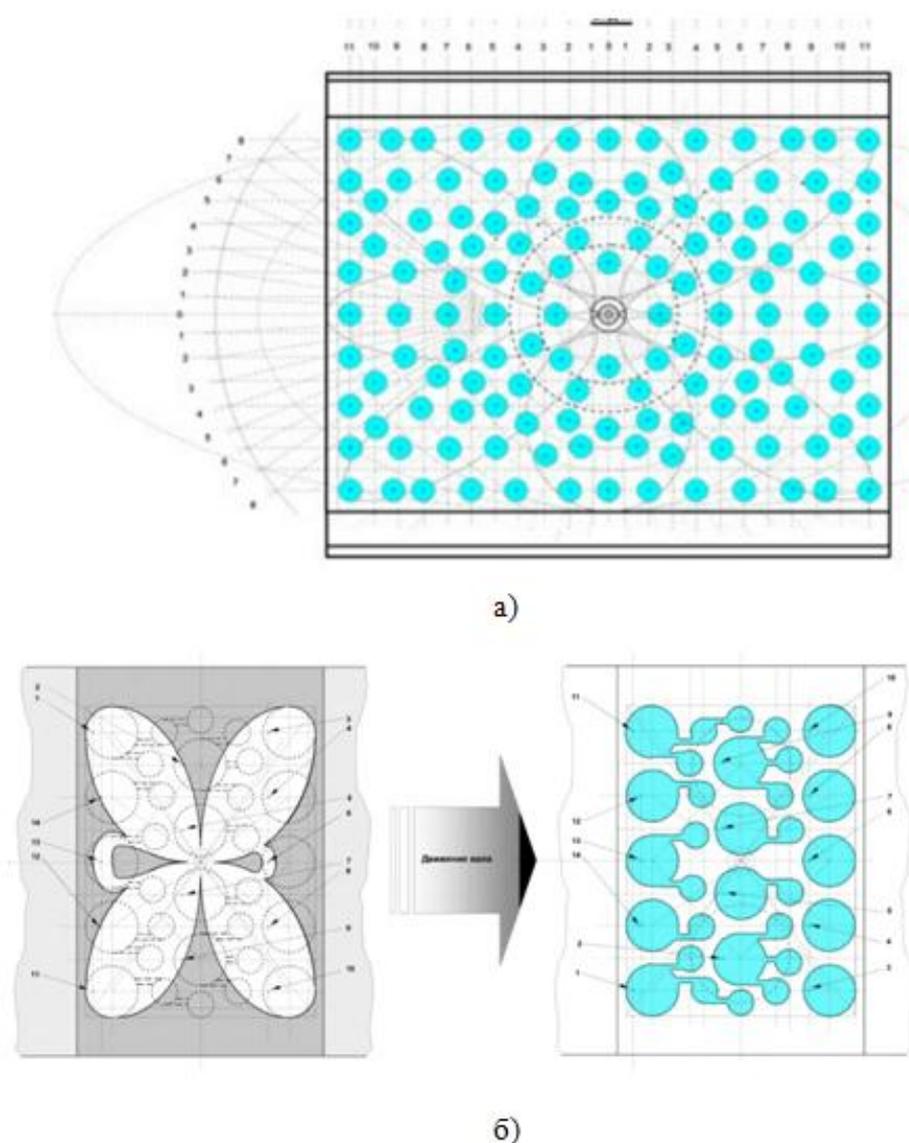


Рис. 5. а) колодка с простыми цилиндрическими отверстиями с поднутрениями расположенными по линиям влияния; б) колодка с поднутрениями Рэля (стрелками 1-14 указано расположение питателя)

Колодка с простыми цилиндрическими отверстиями с поднутрениями расположенными по линиям влияния (рис.5а) разработана на основе принципа пористых колодок: большое число питающих отверстий с маленьким диаметром 0.5 мм. Расположение отверстий разделено по секторам. Под каждым питателем предусмотрено поднутрение – цилиндрическое углубление толщиной $1/3$ смазочного слоя. В соответствии с принципом Рэля такое решение должно увеличить грузоподъемность. Воздух в колодку подается через центральное отверстие и затем распределяется по полости, выполненной на внешней стороне опоры. Оттуда воздух поступает в питающие отверстия. Расположение отверстий преследует задачу добиться максимально равномерного распределения давления по опорной поверхности.

Колодка с поднутрениями Рэля (рис. 5б) представляет собой опорную поверхность с питателями расположенными в соответствии со схемой на рис.5б (питатели указаны стрелками). Общее количество питающих отвер-

стей – 14 шт. Под питающим отверстием, так же как и в колодке с простыми цилиндрическими отверстиями с поднутрениями расположенными по линиям влияния предусмотрено углубление. Углубления в колодке 2 имеют сложную форму, состоящую из сообщающихся полостей разного диаметра. Воздух из питателя истекает сначала в углубление большого диаметра, а затем по тонким каналам перетекает в меньшие углубления. Расположение углублений несимметрично относительно оси вращения вала, т.к. учитывает направление вращения. На внешней поверхности колодки располагается полость в виде «бабочки», в которую подается рабочий газ. Такая геометрия углубления обеспечивает равномерное распределение газа по системе подачи газа в смазочный слой, а также одинаковые давления на питателях.

Таким образом, разработано 2 колодки, одна из которых соответствует модели пористой колодки, а другая имеет значительно меньшее количество отверстий, но большего диаметра. Определим их грузоподъемности.

При расчетах колодок задавался постоянный расход рабочего газа через питатели равный 12,5 г/с. Результаты расчетов представлены в виде поля давлений и поля вектора скорости на валу (рис.6, 7). Грузоподъемность колодки с простыми цилиндрическими отверстиями с поднутрениями расположенными по линиям влияния составила 3092 Н, колодки с поднутрениями Рэлея – 3108 Н.

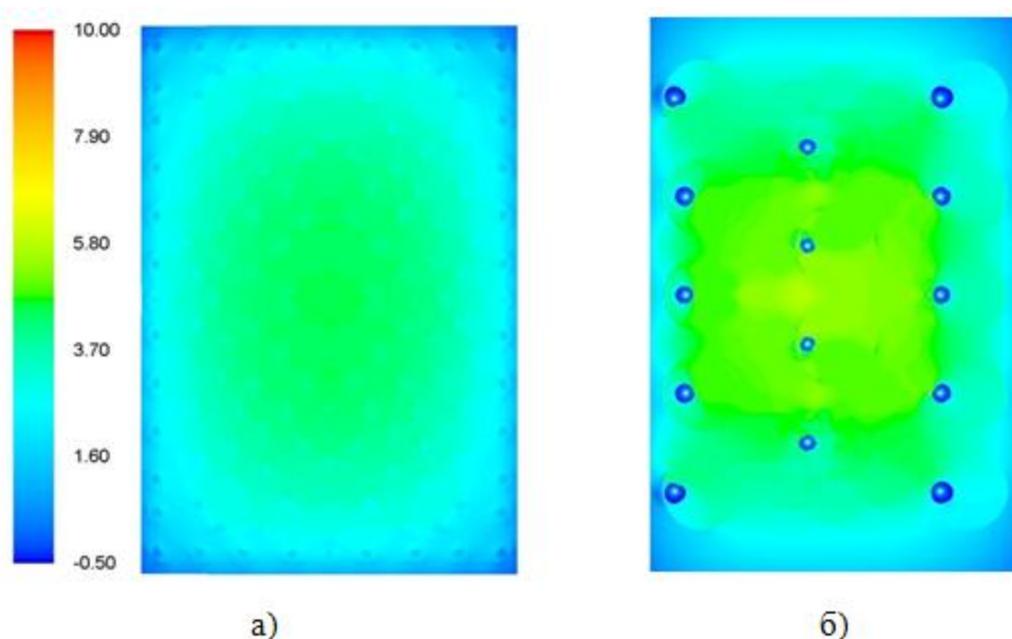


Рис. 6. Распределение давлений на валу: а) колодка 1: $Q=12,5$ г/с, $F=3092$ Н.
б) колодка 2: $Q=12,5$ г/с, $F=3108$ Н

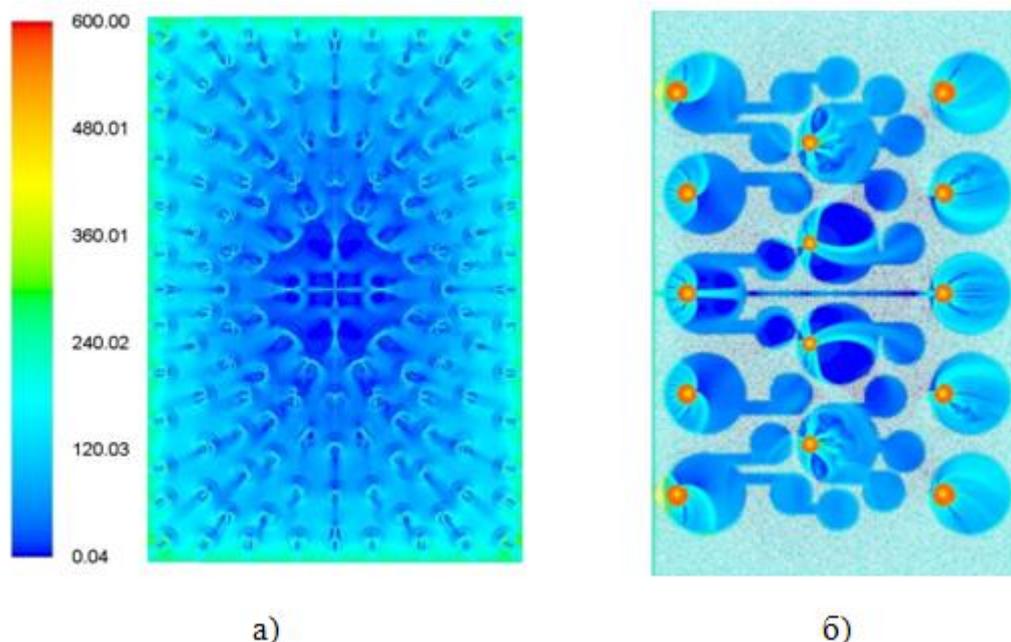


Рис. 7. Распределение скоростей на валу: а) колодка 1: $Q=12,5$ г/с, $F=3092$ Н.
 б) колодка 2: $Q=12,5$ г/с, $F=3108$ Н.

Разработанная колодка с поднутрениями Рэлея обеспечивает чуть большую грузоподъемность, чем колодка с простыми цилиндрическими отверстиями с поднутрениями расположенными по линиям влияния, что и требовалось, т.к. количество отверстий уменьшено в 9,5 раз.

В колодке 2 на рис. 9 видно наличие сверхкритических режимов истечения, в которых возможно взаимодействие сверхзвуковых струй с диском Маха [22]. Наличие сверхзвуковых струй и натекание их на перпендикулярные оси струи стенки может приводить к возникновению нежелательных колебаний [23], а перетекании их через поднутрения – к колебаниям донного давления [18]. Наличие сверхкритических течений указывает на неоптимальное соотношение расхода, давления подачи рабочего тела и суммарной площади отверстий подачи.

Заключение

Анализ результатов расчетов газовых подшипников показывает, что, несмотря на значительные успехи в этой области, вопросы, связанные с их основными недостатками остаются актуальными.

В статье приведено исследование влияния на грузоподъемность таких геометрических факторов смазочного слоя как диаметр подводящих отверстий, толщина смазочного слоя, ширина целевого отверстия. Приведены расчеты колодок со сложной формой смазочного слоя.

Исследование проводилось путем решения прямых задач, т.е. исходя из заданной геометрии и граничных условий, в результате определялась равнодействующая сила давления на вал. В отличие от большинства расчетов основанных на решении уравнении Рейнольдса, для решения поставленных задач использовался пакет ANSYS Fluent (<http://www.ansys.com>), решатель, которого использует полные уравнения Навье-Стокса.

Представлены результаты расчетов колодок со сложной формой смазочного слоя. Как показали расчеты, колодка с меньшим количеством отверстий и большим диаметром по своим характеристикам может превосходить колодку, основанную на принципе пористых колодок.

Выявлена зона нечувствительности колодки к изменяющейся нагрузке, в которой могут существовать опасные колебания.

Список литературы

1. Опоры скольжения с газовой смазкой / Под ред. С.А. Шейнберга. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 336 с.
2. Constantinescu V. N. Lubrificatia cu gaze. Bucuresti, 1963.
3. Проектирование гидростатических подшипников. Под ред. Гарри Риппела. Перевод с английского Г.А.Андреевой. М.: Машиностроение, 1967, 135 с.
4. Подшипники с газовой смазкой. Под ред. Н.С.Грессема, Дж.У.Пауэлла. М.: Мир, 1966, 415 с.
5. Котляр Я.М. Асимптотические решения уравнения Рейнольдса // Механика жидкости и газа, 1967. №1. с. 161
6. Заблоцкий Н.Д., Карякин В.Е., Спиенков И.Е. Сферический газовый подшипник с принудительным наддувом // Механика жидкости и газа, 1970. №3. с.147-154.
7. Лойцянский Л.Г., Степанянц Л.Г. Гидродинамическая теория сферического подвеса // Труды ЛПИ, 1958. №198. С.89-98.
8. Заблоцкий Н.Д. Линеаризация граничных условий в теории воздушных подвесов // Труды ЛПИ, 1961. №217. с.127-132.
9. Степанянц Л.Г. Некоторые методы газодинамической теории смазки // Труды ЛПИ, 1967, №280, С.27-43.
10. Bulat M.P. Bulat P.V. The history of the gas bearings theory development. World Applied Sciences Journal 27(7):893-897, 2013.
11. Bulat M.P. Bulat P.V. Basic classification of the gas-lubricated bearings. World Applied Sciences Journal 28(10): 1444-1448, 2013.
12. Космынин, А.В. Частично пористые газостатические опоры шпиндельных узлов. Теория и эксперимент / А.В. Космынин, С.В. Виноградов, В.С.Виноградов, В.С.Щетинин, А.В. Смирнов. М.: Издательский Дом «Академия Естественных наук», 2011. – 126 с.
13. Сипенков, И. Е. Построение сингулярных решений для газового подвеса с помощью схемы непрерывного наддува / И.Е. Сипенков // сб. Газовая смазка подшипников, М.: ИМАШ АН СССР. 1968. – С.41-48.
14. Современная трибология. Итоги и перспективы; отв. ред. К.В. Фролов. – М.: Издательство ЖИ, 2008. 480 с.
15. Robinson, C.H. The Static Strength of Pressure Fed. / C.H. Robinson, F. Sterry // Gas Journal Bearings AERE ED/R. – 1672, Harwell, Berkshire, England, 1958.
16. Lord Rayleigh. Notes on the theory of lubrication. Philosophical Magazine, 1918, v. 35, №1, p. 1-12.
17. Усков В.Н., Булат П.В., Продан Н.В. История изучения нерегулярного отражения скачка уплотнения от оси симметрии сверхзвуковой струи с образованием диска маха. Фундаментальные исследования. 2012. № 9-2. С. 414-420.
18. Засухин О.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Колебания донного давления. Фундаментальные исследования. 2012. № 3-1. С. 204-207.
19. Гинзбург И.П., Соколов Е.И., Усков В.Н. Типы волновых структур при взаимодействии недорасширенной струи с плоской безграничной преградой. ПМТФ, 1976, № 1, с. 45-50.

20. O.Reynolds. On the theory of lubrication and its application to Mr. Beauchamp Tower's experiments, including an experimental determination of the viscosity of olive oil'. Royal Society, Phil. Trans., Pt. 1, 1886, 114 p.

21. Бесчастных В.Н. Разработка метода расчета и экспериментальное определение характеристик радиальных сегментных газовых подшипников для тяжелых роторов ГТУ: дисс. ... доктора технических наук: 05.07.05; Московский авиационный институт: М., 2011 г.

22. Усков В.Н., Булат П.В., Продан Н.В. Обоснование применения модели стационарной маховой конфигурации к расчету диска маха в сверхзвуковой струе. Фундаментальные исследования. 2012. № 11-1. С. 168-175.

23. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть 2. Колебания давления в соплах питающей системы на сверхкритическом режиме работы. Вестник Международной академии холода. 2012. № 1. С. 57.

УСТРОЙСТВО СБОРА И ОБРАБОТКИ БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ НА БОРТУ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Кокорев С.А., Кузькин Н.А.

студенты-бакалавры по направлению управление в технических системах,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом требований и технических характеристик, предъявляемых к устройствам сбором и обработкой быстроменяющихся процессов на борту ракетно-космической техники.

Ключевые слова: быстроменяющиеся процессы, ракетно-космическая техника.

Понятие вибрации пришло в ракетно-космическую технику (РКТ) с моментов первых испытаний, когда появилась необходимость получать данные о состоянии изделия и его отдельных элементах в части виброакустических процессов [1-3, 14, 17]. Особое место отводится быстроменяющимся процессам (БМП), которые в силу своей специфики первыми откликаются на неблагоприятное развитие событий. Наиболее актуальным это становится при возникновении нештатной ситуации, когда необходимо решать две задачи [5, 8-11]:

1. Принять срочные меры по возможности устранить или хотя бы парировать возникшее нештатное развитие событий.

2. Передать на землю по возможности максимальное количество измеренной информации для анализа и определения причины возникновения нештатной ситуации.

Виброакустические параметры относятся к группе быстроменяющихся параметров для сбора которых требуется частота опроса от 8 кГц до 20 кГц. Для сравнения у медленноменяющихся параметров, таких как давление и температура, частота опроса составляет около 10 Гц [6, 7]. В период первых разработок РКТ было предложено проводить обработку информации на бор-

ту, так как виброакустические параметры обладают большой информативностью.

В начале 60-х годов были изготовлены экспериментальные приборы на основе LC-фильтров, позволяющие обработать данный поток информации. Но в результате от них пришлось отказаться, так как на тот момент элементная база была достаточно крупных размеров, и прибор получился больших габаритов. Обработку было решено производить на земле передовая все данные по радиоканалу. Внимание было переведено в сторону направления расширения канала передачи данных. Позднее, в 70-х годах удалось произвести обработку данных на борту. Для обработки использовались Барбитовские фильтры [12].

В начале 80-х годов, была разработана аппаратура на основе активных фильтров, но ее не смогли применить на борту из-за большого уровня потребления электроэнергии. В конце 80-х годов была разработана аппаратура бортовой обработки на основе аналого-дискретных фильтров (операционных усилители с конденсаторами в качестве памяти). Была снята с изделий из-за неустойчивой работы в температурном диапазоне.

В настоящее время в связи с развитием элементной базы появилась возможность решить данную задачу. В частности речь идет о быстродействующих и малопотребляющих процессорах [4, 13-16].

В последнее время произошло резкое увеличение числа измеряемых вибропараметров, которых необходимо передавать на землю. При этом возможностей расширенного канала недостаточно, особенно на большой высоте. В связи с этим вновь возникла необходимость в обработке вибрационных параметров на борту космического аппарата (КА) [14].

На сегодняшний день, можно сформировать необходимые требования для реализации бортовой обработки: возможность многоканальной обработки, 24 канала; высокое быстродействие; большая разрядность, 16 разрядов; малые габариты; малый вес; малое энергопотребление, до 10 Вт.

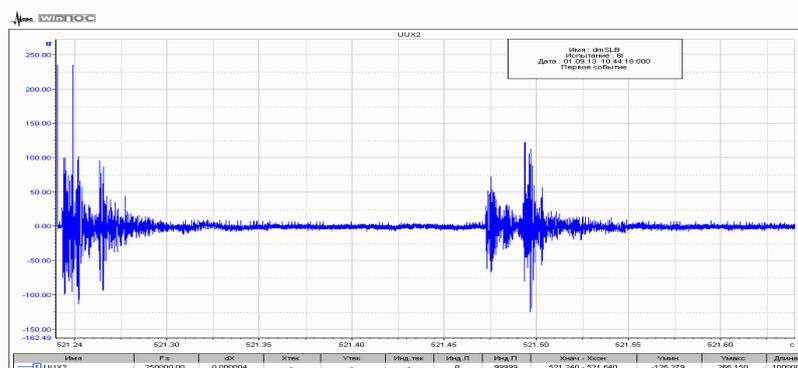
В настоящее время существует аппаратура на отечественной элементной базе, но с малой разрядностью и с большими габаритами. Одно из таких устройств разработано ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС» и представляет собой систему мониторинга большого количества датчиков.

Одним из таких датчиков является бортовое устройство сбора и обработки быстроменяющихся процессов (УСО-БМП) протекающих на изделиях ракетно-космических комплексов (РКК). Данное устройство представляет собой моноблок, устанавливаемый на ракетносителях или разгонных блоках.

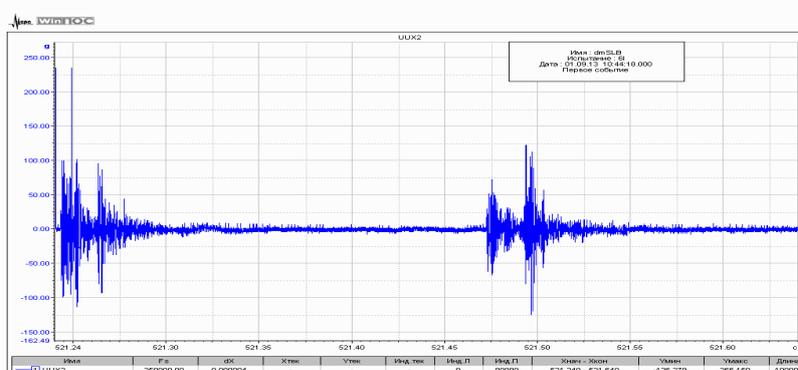
Его основными функциями являются:

- приём и сбор в реальном масштабе времени информации об ударных процессах;
- обнаружение и регистрация ударных процессов с предысторией;
- формирование специальных сигналов в момент обнаружения ударных процессов;

- формирование выходного кадра в побайтовой структуре в виде квазипорядка и мантиссы;
 - трансляция на Землю информации об ударных процессах по каналам медленно меняющихся параметров цифровых телеметрических систем.
- Фрагменты измеряемых параметров представлены на рисунок



а)



б)

Рис. Фрагменты записей виброударов при отделении разгонного блока от датчика:
а – осевого; б – радиального

Таким образом, рассмотрены и проанализированы основные требования, предъявляемые к устройствам сбором и обработкой быстроменяющихся процессов на борту ракетно-космической техники. Показано, что современное бортовое устройство должно иметь: возможность многоканальной обработки, высокое быстродействие, большую разрядность, малые габариты и малый вес, малое энергопотребление.

Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.
2. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.

3. Артюшенко, В. М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов [Текст] / В. М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
4. Артюшенко, В. М.. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2007. Т.3. №3. С.20 – 23.
5. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72. ISBN 1680-2780
6. Артюшенко, В. М. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
7. Артюшенко, В. М. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.
8. Артюшенко, В. М. Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.
9. Артюшенко, В. М. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59–66.
10. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
11. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
12. Артюшенко, В. М. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.
13. Артюшенко, В. М. Цифровое сжатие видеoinформации и звука [Текст] / В. М. Артюшенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин: Учебное пособие / Под ред. В.М. Артюшенко. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2003. – 426 с.
14. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник.– 2014. – №4. – С.23–28.
15. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VACNET. Монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Д.О. Шелухин Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко. – М., ГОУ ВПО «МГУС». – 2006. – 138 с.
16. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2010. – 624 с.
17. Artyushenko, V.M. Statistical Characteristics of Envelope Outliers Duration of non-Gaussian Information Processes / V.M. Artyushenko, V.I. Volovach // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2013). Rostov-on-Don, Russia, September 27–30, 2013. – Kharkov: KNURE, 2013. P. 137-140.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗАКЛЁПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Кузнецов С.Ю.

аспирант кафедры «Технология конструкционных материалов»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического
университета (МАДИ),
Россия, г. Москва

Нигметзянов Р.И., Фатюхин Д.С.

доценты кафедры «Технология конструкционных материалов»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического
университета (МАДИ),
Россия, г. Москва

В статье рассмотрены основные области применения заклёпочных соединений. Проанализированы особенности различных типов заклёпок и заклёпочных соединений. Предложены направления развития технологии выполнения заклёпочных соединений.

Ключевые слова: заклёпочные соединения, технология, повышение качества соединений.

Заклёпочные соединения – это неподвижные, неразъёмные соединения, применяемые преимущественно в конструкциях, где внешние нагрузки действуют параллельно плоскости стыка. Иначе говоря, заклёпки работают в основном на срез.

Наиболее значимыми преимуществами применения заклёпочных соединений являются отсутствие структурных изменений материала соединения; отсутствие температурных деформаций и перегрева расположенных рядом деталей; предотвращение распространения усталостных трещин; возможность соединения разнородных материалов.

Основными областями применения заклёпочных соединений являются производство строительных металлических конструкций и машиностроение. В машиностроении такие соединения наиболее распространены в судостроении и авиастроении. Однако, вследствие широкого применения неметаллических и композитных материалов, а также трудносвариваемых металлов и сплавов, заклёпки получают всё большее распространение в автомобилестроении.

Заклёпочные конструкции выполняются односрезными и многосрезными соединениями внахлест, с накладкой и стрингерными. Среди большого числа и видов заклёпок, можно выделить две основные группы: стержневые и специальные. Стержневые заклёпки применяются во всех типах конструкций, однако требуют двухстороннего подхода. Стержневые заклёпки могут различаться по форме головки: круглой, плоской и потайной, а также по ха-

рактору воспринимаемых внешних нагрузок. Среди них выделяют заклепки высокого сопротивления срезу и заклёпки с компенсатором. Специальные заклепки могут применяться в конструкциях, где ограничен или невозможен подход с обеих сторон. Гайкопистоны используются в сочетании с винтами и применяются для соединения металла с композитом. Изготавливаются заклёпки из стальной, дюралевой или титановой проволоки на специальных автоматах посредством высадки в матрице.

Технология выполнения заклёпочных соединений во многом зависит от требований к соединению и типа заклёпки. В целом процесс состоит из пяти операций, сверления отверстия, зенкования гнезда под потайную головку, вставку заклепки, сжатия пакета, расклепывания заклепки и образования замыкающей головки.

Дефекты таких соединений связаны с тем, что радиальные напряжения, компенсирующие внешние нагрузки, распределяются неравномерно по толщине пакета, образуя зазор в средней части отверстия. Для предотвращения данной проблемы применяются заклепки с компенсатором и метод клепки с полным стеснением, когда образование замыкающей головки происходит в специальной профилированной лунке.

Основными направлениями развития технологии выполнения заклёпочных соединений являются:

- оптимизация технологического процесса посредством применения специального комбинированного инструмента;
- устранение зон концентраторов напряжений при выполнении галтельного перехода в цилиндрической части зенкованного гнезда, и конической формы отверстия;
- уменьшение трудозатрат и повышение качества соединения при применении переносного инструмента, вместо клёпки на стационарных прессах.

Кроме того, одним из путей совершенствования технологии получения заклёпочных соединений является применение ультразвука. Наложение высокочастотных колебаний на заклёпку при посадке с натягом позволяет значительно снизить усилие запрессовки. Результаты исследования влияния ультразвукового воздействия на величину статического усилия деформирования показывают значительное снижение усилия до 2 ... 2,5 раз, что позволяет получать соединение материалов с различной прочностью.

Список литературы

1. Северденко В.П., Клубович В.В., Степаненко А.В. Ультразвук и пластичность. – Минск: Наука и техника, 1976. – 448 с.
2. Захаров О.В., Бржозовский Б.М. Ультразвуковая обработка нежестко закрепленными инструментами: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2002. 101 с.

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ БОРТОВЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ

Кузькин Н.А., Кокорев С.А.

студенты-бакалавры по направлению управление в технических системах,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом требований к построению бортовых аппаратно-программных средств по сбору и обработкой быстроменяющихся процессов на борту ракетно-космической техники.

Ключевые слова: быстроменяющиеся процессы, ракетно-космическая техника.

Для штатной эксплуатации космических аппаратов (КА) в центр управления полетами необходимо постоянная передача о так называемых быстроменяющихся процессах (БМП) происходящих на борту КА [1, 5, 14]. На основании проведенного анализа и результатов запусков КА, был выработан следующий принцип построения бортовых аппаратно-программных средств по сбору, преобразованию, обработке, анализу и передачи информации по БМП [8-11].

По всем БМП вычисляются характеристики, необходимые для оперативной оценки. Вычисленные характеристики передаются на землю. По возможности так же передается непосредственная запись. Одновременно с процедурой вычисления, используется устройство для обнаружения всех штатных и нештатных ситуаций на борту изделия [2-4].

К штатным ситуациям можно отнести: разделение ступеней, сброс переходников, запуск двигателей. Все штатные воздействия обрабатываются и сравниваются с заданными нормами. При превышении норм устройство действует следующим образом: определяет место, где появилось первым нештатное воздействие; передает предупреждающий сигнал; формирует поток процессов БМП с нештатным воздействием для передачи на землю. Для оперативной оценки вибрационного состояния отдельных узлов необходимо непрерывно вычислять следующие характеристики измеряемого параметра x :

– среднее значение $m_x = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} X_n$, где X_n – отсчет измеренного сигнала $X(t)$ в точке n ; N – количество отсчетов.

С помощью среднего значения X_n можно выделить различные воздействия, значительно превышая диапазон измерения.

– среднеквадратичное отклонение $\sigma_x = \frac{1}{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} (X_m - m_x)^2$.

Среднеквадратичное отклонение σ_x позволяет оценивать колебательную составляющую измеренного сигнала, что особенно важно при появлении тренда или скачкообразного изменения характера сигнала.

– максимальное Max_x и минимальное Min_x значения

$Max_x = \max\{(x_1 - m_x) \dots (x_n - m_x)\}$, при $n = 0 \dots N - 1$.

$Min_x = \min\{(x_1 - m_x) \dots (x_n - m_x)\}$, при $n = 0 \dots N - 1$.

С помощью Max и Min значений оцениваются пиковые вибронагрузки на тот или иной агрегат или узел.

– амплитудные или спектральные характеристики.

Для вычисления спектральных характеристик виброакустических процессов используются 2 метода [6, 7]:

Метод быстрого преобразования Фурье (БПФ);

Метод фильтрации.

При использовании метода БПФ, определяются коэффициенты Фурье:

$A(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} X_n \cos \frac{2\pi kn}{N}$; $B(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} X_n \sin \frac{2\pi kn}{N}$, где $X_n = X_n - m_x$.

Спектр мощности: $G_{см}(k) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M [A^2(k) + B^2(k)]$, где M – частота реализаций.

Спектральная плотность мощности: $G_{спм}(k) = \frac{G_{см}(k)}{\Delta f}$, где Δf – полоса частот. Спектр мощности: $A(k) = \sqrt{G_{см}(k)}$.

При использовании метода фильтрации прежде всего реализуется цифровая рекурсивная фильтрация в заданных полосах частот с помощью полосовых фильтров Баттерворда второго порядка [12-14]:

$$y_k(n) = A_{0k}X_{n-2} + A_{2k}X_{n-1} + A_{2k}X_n + B_{0k}y_{n-2} + B_{1k}y_{n-1},$$

где X_n – входной массив данных; y_n – выходной массив данных; A_{0k} , A_{1k} , A_{2k} , B_{0k} , B_{1k} – коэффициенты фильтра, рассчитанные в соответствии с заданными характеристиками k-того фильтра; k – номер фильтра.

Далее на базе полученных массивов отфильтрованных данных производится вычисление следующих характеристик:

$$\text{Амплитудный спектр: } A(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y_k(n).$$

Амплитудный спектр максимальных значений:

$$A(k)_{max} = \max\{y_k(1) \dots y_k(N)\}.$$

$$\text{Спектр мощности: } G_{см}(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y_k^2(n).$$

$$\text{Спектральная плотность мощности: } G_{спм}(k) = \frac{1}{N\Delta f} \sum_{n=1}^N y_k^2(n).$$

Для улучшения анализа данных, были продуманы дополнительные возможности предоставляемые работой системы:

– обработка данных в реальном масштабе времени, для принятия оперативных мер по предотвращению последствий нештатных ситуаций (в ручном и автоматическом режимах);

– одновременный опрос датчиков с привязкой по времени (позволяет сравнивать показания датчиков в одном промежутке времени, для более точного определения места нештатного воздействия);

– одновременный расчет порядка в двух областях (положительной и отрицательной), в случае несимметричного сигнала (относительно нулевого уровня);

– предсказание развития сигнала на основании его производной;

– дополнительное сокращение передаваемых данных достигается за счет передачи данных в виде экспоненциальной формы, что позволяет сократить объем в 2 раза. В этом случае передаваемые данные несут информацию о максимальных значениях спектра, что позволяет получить необходимое понимание о происходящих процессах.

Результаты обработки и передачи получаемых данных позволяют использовать бортовую обработку для решения нескольких задач: вибромониторинг – передача данных для анализа; вибродиагностика – расчет параметров и анализ на предмет выхода за пределы допустимых значений; аварийная защита двигателя КА – предотвращение неисправностей за счет перевода работы двигателя в другой режим или полного отключения в случае наличия резервного двигателя.

Создание подобной интеллектуальной бортовой системы позволит перейти на более качественный уровень в оценке состояния объекта и принятии оперативных мер при возникновении нештатных ситуаций. Применение данной системы не ограничивается лишь космическими технологиями, она может быть применена в любых системах обладающих вибрацией при работе.

Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стрелюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.
2. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
3. Артюшенко, В. М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов [Текст] / В. М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
4. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2007. Т.3. №3. С.20 – 23.
5. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72. ISBN 1680-2780
6. Артюшенко, В. М. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
7. Артюшенко, В. М. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.
8. Артюшенко, В. М. Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.

9. Артюшенко, В. М. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59–66.

10. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.

11. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.

12. Артюшенко, В. М. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.

13. Артюшенко, В. М. Цифровое сжатие видеоинформации и звука [Текст] / В. М. Артюшенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин: Учебное пособие / Под ред. В.М. Артюшенко. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 426 с.

14. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник. – 2014. – №4. – С.23–28.

15. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASNET. Монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Д.О. Шелухин Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко. – М., ГОУ ВПО «МГУС». – 2006. – 138 с.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕРЛЕНИЕМ, С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПОДСИСТЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РЕЗАНЬЕ И ПОДАЧУ

Лапшин В.П.

доцент кафедры «Автоматизации производственных процессов»
Донского государственного технического университета,
кандидат технических наук, доцент,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Егорушкина А.А.

студент кафедры «Автоматизации производственных процессов»
Донского государственного технического университета,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматриваются вопросы моделирования формообразующих движений при сверлении глубоких отверстий с описанием динамической связи, подсистем резанья и подачи, формируемой процессом резания, гиперболической зависимостью. Приведены результаты моделирования траекторий скорости в среде Matlab в зависимости от различных возмущений. Определена область допустимых значений начальных условий, в которой процесс резанья сохраняет устойчивость.

Ключевые слова: сверление, момент сопротивления, модель, привод подачи.

Несмотря на повсеместное внедрение современных информационных систем обработки информации и пакетов прикладных математических программ, позволяющих приближенно описывать и решать сложные интегродифференциальные уравнения, описывающие различные технологические процессы, на сегодняшний день многие задачи моделирования технологических процессов до конца не решены. Несмотря на достаточно большое количество работ проведенных в этой области [1-3], в том числе и авторами [1-2], некоторые вопросы, как нам кажется, не достаточно подробно рассмотрены.

Одним из таких вопросов является вопрос анализа сложной динамики системы резанья, обусловленной нелинейной связью подсистем резанья и подачи возникающей в зоне резанья.

Как известно сила резанья (сила сопротивления при резании) при сверлении описывается простым эмпирическим выражением:

$$F = \rho DS, \quad (1)$$

где ρ -коэффициент характеризующий прочностные свойства материала обрабатываемого резаньем, D – диаметр сверла, S – площадь срезаемого слоя.

Все перечисленные параметры, кроме S , являются константами, а S – функция от координат системы резанья. Площадь срезаемого слоя можно определить как интеграл от скорости подачи, в пределах определяемых частотой вращения шпинделя:

$$S = \int_{t-T}^t V(t)dt, \quad (2)$$

где $T=1/\omega$ – период сверления, величина которого обратная частоте вращения шпинделя (ω), $V(t)$ – скорость подачи.

Описание силы, возникающей в зоне резанья, в виде функции от интеграла (2) имеет некоторую относительную область, ограниченную приемлемыми значениями координат состояния системы резанья. Так как, при $\omega \rightarrow 0$ интеграл (2) стремится к интегралу вида

$$S = \int_0^t V(t)dt, \quad (3)$$

что обусловлено отсутствием отрицательного времени для реальных систем.

В выражении (2), часто принимают скорость подачи величиной постоянно, и в этом случае, интеграл (2) имеет достаточно простое и легко интерпретируемое решение, которое позволяет судить о динамике системы резанья только по координатам двигателя главного движения. Однако такое допущение не позволяет оценить связанность двух систем, системы обеспечивающей подачу с системой обеспечивающей резанье (главное движение). Вместе с тем, оценка взаимовлияния этих подсистем (подсистемы подачи и подсистемы обеспечивающей главное движение), через связь, образующуюся в зоне резанья, представляет научный и практический интерес.

Если скорость подачи зависит от силы резанья, то решение интеграла (2) можно искать, либо в виде разложения в ряд Тейлора, либо напрямую, моделируя интегральную зависимость (2).

При моделировании систем резанья часто возникает необходимость использования не только силы резанья, а также скорость изменения силы резанья, которая зависит от производной по интегралу (3):

$$\frac{dS}{dt} = [V(t) - V(t - \frac{1}{\omega})(1 + \frac{1}{\omega^2} \frac{d\omega}{dt})] \quad (4)$$

Сила сопротивления подаче и момент сопротивления главному движению будут являться функциями от интеграла (3), отличающимися друг от друга на некоторую постоянную величину зависящую от конструктивных особенностей станка, обозначим коэффициентами K_1 , K_2 связь площади срезаемого слоя с силой сопротивления подаче и моментом сопротивления главному движению. В этом случае сила сопротивления и момент сопротивления, а также их производные, будут описываться одинаковыми выражениям, отличающимися только значениями K_1 , K_2 .

Пусть двигатель обеспечивающий резанье и двигатель подачи будут простыми двигателями постоянного тока с коллекторным управлением описываемые системой уравнений следующего вида:

$$\begin{aligned} U - c_e \omega &= L \frac{di}{dt} + Ri \\ c_m i &= J \frac{d\omega}{dt} + KS \end{aligned} \quad (5)$$

где K – некоторый коэффициент характеризующий зависимость момента сопротивления от площади срезаемого слоя, S – решение уравнения (3), J – момент инерции якоря, L – индуктивность обмотки якоря, R – сопротивление якоря, c_m – электромеханическая постоянная, i – номинальный ток якоря, U – входное напряжение, ω – частота вращения.

Преобразуем систему (5) к одному уравнению второго порядка, с учетом (3,4), получим:

$$\frac{U}{c_e} = T_{эм} T_{э} \frac{d^2 \omega}{dt^2} + T_{эм} \frac{d\omega}{dt} + \omega + T_{KL} \frac{dS}{dt} + T_{KR} S \quad (6)$$

где $T_{э} = \frac{L}{R}$ – электрическая постоянная двигателя, $T_{эм} = \frac{RJ}{CmCe}$ – электромеханическая постоянная двигателя, $T_{KL} = \frac{KL}{CmCe}$ – временная постоянная двигателя обеспечивающая связь частоты вращения двигателя с скоростью изменения площади срезаемого слоя, $T_{KR} = \frac{KR}{CmCe}$ – временная постоянная двигателя обеспечивающая связь частоты вращения двигателя с площадью срезаемого слоя.

С учетом (6), модель системы резанья примет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{U_1}{c_{e1}} = T_{\text{эМ}^{(1)}} T_{\text{э}^{(1)}} \frac{d^2 \omega_1}{dt^2} + T_{\text{эМ}^{(1)}} \frac{d\omega_1}{dt} + T_{K_1 L_1} \frac{dS}{dt} + T_{K_1 R_1} S + \omega_1 \\ \frac{U_2}{c_{e2}} = T_{\text{эМ}^{(2)}} T_{\text{э}^{(2)}} \frac{d^2 \omega_2}{dt^2} + T_{\text{эМ}^{(2)}} \frac{d\omega_2}{dt} + \omega_2 \\ v(t) = K_v \cdot \omega_2 \\ S = \int_0^t v(t) dt - \int_0^{t-\frac{1}{\omega_1}} v(t) dt \\ \frac{dS}{dt} = [v(t) - v(t - \frac{1}{\omega_1}) (1 + \frac{1}{\omega_1} \cdot \frac{d\omega_1}{dt})] \end{array} \right. \quad (7)$$

где ω_1 – частота двигателя главного движения, ω_2 – частота двигателя подачи, K_v – коэффициент передачи винтовой пары, $v(t)$ – скорость подачи.

На систему (7) накладывается ряд ограничений связанных с конструктивным исполнением двигателей: область допустимых значений ограничена положительными значениями скоростей $0 \leq v$, $0 \leq \omega$. Вместе с тем интеграл (4) допустим только в случае, когда $t - \frac{1}{\omega_1} \geq 0$ или граничное значение $t \cdot \omega_1 = 1$.

Распишем уравнение (4), получаем:

$$S = x(t) - x(t - \frac{1}{\omega_1}); \quad (8)$$

Значение x определим как:

$$x = K_v \alpha_2, \text{ где } \alpha_2 = \int_0^{\infty} \omega_2 dt$$

Разложим в ряд Тейлора:

$$\begin{aligned} x(t - \frac{1}{\omega_1}) &\rightarrow x(t) - \frac{dx(t)}{dt} \frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{2!} \frac{d^2 x(t)}{dt^2} (\frac{1}{\omega_1})^2 \dots; \\ S &= x(t) - x(t) + \frac{V(t)}{\omega_1} = \frac{V(t)}{\omega_1} = \frac{K_v \omega_2}{\omega_1} \end{aligned} \quad (9)$$

С помощью среды MathCad найдем стационарное значение ω_{01} .

Из рис. 1 определим точку устойчивого равновесного состояния системы резанья как $\omega_{01} = 352$ рад/с. Так как в принятой модели на двигатель подачи нет влияния момента то равновесное состояние для системы подачи будет описываться как: $\omega_{02} = \frac{U_2}{C_{e^{(2)}}}$ ($\omega_{02} = 18.3$ рад/с).

Для оценки динамики системы проведем анализ ее поведения на фазовой плоскости относительно полученного равновесного состояния, для этого опишем скорости подачи и резанья в приращениях:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \Omega_1 + \omega_{01}, \\ \omega_2 &= \Omega_2 + \omega_{02} \end{aligned} \quad (10)$$

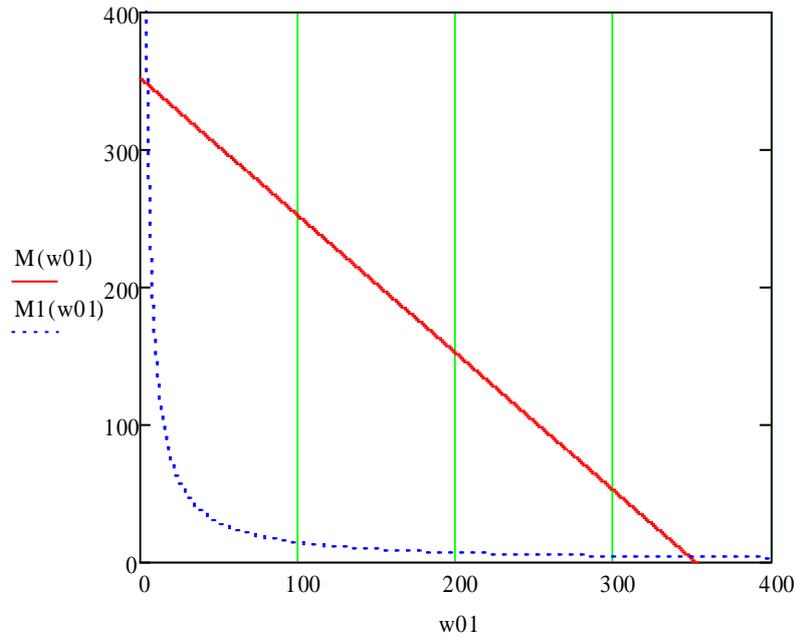


Рис. 1. Точки равновесного состояния системы

Окончательная модель системы примет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = T_{эм1} T_{э1} \frac{d^2 \Omega_1}{dt^2} + T_{эм1} \frac{d \Omega_1}{dt} + T_{k1/l1} \left(K_V \frac{(\frac{d \Omega_2}{dt} (\Omega_1 + \omega_{01}) - \frac{d \Omega_1}{dt} (\Omega_2 + \omega_{02}))}{(\Omega_1 + \omega_{01})^2} \right) + \\ + T_{k1/r1} \left(K_V \frac{(\omega_{01} \Omega_2 - \omega_{02} \Omega_1)}{\omega_{01} (\Omega_1 + \omega_{01})} \right) + \Omega_1 \\ 0 = T_{эм2} T_{э2} \frac{d^2 \Omega_2}{dt^2} + T_{эм2} \frac{d \Omega_2}{dt} + \Omega_2 \end{array} \right. \quad (11)$$

Для анализа динамики системы управления, использовалась реализованная модель в среде Matlab:

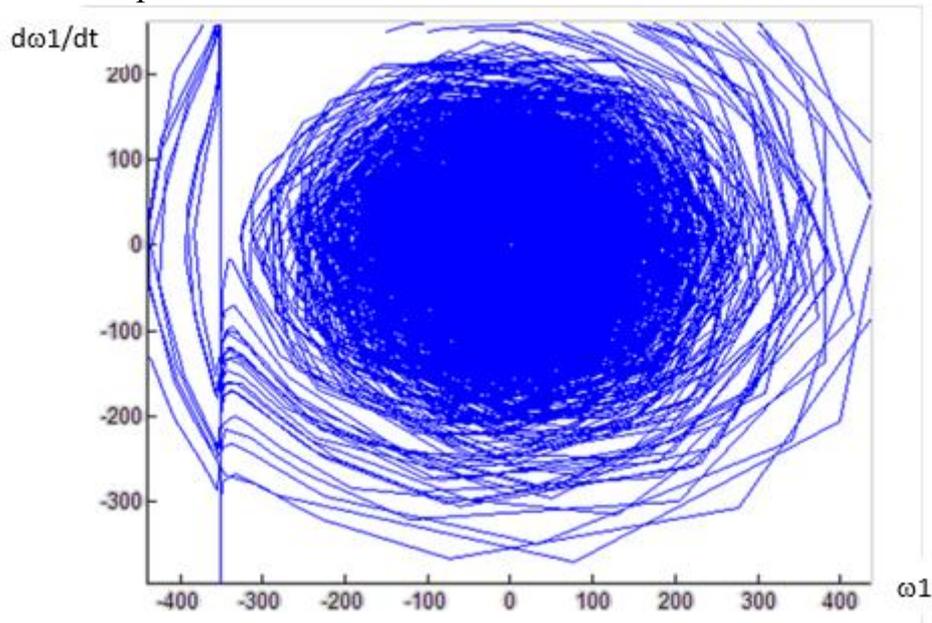


Рис. 2. Фазовый портрет подсистемы резанья

Как видно из рис. 2 стационарное значение скорости резанья имеет достаточно большую область притяжения, но при приближении фазовых траекторий к значению скорости $\omega_{01} = -352$ относительно расчетного равновесного режима (см. рис.1) система теряет устойчивость.

Проведенные исследования показали, что область притяжения точки равновесия ограничена. Ограничение области притяжения точки равновесия зависит от параметров приводов и заданных начальных условий.

Список литературы

1. Заковоротный В.Л., Санкар Т.С., Бордачев Е.В. Система оптимального управления процессом глубокого сверления отверстий малого диаметра. СТИН. 1995. №1. – С.12-18.
2. Лапшин В.П., Туркин И.А. Влияние свойств сервопривода шпинделя на динамику сверления глубоких отверстий малого диаметра. Вестник ДГТУ. – 2013, – №5/6 (74).
3. Лапшин В.П., Туркин И.А. Моделирование динамики формообразующих движений при сверлении глубоких отверстий малого диаметра. Вестник Адыгейского государственного университета. – 2013.-№1
4. Назаренко Д.В., Панов Е.Ю., Потапенко П.Н. Управление формообразующими движениями при сверлении глубоких отверстий малого диаметра. VI Международная научно-техническая конференция по динамике технологических систем: Тез. докл. – Ростов н/Д, 2001.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ И ПОДАЧЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Ливанский А.Н., Сундуков С.К.

ассистенты кафедры «Технология конструкционных материалов»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического
университета (МАДИ),
Россия, г. Москва

Сухов А.В.

инженер кафедры «Технология конструкционных материалов»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического
университета (МАДИ),
Россия, г. Москва

В статье рассмотрены возможности применения ультразвуковых технологий с целью повышения свойств смазочно-охлаждающих жидкостей и совершенствования технологии их подачи в зону резания.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие жидкости, ультразвуковая обработка, ультразвуковое распыление.

Резание металлов – сложный процесс взаимодействия режущего инструмента и заготовки сопровождающийся определенными физическими яв-

лениями: упругопластическое деформирование в зоне стружкообразования, трение стружки о переднюю поверхность лезвия инструмента, трение задних поверхностей лезвия инструмента о поверхность резания и обработанную поверхность заготовки. Эти явления приводят к износу режущей части инструмента и его нагрев (до 1000°С), который вызывает структурные превращения в материале, негативно влияющие на режущие способности, а также приводит к изменению геометрических размеров, что влияет на отклонения размеров и формы обработанных поверхностей [1].

С целью уменьшения отрицательного влияния рассмотренных факторов на процесс резания обработка производится с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), представляющие собой сложные многокомпонентные системы, которые обеспечивают смазывание и охлаждение зоны резания. Наиболее широко применяются жидкие СОЖ, расход которых в зависимости от вида обработки достигает 300л/мин.

К смазочным охлаждающим материалам для обработки резанием предъявляют три группы требований (таблица).

Таблица

Требования	Свойства
1. Функциональные	Смазывающая способность – обеспечение смазывания в зонах граничного трения заготовки и инструмента. Охлаждающая способность – проникновение в зону контакта инструмента, стружки и обрабатываемой детали, и отведение тепла из этой зоны. Моющая способность – удаление с поверхности детали стружки и абразивной пыли.
2. Эксплуатационные	Стабильность свойств СОЖ при хранении и эксплуатации. Отсутствие коррозионного воздействия на элементы станка и обрабатываемую заготовку. СОЖ не должна вспениваться в процессе обработки.
3. Санитарные	Отсутствие вредного воздействия на человека, отсутствие неприятного и резкого запаха, минимальное загрязнение сточных вод.

В зависимости от состава различают три основные группы жидких СОЖ, используемых в металлообработке:

1. *Чистые минеральные масла* или масла с противоизносными и противозадирными присадками жиров, органических соединений серы, хлора, фосфора. Их преимуществом является высокая смазывающая способность, но при этом имеют низкую охлаждающую способность и высокую стоимость.

2. *Водные эмульсии минеральных масел*, которые получают на месте потребления разбавлением водой эмульсолов, состоящих из минерального масла, эмульгаторов, связующих веществ, ингибиторов коррозии. Имеют высокую охлаждающую способность. Главной проблемой является сохранение стабильности эмульсии.

3. *Водные растворы поверхностно-активных веществ и низкомолекулярных полимеров*, которые, аналогично эмульсолам, получают из концентратов, содержащих поверхностно-активные вещества. Обладают высокими мо-

ющими свойствами. Недостатками является склонность к вспениванию и низкая смазывающая способность.

Одним из эффективных и перспективных путей совершенствования технологии применения СОЖ является применение ультразвуковых технологий по двум направлениям: приготовление/обработка СОЖ и подача СОЖ в зону резания методом ультразвукового распыления.

При введении ультразвуковых колебаний высокой интенсивности непосредственно в среду СОЖ (рис. 1), в ней возникают такие эффекты механической природы как кавитация, акустические потоки и звуковое давление. Данные первичные эффекты порождают ряд вторичных: перемешивание, диспергирование, эмульгирование и ускорение химических реакций.



Рис. 1. Введение излучателя ультразвуковой колебательной системы в среду СОЖ

Возникающие в СОЖ эффекты приводят к повышению качества эмульсии за счёт интенсивного перемешивания состава, увеличения равномерности размеров капель дисперсной фазы и увеличения равномерности их распределения по объёму дисперсионной среды. Это позволяет повысить стабильность свойств СОЖ в процессе хранения и эксплуатации. Также под действием кавитации и акустических потоков происходит снижение вязкости СОЖ, что положительно сказывается на охлаждающей способности.

Повышение свойств эмульсии СОЖ обеспечит возможность снижения концентрации эмульсола, что выгодно с экономической точки зрения и производственной безопасности.

При ультразвуковом распылении СОЖ (рис. 2) аэрозоль образуется путем отрыва капелек жидкости с гребней стоячих волн, параметрически возбуждаемых на поверхности раздела сред жидкость-воздух вследствие возмущения поверхности жидкости при пульсации и захлопывании кавитационных пузырьков [2].



Рис. 2. Ультразвуковое распыление СОЖ

Применение способа подачи СОЖ в зону резания в виде аэрозолей имеет ряд преимуществ: снижение расхода СОЖ – до 1 л/мин, обеспечивает равномерное смачивание рабочих поверхностей инструмента и поверхности заготовки, за счёт снижения расхода СОЖ улучшаются условия труда.

Ультразвуковое распыление имеет преимущества по сравнению с другими: высокая концентрация аэрозоля, однородность размера и возможность регулирования размера капель, стабильность факела распыла.

В результате применения комплекса ультразвуковых технологий приведёт к следующим результатам: снижение силы резания, за счёт образования устойчивой смазывающей пленки в зоне контакта; снижение температуры резания, за счёт увеличения концентрации воды и снижения вязкости эмульсии; уменьшение износа инструмента, за счёт снижения трения по передней и задней поверхности; как следствие, повышения качества обработанной поверхности на микро- и субмикроуровне.

Список литературы

1. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов: Учебное пособие для вузов по специальности «Комплексная автоматизация машиностроения» / А.М. Дальский, В.С. Гаврилюк, Л.Н. Бухаркин // М.: изд. «Машиностроение», 1990. – 352 с.
2. Розенберг Л.Д. Физика и техника мощного ультразвука, т.3. Физические основы ультразвуковой технологии. – М.: изд. «Наука», 1970.

НОВЫЙ ВИД НАЧИНКИ ДЛЯ ПИРОЖНЫХ ТИПА «ЭКЛЕР»

Лобосова Л.А.

доцент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий, канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Воронеж

Магомедов М.Г.

доцент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий, канд. техн. наук,
Россия, г. Воронеж

Журавлев А.А.

доцент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий, канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Воронеж

Арсанукаев И.Х.

преподаватель Архангельского кооперативного техникума, канд. техн. наук,
Россия, г. Архангельск

В статье рассматривается способ приготовления начинки для заварных пирожных типа «Эклер» на основе желатина и фруктово-овощного наполнителя. Исследованы процессы пенообразования кондитерских дисперсных систем на основе желатина с добавлением пюре из топинамбура, абрикосового повидла и концентрированного яблочного сока. Изучено влияние рецептурных компонентов на изменение пластической прочности сбивных масс на желатине от продолжения выстойки. Произведен расчет энергетической ценности.

Ключевые слова: пирожные, желатин, начинка, функциональные изделия.

Большой популярностью у потребителей пользуются заварные пирожные «Эклер» продолговатой формы в виде трубочек и пирожные «Шу» круглой формы. Полости внутри изделий заполняются кремом: творожным, со взбитыми сливками, масляным и др.

Нами разработана рецептура новой функциональной сбивной начинки для заварных пирожных типа «Эклер».

Основное сырье для начинки: сахаро-паточный сироп, фруктово-овощное сырье (пюре яблочное, пюре из корнеплодов топинамбура, сок яблочный концентрированный, повидло абрикосовое), желатин, который выполняет роль пено- и студнеобразователя [3].

Яблоки и продукты их переработки – ценный продукт для здоровья человека. Они содержат целый комплекс витаминов, органических кислот, пек-

тиновых веществ, сахаров. В составе пюре из топинамбура – пектиновые вещества, сахара, минеральные соли (кремния, калия, железа и цинка), белки, аминокислоты, витамины В1, В2, В6, РР, инулин. Плоды абрикоса содержат от 4 до 20 % сахаров, яблочную, лимонную и др. кислоты, 0,38-1,27 % пектиновых веществ, до 10 мг % каротина. Желатин – дополнительный источник белка, который содержит все незаменимые аминокислоты, за исключением триптофана, легкоусвояем, неаллергенен [1, 2].

При производстве сбивных масс последовательно протекают процессы пено- и студнеобразования. Поэтому исследованы процессы пенообразования кондитерских дисперсных систем на основе желатина с добавлением пюре из топинамбура, абрикосового повидла и концентрированного яблочного сока. Установлено, что пюре из топинамбура и абрикосовое повидло снижают пенообразующую способность. Выбраны оптимальные параметры получения пены – скорость вращения месильного органа – 1,83 с⁻¹, продолжительность сбивания – 8 мин, температура – 45 °С.

Изучали влияние рецептурных компонентов на изменение пластической прочности сбивных масс на желатине от продолжения выстойки. Наибольшее значение показателя – 18,77 кПа – у рецептурной смеси состава желатин+пюре из топинамбура, а минимальное (12,3 кПа) – у рецептурной смеси состава желатин+ яблочное пюре+ концентрированный яблочный сок.

Определены органолептические и физико-химические показатели различных видов сбивных начинок различного состава на основе желатина и: яблочное пюре; пюре из топинамбура; яблочно-топинамбурового пюре (1:1); пюре из топинамбура и абрикосового повидла (1:1); концентрированного яблочного сока и яблочного пюре (3:7). Вкус – свойственный данному виду фруктово-овощного наполнителя, цвет белый или со слегка кремовым оттенком, запах – приятный, фруктовый, консистенция – немного студнеобразная. Плотность – не более 0,6 г/см³, кислотность – 3,2-3,6 град, массовая доля сухих веществ 80-84 %, массовая доля редуцирующих веществ 14,8-16,0 %.

Определяли содержание витамина С (мг/100 г) в сбивных массах различного состава. Наибольшее содержание витамина С (8,65 мг/100 г) в образце, содержащем в своем составе пюре из топинамбура и яблочное пюре.

Произведен расчет энергетической ценности, удовлетворения суточной потребности в основных нутриентах. Установлено, что энергетическая ценность разработанных образцов пирожных с фруктово-овощными сбивными начинками ниже энергетической ценности контрольных образцов в среднем на 58 ккал.

Таким образом, сбивные начинки с добавлением нового вида фруктово-овощного сырья могут применяться для заварных пирожных типа «Эклер», «Шу», в качестве прослойки для тортов, печенья. Их использование расширит ассортимент данной категории изделий.

Список литературы

1. Магомедов, Г.О. Перспективы использования продуктов переработки клубней топинамбура в производстве пастиломармеладных кондитерских изделий [Текст] /

Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, М. Г. Магомедов, В. В. Астрединова, А. А. Литвинова, И. Г. Барсукова. – Актуальная биотехнология. 2012. № 4. – С. 11-15.

2. Магомедов, Г. О. Перспективы использования нетрадиционных видов сырья в технологии сбивных изделий [Текст] / Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, М. Г. Магомедов, И. Г. Барсукова, М. С. Букатова // Кондитерское производство. – 2014. – № 2. – С. 12-14.

3. Олейникова, А. Я. Технология кондитерских изделий: учебник [Текст] / А. Я. Олейникова, Л. М. Аксенова, Г. О. Магомедов. – СПб.: Изд-во «РАПП», 2010. – 672 с.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В СТРУКТУРИЗАЦИИ ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ АСУП

Миненков Р.В.

аспирант кафедры информатики и кибернетики
Байкальского государственного университета экономики и права (БГУЭП),
Россия, г. Иркутск

В статье дается понятие структуры эффекта от внедрения АСУП и отмечается ее важность в оценке эффективности. Выполняется анализ структуры эффекта с помощью системного подхода. Во второй части статьи рассматривается модель, которая может использоваться при оценивании результатов внедрения АСУП с учетом результатов анализа структуры эффекта.

Ключевые слова: системный подход, системный анализ, автоматизированная система управления предприятием, оценка эффективности АСУП.

Проблема оценки эффективности хозяйственной деятельности предприятия и ее источников в сочетании с проблемой управления функционированием и развитием предприятия всегда была одним из основных вопросов экономической науки [5]. Это же утверждение применимо и к оценке эффективности автоматизированных систем управления предприятием.

Эффективность АСУП является комплексной характеристикой совокупности технических, эксплуатационных и экономических показателей и требует непрерывного совершенствования, как отдельных показателей, так и подходов к комплексному оцениванию эффективности.

Выбор методов оценки эффективности внедрения АСУП является важным этапом процедуры оценивания. Выбранные инструменты должны обеспечивать оптимальное соотношение между понесенными затратами и получаемыми результатами. Цель проведения анализа, доступные ресурсы (длительность, финансовая поддержка, исходная информация) и ожидаемые результаты определяют используемые средства оценки.

Для систематизации факторов и облегчения «поиска» необходимых инструментов исследователю может помочь структура эффекта от внедрения АСУП.

Структура эффекта позволяет понять, какой набор показателей следует изучить для оценки эффективности АСУП, а также их взаимосвязь для объяснения причин полученных результатов деятельности предприятия. Как

следствие, структура эффекта может помочь найти ответ, какие необходимо использовать методы исследования для выбранного набора показателей.

Анализ структуры эффекта от внедрения АСУП можно проследить в различных работах [3, 6]. Но авторы этих работ не акцентируют на структуре особое внимание, а используют ряд утверждений, на которых основываются их исследования.

Для выявления структуры эффекта от внедрения АСУП необходимо прибегнуть к системному подходу.

Системный подход предназначен для выявления и осознания принципа системности в исследуемом объекте. Он базируется на целостном видении исследуемого объекта и является наиболее универсальным и адекватным методом анализа сложных систем [10]. В соответствии с ним, исследуемый объект рассматривается как совокупность элементов, их свойств и отношений, выделенных из внешней среды в соответствии с определенной целью [1, 2].

Системный подход показывает, что главные свойства и результаты деятельности любой системы любой природы, хотя и зависят существенным образом от состава и свойств составляющих ее элементов, но принципиально не могут быть познаны на уровне изучения только характеристик этих элементов [10].

Любое предприятие может быть представлено как система. Оно обладает четко определенной целью, состоит из множества элементов и связей между ними.

Предприятие должно постоянно развиваться, для обеспечения конкурентоспособности. Развитие любой системы – это изменения, приводящие к проявлению качественно новых свойств. Их появление обеспечивается возникновением новых связей. Внедрение АСУП является одним из направлений такого развития. Таким образом, внедренная информационная система является составляющей компонентной предприятия. Ее оценка должна осуществляться в соответствии с принципом единства – расчленение на элементы с сохранением целостных представлений о системе.

Анализ эффективности внедрения АСУП должен выполняться с учетом следующих закономерностей сложных систем: целостность, интегративность и иерархичность [7].

Закономерность целостности подразумевает проявление в системе свойств, не присущих отдельным ее компонентам. Это означает, что необходимо оценивать изменения качества системы управления предприятием, вызванных внедрением АСУП.

Закономерность интегративности подразумевает наличие в системе системообразующих факторов. Оценка эффективности должна включать в расчеты многообразие связей, которые обеспечивают интеграцию информационной системы в структуру предприятия.

Закономерность иерархичности требует представления исследуемого объекта в виде иерархической структуры. В этой структуре должны быть выделены уровни иерархии, представляющие собой нечто целое для нижележащих уровней и одновременно элементы для вышестоящих.

Оценка эффективности внедрения АСУП включает в себя ряд процедур системного анализа [4]:

- конкретизация;
- структуризация;
- моделирование;
- оценивание.

В процессе конкретизации выполняется уточнение объекта исследования, формулировка целей исследования и задание критериев:

1. определение места и роли АСУП;
2. формулировка задач, выполняемых ИС;
3. выявление направлений взаимодействий информационной системы с другими компонентами предприятия.

В ходе процедуры структуризации осуществляется построение структуры эффекта от внедрения АСУП.

Структура эффекта от внедрения АСУП позволяет определить источники эффективности и используемые инструменты для их анализа. При ее разработке возникают следующие проблемы. Во-первых, множество связей между АСУ и предприятием осложняет расстановку приоритетов в изучении этих связей. Во-вторых, невозможно делать какие-либо выводы только на основе описания направлений взаимодействия между элементами системы. В-третьих, ограниченное человеческое восприятие не позволяет определить все связи, причем не учетные могут оказаться существенными.

Третья процедура – построение модели исследуемого объекта. Модель описывает элементы объекта и связи между ними с помощью формального языка. На ее основе определяются возможные состояния системы.

Процедура оценивания включает этап разработки математического аппарата для выполнения необходимых расчетов.

При внедрении АСУП возникают новые систеобразующие факторы, которые ранее не присутствовали на предприятии. Они объединяют элементы предприятия в единое целое, которое включает информационную систему как компонент. Выявить и описать все возникающие связи «в лоб» не представляется возможным. Можно только определить типы связей и их структуру. Структура ИТ-эффекта обеспечивает систематизацию факторов влияния информационной системы. Такие факторы будем называть ИТ-факторами. Определение связей позволяет понять их природу и возможные направления влияния.

Взаимодействие АСУП и предприятия осуществляется посредством новых связей. Представляется, что эти связи могут обеспечивать два вида эффекта: прямой и косвенный.

Прямой эффект – эффект от внедрения АСУП, измеряемый значениями показателей деятельности предприятия, изменения которых были вызваны наблюдаемыми связями, например: сокращение времени выполнения операций, из-за автоматизации рутинных операций и применения новых инструментов.

Косвенный эффект – эффект от внедрения ИС, измеряемый через значения показателей деятельности предприятия, чьи изменения были вызваны сложной цепочкой причинно-следственных связей, выявление и наблюдение которых затруднено или невозможно в явном виде.

Прямой эффект проявляется явно, т.е. можно установить прямую причинно-следственную связь между использованием АИС и результатами деятельности предприятия. Косвенный эффект проявляется опосредованно.

Для оценки эффекта в соответствии с описанной выше требуется создать модель, описывающую действие АСУ в рамках предприятия. Такая модель позволяет выразить изменения в результатах его хозяйственной деятельности.

В качестве модели, с помощью которой может быть произведена оценка эффективности внедрения АСУП выступает модель «черного ящика». Идея модели «черного ящика» состоит в том, чтобы выявить структуру системы и принципы ее функционирования, наблюдая только входы и выходы [8, 9]. Использование модели основывается на следующих утверждениях:

- в качестве входов в модели «черного ящика» для информационной системы принимаются все затраты, связанные с обслуживанием АСУП, а также персонал, использующий эту АСУП и возможности, которые были заложены в рассматриваемую систему;

- в качестве выходов принимаются экономические показатели деятельности предприятия, а также показатели производительности вычислительных комплексов;

- все связи внутри модели являются латентными¹, т.е. подтверждается только их факт существования без формализации.

Для оценки эффективности АИСУП, представленной в виде модели черного ящика, необходимо некоторым образом сопоставить входы и выходы, используя латентные связи внутри «ящика». Для проведения такой операции следует использовать специальные методы, ориентированные на выявление некоторого латентного признака, который отражает поведение информационной системы (или «черного ящика») относительно входов и выходов.

Список литературы

1. Амбросов Н.В. Системный анализ в управлении социально-экономической системой: учебно-методическое пособие / Н.В. Амбросов. – Иркутск : Издательство ИГЭА, 2001. – 71 с.

2. Блауберг И. В. Системный подход в современной науке // Проблемы методологии системных исследований / И. В. Блауберг, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин. – М. : Мысль, 1970. – С. 7-48.

3. Гараева Ю., Фролов Е. Найдены истоки эффективности ИТ [Электронный ресурс] / Ю. Гараева, Е. Фролов // ITeam – технологии корпоративного управления. – 2002. – Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/it/section_53/article_3066 (25 сент. 2013)

4. Гинзбург, А. И. Экономический анализ : [предмет и методы, комплексный и локальный анализы, оценка управленческих решений] : учеб. пособие / А. И. Гинзбург. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2007. – 208 с.

¹ Латентный (от лат. Latens) — скрытый, невидимый

5. Гонтарева И. В. Системная эффективность предприятия: сущность, факторы, структура. М.; Киров : ВСЭИ, 2012. – 152 с.
6. Зимин К.В. Влияние информационных технологий на производительность российского предприятия: методология эмпирического исследования / К.В. Зимин, А.В. Маркин, К.Г. Скрипкин // Бизнес-Информатика. – 2012. – № 12. – с. 40-48
7. Корнева О.С. Системный подход в исследовании информационных систем / О.С. Корнева // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сб. стат. VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2008. – с. 62-64
8. Лаврушина Е.Г., Слугина Н.Л. Теория систем и системный анализ: практикум. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. – 100 с.
9. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ: учеб. пособие для вузов. – М. : Высш. шк., 1989. – 367 с.
10. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. Серия «Системы и проблемы управления» / И.В. Прангишвили. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМИ ИНЦИДЕНТАМИ

Николаев А.Б.

заведующий кафедрой «Автоматизированные системы управления»,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ), доктор технических наук, профессор,
Россия, г. Москва

Санего Ю.С.

аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления»,
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ),
Россия, г. Москва

Предложена структура системы управления дорожными инцидентами, которая включает в себя три основные части: предварительная обработка данных, поддержка решений и мониторинг. Для системы поддержки решений предложен метод, который позволяет принимать решения на основе метода нечеткого ситуационного управления. Преимущество метода заключается в том, что позволяет формализовать набор типовых дорожных ситуаций, с помощью теории нечетких множеств и осуществлять выбор нужного управляющего воздействия.

Ключевые слова: нечеткая логика, система управления дорожными инцидентами, нечеткое ситуационное управление.

В крупных городах часто происходят различные дорожные инциденты. Под дорожным инцидентом понимается событие, которое создает опасные условия вождения и/или ограничивает поток движения. Инциденты, возникающие на дорогах и приводящие к ограничению потока движения, могут быть различного типа:

- запланированные (строительство проезжей части и техническое обслуживание, развлекательные или спортивные мероприятия, шествия и парады и т.п.),
- незапланированные (ДТП, поломка автомобиля и подобные происшествия).

Основная задача системы управления дорожными инцидентами – это обеспечение безопасности граждан, своевременное предупреждение, быстрое обнаружение возникших происшествий и организация быстрого реагирования на них. Для этого требуется четкая организация взаимодействий служб реагирования и получения информации.

Процесс управления инцидентами можно охарактеризовать как комплекс мероприятий, в следующих категориях: выявления, проверки, информирование участников движения, управление объектами, управление движением.

В очень короткое время после возникновения инцидента, все эти виды деятельности должны быть реализованы четко, быстро и эффективно. Но в реальности сложно разработать свод унифицированных сценариев реагирования на все более и более сложной системы управления инцидентами.

Системы управления дорожными инцидентами

Разработка системы управления дорожными инцидентами (СУДИ) представляет собой попытку контролировать эти события: систематическое, спланированное и скоординированное использованное людских, механических и технических ресурсов для уменьшения продолжительности происшествия и его воздействия на дорожное движение

В СУДИ возможно выделить три составляющих:

- Предварительная обработка данных: анализ и проверка данных, проверка дублирования данных, объединение данных и определение инцидента
- Поддержка решения
- Мониторинг: мониторинг движения до и после возникновения инцидента

Все три модуля должны взаимодействовать с геоинформационными системами и хранилищем данных в режиме реального времени.

Предварительная обработка данных

В режиме реального времени данные (такие как расположение ТС, скорость и иные данные движения), полученные от датчиков, поступают в систему анализа и отбора данных. Эти данные обрабатываются и анализируются, т.к. исходные данные о движении, поступающих от детекторов, могут содержать ошибки, поэтому необходима фильтрация этих данных.

Затем объединяются с данными ГИС и данными, полученными из хранилища данных. Данный этап необходим для получения всесторонней информации о зоне влияния инцидента, поэтому анализ и обработка должны быть выполнены на основе нескольких источников данных, чтобы избежать

возможных ошибок, которые могут возникнуть в результате получения информации только от одного источника.

Объединение данных представляют собой такой этап, при котором данные из нескольких источников объединяются с помощью централизованной обработки данных для обеспечения полной и точной информации.

После такой обработки данные попадают в базу событий реального времени. В результате в этой базе формируется вся актуальная и необходимая информация о дорожном движении и возникшем событии.

Поддержка решения

Для системы управления дорожными инцидентами необходимо разработать систему поддержки принятия решений, основанная на математическом аппарате оценки и ситуаций и выбора на их основе требуемого управляющего воздействия. Такая система может быть реализована на основе нечеткого ситуационного управления, то есть на основе нечеткой логики.

В центре нечеткого ситуационного управления (НСУ) находится понятие ситуации, которая представляет собой набор факторов, описывающих состояние объекта управления в определенный момент времени. Все состояния объекта описываются как множество эталонных ситуаций.

Основная задача НСУ, построенная на основе нечеткой логики, заключается в том, чтобы перевести систему из текущего состояния \tilde{s}_0 в целевое состояние \tilde{s} с помощью набора управляющих решений, то есть:

$$\tilde{s}_0 \xrightarrow{R_j, S} \tilde{s}_i$$

При этом, ситуацию, сложившуюся в процессе функционирования СУДИ в нечеткой логике можно представить следующим образом:

$$\tilde{s} = \{\mu_s(y_i), y_i\} \quad y_i \in Y$$

где $\mu_s(y_i)$ – функция принадлежности лингвистической переменной (фактора) y_i , характеризующего ситуацию \tilde{s} .

Для определения состояния объекта управления необходимо текущее состояние системы \tilde{s}_0 сравнить с каждой нечеткой ситуацией из некоторого набора типовых нечетких ситуаций $S = \{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2 \dots \tilde{s}_N\}$. В качестве меры определения близости можно использовать: степень нечеткого включения, степень нечеткого равенства, степень нечеткой общности.

Определение текущего состояния системы приводит к необходимости выбора управляющего воздействия R_i , на основе матрицы отношений, описывающих воздействие управляющих решений на факторы y_i .

Для этого необходимо задать управляющие решения по факторам:

$$R_i = \{R_1^i, R_2^i \dots R_N^i\}$$

В системах на основе нечеткой логики система управления не задается, а реализуется по нечеткой ситуационной сети. Такая сеть представляет собой

нечеткий взвешенный граф, вершины которого соответствуют эталонным нечетким ситуациям $\tilde{s}_i (i \in I\{1,2...n\})$, дуги – управляющим решениям $R_j (j \in J\{1,2...m\})$, необходимым для перехода по ситуациям, и степенями предпочтений этих решений $\alpha(\tilde{s}_i, R_j)$.

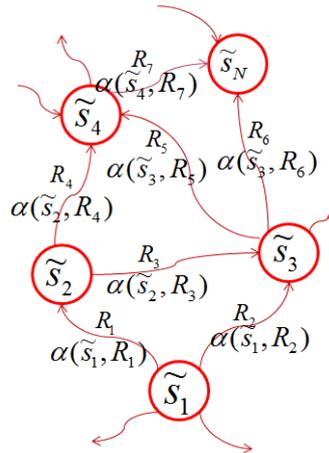


Рис. Нечеткая ситуационная сеть

Управляющее решение задаются в виде отношений между значениями факторов и представляет собой последовательность решений, которые необходимы для перехода от текущего состояния системы к целевой ситуации по оптимальному маршруту.

Мониторинг

После того, как сценарий будет реализован, мониторинг трафика непрерывно продолжает собирать данные о движении в районе, в котором произошел инцидент. Данные мониторинга до и после возникновения и обнаружения инцидента также хранятся в хранилище данных, для дальнейшего анализа и сбора статистики.

Заключение

В данной работе предложена структура систему управления дорожными инцидентами, которая включает в себя три основные части: предварительная обработка данных, поддержка решений и мониторинг.

Для системы поддержки решений предложен метод, который позволяет принимать решения на основе метода нечеткого ситуационного управления. Система управления не задается, а реализуется по нечеткой ситуационной сети.

Преимущество метода заключается в том, что позволяет формализовать набор типовых дорожных ситуаций, с помощью теории нечетких множеств и осуществлять выбор нужного управляющего воздействия.

Список литературы

1. Карелин В.П. Модели и методы представления знаний и выработки решений в интеллектуальных информационных системах с нечеткой логикой. Вестник ТИУиЭ. 2012 – №2 – с. 75 – 83.

2. Кригер Л.С. Интеллектуальная система поддержки принятия решений при управлении движения общественным транспортом//Управление, вычислительная техника и информатика. Вестник АГТУ, 2012 – №2 – с. 150 -155.

3. Кригер Л.С. Нечеткая ситуационная сеть для управления движением общественного транспортного //Управление, вычислительная техника и информатика. Вестник АГТУ, 2013 – №1 – с. 53 -58.

4. Mingwei Hu, Hao Tang Development of the Real-time Evaluation and Decision Support System for Incident Management. IEEE – 2003 – с.426 – 431.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ РЕСУРСА I-EXAM.RU ПРИ ПРИЁМЕ В МАГИСТРАТУРУ

Овчинкин О.В.

программист ОМИТОР, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет», кандидат технических наук, Россия, г. Курск

В статье рассматривается опыт проведения тестирования i-exam.ru в качестве вступительных испытаний при приеме в вуз на программы магистратуры. Выбор данной формы проведения вступительных испытаний в Юго-Западном государственном университете привел к снижению финансовых, временных затрат, а также сокращению задействованных трудовых ресурсов.

Ключевые слова: приём в магистратуру, тестирование.

Прием на обучение по программам магистратуры в России проводится по заявлениям граждан, имеющих высшее образование, на основании результатов вступительных испытаний, форма, перечень и процедура проведения которых определяется вузом самостоятельно [3]. Вступительные испытания по программам магистратуры Юго-Западного государственного университета осуществлялись в форме тестирования с использованием технологий сайта i-exam.ru [4].

В результате анализа было установлено [3], что для измерения текущего уровня подготовки поступающих на программы магистратуры необходимо выполнять комплексную оценку уровня их знаний по нескольким критериям, так как подсчет среднего балла по диплому при получении высшего образования, вступительные испытания в классическом виде и тестирование в чистом виде не показывают реальный уровень подготовки таких абитуриентов.

Тестирование, предлагаемое ресурсами сайта i-exam.ru, используется при аккредитации высших образовательных учреждений, поэтому представляет комплексную оценку уровня знаний в различных областях. Программы магистратуры предполагают, что поступающие уже имеют базовые навыки и им требуется лишь повышение уровня знаний в научной среде своей профессиональной области.

Анализ результатов приема на программы магистратуры за 2012-2014 годы в Юго-Западный государственный университет показал, что для выборки из 625 поступающих коэффициент корреляции между уровнем знаний при сдаче вступительных испытаний и уровнем остаточных знаний составил 0,688, а доверительный интервал 0,058. Для выборки из 305 поступивших коэффициент корреляции между уровнем знаний при поступлении в результате прохождения вступительных испытаний и уровнем текущей успеваемости составил 0,873, а доверительный интервал 0,056. Такие значения коэффициентов корреляции указывают на тесную взаимосвязь этих показателей, что служит подтверждением гипотезы о возможности повсеместного внедрения тестирования i-exam.ru в качестве инструмента оценки уровня знаний поступающих на программы магистратуры.

Важным фактором при выборе тестирования i-exam.ru в качестве формы вступительных испытаний в магистратуру является сокращение затрат, которые необходимы при подготовке и проведении вступительных испытаний в классической форме. К таким затратам можно отнести, во-первых, затраты на разработку и составление материалов, необходимых для проведения вступительных испытаний, во-вторых, затраты на проверку вступительных испытаний. Следует учитывать как финансовые затраты на оплату труда проверяющих, так и временные затраты на проверку ответов. В классической форме требуется время на проверку работ, в то время как в предлагаемой форме результат экзамена известен и выводится на экран сразу после прохождения тестирования поступающим.

Также отметим, что можно сократить использование трудовых ресурсов, так как не требуется отдельных экзаменационных и апелляционных комиссий для каждой программы магистратуры, а достаточно лишь нескольких. В рамках университета, состоящего из 8 факультетов, их число равно 72, при условии, что каждая из трёх комиссий состоит минимум из председателя и двух членов комиссии. В то время как для тестирования i-exam достаточно всего трёх человек, контролирующих процесс экзамена и оформляющих протоколы вступительных испытаний.

Стоит так же отметить возможность использования поступающими множественного выбора упорядоченных по приоритетам программ магистратуры в заявлении при приёме в вуз [1, 2]. Такая возможность, позволяет абитуриентам повысить свои шансы при поступлении, но приводит к резкому увеличению количества экзаменуемых и, следовательно, увеличению временных, финансовых и трудовых затрат на прием у них испытаний.

Таким образом, за время проведения приёмной кампании объём затрат на проведение вступительных испытаний может быть сокращён более чем на 900 тыс. рублей, при средней заработной плате специалистов, привлекаемых к данной работе, равной 15 тыс. рублей в месяц.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации МК-5226.2015.8.

Список литературы

1. Пыхтин, А.И. Формализация задачи конкурсного отбора и зачисления [Текст] / А.И. Пыхтин и др. // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2007. – № 4. – С. 112.
2. Пыхтин, А.И. Виртуальная приемная комиссия региона [Текст] / А. И. Пыхтин // Открытое образование – М, 2007 – № 6. – С. 27-30.
3. Дорохов, Д. С. Анализ результатов оценивания вступительных испытаний при приеме в магистратуру [Электронный ресурс] / Д. С. Дорохов, О. В. Овчинкин, С. Г. Емельянов // Экономика и социум. – 2013. №3(8). Режим доступа: http://www.iupr.ru/domains_data/files/zurnal_osnovnoy_3_8_2013/Dorohov%20D.S.Informacionnye%20i%20kommunikativnye%20tehnologii.pdf.
4. Единый портал Интернет-тестирования в сфере образования [Электронный ресурс] / НИИ мониторинга качества образования. – Йошкар-Ола, 2013. Режим доступа: <http://i-exam.ru>. – Загл. с экрана.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ВЫДЕЛЕНИЮ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЯ

Папуловская Н.В.

доцент кафедры информационных технологий «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
кандидат педагогических наук,
Россия, г. Екатеринбург

Лобачев Е.В.

студент кафедры информационных технологий «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Россия, г. Екатеринбург

Югфельд И.Д.

студентка кафедры информационных технологий «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Россия, г. Екатеринбург

В статье рассматриваются различные подходы к выделению объектов на изображении с целью дальнейшего распознавания. Производится сравнение, оценка сложности реализации алгоритмов и ресурсоемкости вычислений.

Ключевые слова: распознавание, обработка, алгоритмы, фильтры, сегментация, выделение края.

Современная индустрия развивается через автоматизацию различной деятельности человека. При этом, большое количество автоматизированных интеллектуальных систем основаны на обработке изображений и распознавании образов. Задача качественной обработки и выделение объектов на

изображении решается в каждой подобной системе. Однако в общем случае проблема выделения и распознавания образов до сих пор не решена [5]. В каждом конкретном случае приходится анализировать контекст изображений и применять различные алгоритмы исходя из специфики задачи.

Алгоритмы обработки и распознавания являются ресурсозатратными и обычно вычисляются на стационарных компьютерах иногда с использованием вычислительных ресурсов графической карты. Однако, в последнее время мобильные устройства являются неотъемлемой частью нашей жизни, и их возможности настолько высоки, что позволяют решать и достаточно специфические задачи. В отличие от стационарных ПК, смартфоны имеют различные датчики, которые позволяют им получать и обрабатывать информацию в «полевых» условиях. Этот нюанс ставит мобильные устройства в выигрышное положение в сравнении со стационарными компьютерами и ноутбуками. Однако существенным недостатком является ограниченность ресурсов смартфонов, так как разработчики приходится балансировать между вычислительной производительностью и затратами потребляемого заряда аккумулятора.

Специфика поставленной задачи подразумевает подбор алгоритмов выделения объектов на изображении с возможностью последующей реализации на ОС Android.

Первый рассмотренный способ распознавания основывается на сегментации изображения. Алгоритмы сегментации чувствительны к шумам и импульсным выбросам, что может отрицательно повлиять на конечный результат. На рисунке 1а представлено исходное изображение, а на рисунке 1б – сегментированное.



а) б)
Рис. 1. Сегментация изображения: а) исходное изображение;
б) сегментированное изображение

Как видно на рисунке 2, большинство сегментов не имеют четких границ и накладываются друг на друга [4]. Также появились нетипичные объекты («разводы» на стене и полу»), которые желательно собрать в один сегмент. В связи с этим, до применения сегментации, предлагается выполнить предварительную обработку изображения. В данном примере предлагалось

использовать алгоритмы медианной фильтрации для удаления шума и алгоритмы повышения резкости. Результат представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Изображение после медианной фильтрации

Улучшить результат можно с помощью усиления контраста тональных переходов (Unsharp masking). Важно отметить, что нерезкое маскирование не повышает резкость изображения на самом деле. Оно не может восстановить потерянные на разных этапах производства изображения детали (при съёмке, сканировании, изменении размера, полиграфическом воспроизведении). Нерезкое маскирование усиливает локальный контраст изображения на тех участках, где изначально присутствовали резкие изменения градаций цвета. Благодаря этому изображение визуально воспринимается как более резкое. Результат представлен на рисунке 3.

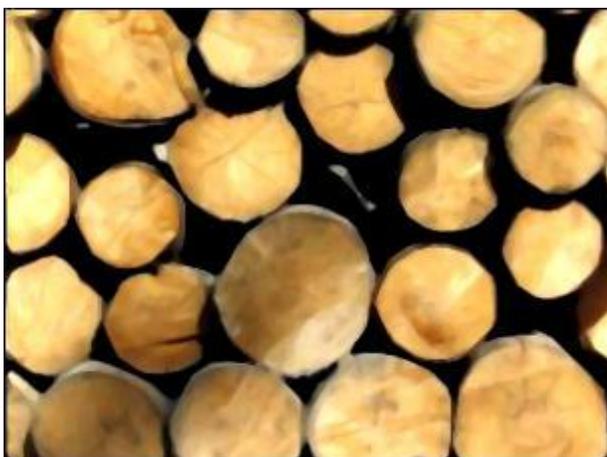


Рис. 3. Изображение после медианной фильтрации и нерезкого маскирования

После этого применим сегментирование, как показано на рисунке 4.



Рис. 4. Сегментированное изображение после предварительной обработки

В результате уменьшилось количество сегментов, и теперь они имеют более четкие границы.

В конце можно определить координаты целевого объекта на изображении. Для этого сегменты представляются бинарными изображениями (масками), на которых значения каждого пикселя условно кодируются (0 – задний план или фон, 1 – передний план), то есть сегментация с выделением границ.

Такой подход позволяет достаточно точно выделить целевую область, которая практически не требует дальнейшей аппроксимации. Однако, изображение обрабатывается в несколько этапов и это требует много ресурсов.

Следующий рассмотренный способ основывается на выявлении характерных точек на изображении. Как правило, выявления характерных точек включает следующие основные этапы [2]:

1. Получение нормализованного полутонового изображения;
2. Поиск исследуемых областей;
3. Выделение краев на исследуемой области (методы Собеля, Лапласа, Кани и т.д.);
4. Преобразования рассматриваемого участка в монохромное изображение;
5. Анализ полученного монохромного и полутонового изображения в исследуемой области.

Для получения полутонового черно-белого изображения используется классическая формула:

$$I(C) = 0,3 \cdot R(C) + 0,59 \cdot G(C) + 0,11 \cdot B(C)$$

где I – интенсивность в точке полутонового изображения, R , G и B (значения 0..255) – красная, зеленая и синяя компонента цвета C .

Выделение границ – это термин в теории обработки изображений, означающий нахождение точек на изображении, в которых происходит резкая смена яркости или есть другие виды неоднородностей [1].

Для выделения краев на изображении предлагается использовать метод Собеля, использующий для вычисления градиента первого порядка функции интенсивности специальные ядра, известные как «операторы Собеля» (рис.6).

$S_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	- X оператор Собеля;
$S_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$	- Y оператор Собеля;
$I = \begin{pmatrix} I_{11} & I_{12} & \dots & I_{1n} \\ I_{21} & & & I_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ I_{m1} & I_{m2} & \dots & I_{mn} \end{pmatrix}$	- матрица исходного изображения, где I_{ij} значения интенсивности в точке.

Рис. 5. Операторы Собеля

Ядра применяются к каждому пикселу изображения: он помещается в центр ядра, и значения интенсивности в соседних точках умножаются на соответствующие коэффициенты ядра, после чего полученные значения суммируются. Следует отметить, что для крайних элементов (точек) исходной матрицы изображения I операторы Собеля не применяются. S_x – оператор Собеля, примененный к 3×3 матрице исходного изображения, дает величину горизонтальной составляющей градиента интенсивности в центральной точке этой матрицы, а S_y – оператор Собеля дает величину вертикальной составляющей градиента. Коэффициенты ядра выбраны так, чтобы при его применении одновременно выполнялось сглаживание в одном направлении и вычисления пространственной производной – в другом. Величина градиента определяется как квадратный корень из суммы квадратов значений горизонтальной и вертикальной составляющих градиента. В результате образуется массив чисел:

$$I' = \sqrt{(S_x \otimes I)^2 + (S_y \otimes I)^2}$$

характеризующий изменение яркости в различных точках изображения.

В результате применения оператора Собеля получается изображение I' с выделенными краями, представленное на рис. 7. Применив инверсию к I' получим изображение, показанное на рис.8.



Рис. 6. Выделение краев: а) результат применения оператора Собеля;
б) инвертированное изображение

В конце предлагается бинаризация инвертированного изображения в зависимости от целевой области.

В таком виде способ менее ресурсоемкий, но все же достаточно тяжелый для его выполнения на мобильном устройстве. К тому же, метод Собеля сильно чувствителен к импульсным шумам, поэтому рекомендуется применять метод Кани, а это дополнительные затраты ресурсов.

Последний способ распознавания объекта имеет название «Волшебная палочка». Идея этого подхода проста [6]. Пользователь указывает точку на изображении, а «Волшебная палочка» находит все пиксели вокруг этой точки, похожие по цвету и выделяет их. Результат работы волшебной палочки продемонстрирован на рисунке 7.



Рис. 7. Изображение с выделенной областью

Алгоритм определения нужных пикселей является алгоритмом закрашивания замкнутых областей. Основная идея заключается в получении исходной точки (стартовой) и анализе соседних точек из 4-связной области на предмет схожести (цвета или яркости). Если точка удовлетворяют условию, то сохраняем ее в маске. Псевдокод для этого алгоритма:
void Select(float x, float y, Color colorToMatch)

```

{
    Color color = GetColor(x, y);
    if ( color == colorToMatch ) {
        SetPixelOnInMask(x, y);
        Select(x - 1, y, colorToMatch);
        Select(x + 1, y, colorToMatch);
        Select(x, y - 1, colorToMatch);
        Select(x, y + 1, colorToMatch);
    }
}

```

Преимущества последнего из описанных подхода в его простоте и в малых требованиях к ресурсам, так как не надо обрабатывать все изображение несколько раз, а только часть и один раз. Главной особенностью является интерактивность алгоритма. Он требует, чтобы пользователь указывал начальную точку и чувствительность инструмента, для достижения наилучшего результата. Интерактивность на мобильных устройствах осуществляется при помощи прикосновений к экрану, «тапов», в качестве способа ввода, в то время как на стационарных компьютерах используется мышка и клавиатура. В связи с этим инструмент «волшебная палочка» идеально подходит для смартфонов и планшетов.

В результате проведенных исследований, были рассмотрены три подхода к выделению объектов на изображении. Исходя из требований поставленной задачи и результатов исследования, был выбран подход «волшебная палочка», так как он наиболее прост в реализации и наименее требователен к ресурсам устройства.

Список литературы

1. Кондратьев, А.А. Параллельная обработка и кластеризация изображений на основе самоорганизующихся карт Кохонена с использованием кластерных и графических вычислителей. // XVI Молодёжная научно-практическая конференция «Научноёмкие информационные технологии» [Электронный ресурс] / А.А. Кондратьев. – Режим доступа: <http://edu.botik.ru/upload/15d8d5ec22bdaf5afa7cc8edef571207.pdf>
2. Меженин, А.В. Методы и средства распознавания образов и визуализация. [Текст] / А.В. Меженин. – Санкт-Петербург, 2012. – 129 с.
3. Местецкий, Л.М. Математические методы распознавания образов. [Текст] / Л.М. Местецкий. – Москва, 2004. – 85 с.
4. Классификация и выделение объектов на изображениях [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/108212/>
5. Распознавание образов, рассуждения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/gilalgorithms/blog/68127/>
6. Andy Finnell / How to implement a magic wand tool [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.losingfight.com/blog/2007/08/28/how-to-implement-a-magic-wand-tool/>

НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДНЕГО БАЛЛА ЕГЭ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВУЗА ПРИ ПРИЕМЕ НА ПЕРВЫЙ КУРС ОБУЧЕНИЯ

Пыхтин А.И.

проректор по информатизации и новому набору
Юго-Западного государственного университета, канд. техн. наук,
Россия, г. Курск

В статье рассматриваются проблемы оценки эффективности вуза при приеме на первый курс обучения с использованием такого показателя как средний балл зачисленных по результатам ЕГЭ.

Ключевые слова: прием в вуз, абитуриент, рейтинг.

При подведении итогов приемной кампании в высшем учебном заведении возникает задача оценивания эффективности приема по отдельным направлениям подготовки и специальностям. При проведении мониторинга эффективности вузов [1] особое внимание уделяется 2 показателям – среднему баллу ЕГЭ зачисленных на 1 курс и количеству зачисленных на 1 курс победителей и призеров олимпиад школьников.

Использование такого показателя как средний балл никак не характеризует распределение баллов по шкале оценивания. Например, средний балл 70 могут обеспечить абитуриенты с баллами 65, 70, 75 (3 человека с уровнем подготовки «выше среднего», которые с высокой долей вероятности успешно будут осваивать программу высшего образования), а могут абитуриенты с баллами 50, 90 (один абитуриент «ниже среднего», который с высокой по статистике не справится с освоением программы высшего образования, и один «вундеркинд»). Для описания таких особенностей набора в вузе необходимо использовать не только среднее значение, но и показатели, определяющие степень близости каждого элемента выборки к ее среднему значению, например, стандартное отклонение. Так как стандартное отклонение показывает, насколько хорошо среднее значение описывает всю выборку, то при оценке эффективности разных вузов с равными или близкими значениями среднего балла ЕГЭ необходимо анализировать и стандартное отклонение выборки. Чем оно больше, тем больше среди зачисленных на 1 курс лиц с низкими баллами ЕГЭ.

Вторая проблема среднего балла как характеристики эффективности приема заключается в том, что при сравнении средних значений никак не учитывается количество величин, использованных при расчете. Например, в двух вузах реализуется одинаковая образовательная программа «Строительство». В одном вузе имеется 20 бюджетных мест, в другом – 50. Средний балл ЕГЭ по итогам зачисления в обоих вузах составил 65, но в первом вузе его обеспечили 20 человек, а во втором 50. Следовательно, можно говорить о том, что второй вуз принял лучший контингент, чем первый, так как в него поступило большее число абитуриентов с баллом, равным 65 или большим.

Третью проблему проиллюстрируем следующим примером. Если в вузе в качестве вступительного испытания на большинстве направлений фигурирует физика, то средний балл зачисленных будет меньше, чем в вузе, который принимает абитуриентов в основном по результатам обществознания. Объяснить это очень просто: «порог двойки» по физике в 2014 году – 36 баллов, по обществознанию – 39. Т.е. один абитуриент, сдавший обществознание даже на минимальный балл, вносит больший вес в среднее значение, чем абитуриент, сдавший физику. Даже если оперировать средними значениями, то в 2014 году средний балл по физике среди всех абитуриентов составил 44 баллов из 100 возможных, а по обществознанию – 54, что подтверждает предыдущее высказывание.

Стоит учесть, что на одно и то же направление подготовки разные вузы могут установить разный набор вступительных испытаний. Например, на направление «Программная инженерия» некоторые университеты выбирают комбинацию математика + физика + русский язык, некоторые – математика + информатика и ИКТ + русский язык. Т.е. сравнивать 2 вуза с разным набором экзаменов по среднему баллу ЕГЭ опять не корректно, так среднее значение баллов ЕГЭ абитуриентов в 2014 году по информатике и ИКТ равно 50, против 44 по физике.

Подводя итог, можно сказать, что сравнивать несколько вузов по среднему баллу возможно только отдельно по одинаковым направлениям подготовки, с одинаковым набором вступительных испытаний и при одинаковом количестве зачисленных. В других случаях необходимо использование иных характеристик.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации МК-5226.2015.8.

Список литературы

1. Информационно-аналитические материалы по результатам анализа показателей эффективности образовательных организаций высшего образования [Электронный ресурс]. – М, 2014. – Режим доступа: <http://miccedu.ru/monitoring/>.
2. Дорохов, Д.С. Анализ результатов оценивания вступительных испытаний при приеме в магистратуру / Д.С. Дорохов, О.В. Овчинкин, С.Г. Емельянов // Экономика и социум. – 2013. – № 3 (8). – С. 867-869.
3. Овчинкин, О.В. Структурно-функциональная организация программных средств поддержки принятия решений при приеме в вуз на второй и последующие курсы / О.В. Овчинкин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – Курск, 2012. – №2-3. – С. 345-350.
4. Барботько, А.И. Графический метод определения параметров технологического процесса, заданного степенной функцией // А.И. Барботько и др. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – Курск, 2012. – №2-3. – С. 64-67.
5. Барботько, А.И. Автоматизированная система для реализации графического решения степенных функций / А.И. Барботько А.И. и др. // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2013. – №1(46). – С. 090-094.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Родионова Н.С.

профессор, зав. кафедрой «Сервиса и ресторанного бизнеса»
Воронежского государственного университета инженерных технологий,
доктор технических наук, профессор,
Россия, г. Воронеж

Попов Е.С.

доцент кафедры «Сервиса и ресторанного бизнеса»
Воронежского государственного университета инженерных технологий,
кандидат технических наук, доцент,
Россия, г. Воронеж

Радченко А.Ю., Фомичева А.В.

студенты кафедры «Сервиса и ресторанного бизнеса»
Воронежского государственного университета инженерных технологий,
Россия, г. Воронеж

В данной статье рассматриваются пути создания сбалансированного питания человека через создание здоровых продуктов питания, вследствие введения отрубей гречихи в различные пищевые системы.

Ключевые слова: сбалансированное питание, отруби гречихи, биологически активная добавка.

Правильное и здоровое питание является залогом великолепного самочувствия, долголетия и молодости организма. Здоровый образ питания любого человека – мужчины, женщины или ребенка – подразумевает рациональное употребление продуктов здорового питания, которые способны обеспечить организм достаточным количеством энергии и широким спектром питательных веществ, необходимых для полноценного протекания жизни. В общем случае здоровое питание человека подразумевает поступление в организм около 50 незаменимых компонентов питания: 8 аминокислот, большинство витаминов, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты и др. Помимо незаменимых компонентов, организм должен получать в достаточном количестве и заменимые вещества, которые синтезируются из других частей рациона (некоторые аминокислоты, жиры, углеводы и др.). Иными словами, здоровое питание человека достигается за счет правильного и рационального баланса всех питательных элементов. Несбалансированное питание влечет за собой нарушение функционирования ферментальных систем и обменных процессов, а также может послужить причиной патологических изменений в организме [1].

Одним из решений проблемы здорового питания является употребление продуктов здорового питания, которые могут быть созданы при введении

в различные пищевые системы отрубей гречихи. Отруби гречихи являются одним из побочных продуктов мукомольного производства при переработки зерна гречихи. В отрубях гречихи остается значительное количество эссенциальных веществ, витаминов и микроэлементов, а так же они совместимы по своему химическому составу со многими продуктами питания, поэтому отруби могут использоваться как ценная пищевая добавка [2].

Химический состав отрубей гречихи следующий (г/100 г): углеводы-63,2, белки-16,34, жиры-3,0 (в том числе полиненасыщенная Омега-3 жирная кислота и фосфолипиды), пищевые волокна – 20,45) (рис.1).

Основная же ценность отрубей – это высокое содержание пищевых волокон. Именно недостаток в рационе клетчатки приводит к дисбактериозу и является одной из причин целого ряда заболеваний кишечника. Отруби помогают отрегулировать его работу, улучшить микрофлору.

Вследствие содержания отрубями в своем составе полиненасыщенной Омега-3 жирной кислоты, они обладают влиянием на сохранение, и даже восстановление клеток организма и, таким образом способствуют увеличению продолжительности жизни [3].

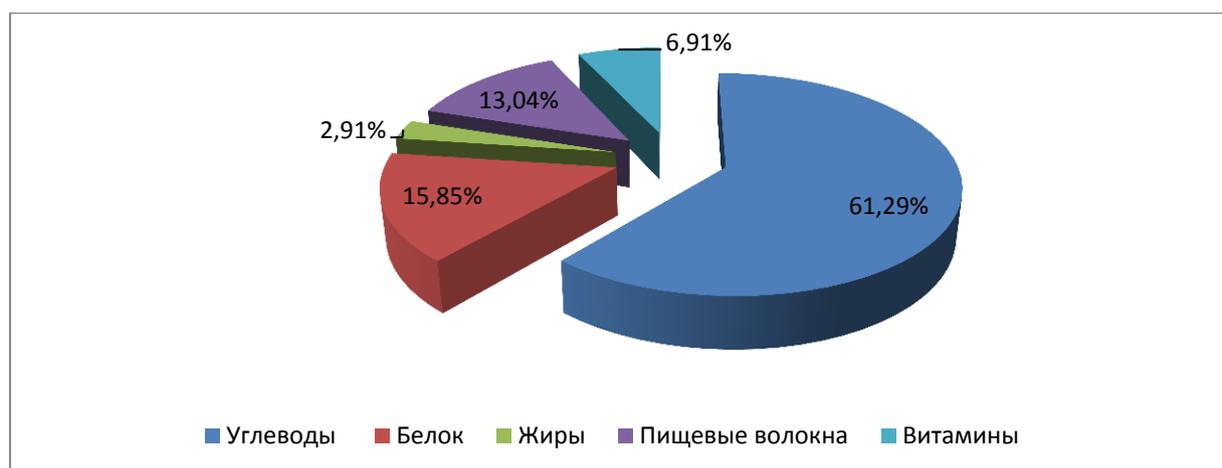


Рис. 1. Химический состав отрубей гречихи

Отруби гречихи характеризуются содержанием следующих витаминов (мг/100г): В1-0,1, В2-0,4, В3-0,7, В6-0,2, Е-0,5. (рис. 2) Вследствие содержания в своем составе витаминов группы В, отруби гречихи участвуют во всех видах обменных процессов, а особенно важную роль играют в обеспечении зрительных функций, нормального состояния кожи и слизистых оболочек, синтезе гемоглобина, уменьшают накопление жира в печени, а за счет содержания витамина Е, защищают клетки от патологического перекисного

окисления, которое приводит к их старению и гибели.

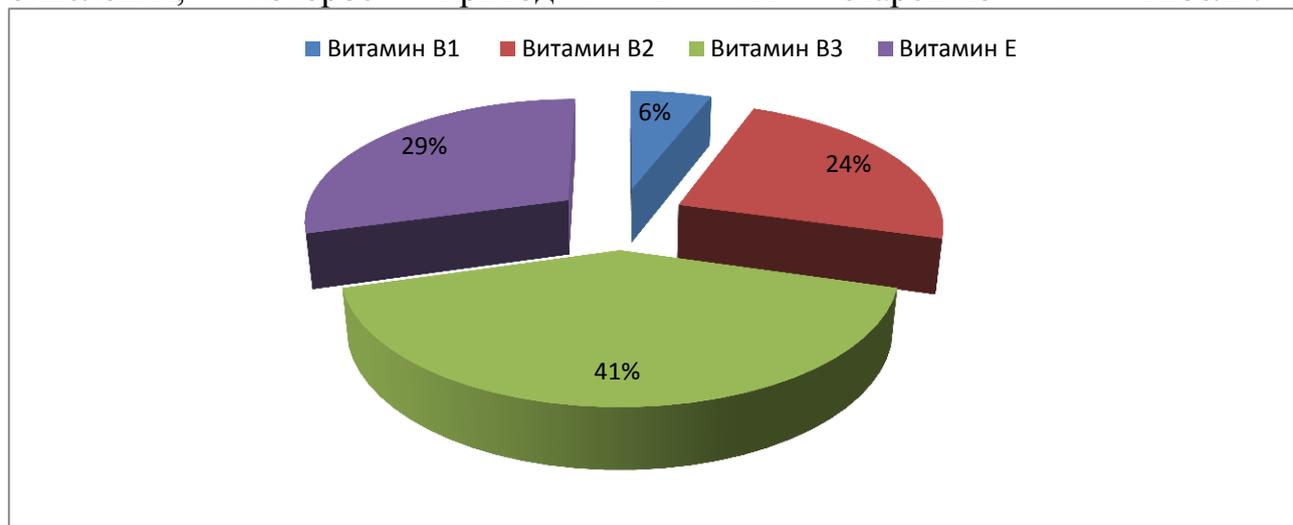


Рис. 2. Витаминный состав отрубей гречихи

На основании анализа функционально-технологических свойств отрубей гречихи и с учетом органолептических, физико-химических свойств был разработан ассортимент пищевых продуктов с их включением: изделия из мясного и рыбного сырья, творожные, молочные, мучные изделия с целью обогащения продуктов питания перечисленными компонентами и применения новых продуктов в специальном или лечебно-профилактическом питании.

Таким образом, при применении отрубей гречихи как биологической активной добавки к различным пищевым системам, можно обогатить данные системы эссенциальными веществами и сбалансировать системы по нутриентному составу, тем самым сбалансировать питание человека.

Список литературы

1. Родионова, Н.С. Формирование функциональной направленности рационов для организованного питания [Текст] / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева, М.И. Корицын, А.Г. Саблин, М.М. Зяблов // Сервис в России и за рубежом, 2010. – С.-23.
2. Никифоров, Т.А. Перспективы использования вторичного сырья крупяных производств/ Т.А. Никифорова // Хлебопродукты. – 2009. – №7. – С. 50-51.
3. Никифорова, Т.А. Потенциальные возможности побочных продуктов крупяных производств/ Т.А. Никифорова// Вестник Оренбург. гос.ун-та. – 2010.-№5(111). – С. 141-144.

ОЦЕНКА РИСКОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ

Российский Е.А.

аспирант Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева, Россия, г. Красноярск

В статье рассматривается применение ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000 для оценки рисков внедрения систем, в частности систем учета трудовых затрат. Применение стандарта со

стороны заказчика внедрения позволяет получить четкое понимание зон рисков и предлагает способы их снижения. В статье приводится поверхностный анализ рисков при внедрении системы, и предлагаются варианты снижения их влияния.

Ключевые слова: ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000, управления рисками, ИТIL, учет труда, BPM, внедрение информационной системы.

В настоящее время ударными темпами развиваются стандарты управления качеством, в том числе качеством предоставления ИТ услуг. Это связано с тем, что многие компании начинают понимать, что ИТ это неотъемлемая часть любого бизнеса, независимо от его размера. Где есть спрос, есть и предложение. Компаниям требуется передовой опыт в области управления ИТ, и на помощь приходит ИТIL и ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000.

Согласно ИТIL и ISO ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000, для качественного управления ИТ и услугами ИТ, требуется описать бизнес процессы компании, ставить цели, добиваться их, ставить новые, и постоянно улучшать качество предоставляемых услуг. [1,2] А что если не поставщик услуг, а заказчик имеет желание внедрить у себя систему, которая бы позволяла управлять качеством работы в компании? На помощь могут прийти мощные BPM системы, но целесообразны ли они потраченных на внедрения трудозатрат и цены внедрения? Часто в самом начале пути применения процессорного подхода в управлении и учета затрат на каждый процесс компании прибегают к модернизации уже внедренных систем в компании. Как правило, практически вся работа компании содержится в СЭД (Электронной системе документооборота). По этой причине, если возможно модернизировать СЭД, обычно учет трудовых затрат ведут именно с помощью системы электронного документооборота.

Для грамотного учета работ, необходимо классифицировать работы, для этого необходимо описать все бизнес процессы общества, что есть немалая трудоемкая работа, и надо взвесить все за и против целесообразности внедрения подобной системы.

Помимо классификации работ, некоторые работы нужно еще объединить в более высокие уровни. Получается, что справочник работ будет многоуровневый и будет представлять собой диаграмму декомпозиции основного бизнес процесса предприятия.

Приведем пример такого справочника (таблица 1) для вымышленного предприятия.

Таблица 1

Справочник структуры бизнес процессов

№	Наименование бизнес процесса
1.	Добыча полезных ископаемых
1.1	Разведка залежей
1.2	Разработка месторождения
1.3	Строительство объектов
1.4	Развитие ИТ инфраструктуры
1.4.1	Обеспечение техникой
1.4.2	Обеспечение программами
1.4.2.1	Консолидирование потребности в программном обеспечении
1.4.3	Обеспечение сетью связи

Помимо понимания общей картины бизнес процессов предприятия, при грамотном подходе данный справочник поможет классифицировать работы в системе электронного документооборота. Эта классификация поможет руководству понять трудозатраты на тот или иной бизнес процесс, поможет в последующей оптимизации.

Сама идея системы учета трудозатрат, это синтез справочника бизнес процессов и системы учета трудозатрат. Если у работника есть плановая картина дня, и если добавить работнику возможность относить поручения и задачи по бизнес процессам, то это позволит не только планировать день, но и контролировать факт исполнения поручений по отношению к бизнес-процессам. По окончанию рабочего дня работнику предлагается направить отчет руководителю, чтобы второй подтвердил правильность отнесения задач к бизнес-процессам [3].

Естественно, что при внедрении как самостоятельной системы BPM так и системы учета трудовых затрат на базе документооборота есть риски для бизнеса. И даже если компания не сертифицирована по ISO 20000 т.к. не является поставщиком услуг, ей следует иметь квалифицированного обученного специалиста, который способен оценить риски при внедрении подобных систем. По той единственно причине, что методика Plan\do\check\act можно применить к любой сфере деятельности независимо от требований и направлений стандартов качества.

И так, какие же риски следует локализовать, изучить и снизить их влияние на бизнес в случае внедрения системы учета затрат на базе систем документооборота. ITIL предлагает категорировать и оценить риски. Словосочетание “Risk management” в ITIL 2011 можно встретить 245 раз. При этом описанию практики управления рисками в пяти томах места не нашлось. Вопрос «почему?» – не стоит. В рамках процессов группы гарантии (управление доступностью, мощностями, непрерывностью и ИБ) живет маленькое, но очень важное управление рисками и настойчиво требует провести анализ угроз в области ответственности каждого процесса и внедрить рациональные контрмеры.

Впервые услышав о Problem Management, часто считают, что это «Управление рисками». Трудно не согласиться: идентификация проблем, классификация, диагностика и оценка корневой причины, применение решения, периодический контроль – деятельность в рамках процесса сильно напоминает цикл управления рисками.

Но и тут все не так просто. Риски – это проблемы, которые не исчезнут в ближайшее время. Проблемы же – это риски, которые могут быть исправлены прямо сейчас. Проблемы – это то, что уже оказывает негативное влияние, таким образом, их вероятность 100%. Риски – это то, что только может произойти, соответственно вероятность ниже 100%. Другими словами, проблемы – это риски, которые не были предотвращены и реализовались [4].

Таким образом, риски затрагивают практически каждый процесс в описанный в ITIL. Проведем анализ каждого из основных процессов затрагиваю-

ших не только поставщика услуг но и саму компанию заказчика, которая решила внедрить систему учета трудовых затрат, и выявим риски по каждому из них. Так же дополнительно включим процессы относящиеся непосредственно к компании заказчику производящей не ИТ продукт. При определении рисков на первоначальном этапе не следует слишком углубляется в процесс, как правило, при должном анализе, выявить риски не составит труда. Если поверхностный анализ не выявил рисков, в этом случае и надо анализировать глубже.

Таблица 2

Риски заказчика при внедрении системы учета трудовых затрат

Наименование процесса	Точка соприкосновения процесса с заказчиком	Риски заказчика
Процессы контроля	Необходимость изменения текущей системы СЭД, План внедрения, и техническое задание	Изменения всегда риски. Изменения должны быть спланированы, документированы, и должным образом перенесены на продуктивную среду. Неадекватные сроки внедрения, неверная постановка задачи
Процессы разрешения	Контроль исправления проблем и инцидентов при внедрении системы	При внедрении системы, как правило, возникает большое количество проблем на стадии опытной эксплуатации.
Процессы релиза	Качественный выпуск обновлений при переходе на стадии эксплуатации	Возвращаясь к изменениям и качественному переносу их на продуктивную систему, у интегратора и заказчика должен быть четкий порядок и понимание процесса и стадий внедрения.
Процесс предоставления услуг	Управление мощностями, бюджетом и отчетностью при разработке системы	Некачественная отчетность, неготовое оборудование и как следствие издержки на обновление парка оборудования, превышение бюджета.
Процесс изготовления продукции	Производство компании	Некачественная продукция, снижения объема продукции, повышение издержек при изготовлении продукции
Процесс административного управления и контроля	Административный персонал компании, менеджеры.	Неквалифицированный персонал, отвлечение на тестирование системы, издержки на обучение работы с системой, постоянное заполнение показателей дня в систему.

Для тех кто знаком с ISO 9001 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000 при ближайшем рассмотрении локализованных рисков становится ясно, почему в ИТП нет отдельного процесса Problem Management. Все риски снижаются за счет соблюдения строк стандартов по управлению менеджментом качества.

В заключение рассмотрим рекомендации для снижения рисков при внедрении системы учета трудовых затрат:

- четкая постановка задачи, согласованная бизнесом и интегратором;
- согласованный и утвержденный план внедрения;
- анализ готовности оборудования для внедрения системы;
- документирование всех стадий внедрения, изменений в плане внедрения;
- гибкость плана внедрения;
- четкое понимание затрат на внедрения системы;
- организованный и документированный процесс решения проблем в ходе внедрения с разделением полномочий;

- лидерство руководителя, в ходе внедрения системы так и сопровождения;
- назначенная распорядительным документом группа, ответственная за внедрение системы;
- обученный персонал для работы с системой;
- согласованная методика тестирования системы;
- согласованная техническая и эксплуатационная документация в итоге внедрения системы.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000 «Информационная технология. Менеджмент услуг», М.: ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2013. – 28 с.
2. «Методическое руководство для подготовки к профессиональным экзаменам ISO 20000 Foundation и ISO 20000 Foundation Bridge» / Будкова Л., Журавлёв Р. – М.: Клеверикс, 2010. – 124 с.
3. Российский Е.А Синтез справочника бизнес процессов и системы электронного документооборота на базе IBM Lotus Notes\Domino.// Международный научно-исследовательский журнал: Сборник по результатам XX заочной научной конференции Research Journal of International Studies. Екатеринбург. : МНИЖ – 2014. – №6 (25) 2014
4. Портал Real ITSM. Портал №1 по управлению ИТ-услугами. Где в ITIL управление рисками? [Электронный ресурс] URL: http://www.realitsm.ru/2014/09/rm_and_itil/ (Дата обращения 15.12.2014)

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСПИРАНТОВ ВУЗА

Рочев К.В.

заведующий лабораторией информационных систем в экономике
Ухтинского государственного технического университета,
Россия, г. Ухта

В данной статье приведено краткое описание информационной системы «Аспирант-мониторинг», предназначенной для оценки степени активности аспирантов (преимущественно очной формы обучения) в реальном времени. Система «Аспирант-мониторинг» разработана в лаборатории информационных систем в экономике УГТУ и запущена в эксплуатацию осенью 2013 года.

Ключевые слова: аспирантура, рейтинг, информатизация, управление образованием, мониторинг научной деятельности.

Разработка системы вызвана необходимостью усиления контроля степени активности аспирантов для повышения доли защит, ввиду нынешней ситуации с работой диссертационных советов и повышением требований к качеству диссертационных работ.

Изначально планировалось присоединение системы «Аспирант-мониторинг» к Индексной системе стимулирования ППС УГТУ [1], чтоб вносимые аспирантами данные о результатах их деятельности в дальнейшем

учитывались при расчете индексов и начислении надбавок аспирантам, являющимся одновременно преподавателями и включить АИС «Аспирант-мониторинг» в единую информационную систему стимулирования коллектива вуза [2]. Однако, на данный момент, решено не объединять системы на уровне баз или сервисов, а производить экспорт данных через CSV формат. Одной из причин этого является возможность полного редактирования данных системы «Аспирант-мониторинг» самими аспирантами для оперативности ввода. Разные подходы к моделированию потоков данных в системе стимулирования рассмотрены в более ранней статье [3].

На рисунке 1 приведен интерфейс системы, предстающий перед незарегистрированным пользователем. На нем можно увидеть обобщенную статистику по вносимым аспирантами данным.



Рис. 8. Интерфейс системы – динамика ввода данных аспирантами бюджетной формы, обучающимися в УГТУ (на март 2014 г.).

Одной из функций, добавленных уже в ходе эксплуатации системы является возможность проверки, редактирования и утверждения видов активностей, внесенных аспирантами. Ее добавление обусловлено необходимостью модерирования списков конференций, журналов и т.д., ввиду того, что при открытии доступа на добавление видов активности для самих аспирантов, было получено достаточно много дубликатов активностей и разночтений их названий. На данный момент введенный вид активности до его утверждения доступен только тому из аспирантов, кто его ввел, что уменьшает размер списка выбора и устраняет путаницу, и в то же время позволяет не ждать результатов модерирования [4].

Сейчас в системе учтено около 600 активностей, при этом примерно 40% из них составляют материалы конференций, а публикаций в ВАК журналах всего около 10% в общем количестве активностей, совершаемых аспирантами.

На рисунке 3 приведен график динамики публикационной активности. По этим данным можно сделать вывод, что активность аспиринов ведется достаточно равномерно, учитывая, что на графике представлены результаты аспирантов, обучающихся на данный момент на 1–4 курсах.

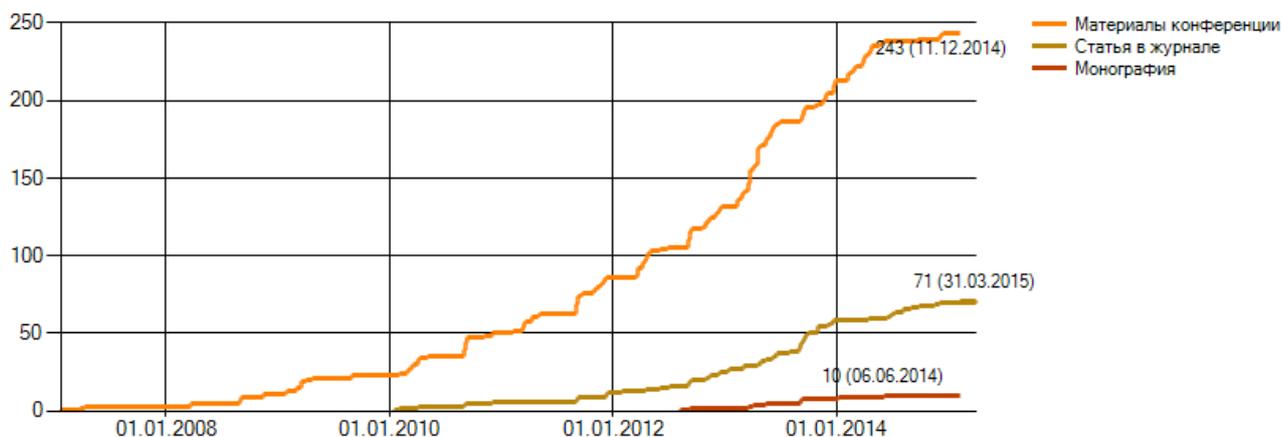


Рис. 2. Динамика публикационной активности аспирантов бюджетной формы, обучающихся в УГТУ

Таким образом с помощью системы «Аспирант-мониторинг» можно отслеживать направления, в которых можно повысить продуктивность работы аспирантуры и сделать нужный акцент при управлении научной деятельностью аспирантов.

Список литературы

1. Данилов Г. В. Индексная система стимулирования сотрудников // Высшее образование в России. – 2008. – № 5. – С. 86-90.
2. Рочев К. В. Информационная система стимулирования коллектива вуза / XIV Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех – 2013»: Материалы конференции (20–22 марта 2013 г.): в 5 ч.; ч 3 – Ухта: УГТУ, 2013. – С. 195–199.
3. Рочев К. В. Моделирование процесса сбора и оценки результатов деятельности студента для построения информационной системы материального стимулирования // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – №3. – С. 246–252.
4. Рочев К. В., Моданов А. В. Информационная система «Аспирант-мониторинг» / XV Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех – 2014»: Материалы конференции (26–28 марта 2014 г.): в 5 ч.; ч. 1 – Ухта: УГТУ, 2014. С. 163–166.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛОЯ СЕМЯН И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ИМИ ОБЪЕМА АКТИВАТОРА

Рубцова Е.И.

доцент кафедры физики ФГБОУ ВПО «Ставропольский ГАУ»,
канд. техн. наук, доцент,
Россия, г.Ставрополь

Хныкина А.Г.

менеджер по учебно-воспитательной работе института дополнительного образования при ФГБОУ ВПО «Ставропольский ГАУ», канд. техн. наук,
Россия, г.Ставрополь

Боголюбова И.А.

доцент кафедры физики ФГБОУ ВПО «Ставропольский ГАУ», канд. пед. наук,
Россия, г.Ставрополь

Рубцов Е.С.

студент 2-го курса экономического факультета направление «Информационные системы и технологии» ФГБОУ ВПО «Ставропольский ГАУ»,
Россия, г.Ставрополь

В статье рассматривается ряд факторов влияющих на формирование электрических параметров в активаторе установки для предпосевной обработки семян при наличии движущегося слоя. Анализ факторов позволяет сделать вывод о том, что степень заполнения семенами объема активатора и их влажность являются определяющими факторами в выборе рационального режима работы при предпосевной обработке.

Ключевые слова: активатор, движущийся слой, физические характеристики семян, электрические параметры.

Для формирования электрических параметров и описания процессов, происходящих в активаторе при наличии движущегося слоя семян, необходимо учитывать ряд факторов.

Одним из немаловажных факторов является строение семян растений. Структурной и функциональной единицей семени является клетка, имеющая, помимо биологических, химических свойств, ряд физических характеристик. Например, электрическое сопротивление мембраны – 10^6 Ом и более, протоплазмы – 10^3 Ом и более; относительная диэлектрическая проницаемость мембраны – 2-9; протоплазмы – 40-80 [1].

Семенная масса обладает хорошей сыпучестью. Степень сыпучести неодинакова и зависит от формы, размера, состояния и характера поверхности семян, а также от формы и состояния поверхности, по которой они перемещаются [7].

Наибольшую сыпучесть имеют партии, состоящие из семян шарообразной формы с гладкой поверхностью.

Сыпучесть характеризуется двумя показателями: углом естественного откоса и углом трения. За угол естественного откоса принимают угол между диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении семян на горизонтальную плоскость. Чем меньше угол естественного откоса, тем больше сыпучесть [7].

Углом трения семян о поверхность считается наименьший угол, при котором они начинают самотёком перемещаться по наклонной плоскости. Величина угла естественного откоса будет равна углу трения семян между собой. При проектировании уклона днищ бункеров, а также при выборе угла наклона самотёчных транспортеров выбирают наибольшие углы трения. В лабораторных условиях угол естественного откоса определяют методом высыпания семян из воронки [2].

Необходимо также учитывать, что семена содержат определенное количество влаги. В кондиционных семенах содержание влаги составляет (9-15 %). Это не позволяет принимать семена в виде идеального диэлектрика. Вода является сильнополярной жидкостью ($\epsilon = 88$) с низким удельным сопротивлением порядка $10^3 - 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Сложный и неоднородный химический состав различных частей семян обуславливает процессы, происходящие внутри них при электрическом воздействии. Диссоциация на ионы и молекулы способствует уменьшению электрического сопротивления. Возрастание приложенного напряжения приводит к увеличению подвижности ионов, образованию объемных зарядов и в итоге к снижению сопротивления. При высоких напряжениях происходит вырывание электронов из атомов, создаются условия для пробоя. Поэтому количественная оценка электрических параметров семян не может ограничиваться только диэлектрической проницаемостью. Обязателен учет величин объемной, поверхностной электропроводности, а также пробивного напряжения [6].

Семенной слой является составной структурой, состоящей из двух компонентов: семян и воздуха. Двухкомпонентные структуры разделяют на два типа: матричные и взаимопроникающие. Слой семян допустимо принимать матричной структурой, в которой воздух является матрицей, а семена – наполнителем [5].

Известны экспериментальные измерения, выполненные методом вытеснения семенами объема воды, по определению наибольшей степени заполнения объема семенами следующих культур: сои, гороха, пшеницы, гречихи, проса [3, 4]. Семена этих культур имеют как разную форму, так и геометрические (в том числе объемные) размеры.

Таблица

Степени заполнения объема семенами сельскохозяйственных культур, а также их масса и объем

Параметр	Соя	Горох	Пшеница	Гречиха	Просо
m, мг	131,2	165,0	38,4	22,7	6,6
V, мм ³	101,2	128,0	29,0	17,2	5,0
β , %	65	65	61	64	66

Семена лука по размерам и объему меньше семян гречихи, но больше семян проса. Поэтому для них искомая степень заполнения объема может быть выбрана равной $\beta \approx 0,65$, т.е. 65 %.

В образовании однородной структуры заполнения объема большое значение имеет гранулометрический состав. Каждое зерно соприкасается в нескольких точках с другими зёрнами.

Рассмотрим схему контактного соприкосновения семян между собой, представленную на рисунке.

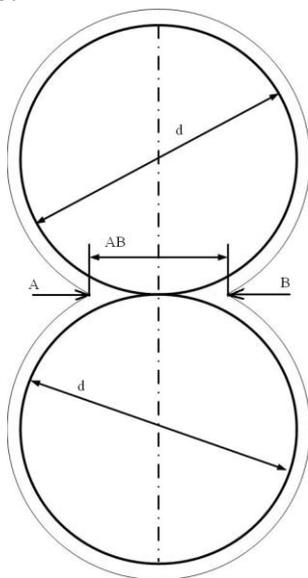


Рис. Схема соприкосновения 2-х шарообразных семян

Толстой линией очерчен основной контур семени, тонкими линиями снаружи – контурная линия отложений на основной поверхности. Эти отложения образуются вследствие поверхностной пленки влаги, пыли, а также грибковых и бактериальных образований. Поверхностный слой этих отложений является одной из составляющих, определяющих величину поверхностной проводимости семян. Наружные области соприкасаются между собой по плоскостям, диаметры которых обозначены буквами АВ. В общем случае число контактов семян между собой является случайной величиной и будет зависеть от геометрической формы активатора, формы и размеров семян, способов их засыпки и перемещения. Например, при неплотном размещении семена заполняют пространство объемом 1000 см^2 на 52,4 % и в соприкосновениях дают только 3 % поверхностей контакта. При плотном размещении объема семена заполняют 74,1 % пространства и дают 6 % поверхностей контакта [8]. Поэтому значения электрических параметров слоя семян: электрической емкости и сопротивления «утечки» – определяются как формой и размером семян, так и степенью заполнения ими объема активатора.

Проведенный качественный анализ подтверждает вывод о том, что степень заполнения семенами объема активатора и их влажность являются определяющими факторами в выборе рационального режима работы при предпосевной обработке.

Список литературы

1. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке. Том 1 // химический каталог: http://www.ximicat.com/ebook.php?file=metsler_1_bio.djv&page=144 (дата обращения: 03.12.12).
2. Минсельхоз РФ Нормы технологического проектирования семейных ферм зернового направления и зернообрабатывающих предприятий малой мощности (НТП 16 М-93) 29. 10.93 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docload.ru/SNiP/Data1/9/9807/index.htm> (дата обращения: 03.12.12)
3. Хайновский В.И., Козырев А.Е. Оценка степени заполнения семенами сельскохозяйственных культур объема измерительного конденсатора // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 3. – С. 25-27. (140)
4. Хайновский В.И., Козырев А.Е. Оценка степени заполнения семенами сельскохозяйственных культур измерительного объема // Вестник АПК Ставрополя. – 2011. – № 2 (2). – С. 41-42.
5. Хинт Й.А. Основы производства силикацитных изделий. – Ленинград, М., ГИЛСАиСМ, 1962. С.282-284.
6. Хныкина А.Г., Рубцова Е.И., Стародубцева Г.П. Факторы, влияющие на формирование параметров и процессов активатора с движущимся слоем семян // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/108-8633> (дата обращения: 20.10.2013).
7. Хранение зерна и зерновых продуктов / Пер. с англ. В. И. Дашевского, Г. А. Закладного; Предисл. Л. А. Трисвятского. – М.: Колос, 1978. – 472 с.
8. Шмигель, В. В. Сепарация и стимуляция семян в электрическом поле: дис. ... д-ра техн. наук / Шмигель Владимир Викторович. – Кострома, 2004. – 405 с.

КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ПРИВОЙНОГО МАТЕРИАЛА

Рыбакова Л.В.

студентка СМ-31

Поволжского государственного технологического университета,
Россия г. Йошкар-Ола

В статье рассматривается качество привойного материала и способы выполнения привоя и прививки. Проанализировано современное состояние идентификации качества привойного материала, подтверждена актуальность их диагностики в стадии подвоя.

Ключевые слова: техническое качество, критерии, привойный материал, прививка, привой, подвой.

Качество привойного материала оказывает большое влияние на урожайность, скороплодность и долговечность вновь закладываемых плодовых насаждений. Поэтому для выращивания саженцев хорошего качества лесных культур необходимо тщательно отбирать прививочный материал. Основным видом привойного материала, являются черенки. Черенки, в свою очередь состоят их подвоя и привоя. В подвоях ценится морозостойкость, устойчивость к недостатку или переизбытку влаги, приспособляемость к местному климату и совместимость с привоем.

Привой – это та часть растения, которую прививают и из которой образуются надземные органы. Подвой – это та часть, к которой прививают, и, которая образует корни [1].

Под прививкой понимается хирургическая операция, при которой часть одного растения с почкой искусственно соединяют с черенком, растущим побегом или со штамбом другого растения для срастания.

Классификация способов прививки представлена на рисунке 1.

Этапы выполнения работ по привою:

1. Выбор подвоя. В подвоях ценится в первую очередь морозостойкость, устойчивость к недостатку или переизбытку влаги, приспособляемость к местному климату и совместимость с привоем. В первую очередь подвой подбирается по совместимости. В качестве подвоя лучше выбирать дикую корневую поросль, молодое деревце или сеянец [3].



Рис. 1. Схема классификации способов прививки

2. Заготовка привоя. От привоя в основном зависит качество и количество плодов. Срезать побеги для привоя нужно с южной стороны дерева — там они, прогретые солнышком, правильно формируются, и исключительно с веток среднего яруса. Идеальными считаются черенки длиной 30-40 см, с короткими междоузлиями, с ярко выраженными ростовыми почками и толщиной с простой карандаш. В заготовке привоя очень важна своевременность. Для весенней прививки привои заготавливаются осенью, после опадания листьев, но перед морозами. Но не только от морозов следует защищать черенки, а еще от мышей [3].

3. Посадка и летний уход. Привитые подвои высаживают в первые дни весенних полевых работ. Из прорастающих почек привоя начинают расти побеги. Когда они достигнут высоты 10 см., один (лучший) оставляют, а остальные удаляют. Через 2-2,5 месяца после посадки снимают обвязки, не допуская перетяжки. В дальнейшем уход за растениями такой же, как и за растущими однолетками от окулировки (прополки, подкормки, поливы и т. д.) [4].

4. Зимняя прививка. Является одним из надежных способов размножения. Саженьцы, выращенные способом зимней прививки, не уступают по силе роста полученным при размножении с помощью окулировки. Для зимней

прививки подвоя необходимо отбирать осенью, сразу после выкапывания. Черенки привоев собирают, сортируют, связывают в пучки и помещают в полиэтиленовые мешки. Чтобы привойный материал лучше сохранился, в мешки насыпают снег и укладывают в холодильные камеры. Оптимальный температурный режим хранения от 0 до 1 °С [4].



Рис. 2. Рекомендации по отбору привойного материала

Для того, чтобы правильно, качественно и своевременно подготовить черенок для посадки, необходимо соблюдать поэтапно каждый шаг. Рекомендации по отбору и заготовке черенков представлены на рис. 2.

Все этапы подготовки привоя взаимосвязаны и оказывают решающие влияния на выращивание привойного материала с высокими качественными показателями. Наиболее важными показателями качества привоя являются: выбор подвоя, посадка и уход.

Список литературы

1. Интернет-ресурс. Доступ свободный:
http://vinograd.info/info/vinogradarstvo/razmnozhenie-vinograda-i-vyraschivanie-posadochnogo-materiala_3.html. Дата обращения 11.02.2015
2. Бондорина, И.А. Диагностика совместимости компонентов прививки/ Электронный научный журнал КубГАУ, №71(07), 2011г. – С. 1-13. Доступ свободный:<http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/20.pdf>. (Дата обращения 18.02.2015).
3. Интернет-ресурс. Доступ свободный:
http://sadmordovii.ucoz.ru/zimnjaja_privivka.pdf. (Дата обращения 21.01.2015 г.).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Савдур С.Н.

ассистент кафедры экономико-математического моделирования
Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, канд. техн. наук,
Россия, г. Казань

Рассматривается технологический модуль очистки нефтесодержащих стоков. Показана целесообразность использования математического аппарата теории сетей Петри при моделировании и проектировании данного технологического модуля. Построена модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе разработан программный комплекс системы управления очистки углеводородсодержащих стоков.

Ключевые слова: сеть Петри, очистка нефтесодержащих сточных вод.

Непрерывный рост нефтедобычи и потребление нефтепродуктов влечет значительное увеличение объемов нефтесодержащих сточных вод (НСВ), эффективная очистка которых является необходимым условием сохранения окружающей среды. Современные очистные сооружения крупных нефтехимических предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут рассматриваться как сложные кибернетические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [2, с. 252].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установки очистки сточных вод нефтехимического производства, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке. Технологическая схема установки очистки нефтесодержащих сточных вод представлена на рисунке [3, с. 382].

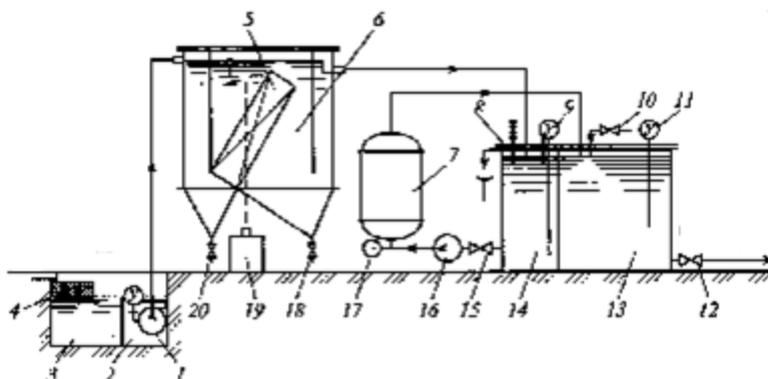


Рис. 1. Технологическая схема установки для очистки нефтесодержащих сточных вод

На рисунке 1 изображены: 1 – насос подачи сточной воды; 2 – промежуточный сборник (секция для сбора грязной воды); 3 – песколовка (секция приямка для осаждения песка); 4 – ловушка грубых механических включе-

ний; 5 – тонкослойный блок; 6 – отстойник; 7 – фильтр с зернистой (угольной) загрузкой; 8 – дозатор; 9, 11 – электронное реле уровня; 10 – клапан подпитки водопроводной воды; 12 – патрубок подачи очищенной воды; 13 – секция бака для сбора очищенной воды; 14 – секция бака промежуточная; 15 – кран; 16 – насос фильтра; 17 – манометр; 18, 20 – патрубки для слива осадка; 19 – сборник нефтепродуктов.

Технологический процесс очистки сточных вод в установке рационально может быть описан модифицированными сетями Петри. Для описания системы нами предлагается использование N-схем, опирающихся на математический аппарат сетей Петри, одним из достоинств которого является возможность представления сетевой модели как в аналитической форме, с возможностью автоматизации процесса анализа, так и в графической форме с обеспечением наглядности разрабатываемой модели.

При анализе технологических схем следует учитывать основное ограничение формализма N-схем, которое состоит в том, что они не учитывают временные характеристики моделируемых систем, так как время срабатывания перехода считается равным нулю. Учитывая эти условия, нами предложены модифицированные сети Петри (МСП).

Модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) анализ функционирования аппаратов системы в условиях нештатных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) анализа технологических схем дискретно – непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом очистки НСВ разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы очистки НСВ разработана в виде МСП, реализация которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1, с. 231]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс очистки НСВ. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки.

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля очистки НСВ, имитирующей функционирование очистки в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом очистки НСВ. Существенной особенностью разработанного программного комплекса системы управления технологическим процессом является его способность адаптироваться к технологическому модулю очистки НСВ любой мощности, как для установки в рамках отдельной бензоколонки (танкера), так и системы водоочистки крупных производств нефтехимии [4, с. 67].

Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему очистки НСВ и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития внештатных ситуации

Выводы

1. Предложено использовать модификацию сетей Петри, ориентированную на моделирование и анализ дискретно-непрерывных систем, путем включения приоритетных переходов, времени задержки меток в позициях и переходах.

2. Построена математическая модель функционирования системы очистки нефтесодержащих сточных вод, реализованная в виде модифицированной сети Петри, позволяющая исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом.

3. Разработан программный комплекс системы очистки сточных вод, позволяющий анализировать состояния системы очистки в целом и прогнозировать развитие внештатных ситуаций.

Список литературы

1. Азимов Ю.И. Технологический модуль очистки нефтесодержащих сточных вод / Ю.И. Азимов, С. Н. Савдур // Известия КазГАСУ. – 2009. – № 2 (12). – С. 227 – 232.

2. Кафаров В.В. Гибкие производственные автоматизированные системы химической промышленности / В.В. Кафаров // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1987. – Т. 32, № 3. – С. 252 – 258.

3. Калытин В.Г. Промышленная экология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Г. Калытин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 382 с.

4. Морозов Н.В., Савдур С.Н. Системный подход в управляемой очистке и доочистке нефтесодержащих сточных вод с элементами математического моделирования процесса / Н.В. Морозов, С.Н. Савдур // Материалы ежегодной научно-практической конференции «Инновации РАН – 2010». – Казань, 2010. – С. 65 – 68.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕКРЕСТНЫХ НАВОДОК В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ

Сидорова А.С., Балашова Т.В.

бакалавры по направлению прикладная информатика,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой перекрестных наводок канала структурированной кабельной сети (СКС) категории 6. Получены экспериментальные зависимости перекрестных наводок на ближнем и дальнем конце структурированного кабельного канала категории 6.

Ключевые слова: структурированная кабельная сеть, тестирование, кабель категории 6.

В настоящее время все более широкое распространение в различных информационных системах находит технология Gigabit Ethernet (GigE) [1–3]. Она прочно заняла свое место при использовании передачи данных во время испытаний ракетно-космической техники [14, 15], систем ближней радиолокации [5, 8, 9, 13], различных систем передачи информации [4, 6, 7, 10].

В отличие от технологий Ethernet (10BaseT), TokenRing и FastEthernet (100BaseT) [11, 12], в структурированной кабельной системе (СКС) с GigE используются четыре пары кабеля, причем все они задействуются одновременно [13, 16]. Для нормальной работы СКС необходимо оценить перекрестные наводки двунаправленной приемо-передачи (NEXT) от частоты, причем как на ближнем, так и на дальнем конце линии [1, 2].

Тестированию подвергался кабельный канал категории 6 длиной 75 метров, что составляет 75% от максимально допустимой длины. Структурная схема тестируемого канала состояла из основного блока (находящегося в начале тестируемой линии), коммутационной панели, самого кабельного канала, кабельной розетки и вспомогательного блока, находящегося в конце линии.

Зависимости перекрестных наводок двунаправленной приемо-передачи (NEXT) от частоты представлены на рис. 1.

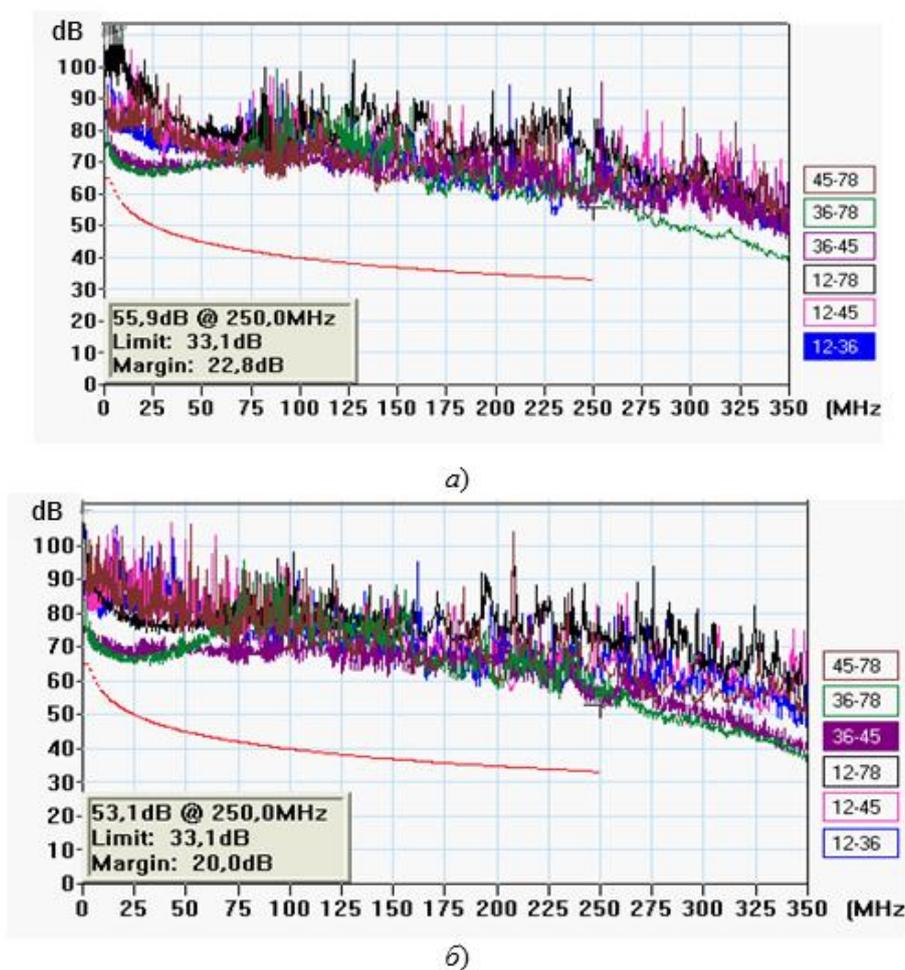


Рис. 1. Перекрестные наводки (двунаправленной приемо-передачи) NEXT на конце тестируемого канала: *a* – ближнем; *б* – дальнем

Перекрестные наводки (двунаправленной приемо-передачи) NEXT измерялись по шесть комбинаций перекрестных наводок в диапазоне частот 350 МГц. Заметим, что предел измерений категории 6/класса E – 250 МГц.

Уровень межпарных наводок тестируемого канала на частотах до 200 МГц не превышал (- 60 дБ), что обеспечивало резерв не менее 25 дБ.

В табл. 1 приведены значения межпарных наводок на ближнем (MAIN – OCH) и дальнем (SR – ВСП) концах тестируемого канала, минимальные значения резерва параметров (Worst Case Margin) для комбинации худших пар, худшие абсолютные значения (Worst Case Value), указан резерв.

Заметим, что абсолютное значение NEXT равно сумме предела (Limit), определенного стандартом, и результата измерений резерва.

Таблица 1

Перекрестные наводки NEXT

PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36–78	36–78	12–36	36–45
NEXT, дБ	11,3	11,1	19,5	20,0
Frequency, МГц	10,1	10,0	230,5	250,0
Limit, дБ	56,5	56,6	33,8	33,1

Результаты измерений являются наглядным опровержением ошибочной, хотя и широко распространенной интерпретации параметра NEXT как «наводок на ближнем конце кабеля». Напомним, что ближним концом считалась точка подключения основного блока, дальним – вспомогательного блока.

Результаты тестирования отношения затухания к наводкам ACR (сигнал/шум однонаправленной передачи без учета внешних помех и возвратных потерь) представлены на рис. 2 и 3. Обобщенные результаты измерений ACR представлены в табл. 2.

Таблица 2

Отношение затухания к наводкам ACR

PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36–78	36–78	12–36	36–45
ACR, дБ	8,8	8,7	32,4	33,6
Frequency, МГц	4,0	2,6	230,5	250,0
Limit, дБ	58,7	61,0	- 0,6	- 2,8

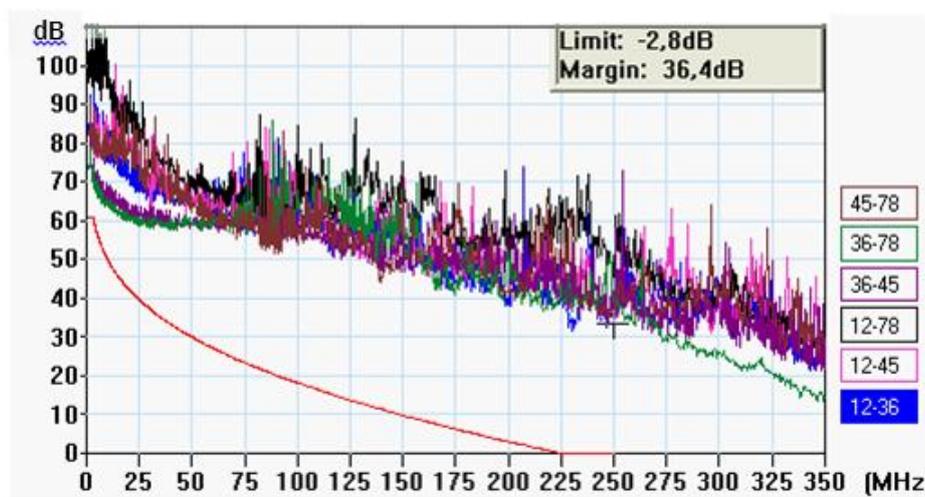


Рис. 2. Отношение затухания к наводкам ACR на ближнем конце

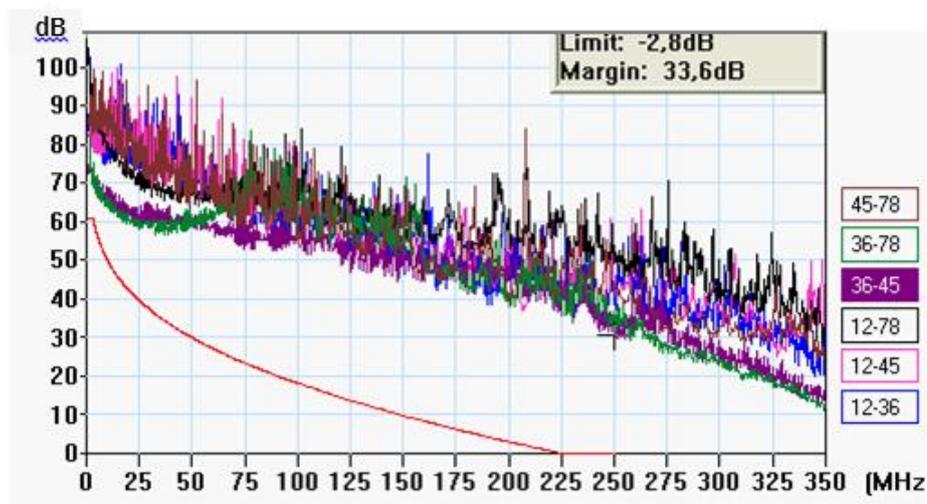


Рис. 3. Отношение затухания к наводкам АСР на дальнем конце

Данная работа выполнена в рамках НИР «Проектирование сетей» проводимой в ГБОУВПО МО «ФТА» под руководством д.т.н., профессора Артюшенко В.М и к.т.н., доцента Аббасовой Т.С.

Список литературы

1. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Электромагнитная совместимость электропроводных кабелей и коммутационного оборудования высокоскоростных структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №4. С.22 – 29.
2. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Методы инсталляции и проектирования электрических кабельных линий в 10-гигабитных системах связи // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №2. С.8 – 16.
3. Артюшенко В.М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий // Промышленный сервис. 2005. №3. С. 20 – 27.
4. Артюшенко В.М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
5. Артюшенко В.М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов / В.М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
6. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] / под. ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.
7. Артюшенко В.М., Беянина Н.В. Цифровые сети доступа технологии xDSL [Текст] – М.: Изд-во СГУ, 2010. 210 с.
8. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
9. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.

10. Артюшенко В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации // В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.

11. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Проблемы электромагнитной совместимости цифрового электротехнического оборудования на промышленных и бытовых объектах // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. 2009. №4. С.95 – 98.

12. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации жизнеобеспечения зданий // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.

13. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.

14. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т.9. №3. С. 59 – 66.

15. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Информатизация управления группировкой космических аппаратов // Прикладная информатика. 2013. №6. С.6 – 14.

16. Артюшенко В.М., Маленкин А.В. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электротехнического оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.

БЛОК АРИФМЕТИКО-ЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕЛЕНИЯ БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ

Федюнин Р.Н.

доцент кафедры вычислительная техника ФГБОУ ВПО Пензенский
государственный университет, канд. тех. наук, доцент,
Россия, г. Пенза

Войнов А.С., Сенокосов И.В.

студенты ФГБОУ ВПО Пензенский государственный университет,
Россия, г. Пенза

В статье представлен способ реализации функционального блока деления специализированного АЛУ. Необходимость в проектировании данного вида блоков возникает в результате того, что диапазон чисел, который используется в реальных задачах, порой доходит до нескольких сот и даже тысяч десятичных цифр. Такой диапазон чисел не соответствует базовым типам данных современных архитектур АЛУ. Число, которое состоит из несколько сот (и даже тысяч) десятичных знаков, нельзя записать как единый объект ни в одно базовое устройство АЛУ. Поэтому представление таких чисел в АЛУ и операции над ними приходится реализовывать самостоятельно в виде специализированных вычислительных устройств.

Ключевые слова: функциональный блок, АЛУ, деление, большие числа, специализированное устройство, нестандартные вычислительные блоки.

Для иллюстрации рассматриваемого способа реализации функционального блока деления, в качестве примера, возьмем схему RISC – ядра, разрабатываемого для эксплуатации в виде аппаратно-программных модулей вычислительного устройства (рис. 1) [1]. Каждый модуль RISC – ядра (рис. 1), в том числе и модуль арифметического логического устройства (АЛУ) [2] в свою очередь содержит блоки, выполняющие базовые операции, которые далее именуется функциональными [3], [4] (рис. 2). Предложенный вариант вычислительного устройства реализован на базе ПЛИС, что позволяет быстро и дешево ввести разработанное устройство в эксплуатацию.

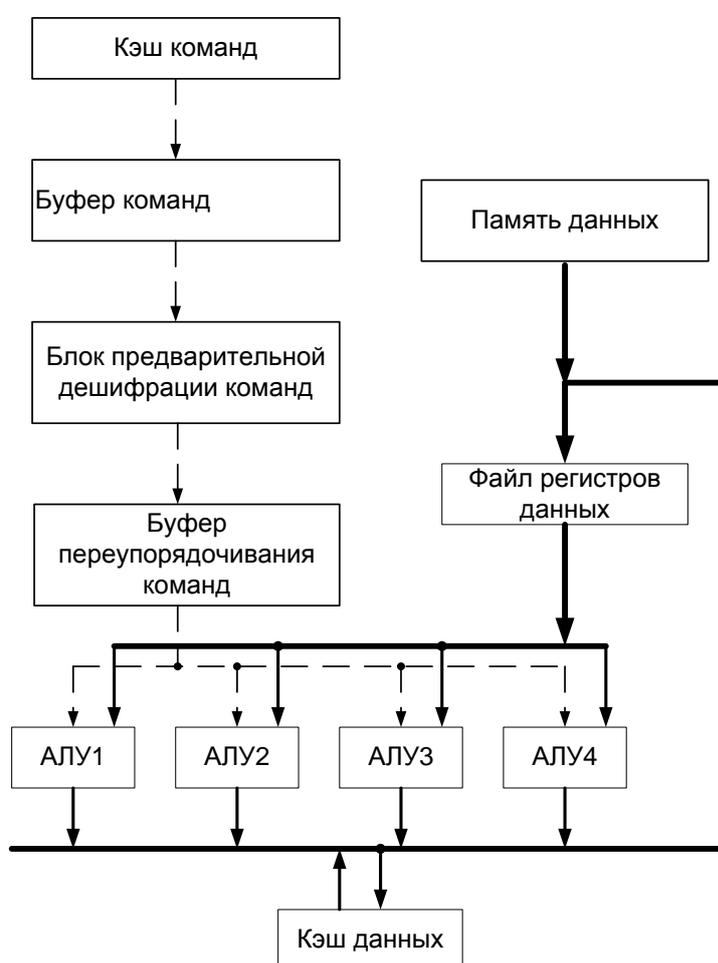


Рис. 1. Обобщенная структура операционной части RISC – ядра

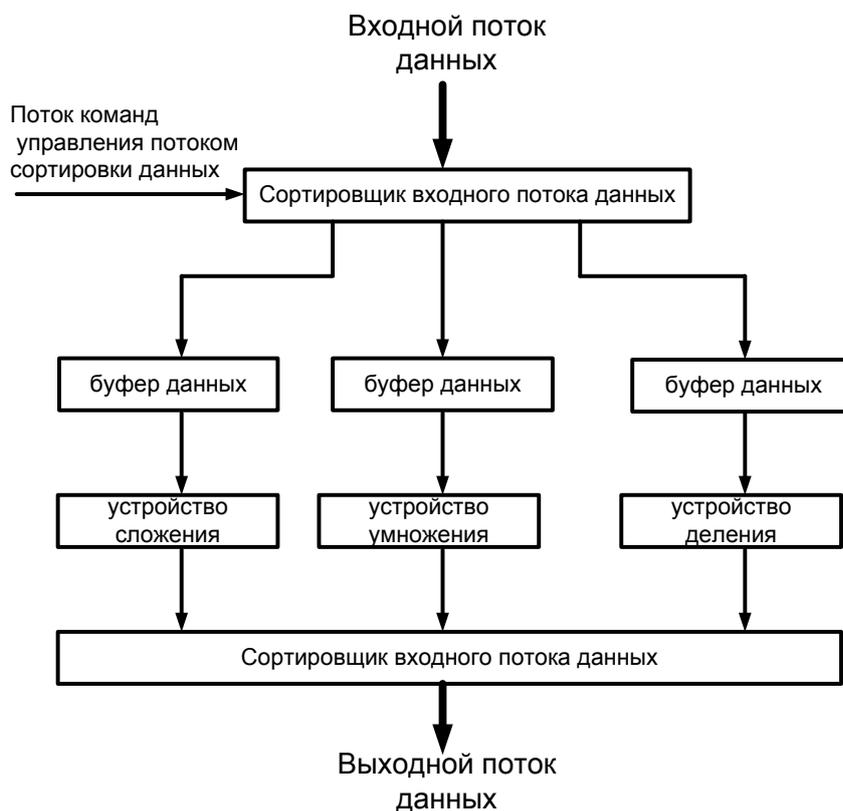


Рис. 2. Вариант реализации АЛУ RISC ядра

Функциональный блок деления больших чисел (устройство деления – рис. 2) выполнен на основе алгоритма Basecase DivRem [3]. Данный алгоритм поддерживает работу с числами в диапазоне от 8 до 1024 разрядов.

На основе [3] составляется модель функционального блока деления:

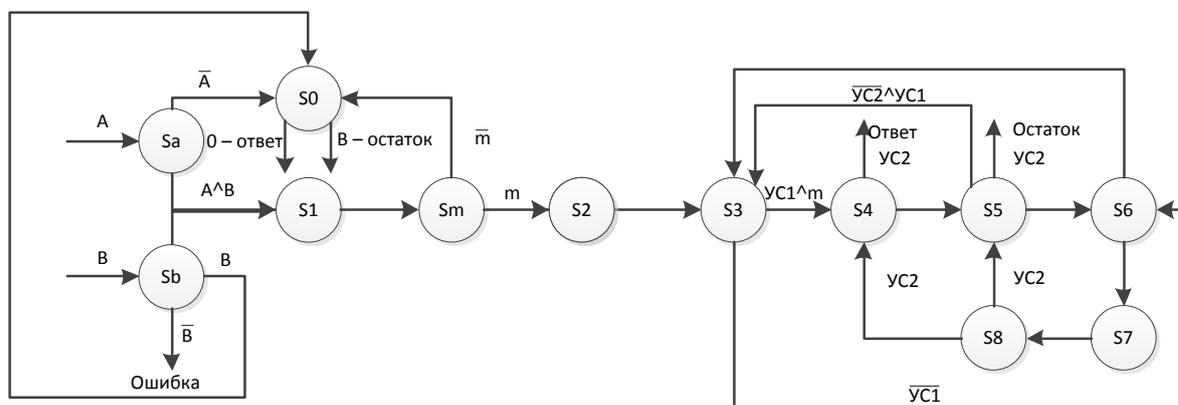


Рис. 3. Модель функционального блока деления

Данная модель имеет следующие состояния:

- S_a – Событие проверки делимого на равенство нулю.
- S_b – Событие проверки делителя на равенство нулю.
- S_0 – Событие, когда ответ равен нулю.
- S_1 – Событие вычисления числа m .
- S_m – Событие проверки корректности числа m .
- S_2 – Событие уравнивания количества разрядов чисел.

- S_3 – Событие сравнения A и B.
- S_4 – Событие, обеспечивающее формирование ответа и вывод его на шину.
- S_5 – Событие производящее вычитание, либо вывод остатка.
- S_6 – Событие, в котором происходит сдвигание делителя.
- S_7 – Событие инкрементации m.
- S_8 – Событие, в котором происходит сравнение m с нулем.

и реализует следующую систему логических функций:

$$S_1(t + 1) = S_a A \wedge S_b B$$

$$S_m(t + 1) = S_1$$

$$S_0(t + 1) = (S_a \bar{A} \vee S_m \bar{m}) S_b B$$

$$S_2(t + 1) = S_m m$$

$$S_3(t + 1) = S_2 \vee (S_6 \wedge S_5 (\text{УС1} \wedge \overline{\text{УС2}}))$$

$$S_4(t + 1) = S_3 (\text{УС1} \wedge m) \vee S_8 \text{УС2}$$

$$S_5(t + 1) = S_4 \vee S_8 \text{УС2}$$

$$S_6(t + 1) = S_5 \vee S_3 \overline{\text{УС1}}$$

$$S_7(t + 1) = S_6$$

$$S_8(t + 1) = S_7$$

на основании модели можно реализовать следующую схему функционального блока деления:

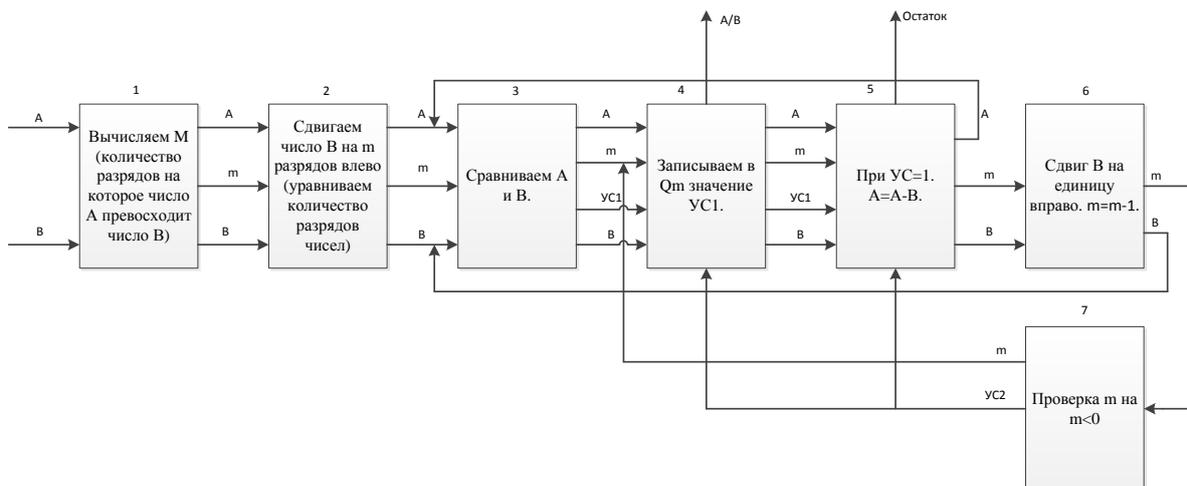


Рис. 4. Схема функционального блока деления

где блок 1 вычисляет на сколько разрядов число A (делимое) превышает число B (делитель). Если $A < B$ то ответ равен нулю и остаток равен числу A. Блок 2 Сдвигает делитель на m разрядов влево. Блок 3 сравнивает A и B. Если $A \geq B$, то передаем управляющий сигнал 1 (УС1), равный единице, иначе передает УС1=0. Блок 4 записывает в Qm значение УС1 (Q-массив битов в который записывается ответ). При УС2 выводим Q на шину A/B – результат операции. Блок 5 – при активном управляющем сигнале 1 (УС1=1) блок производит операцию $A = A - B$. При УС2 выводим число A на шину остаток. Блок 6 сдвигает делитель на один бит вправо, вычитаем из m единицу. Блок 7

проверяет m на отрицательность и если $m < 0$, то подает управляющий сигнал УС2 на блоки 4 и 5.

Ниже представлен пример пошаговой работы функционального блока деления.

Пример реализации алгоритма Basecase DivRem в функциональном блоке

A=10011100 B=100110

Шаг 1

1) A=10011100
V=100110
M=2

V=1001100
M=1
УС=0
Q1=0

2) A=10011100
V=10011000
M=2

A=100
V=1001100
M=1

3) A=10011100
V=10011000
M=2; A>V,
УС=1

V=100110
M=0
M>-1;

Шаг3

4) A=10011100
V=10011000
M=2
УС=1
Q2=1

A=100
V=100110
M=0; B>A,
УС=0
A=100

5) A=A-B
A=100
V=10011000
M=2

V=100110
M=0
УС=0
Q0=0

6) V=1001100
M=1
7) M>-1;

A=100
V=100110
M=0

Шаг2

A=100
V=1001100
M=1; B>A,
УС=0

V=10011
M=-1
M=-1;
Q2=1
Q1=0

A=100

Q0=0

Ответ: A/V=100, Остаток = A = 100

В результате реализация выше описанного функционального блока и временные диаграммы его работы показаны на рисунках 5 и 6.

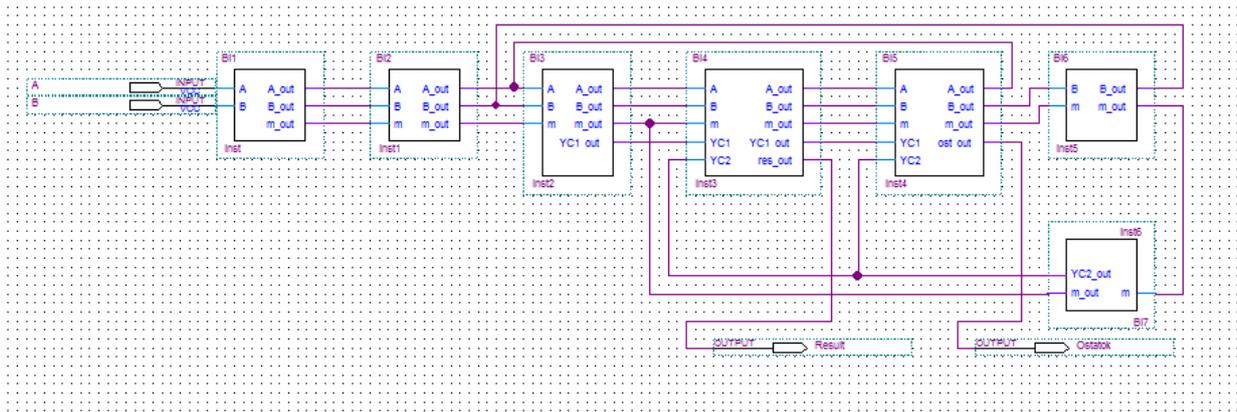


Рис. 5. Схема функционального блока деления (реализация Altera Quartus)

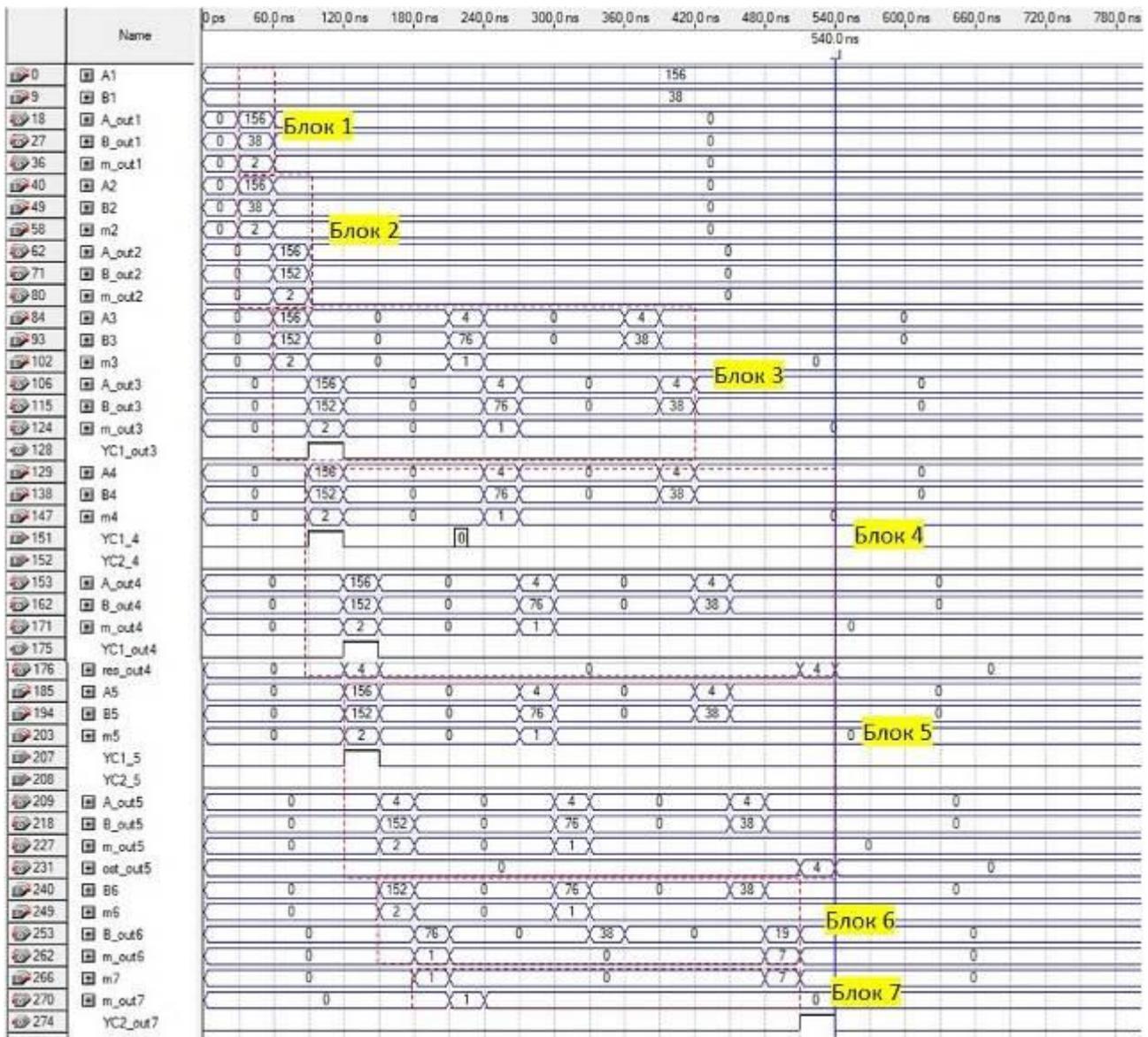


Рис. 6. Временные диаграммы работы функционального блока деления

В заключении требуется отметить, что данный вид устройств является специфическим и не получил широкого распространения, т.к. под каждую конкретную задачу составляется свое RISC ядро. Вместе с тем, в мире вычислительной техники всегда найдутся задачи, для которых потребуется реализация нетривиальных и в чем то уникальных вычислительных систем.

Список литературы

1. Федюнин Р.Н. Способ реализации аппаратного слоя VLIW архитектуры на базе систолических структур. Известия Высших Учебных Заведений Поволжский Регион (Технические Науки), -Пенза, 2013. – № 2. – с. 15–22.
2. Федюнин Р. Н. Ячейка однородной вычислительной среды / Р. Н. Федюнин, В. С. Князьков // Патент РФ 2284568. – Оpubл. 27.09.2006. – Бюл. № 27.
3. Maltsev A., Pestretsov, V.; Maslennikov R.; Khoryaev A. Triangular systolic array with reduced latency for QR-decomposition of complex matrices, Circuits and Systems, 2006. ISCAS 2006. Proceedings. 2006 IEEE International Symposium, 2006, pages 602-608.
4. Ganapathi Hegde, Cyril Prasanna Raj P and P.R.Vaya, Implementation of Systolic Array Architecture for Full Search Block Matching Algorithm on FPGA, European Journal of Scientific Research, Vol.33 No.4 (2009), pp.606-616..
5. Федюнин Р.Н., Князьков В.С. Конвейерно-модульные умножители в системе остаточных классов. Вопросы радиоэлектроники, – Москва, 2007, Т. 1, -№ 1. – с. 1-14.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В РАМКАХ МЕТОДОЛОГИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА НА ЭТАПЕ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ

Феофанов А.Н.

профессор кафедры инженерной графики ГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»,
д-р техн. наук, профессор,
Россия, г. Москва

Шохрина Н.В.

аспирант кафедры автоматизированных систем обработки информации
и управления ГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»,
Россия, г. Москва

В настоящей статье проанализирована актуальность применения метода анализа иерархий в рамках методологии развертывания функции качества на этапе составления технического задания при проектировании изделий. Пошагово рассмотрен процесс принятия решений с помощью метода анализа иерархий в рамках методологии развертывания функции качества на этапе составления технического задания при проектировании изделий.

Ключевые слова: методология развертывания функции качества, фигурная матрица «Дом качества», метод анализа иерархий, автоматизация процесса принятия решений, локальный приоритет, обобщенный приоритет, альтернатива.

Задача планирования качества продукции и услуг на начальных этапах их проектирования является первостепенной для повышения эффективности функционирования предприятия в целом [1, 8].

Одной из методологий, позволяющих изначально «заложить» качество продукции, является методология развертывания функций качества (РФК).

РФК позволяет проанализировать и оценить причинно-следственную связь между потребностями потребителей и техническими характеристиками разрабатываемой продукции или услуги [2].

Данная методология является методом принятия решений на этапе формирования технического задания для проектирования изделий с помощью экспертных оценок [3, 4, 7].

Инструментом, позволяющим применить РФК, является фигурная матрица «Дом качества», представленная на рисунке 1.

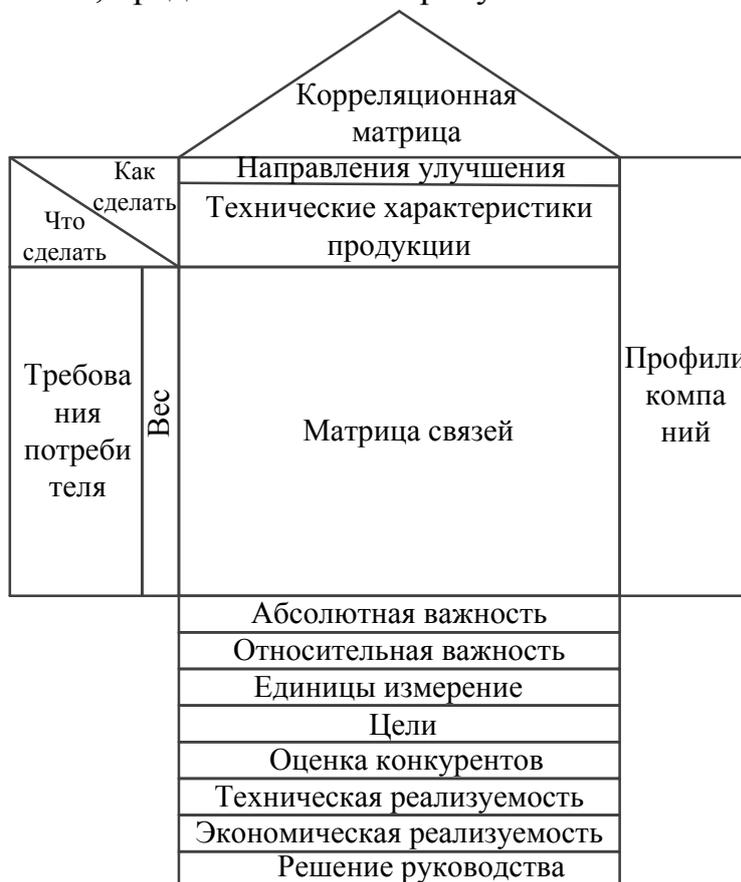


Рис. 1. Фигурная матрица «Дом качества»

В результате построенного «Дома качества» эксперты могут предоставить высшему руководству несколько альтернативных моделей проектируемого изделия, определяющие общие характеристики продукта, возможности производителя на конкурентном рынке и цели производителя. Представитель высшего руководства самостоятельно принимает решение о выборе наилучшей модели проектируемого изделия.

Так же для определения взаимосвязей между требованиями потребителя и инженерными характеристиками изделий можно применить метод анализа иерархий (МАИ).

МАИ – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. Данный метод позволяет в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с требованиями к ее решению [6]. Метод был разработан американским математиком Томасом Саати.

Целью метода анализа иерархий является обоснование выбора наилучшей из предлагаемых альтернатив, характеристики которых являются векторами с разнородными, в том числе и с нечетко определенными, отдельными компонентами.

Для применения МАИ необходимо представить «Дом качества» в виде иерархии (рисунок 2).

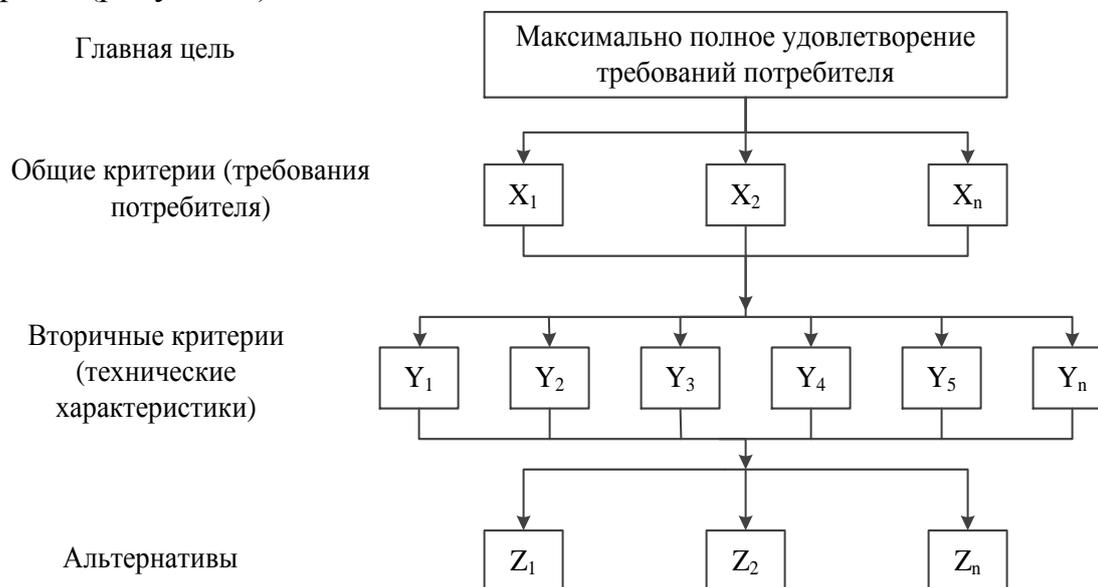


Рис. 2. Иерархическая интерпретация «Дома качества»

На первом уровне системы расположена основная цель при выборе модели проектируемого изделия. На втором уровне иерархической интерпретации представлены общие характеристики – требования потребителя, на третьем – вторичные критерии – технические характеристики проектируемого изделия. На четвертом уровне системы расположены альтернативы (модели проектируемого изделия в рамках его общих характеристик), которые предоставляют эксперты в результате первоначальной оценки дома качества.

После формирования иерархической интерпретации «Дома качества», эксперты осуществляют процесс парного сравнения требований потребителей.

Для проведения субъективных парных сравнений в методе анализа иерархий может быть разработана шкала относительной важности, представленная в таблице 1, позволяющая отобразить множество качественных результатов сравнений на количественные показатели.

Элементы второго уровня иерархии записываются в матрицы, которые заполняются экспертами относительно главной цели для каждого требования потребителя (таблица 2).

Из групп матриц парных сравнений формируется набор локальных приоритетов для требований потребителя согласно формулам расчета, представленным в МАИ.

Затем эксперты назначают локальный приоритет инженерным характеристикам изделия относительно требований потребителя, как представлено в таблице 3.

Таблица 1

Шкала относительной важности

Степень предпочтения	Определение	Комментарии
1	Равная важность	Равный вклад двух видов деятельности в цель
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному виду деятельности над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному виду деятельности над другим
7	Значительное превосходство	Одному виду деятельности дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссном случае

Таблица 2

Матрица приоритета требований потребителя

Требования потребителей	X_1	X_2	X_n	Приоритет
X_1	A_{11}	A_{12}	A_{1n}	
X_2	A_{21}	A_{22}	A_{2n}	
X_n	A_{n1}	A_{n2}	A_{nn}	

Таблица 3

Матрица локального приоритета инженерных характеристик

Требование потребителя X_n	Y_1	Y_2	Y_n	Приоритет
Y_1	A_{11}	A_{12}	A_{1n}	
Y_2	A_{21}	A_{22}	A_{2n}	
Y_n	A_{n1}	A_{n2}	A_{nn}	

На четвертом этапе оценивается приоритет каждой модели проектируемого изделия. Инженерные характеристики будут являться вторичными критериями, а рассматриваемые модели проектируемых изделий – альтернативами.

Для этого формируются квадратные матрицы (таблица 4), состоящие из альтернатив. Так же на данном этапе эксперты могут оценить модели изделий, подобные проектируемому и производимые компаниями-конкурентами.

Таблица 4

Матрица приоритета альтернатив

Инженерные характеристики Y_n	Z_1	Z_2	Z_n	Приоритет
Z_1	A_{11}	A_{12}	A_{1n}	
Z_2	A_{21}	A_{22}	A_{2n}	
Z_n	A_{n1}	A_{n2}	A_{nn}	

Следующим шагом процесса принятия решений является синтез обобщенных приоритетов.

Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета.

В результате применения метода Саати поэтапно решаются следующие задачи:

- представление «Дома качества» на первых этапах проектирования изделий и услуг в виде иерархии;
- оценка значимости элементов «Дома качества» для каждого уровня иерархии;
- сравнение имеющихся альтернативных решений и выбор наилучшего из них.

По результатам расчетов представитель высшего руководства делает выводы о взаимосвязи требований потребителей, инженерных характеристик и рассматриваемых альтернатив, получая наглядную картину значимости элементов «Домов качества» и их влияния друг на друга, что позволяет детально проработать задачу выбора модели проектируемого изделия по принципу декомпозиции.

Альтернативы с наибольшим весовым коэффициентом рекомендуются в качестве решения управленческой задачи выбора модели проектируемого изделия.

Применение метода анализа иерархий в рамках методологии развертывания функции качества позволяет не только в достаточной степени формализовать, но и автоматизировать процесс принятия решения на начальных этапах проектирования изделий. Таким образом, может быть достигнуто значительное повышение эффективности процесса планирования производства и, как следствие, сокращение времени на данный процесс и сокращение затрат на создание единицы продукции [5].

Список литературы

1. Адлер Ю.П. Качество и рынок: или как организация настраивается на обеспечение требований потребителей. – М.: РИА "Стандарты и качество". – 2000. – 128 с.
2. Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров А.И., Зорин Ю.В. Всеобщее управление качеством: Учебник для Вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.
3. Гришина Т.Г. Вероятностное обоснование и принятие решений при управлении автоматизированным производством // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. №1. С. 48-52.
4. Корнеева В. М., Негримовская Н. П., Феофанов А. Н. Расчет оптимального числа экспертов и объема выявляемых данных по результатам предварительного опроса // Технология машиностроения. 2012. № 12. С. 35-39.
5. Митрофанов В.Г. Интегрированные производственные системы // Вестник МГТУ «Станкин». 2008, № 1. С. 65–67.
6. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Пер. с англ./ Науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 360 с.
7. Феофанов А.Н., Хвастунов Р.М., Негримовская Н.П. Способы отбора специалистов в состав экспертных групп // Технология машиностроения. 2008. №10. С. 58-67.
8. Хвастунов Р. М., Феофанов А. Н., Корнеева В. М., Нахапетян Е. Г. / Квалиметрия в машиностроении: учебник // Москва: Экзамен, 2009, – 285 с.

МЕТОД КРУГОВОГО АНКЕТИРОВАНИЯ ЭКСПЕРТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕЧНЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПОСТАВЩИКОВ СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОЦЕССА РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Феофанов А.Н.

профессор кафедры ИГ МГТУ «СТАНКИН», д-р техн. наук, профессор,
Россия, г. Москва

Турапин М.В.

аспирант кафедры АСОиИУ МГТУ «СТАНКИН»,
Россия, г. Москва

В настоящей статье приведен обзор особенностей функционирования экспертной группы при определении критериев оценки поставщиков сырья и материалов при осуществлении процесса риск-менеджмента. Пошагово рассмотрен процесс независимого кругового анкетирования экспертов и составления перечня критериев оценки поставщика сырья и материалов.

Ключевые слова: анализ риска, поставщик, ведущий эксперт, экспертная оценка, многокритериальная оценка, перечень критериев.

Вопрос о выборе экспертов – это один из первых вопросов, который следует решать при осуществлении процесса риск-менеджмента. Именно от решения данного вопроса зависит эффективность дальнейшей работы группы риск-менеджмента на предприятии.

Существует ряд способов формирования экспертных групп, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Однако на практике выбор способа ограничен возможностями работы Организатора в реальной ситуации. В настоящей статье рассмотрен способ «взаимных рекомендаций», состоящий в следующем:

Риск-менеджер указывает одного-двух специалистов, которые, по его суждению, должны войти в состав экспертной группы. Эти специалисты, в свою очередь, должны назвать других возможных экспертов, включая, может быть, и первого, рекомендовавшего их (при этом способе обычно соблюдают анонимность рекомендаций). Постепенно круг взаимных рекомендаций замыкается, – все возможные эксперты названы.

Применение данного способа формирования приводит к созданию экспертной группы, способной выполнить глубокий анализ проблемы [1]. Однако этот способ также связан с односторонностью подхода, т.к. в экспертную группу попадают только лица, придерживающиеся одинакового подхода к проблеме экспертизы [1]. Однако этот способ приводит иногда к слишком большому численному составу экспертной группы – 200 человек и более [6]. Приходится отбирать тех экспертов, которые рекомендованы большинством, или же применять другие ограничивающие меры [6].

Следующим этапом работ является ориентировка, состоящая в снабжении экспертов информацией по анализируемой проблеме, полученной из внешнего источника, например информации, полученной при посещении различных поставщиков и ведении переговоров. Как правило, ориентировку проводят один раз, в начале экспертизы. Назначением ориентировки является создание у экспертов определенной ориентации в отношении проблемы и принципов подхода к ее решению, которые должны быть основополагающими в дальнейшей работе экспертной группы.

В случае, когда в связи с условиями работы невозможно собрать экспертов для обсуждения, невозможно проведение с каждым из них разъяснительной работы и т.п., ориентировка выполняется пошагово, от эксперта к эксперту. То есть, первому эксперту организатор смог объяснить смысл задачи и способ ее решения. Но далее уже первый эксперт составлял рекомендации следующему специалисту о том, что от него требуется и как это выполнить.

Генерация предназначена для получения от экспертов возможно большего числа предложений, подходов, идей и других сведений, относящихся к предмету анализа.

В результате генерации должен быть получен набор данных, составляющих Основной Информационный Массив (ОИМ). Данные, полученные в результате генерации, сохраняют до конца экспертизы для того, чтобы их можно было использовать в дальнейшем.

Генерация может быть осуществлена несколькими различными методами: мозговой атакой, интервью, морфологическим анализом и другими. В условиях, когда специалистов невозможно было собрать вместе, была выбрана методика генерации, так называемая «смешанное анкетирование», при этом эксперту вначале разъясняли цель работы и способ простановки оценок, а затем составляли карту опроса, в которой эксперту были предложены критерии для оценки и количественные интервалы количественных значений, соответствующие качественным оценкам показателей. По результатам анкетирования Риск-менеджер получает набор анкет для анализа.

Методы организации обмена информацией между экспертами предназначены для того, чтобы дать возможность каждому эксперту всесторонне обдумать полученную от других экспертов информацию, учесть их аргументы и предложить обоснованные оценки, или, без ущерба для самолюбия изменить ранее предложенные оценки.

Достижение максимальной сходимости оценок иногда рассматривают как основную цель обмена информацией между экспертами. Многочисленные опыты показали, однако [2, 7], что добиться полной сходимости оценок почти невозможно. Но даже если это происходит, то полученные согласованные оценки ничуть не более близки к истине, чем усредненные по индивидуальным, имеющим значительное рассогласование, т.к. неясно, насколько

сходимость оценок при обмене информацией обусловлена качеством аргументов и насколько – эффектом конформизма.

В нашем случае выбранным видом экспертных оценок являлись «Независимое анкетирование», требующие последовательного анкетирования каждого эксперта по отдельности. Кроме того, эксперты работали в разных организациях и их невозможно было собрать для работы в одном месте. Это однозначно определяло и способ обмена информацией, – так наз. «мобильное анкетирование», сущность которого состоит в следующем. Риск-менеджер, – «ведущий», – подготавливает предварительную перечень критериев поставщика сырья и материалов, т.е. указывает, какие характеристики, показатели, он считает целесообразными использовать для оценки поставщика. Затем подготовленный вариант оценки передают другому эксперту, который дополняет и уточняет его и т.д. Отработанный всеми экспертами вариант вновь получает ведущий риск-менеджер, после чего, цикл может быть повторен.

Рассмотрим данный процесс анкетирования, проводимый для определения критериев оценки поставщика, пошагово. Всего в анкетировании принимает участие 7 экспертов, не считая ведущего эксперта. Обмен анкетами осуществляется по электронной почте. Эксперты на стадии определения критериев оценки не имеют возможности общения между собой, имеется связь только с ведущим экспертом. Ведущим экспертом был предложен перечень критериев оценки поставщика. В этот перечень вошли следующие критерии:

- Цена;
- Условия платежа;
- Качество продукции;
- Уровень надежности;
- Территориальное расположение;
- Рекламационная активность;
- Скорость поставки.

Этот перечень был включен в опросный лист (рисунок 1) и разослан экспертам для анкетирования. Данная процедура является первым кругом анкетирования экспертов.

Пример опросного листа первого круга анкетирования приведен на рисунке 1.

Опросный лист №1-1 для определения критериев оценки поставщика

Критерии оценки

Критерий	Оценка необходимости
Цена	
Условия платежа	
Качество продукции	
Уровень надежности	
Территориальное расположение	
Рекламационная активность	
Скорость поставки	

Правила заполнения анкеты:

- Вам необходимо проставить оценку необходимости применения приведенных в таблице критериев оценки поставщика сырья и материалов;
- Оценка может быть либо равна 1, либо 0. 1 соответствует Вашему мнению о необходимости учета этого критерия, 0 об отсутствии необходимости;
- Вы должны дать оценку каждому критерию;
- Вы можете предложить свои критерии для оценки и вписать их в таблицу, но не более семи;
- После проставления оценок направьте опросный лист ведущему эксперту.

Ведущий эксперт _____ /ФИО/

Контактные данные ведущего эксперта.

Рис. 1. Пример опросного листа первого круга анкетирования

В первом кругу анкетирования определяются:

- Критерии из перечня, предложенного ведущим экспертом, при получении более 70% процентов голосов экспертов из группы (в нашем случае 5 из 7 экспертов);
- Перечень критериев, предложенных экспертами из группы.

Полный перечень критериев для второго круга анкетирования экспертов складывается из оставшихся после первого круга анкетирования критериев, предложенных экспертом, и перечня критериев, предложенных группой экспертов.

Предположим, что по результатам первого круга анкетирования не один из предложенных ведущим экспертом критериев не был отброшен, но были добавлены к перечню пять новых критериев (гибкость ценовой полити-

ки, наличие свободных производственных мощностей, положение поставщика на рынке, деловая активность предприятия, количество внешних связей).

Пример опросного листа второго круга анкетирования приведен на рисунке 2.

Опросный лист № 2-1 для определения критериев оценки поставщика

Критерии оценки

Критерий	Оценка необходимости
Цена	
Условия платежа	
Качество продукции	
Уровень надежности	
Территориальное расположение	
Рекламационная активность	
Скорость поставки	
Гибкость ценовой политики	
Наличие свободных производственных мощностей	
Положение поставщика на рынке	
Деловая активность предприятия	
Количество внешних связей	

Правила заполнения анкеты:

- Вам необходимо проставить оценку необходимости применения приведенных в таблице критериев оценки поставщика сырья и материалов;
- Оценка может быть либо равна 1, либо 0. 1 соответствует Вашему мнению о необходимости учета этого критерия, 0 об отсутствии необходимости;
- Вы должны дать оценку каждому критерию;
- Вы можете предложить свои критерии для оценки и вписать их в таблицу, но не более семи;
- После проставления оценок направьте опросный лист ведущему эксперту.

Ведущий эксперт _____ /ФИО/

Контактные данные ведущего эксперта.

Рис. 2. Пример опросного листа второго круга анкетирования

После оценки результатов второго круга анкетирования определилось:

- Экспертами не было предложено новых критериев оценки поставщика;
- Три критерия получили менее пяти голосов (менее 70%) и были отсеяны (территориальное расположение, рекламационная активность, количество внешних связей).

Оставшиеся критерии были внесены в опросный лист третьего круга анкетирования и разосланы экспертам. Дальше анкетирование продолжается до тех пор, пока все предложенные критерии не будут набирать более 70% процентов голосов экспертов. Добавление новых критериев не предлагается

экспертам, так-как на втором круге не было добавлено ни одного критерия. Пример опросного листа третьего круга анкетирования приведен на рисунке 3.

Опросный лист № 3-1 для определения критериев оценки поставщика

Критерии оценки

Критерий	Оценка необходимости
Цена	
Условия платежа	
Качество продукции	
Уровень надежности	
Скорость поставки	
Гибкость ценовой политики	
Наличие свободных производственных мощностей	
Положение поставщика на рынке	
Деловая активность предприятия	

Правила заполнения анкеты:

- Вам необходимо проставить оценку необходимости применения приведенных в таблице критериев оценки поставщика сырья и материалов;
- Оценка может быть либо равна 1, либо 0. 1 соответствует Вашему мнению о необходимости учета этого критерия, 0 об отсутствии необходимости;
- Вы должны дать оценку каждому критерию;
- После проставления оценок направьте опросный лист ведущему эксперту.

Ведущий эксперт _____ /ФИО/

Контактные данные ведущего эксперта.

Рис. 3. Пример опросного листа третьего круга анкетирования

После оценки результатов третьего круга анкетирования определилось:
- Один критерий получил менее пяти голосов (менее 70%) и были отсе-
ян (Положение поставщика на рынке).

Перечень критериев оценки поставщика принял следующий вид:

- Цена;
- Гибкость ценовой политики;
- Условия платежа;
- Качество продукции;
- Наличие свободных производственных мощностей;
- Уровень надежности;
- Деловая активность предприятия;
- Скорость поставки.

Данные критерии были внесены в опросный лист четвертого круга анкетирования и разосланы экспертам. Пример опросного листа четвертого круга анкетирования приведен на рисунке 4.

Опросный лист № 4-1 для определения критериев оценки поставщика

Критерии оценки

Критерий	Оценка необходимости
Цена	
Условия платежа	
Качество продукции	
Уровень надежности	
Скорость поставки	
Гибкость ценовой политики	
Наличие свободных производственных мощностей	
Деловая активность предприятия	

Правила заполнения анкеты:

- Вам необходимо проставить оценку необходимости применения приведенных в таблице критериев оценки поставщика сырья и материалов;
- Оценка может быть либо равна 1, либо 0. 1 соответствует Вашему мнению о необходимости учета этого критерия, 0 об отсутствии необходимости;
- Вы должны дать оценку каждому критерию;
- После проставления оценок направьте опросный лист ведущему эксперту.

Ведущий эксперт _____ /ФИО/

Контактные данные ведущего эксперта.

Рис. 4. Пример опросного листа четвертого круга анкетирования

Убедившись, что новые показатели, существенные для принятия решения, не возникают, а каждый из предлагаемых получает не менее 70 % голосов экспертов, Риск-менеджер – оформляет окончательный вариант анкеты для оценки показателей поставщика и приступает к выработке балльных оценок значимости различных показателей.

Полученный перечень критериев в дальнейшем определяет полноту и релевантность оценок поставщика, на основе которых может проводиться процесс смены поставщика с осуществлением последующего риск-анализа. Перечень критериев может выступать в качестве основы для построения человеко-машинной автоматизированной системы оценки поставщика (АСОП). Основной задачей АСОП является сбор и анализ экспертных оценок критериев поставщика, выявление тенденций и зависимостей в развитии поставщика и предоставление, при необходимости смены, перечня поставщиков, наиболее близких, по оценкам критериев, к сменяемому.

Реализация процесса смены поставщика на основе анализа экспертных оценок позволяет в дальнейшем проводить процедуры анализа рисков, применительно к процессу смены поставщика, основываясь на изменении в оценках критериев поставщика. На основании многокритериальной оценки возможно осуществлять процедуру развития поставщика, что в дальнейшем

позволяет минимизировать риск от применения сырья и материалов выбранного поставщика [5].

Список литературы

1. Григоров В. М. Эксперты в системе управления общественным производством / М.: Мысль, 1976.
2. Рыжаков В.В., Моисеев В.Б., Пятирублевый А.Г. Основы оценивания качества продукции. Учебн. пос. Машиностроительные и экономические специальности. /Пенза: Пензенский технол. инст., 2001.-275с.
3. Феофанов А.Н., Капитанов А.В., Митрофанов В.Г., Негримовская Н.П. Показатели риска и методы его оценки./ М.: Технология машиностроения №1, 2010 г. стр.60-63.
4. Феофанов А.Н., Корнеева В.М., Негримовская Н.П. Расчёт достаточного числа экспертов и общего числа выявляемых данных по результатам предварительного опроса экспертов./М.:Технология машиностроения №12, 2012 г. стр.35-39.
5. Феофанов А.Н, Турапин М.В. Применение метода анализа рисков на стадии выбора поставщика, как способ уменьшения потерь от применения некачественного сырья и материалов, Сборник трудов "Материалы VI всероссийской научно-практической конференции "Машиностроение – традиции и инновации"/ М.: МГТУ «Станкин», 2013 г. стр. 219-224.
6. Феофанов А.Н., Хвастунов Р.М., Негримовская Н.П. Способы отбора специалистов в состав экспертных групп./М.:Технология машиностроения №10, 2008. стр. 58-67.
7. Хвастунов Р.М, Ягелло О.И., Корнеева В.М., Поликарпов М.П. Методы прогнозирования в квалиметрии машиностроения. Учеб. пос. /М.: Технонефтегаз, 2004. – 186 с.

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСБОРОК С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Хади О.Ш.

ассистент Технологического Университета (Багдад),
аспирант каф. теоретической и прикладной механики
Пензенского государственного университета,
Ирак, г. Багдад

Литвинов А.Н.

профессор каф. теоретической и прикладной механики
Пензенского государственного университета, д.т.н., профессор,
Россия, г. Пенза

Артамонов Д.В.

профессор каф. автономные информационные и управляющие системы
Пензенского государственного университета, д.т.н., доцент,
Россия, г. Пенза

В статье рассматриваются микросборки замкнутого типа, имеющие прямоугольную форму и подверженные действию внешнего избыточного давления. Выполнено математическое моделирование напряженно-деформированного состояния микросборки и ее элементов с использованием метода конечных элементов с учетом того, что микросборки

представляют собой гетерогенные структуры. Даны рекомендации по оптимальному проектированию микросборок рассматриваемого типа.

Ключевые слова: микросборка, гетерогенная структура, плата, давление, моделирование, напряженно-деформированного состояния, проектирование.

Одной из важнейших задач развития научных основ конструирования и технологии изготовления изделий различного назначения является создание адекватных математических моделей, описывающих поведение и состояние конструкций и их отдельных элементов в процессе их производства, испытаний, транспортировки, хранения и эксплуатации.

Нарастающая сложность конструкций изделий различного назначения приводит к серьезным экономическим потерям в производстве и эксплуатации [1]. Анализ отказов изделий и их составных частей позволяет утверждать, что одной из основных причин снижения их надежности, полных или частичных отказов являются процессы, происходящие в соединениях разнородных материалов под действием внешних и внутренних дестабилизирующих факторов. При этом основными являются статические, динамические и тепловые воздействия, возникающие на всех стадиях жизненного цикла изделия: технологические операции в производстве, испытания, хранение, транспортировка и эксплуатация [2].

Анализ конструктивных особенностей современных изделий приборостроения и их составных частей показывает, что большинство из них представляет собой гетерогенные структуры, сочетающие в себе материалы с различными физико-механическими свойствами, обеспечивающими требуемую надежность и безопасность изделия в заданных режимах эксплуатации [3].

Для исследования процессов, происходящих в структурах этих изделий под действиям внешних факторов, необходима разработка математических моделей и комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов, позволяющих адекватно описывать процессы и напряженно – деформированное состояние (НДС) на всех этапах их жизненного цикла.

Рассмотрим это на примере микросборок прямоугольного типа, имеющих широкое практическое применение в приборостроении и изделиях радиоэлектроники. На одной или нескольких гранях внутри микросборки размещаются платы и резистивные элементы, обеспечивающие требуемые выходные параметры микросборки. Эти микросборки представляют собой многослойные гетерогенные системы, которые в процессе их изготовления и эксплуатации подвергаются тепловым и механическим воздействиям. Для проверки герметичности при изготовлении они подвергаются технологической опрессовке внешним избыточным давлением, под действием которого происходит деформация граней корпуса и плат с резистивными элементами, что вызывает изменение их выходных электропараметров. Величина этого давления устанавливается в конструкторско-технологической документации, причем очень часто без предварительного анализа НДС микросборки и её элементов. Это в ряде случаев приводит к возникновению пластических де-

формаций граней корпуса, его короблению, а также растрескиванию плат уже на стадии изготовления микросборки. Наличие пластических деформаций может приводить к отказам или нарушению работоспособности микросборок в процессе воздействия на них внешних эксплуатационных нагрузок. Моделирования НДС таких структур является достаточно сложной задачей, поэтому для анализа их НДС обычно используют приближенные методы [4], которые часто не вполне адекватно описывают НДС элементов реальной конструкции в условиях внешних воздействий.

На рис. 1 показана типовая конструкция полый микросборки прямоугольного типа с платами, которые связаны с основанием клеевыми или паяными швами.

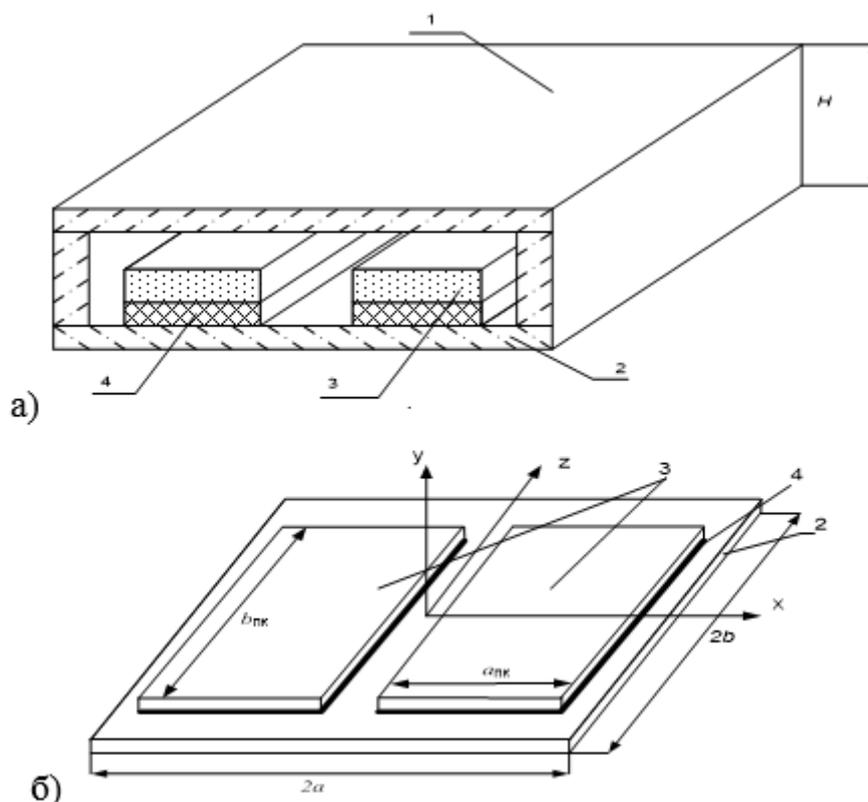


Рис. 1. Микросборка: а) общий вид: 1- корпус ;2- основание ;3-платы;4-шов;
б) основание с платами

Замкнутый прямоугольный корпус с размерами $2a \times 2b \times H$ подвергается воздействию внешнего избыточного давления p . В общем случае считается, что грани корпуса микросборки изготовлены из различных материалов, механические свойства которых характеризуются модулями упругости E_j и имеют толщины h_j , где $j = 1, 2, \dots, 6$ – номер грани. Для определенности будем считать, что $j = 6$ соответствует крышке корпуса, $j = 1$ – основанию с платой, $j = 2 \dots 5$ – боковым стенкам корпуса. На основании расположены платы, которые имеют толщины h_{nk} и размеры в плане a_{nk} и b_{nk} в направлении x и z соответственно. Здесь $k=1, 2, 3 \dots, n$ – номер платы, n – количество плат, расположенных на основании. В самом общем случае конструктивно платы могут располагаться на любой грани корпуса или одновременно на нескольких его гранях. Платы, как правило, изготавливаются из одного и того же материала,

толщины швов $h_{ш}$ с технологической точки зрения считаем одинаковыми. Начало координат расположено в центре основания корпуса микросборки. Материал плат характеризуется модулем упругости E_n коэффициентом Пуассона ν_n , а материал швов – модулем сдвига $G_{ш}$ и коэффициентом Пуассона $\nu_{ш}$.

Для построения адекватной пространственной модели, позволяющей анализировать НДС элементов гетерогенной структуры микросборки, используем метод конечных элементов, реализованных в пакете ANSYS. Такая модель позволяет учитывать взаимное влияние граней корпуса, реальные размеры плат и их места расположения на гранях, а также влияние физико-механических характеристик применяемых материалов плат, шва и граней корпуса. Кроме этого модель позволяет учитывать наличие внутри корпуса нескольких многослойных плат, в том числе расположенных на разных гранях корпуса, что может приводить к отсутствию симметрии в конструкции микросборки и усложнению ее НДС. Предложенная модель является пространственной и наиболее общей по сравнению с расчетными моделями, представленными в [2, 4].

В качестве примера приведем некоторые результаты численного моделирования НДС элементов микросборки при действии избыточного внешнего давления p . Корпус изготовлен из сплава 29НК ($E_j=1,4 \cdot 10^5$ МПа, $\nu_j=0,3$ при $j=1,2, \dots, 6$), платы – из ситалла ($E_n=9,693 \cdot 10^5$ МПа, $\nu_n=0,25$), а свойства швов характеризуются модулем сдвига $G_{ш}=(10 \cdot 10^3)$ МПа. Низкие значения модуля сдвига $G_{ш}$ соответствуют применению „мягких” клеев типа герметиков „Виксинт У 2-28”, а высокие значения соответствуют „жестким” клеям типа ВК-9 или паяным швам. Платы расположены на основании. Геометрические размеры корпуса приняты следующими: $2a=2b=20$ мм; $h_j=0,8$ мм; $h_n=0,6$ мм; $H=20$ мм; $h_{ш}=0,1$ мм, модуль сдвига материала шва G варьировался в пределах, соответствующих реальным микросборкам. В качестве основных выходных параметров, характеризующих НДС исследуемой конструкции, приняты прогибы w элементов микросборки (платы, основания, крышки боковых граней), эквивалентные напряжения $\sigma_{эКВ}$, рассчитанные по критерию Мизеса, и интенсивность относительных деформаций ε_i . Программный комплекс позволяет также выводить на печать перемещения, напряжения и относительные деформации по осям x, y, z (рис. 1) для любого элемента микросборки.

Для удобства анализа и обобщения результатов моделирования НДС элементов конструкции результаты исследований представлены в относительных параметрах:

$\bar{\sigma}_{эКВ} = \sigma_{эКВ}/p$ – безразмерные эквивалентные напряжения;

$\bar{w} = w/p$ – прогиб, отнесенный к величине действующего давления (мм/МПа).

Рассмотрены различные варианты конструктивного исполнения микросборки:

I- одна плата с размерами $(a_n \times b_n)=(16 \times 10)$ мм расположена в центре основания;

II- две платы с размерами $(a_n \times b_n)=(8 \times 10)$ мм каждая расположены симметрично относительно осей x и z (рис.1). Расстояние между платами со-

ставляет 2 мм. Полезная площадь поверхности платы в обоих вариантах одинакова.

На рис. 2 и 3 представлены некоторые результаты численного моделирования НДС микросборки для I и II вариантов исполнения. Результаты представлены в трехмерном изображении, которое позволяет визуализировать НДС элементов конструкции. Для удобства анализа на рисунках показаны только крышка 1 и основание с платами 2 (см. рис.1), а боковые стенки корпуса условно не показаны. Значения эквивалентных напряжений и прогибы в некоторых характерных точках показаны на флажках. Точки А расположены в центре платы на её поверхности, а точки В расположены в центре на основании снаружи корпуса. При расчете принято, что шов, соединяющий плату с основанием микросборки (рис. 1) выполнен из ПОС 61 с толщиной $h_{ш} = 0.1$ мм. Прогибы \bar{w} предоставлены в размерности мм/МПа; напряжения $\bar{\sigma}_{экв}$ – безразмерные.

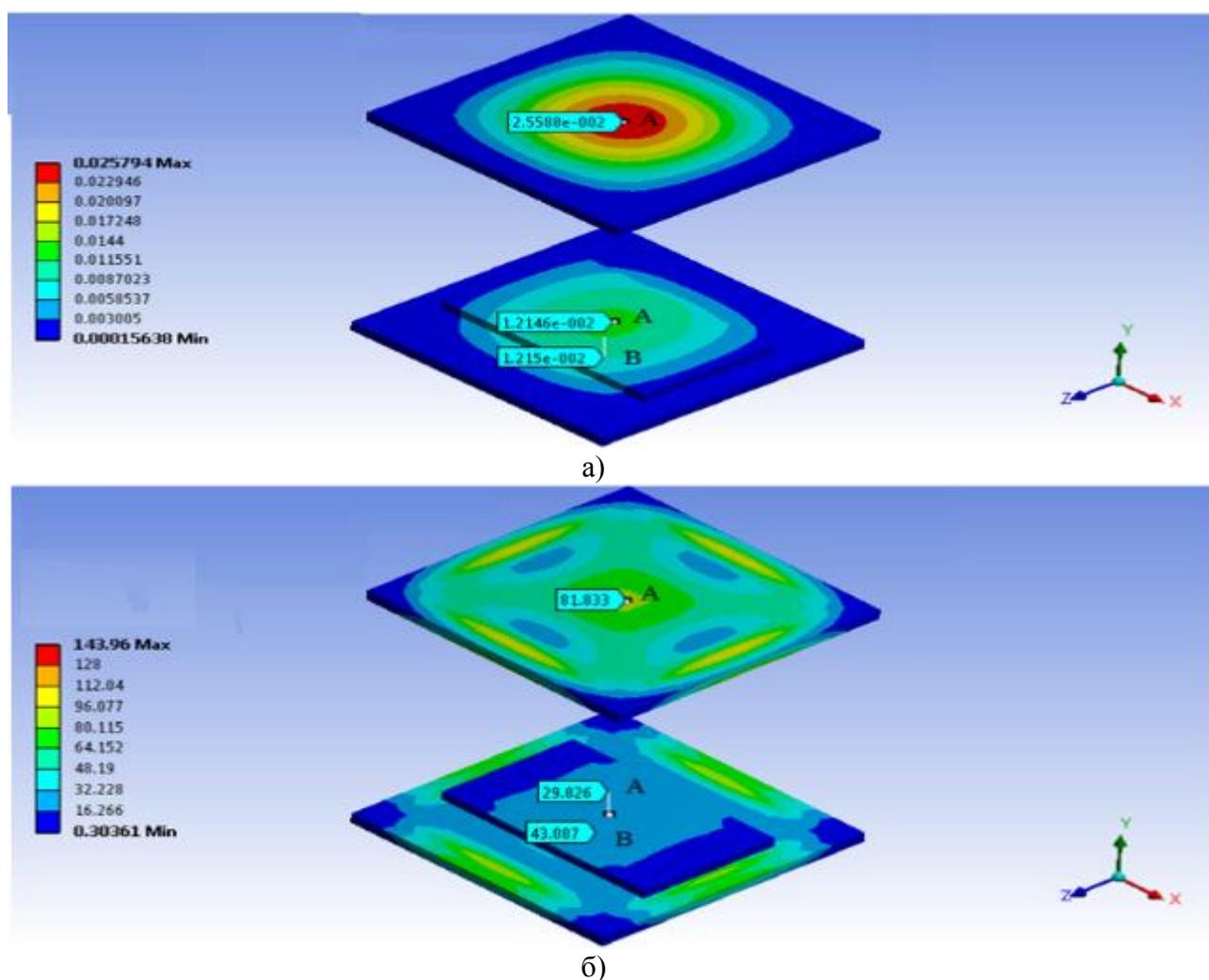


Рис. 2. НДС для I варианта исполнения микросборки:
а) прогибы \bar{w} ; б) распределение $\bar{\sigma}_{экв}$

На рис. 4 показаны численные результаты моделирования НДС для I варианта исполнения конструкции без учета взаимного влияния грани корпуса на НДС элементов микросборки. В этом случае расчет выполнялся для ос-

нования с платам. Избыточное давление действовало на нижнюю поверхность основания, т.е. рассматривалась упрощенная плоская модель.

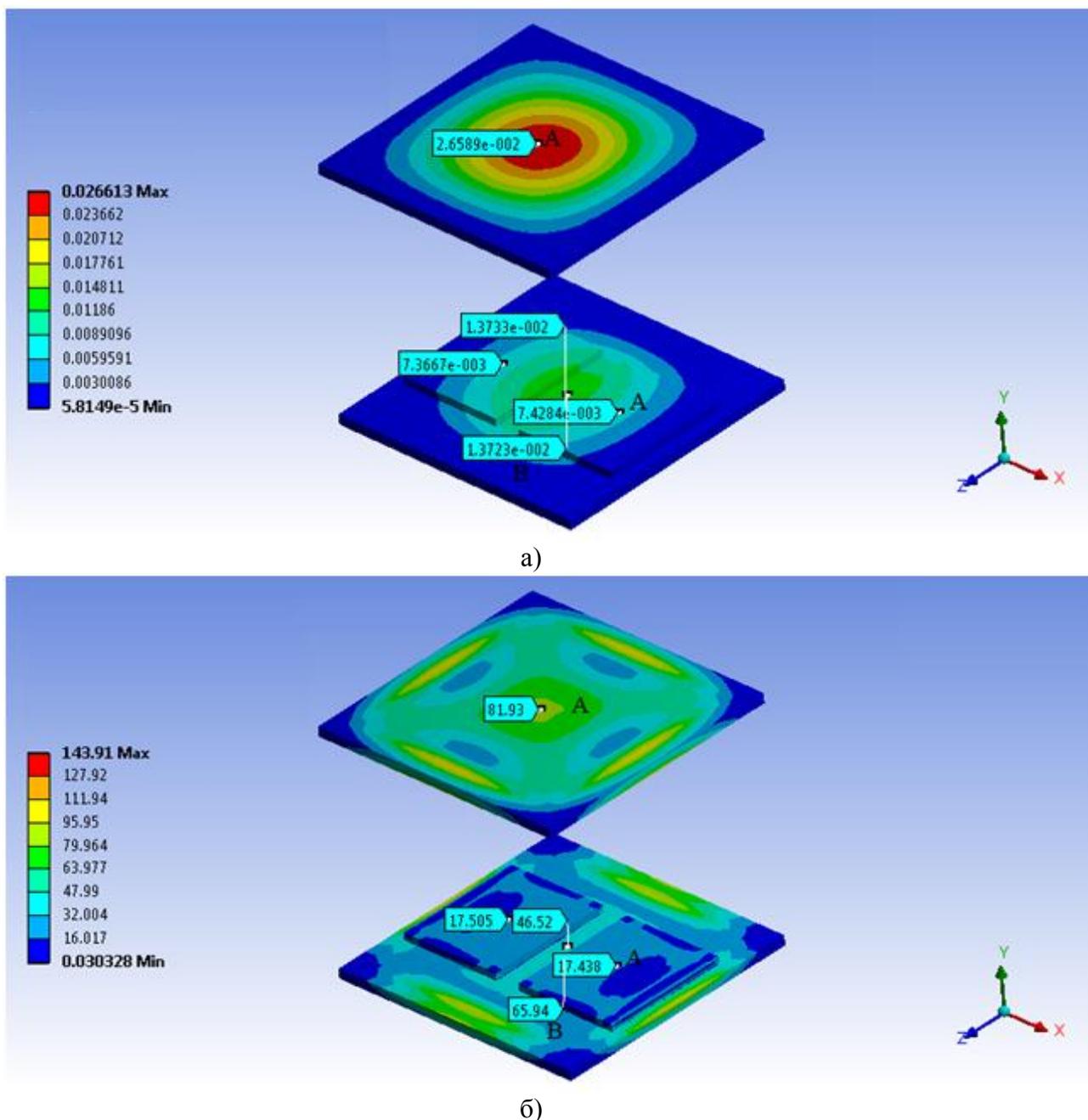
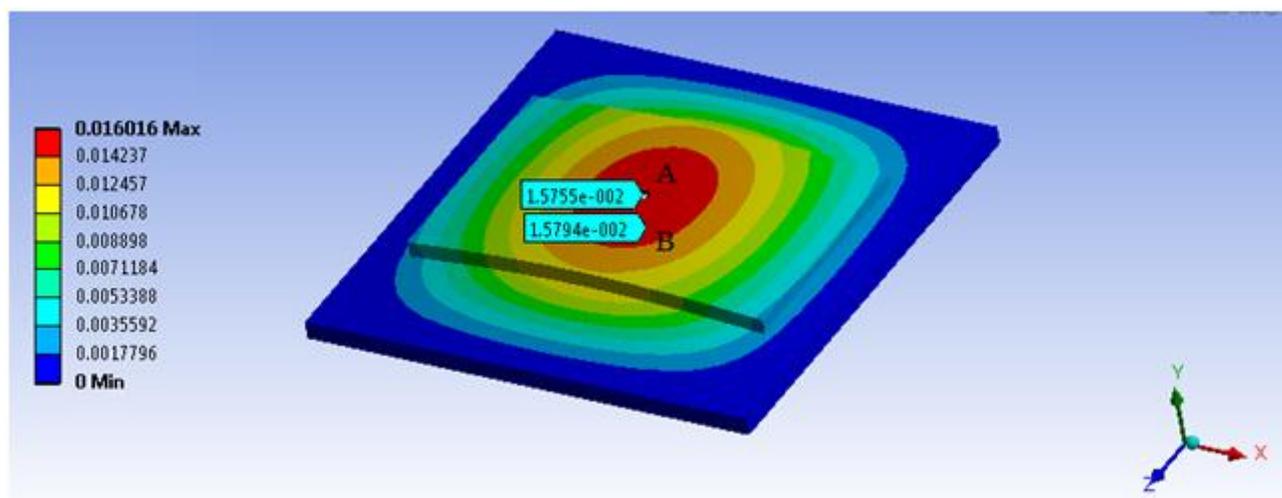


Рис. 3. НДС для II варианта исполнения микросборки:
а) прогибы \bar{w} ; б) распределение $\bar{\sigma}_{экв}$

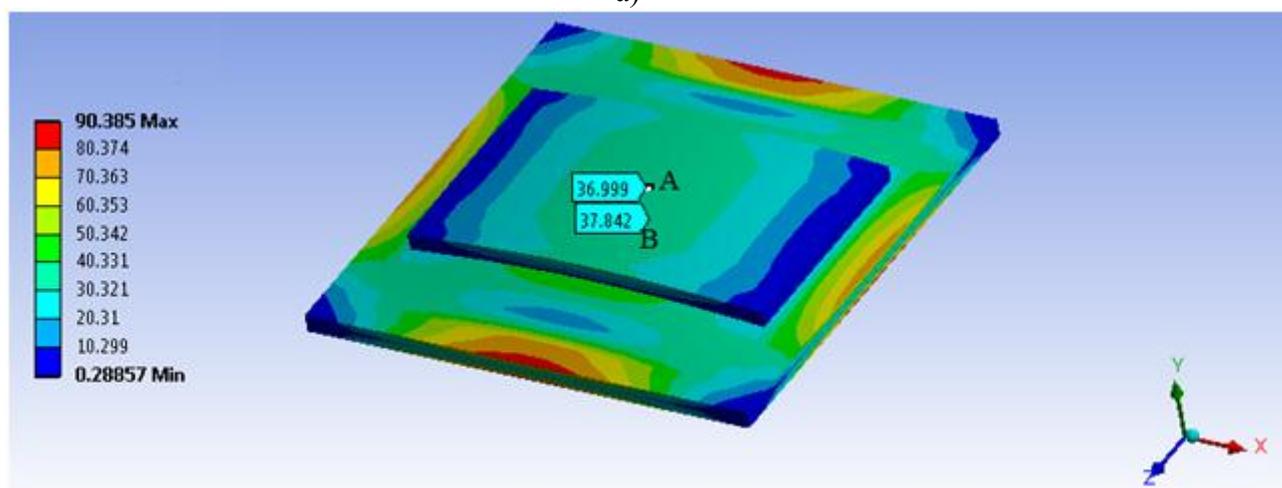
Анализ моделирования НДС реальных микросборок показывает, что наиболее нагруженными элементами являются крышка и плата, расположенные на основании. Разделение одной платы на две при сохранении полной площади платы приводит к уменьшению прогибов и напряжений на поверхности платы. Влияние на НДС крышки оказывается несущественным (см. рис. 2 и 3).

Сопоставление результатов моделирования НДС по трехмерной модели (рис. 2 и 3) и по двумерной модели (рис. 4) показывает существенное разли-

чие по прогибам и напряжению, т.е. для адекватного моделирования НДС элементов микросборки необходимо применять трехмерную модель НДС.



а)



б)

Рис. 4. НДС для I варианта исполнения. Упрощенная модель расчета:
а) прогибы \bar{w} ; б) распределение $\bar{\sigma}_{экв}$

Моделирование НДС микросборок рассматриваемого типа показало, что увеличение толщины клеевого шва приводит к снижению эквивалентных напряжений и их более равномерному распределению по поверхности платы. В зависимости от толщины шва увеличение модуля сдвига материала шва может приводить как к увеличению, так и к снижению напряжений в плате. Существенной особенностью является то, что величина напряжений на поверхности платы зависит от высоты микросборки, что объясняется взаимным влиянием граней корпуса на НДС платы, которое влияет на выходные метрологические характеристики микросборки.

Для большинства реальных микросборок при опрессовке и эксплуатации в элементах конструкции не допускается появление пластических деформаций. Предельно допустимое значение давления опрессовки p_* для микросборки рассматриваемого типа следует рассчитывать как наименьшее значение из p_k и $p_{п}$:

$$p_* = \min(p_k ; p_{п}), (1)$$

где p_k и p_{Π} допускаемые давления, рассчитанные из анализа НДС крышки и платы соответственно с использованием трехмерной модели:

$$p_k = \frac{\sigma_y^k}{\max \bar{\sigma}_{\text{ЭКВ}}^k}; p_{\Pi} = \frac{\sigma_y^{\Pi}}{\max \bar{\sigma}_{\text{ЭКВ}}^{\Pi}}. \quad (2)$$

Здесь σ_y^k и σ_y^{Π} пределы упругости для материалов крышки и платы; $\max \bar{\sigma}_{\text{ЭКВ}}^k$; $\max \bar{\sigma}_{\text{ЭКВ}}^{\Pi}$ максимальные безразмерные эквивалентные напряжения для крышки и платы соответственно, полученные в результате анализа их НДС с использованием предложенного моделирующего комплекса.

Предлагаемый подход является наиболее общим, позволяет создать адекватную модель, описывающую НДС всех элементов микросборки с учетом её конструктивных особенностей. Это позволяет оптимизировать конструкцию в соответствии с заданными эксплуатационными воздействиями, а также научно обоснованно назначать режим технологической операции опрессовки при производстве микросборки конкретного типоразмера и определить предельно допустимое избыточное эксплуатационное давление с учетом расположения одной или нескольких плат на его гранях.

Обобщая проведенный анализ, укажем на то, что разработка и применение математических моделей и программно-ориентированных вычислительных комплексов, позволяет на ранних этапах конструирования и разработки технологических процессов изготовления обеспечивать требуемую надежность и безопасность проектируемых конструкций. Выбор расчетной математической модели и её уровня сложности (одномерная, двумерная, трехмерная, учет гетерогенности и других конструктивных особенностей) определяется свойствами конструкции и требуемой точностью анализа НДС проектируемой конструкции.

Список литературы

1. Гладкий, С.Л. Интеллектуальное моделирование физических проблем [Текст] / С.Л. Гладкий, Н.А. Степанов, Л.Н. Ясницкий; Под. общ. ред. А.Н.Ясницкого. – М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2006. – 200 с.
2. Литвинов, А.Н. Прикладные модели механики гетерогенных структур изделий приборостроения: монография [Текст] / А.Н. Литвинов, М.А. Литвинов, В.В. Смогунов. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2009. – 320 с.
3. Литвинов, А.Н. Моделирование процессов в слоистых структурах для повышения безопасности сложных технических систем [Текст] / А.Н.Литвинов, Н.К. Юрков. Фундаментальные проблемы системной безопасности и устойчивости. Материалы IV междунар.научн.конф. Тверь. 2013. С. 32-35.
4. Хади, О.Ш. Моделирование напряженно-деформированного состояния корпусов микросборок в процессе их изготовления и эксплуатации [Текст] / О.Ш. Хади, А.Н. Литвинов // Динамика и прочность (глава 1). Избранные труды всеросс. науч. конф. по проблемам науки и технологий. – М.: РАН, 2013. – С.3-26.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТУХАНИЯ К СУММАРНЫМ НАВОДКАМ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ

Чевордаев И.А., Давыдова К.А.

студенты-бакалавры по направлению прикладная информатика,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой затухания к суммарным наводкам в канале структурированной кабельной сети (СКС) категории 6. Получены экспериментальные зависимости отношения затухания к суммарным наводкам PS ACR, на ближнем и дальнем конце тестируемого канала, от частоты.

Ключевые слова: структурированная кабельная сеть, тестирование, кабель категории 6.

В настоящее время все более широкое распространение в различных информационных системах находит технология Gigabit Ethernet (GigE) [1–3]. Она прочно заняла свое место при использовании передачи данных во время испытаний ракетно-космической техники [14, 15], систем ближней радиолокации [5, 8, 9, 13], различных систем передачи информации [4, 6, 7, 10].

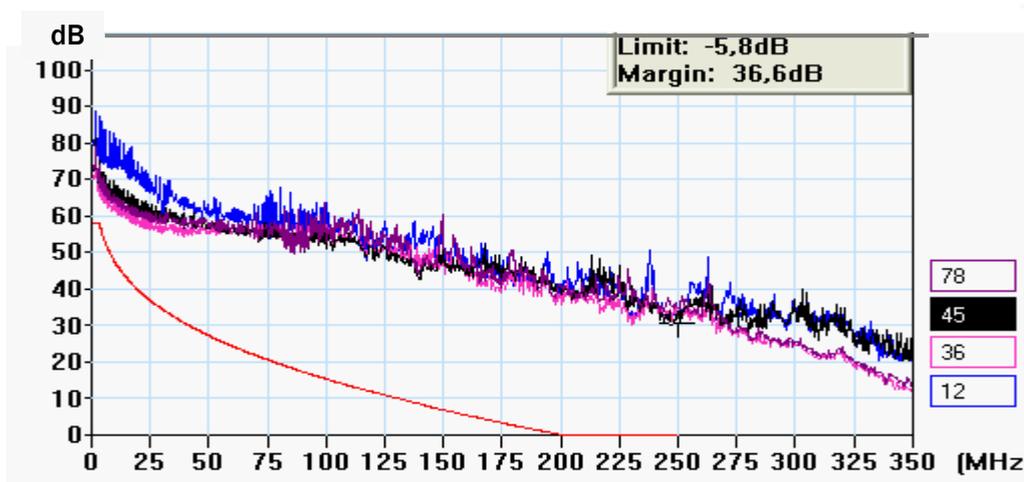
В отличие от технологий Ethernet (10BaseT), TokenRing и FastEthernet (100BaseT) [11, 12], в структурированной кабельной системе (СКС) с GigE используются четыре пары кабеля, причем все они задействуются одновременно [13, 16]. Для нормальной работы СКС необходимо оценить отношение затухания к суммарным наводкам PS ACR, причем как на ближнем, так и на дальнем конце линии [1, 2].

Тестированию подвергался кабельный канал категории 6 длиной 75 метров, что составляет 75% от максимально допустимой длины. Структурная схема тестируемого канала состояла из основного блока (находящегося в начале тестируемой линии), коммутационной панели, самого кабельного канала, кабельной розетки и вспомогательного блока, находящегося в конце линии.

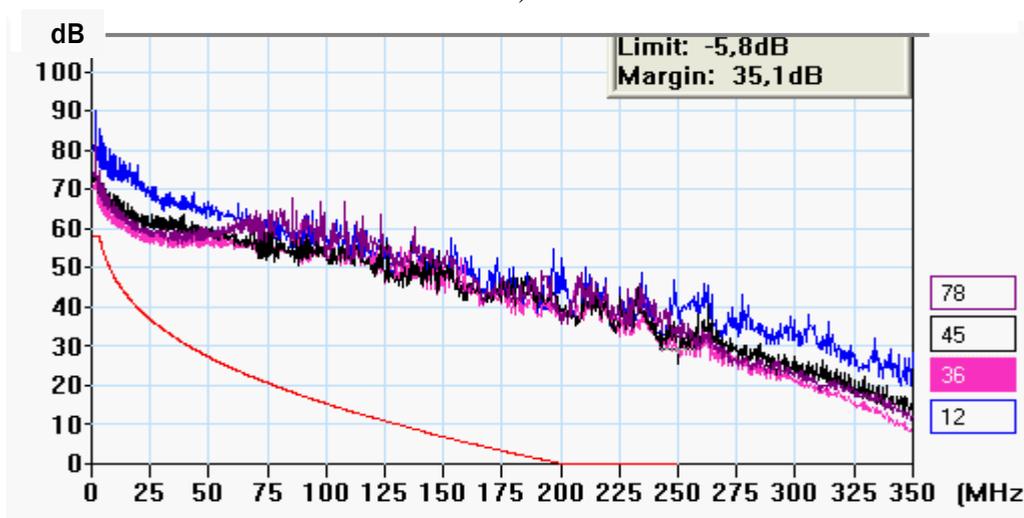
Отношение затухания к суммарным наводкам, PS ACR измерялось по шесть значений отношения затухания к межпарным наводкам (ACR) и по четыре значения отношения затухания к суммарным наводкам (PS ACR) для каждого конца кабеля.

Заметим, что для категории 6/класса E стандарты допускают отрицательное значение этих параметров на частоте свыше 200 МГц.

Зависимость отношения затухания к суммарным наводкам PS ACR, на ближнем и дальнем конце тестируемого канала, от частоты, представлена на рис. 1.



a)



б)

Рис. 1. Отношение затухания к суммарным наводкам, PS ACR на конце: а – ближнем; б – дальнем

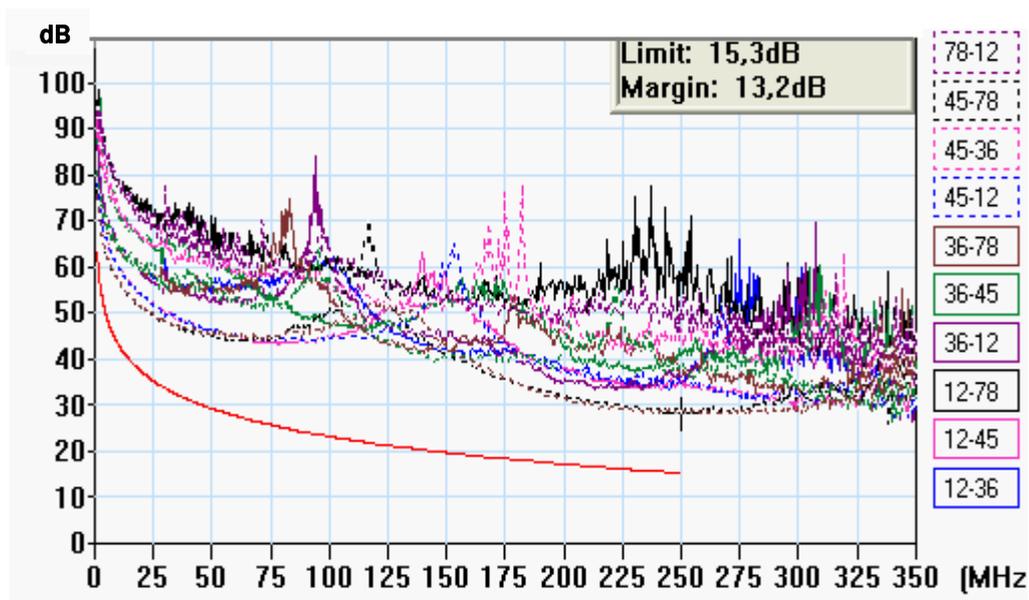
Обобщенные результаты измерений отношения затухания к суммарным наводкам PS ACR представлены в табл. 1.

Таблица 1

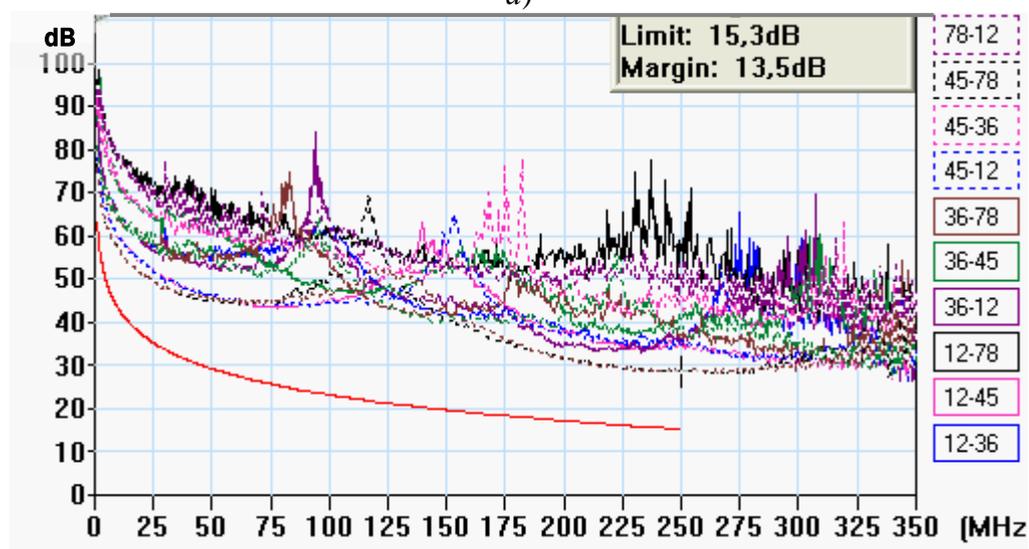
Результаты измерений PS ACR

PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR, дБ	8,7	8,5	33,6	33,6
Frequency, МГц	4,0	3,9	230,5	243,0
Limit, дБ	56,2	56,5	- 3,6	- 5,0

Отношение затухания к однонаправленным наводкам, EL FEXT (сигнал шум однонаправленной передачи без учета внешних помех и возвратных потерь) на ближнем и дальнем конце тестируемого канала, в зависимости от частоты, представлено на рис. 2.



a)



б)

Рис. 2. Отношение затухания к однонаправленным наводкам, EL FEXT на конце:
а – ближнем; б – дальнем

Обобщенные результаты измерений EL FEXT представлены в табл. 2.

Таблица 2

Отношение затухания к однонаправленным наводкам EL FEXT

PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	78–45	78–45	78–45	78–45
EL FEXT, дБ	12,2	12,2	13,0	13,2
Frequency, МГц	1,1	1,1	247,0	250,0
Limit, дБ	62,5	62,5	15,4	15,3

Тестируемый канал обеспечил резерв отношения сигнал/собственный шум на частоте 200 МГц около 40 дБ (10^4 раз), что является очень хорошим показателем качества передачи сигналов, обеспечивая резерв затухания 15 дБ

и резерв наводок 25 дБ. Полоса частот канала превышала 350 МГц (стандарт категории 6 – 200 МГц).

Данная работа выполнена в рамках НИР «Проектирование сетей» проводимой в ГБОУ ВПО МО «ФТА» под руководством д.т.н., профессора Артюшенко В.М и к.т.н., доцента Аббасовой Т.С.

Список литературы

1. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Электромагнитная совместимость электропроводных кабелей и коммутационного оборудования высокоскоростных структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №4. С.22 – 29.

2. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Методы инсталляции и проектирования электрических кабельных линий в 10-гигабитных системах связи // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №2. С.8 – 16.

3. Артюшенко В.М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий // Промышленный сервис. 2005. №3. С. 20 – 27.

4. Артюшенко В.М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.

5. Артюшенко В.М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов / В.М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.

6. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] /под. ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.

7. Артюшенко В.М., Беянина Н.В. Цифровые сети доступа технологии xDSL [Текст] – М.: Изд-во СГУ, 2010. 210 с.

8. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.

9. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.

10. Артюшенко В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации // В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.

11. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Проблемы электромагнитной совместимости цифрового электротехнического оборудования на промышленных и бытовых объектах // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. 2009. №4. С.95 – 98.

12. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации жизнеобеспечения зданий // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.

13. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.

14. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т.9. №3. С. 59 – 66.

15. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Информатизация управления группировкой космических аппаратов // Прикладная информатика. 2013. №6. С.6 – 14.

16. Артюшенко В.М., Маленкин А.В. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электротехнического оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Чемекова Н.В.

студент группы см-31,

Поволжский государственный технологический университет,

Россия, г. Йошкар-Ола

В статье проведен библиографический анализ оценки качества посадочного материала. Выявлены основные показатели годности саженцев и кустарников.

Ключевые слова: посадочный материал, сеянцы, оценка качества.

В настоящее время основным посадочным материалом для создания лесных культур являются сеянцы, выращенные из семян в посевном отделении питомника. Посадочный материал – это саженцы деревьев (1), кустарников, рассада овощных культур, саженцы цветов и семена разных растений.



Рис. Саженец сосны

Технология их выращивания предусматривает выполнение системы агротехнических мероприятий, направленных на получение высококачественных сеянцев. При выращивании сеянцев проводят следующие основные виды работ: обработку почвы, подготовку семян к посеву, посев семян, уход за посевами и за выращенными сеянцами, выкопку, хранение посадочного материала. Успех выращивания посадочного материала в лесных питомниках во

многим зависит от обеспеченности растений элементами минерального питания. В связи с этим эффективным агротехническим приемом, направленным на повышение плодородия почвы и улучшение минерального питания растений, является применение удобрений. Действие удобрений в почве разноплановое: они пополняют запасы питательных веществ в почве, изменяют реакцию почвенной среды, улучшает ее физические свойства [1].

Качество выращиваемого посадочного материала оценивают по действующим Государственным и отраслевым стандартам и техническим условиям. Для оценки качества сеянцев деревьев и кустарников разработан ГОСТ 3317-77 Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия. Показателями качества для сеянцев являются: высота сеянцев всех видов должна быть не менее 10 см и не более 60 см; сеянцы должны иметь ровные стволы, полностью одревесневшие верхушки побегов; корневая система сеянцев должна быть здоровой, хорошо разветвленной; сеянцы не должны иметь механических повреждений, повреждений от морозов, вредителей или болезней; не допускается подсушка корневых систем. Не допускаются саженцы с двойными стволами и раздвоением главного побега, за исключением кустарников. У видов, удовлетворительно переносящих обрезку, допускается укорачивание главного и боковых побегов последнего года до размеров, обеспечивающих механизированную посадку саженцев. Возраст саженцев определяют со времени появления растений из семян или со времени образования побега, от которого взят черенок [2].

Эффективность лесокультурных работ в значительной степени зависит от качества используемого посадочного материала. Кроме того, качество посадочного материала зависит от объема запасных питательных веществ в растении, способность к адаптации в новых условиях. Образование оптимального количества запасных питательных веществ у посадочного материала обусловлено минеральным питанием при его выращивании с соблюдением высокой агротехники, обеспечивающей благоприятные условия почвенной экологии. Высококачественным посадочным материалом следует считать тот, который имеет определенные размеры и гармоничное развитие всех частей растения, оптимальное соотношение их масс. В этом случае наблюдается хорошая приживаемость и рост сеянцев и саженцев на лесокультурной площади: интенсивный процесс фотосинтеза улучшает рост корней, последние в свою очередь усиливают рост надземной части. Сеянцы и саженцы являются саморегулирующимися и самонастраивающимися биологическими системами, чутко реагируют на все изменения условий внешней среды. Поэтому, если при выращивании посадочного материала в питомнике наблюдалось торможение роста, в результате чего нарушено оптимальное соотношение между отдельными его частями, и произошло слабое накопление питательных веществ, при посадке такое растение должно не только прижиться, но и обеспечить усиленное нарастание тех частей растения, которые имели ослабленный рост в питомнике. В этом случае как запасные, так и вновь образованные питательные вещества будут расходоваться не только на регене-

рацию корневой системы, но и на процессы роста отставших частей растений.

Основным видом посадочного материала, используемого в лесокультурном производстве являются сеянцы, саженцы. Применяемый для лесокультурных целей посадочный материал должен быть жизнеспособным, т.е. обладать способностью приживаться на лесокультурной площади, а по размерам отвечать требованиям стандарта.

Список литературы

1. Родин, А.Р. «Лесные культуры»: учебник / А.Р. Родин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. – 316 с.
2. ГОСТ 3317-77 «Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия».

ГРУНТОВЫЕ ПЛОТИНЫ В КРИОЛИТОЗОНЕ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ

Чжан Р.В.

советник лаборатории инженерной геокриологии
ФГБУН Институт мерзлотоведения им П.И. Мельникова СО РАН, д.т.н.,
Россия, г. Якутск

Рассмотрены существующие на сегодняшний день представления о принципах работы гидротехнических сооружений в криолитозоне. Показано, что в процессе эксплуатации они часто переходят из мёрзлого в талое состояние и наоборот. Указывается на то, что этот переход нельзя связывать только с современным потеплением климата. Обосновано необходимость проведения на гидроузлах геокриологического мониторинга, разработка деклараций и критериев безопасности гидроузлов, уточнение норм проектирования и строительства.

Ключевые слова: криолитозона, гидроузел, грунтовая плотина, многолетнемёрзлые грунты, тепловлажностный режим.

Безопасность грунтовых плотин низкого и среднего напоров в криолитозоне является одним из важнейших вопросов. В настоящее время, возраст устоявших плотин составляет 40 – 45 лет и срок их службы подходит к критическому пределу. Обеспечение устойчивости гидротехнических сооружений (ГТС) низкого и среднего напоров в условиях криолитозоны до сих пор остаётся актуальной проблемой. Этот класс сооружений наиболее распространён и будет в дальнейшем востребован, так как является неотъемлемой частью инфраструктуры промышленных предприятий и населённых пунктов, обеспечивающих их питьевой и технической водой. Отдельные аспекты этой проблемы, такие как организация натурных наблюдений и мониторинга, безопасность и геокриологические принципы работы ГТС в условиях меняющегося климата, влияющих на их устойчивость, изложены в публикациях [6], [8], [21], [22], [23].

Опыт строительства и эксплуатации ГТС этого класса в криолитозоне уходит в прошлое столетие. Механический перенос на эти территории приемов и способов строительных работ, используемый вне зоны распространения многолетнемёрзлых пород, имел негативный характер. Сооружения разрушались в результате оттаивания льдистых грунтов оснований из-за нарушения и сложных криогенных процессов происходящих в теле плотин в период формирования их квазистационарного тепло-влажностного режима.

Водонепроницаемость и высокие прочностные свойства мёрзлого грунта позволили российским инженерам использовать его в качестве материала для гидротехнических сооружений и разработать методы строительства, их конструкции и технологии возведения. Были сформулированы принципы использования грунтов в гидросооружениях по их тепловому состоянию [3], [16]: принцип строительства I предполагает, что фильтрационная и статическая устойчивость плотины и ее основания обеспечивается мерзлыми грунтами; принцип II – талыми. Введены понятия «мерзлая» и «талая» плотины. При этом особое внимание уделяется породам основания сооружений. Разработаны рекомендации по строительству плотин в зависимости от инженерно-геокриологических условий оснований [7], [13].

В основе устойчивости плотин мерзлого типа (I принцип) лежат высокие прочностные и водоупорные свойства мерзлых грунтов. Мерзлое состояние тела и основания плотины может создаваться естественным промерзанием и искусственным промораживанием грунтов [2], [18], [20].

Для плотин с постоянным водохранилищем искусственное промораживание грунтов тела и основания необходимо. Создание мерзлого ядра в теле плотины может быть достигнуто либо послойным промораживанием тела плотины в зимний период, либо за счет постоянных или сезоннодействующих охлаждающих устройств. Обычно это трубчатые системы, по которым циркулирует хладагент. Охлаждающие системы подразделяются на закрытые и открытые, с принудительной и естественной циркуляцией теплоносителя. В качестве теплоносителя используют: воздух; жидкости – рассолы, керосин; парожидкости – аммиак, фреон и др.

Безусловно, для промораживания плотин эффективно используют и простые приёмы применяемые ещё в прошлом столетии, такие как: удаление с гребня и низового откоса снега; устройство настилов на низовом откосе, позволяющего исключить контакта снега с поверхностью плотины и обеспечивающие проветривание откоса зимой и отражение солнечных лучей летом; устройство теплоизоляции на гребне и низовом откосе. В последнее время с появлением новых эффективных тепло- и гидроизоляторов, а также приёмов по повышению альбедо (пригрузка гребня и откосов плотин породами близкими к белому цвету, покраской поверхностей и прочие), все чаще используют сочетания их с охлаждающими устройствами. Так, на ряде гидроузлов в Западной Якутии были использованы следующие сочетания: цементация, каменная наброска, криогели с охлаждающими устройствами. Эти приёмы обеспечили противофильтрационную устойчивость гидроузлов и рекомендованы к широкому использованию [5]. В тех случаях, когда фильтрация через

плотину и основание незначительна или отсутствует, плотины промерзают естественным путем с поверхности. Это подтверждено также математическим моделированием [19]. Примером плотин, промерзших естественным путем в период эксплуатации, может служить ряд плотин водохозяйственного и мелиоративного назначения: на Европейском Севере, в Забайкалье и Якутии, на Северо-Востоке и Магаданской области России [20]. Положительным моментом от перехода грунтовых плотин из талого состояния в мерзлое является повышение их статической и противofильтрационной устойчивости. Однако процесс формирования этого состояния плотин сопровождается рядом негативных криогенных явлений. Так, промерзание грунтовых противofильтрационных устройств (экрана, ядра) приводит к их растрескиванию, а дренажных – к повышению вероятности возникновения суффозии из-за поднятия напора. Гребень и откосы подвержены пучению, а при протаивании осадкам, солифлюкции, термоэрозии и другим процессам. Сложные геокриологические процессы происходят при промерзании плотин выполненные из крупнообломочного грунта – каменной наброски. Характерной особенностью формирования теплового режима в них является то, что он в основном происходит за счёт конвективного теплообмена с атмосферой. Так, на плотине Вилюйской ГЭС – 1,2¹ охлаждение низовой призмы плотины в первые годы эксплуатации было настолько интенсивным, что произошло промораживание подруслового талика р. Вилюй. Это позволило в тот период отказаться от цементации основания. В тоже время в таких материалах в летний период за счёт конденсации влаги образуются лёдопородные массивы, которые практически останавливают конвективный теплообмен и процесс формирования теплового режима сооружения меняет направление, то есть начинается растепление [9].

Опасным, с точки зрения статической и особенно фofильтрационной устойчивости плотин, является резкий переход их из мёрзлого состояния в талое. В зависимости от инженерно-геокриологических условий оснований и грунтовых плотин интенсивность этого процесса может достигать очень больших скоростей. Непредсказуемо эти процессы протекают в коренных трещиноватых породах, трещины которых заполнены льдом, а также в льдо-насыщенных породах в зонах тектонического дробления. Процесс вытаивания льда в трещинах происходит медленно и фofильтрация обнаруживается только тогда, когда образуются сквозные пути. В этом и состоит коварство этого процесса, так как возникшая струйная фofильтрация приводит к интенсификации конвективного теплообмена водного потока с окружающими породами и стремительному увеличению зоны оттаивания их. Обнаруживается это, при отсутствии мониторинговой службы на гидроузле, уже на поздних стадиях развития процесса деградации мерзлоты. Результат – катастрофическое, практически мгновенное, нарастание фofильтрационных расходов, угроза аварии и потеря функционального назначения гидроузла.

¹ Хотя плотина Вилюйской ГЭС – 1 и 2 не относятся к рассматриваемому классу ГТС, но процессы протекающие в упорных призмах плотины, отсыпанных из каменной наброски – аналогичны

Положительным моментом строительства по II принципу является то, что не нужно соблюдать особых требований при компоновке плотины с другими сооружениями гидроузла.

В конечном итоге воздвигнутые ГТС превращаются в природно-технические системы со специфическими свойствами, обусловленные взаимодействием их с окружающей средой. Начиная с момента строительства в них происходят сложные физические процессы, главным из которых являются криогенные, связанные с фазовыми переходами влаги из мерзлого состояния в талое и наоборот [22].

Особенно активизировались эти процессы в конце прошлого начале текущего веков в связи с изменением климата на планете. Изменение климата свершившийся факт – потепление произошло и продолжается [4]. Хотя есть работы, которые на основе фактических наблюдений показывают, что темпы потепления в последнее время резко снизились. На территории Европейского Севера России, северо-востоке Канады, в восточных районах Монголии наметилась тенденция к похолоданию [10]. По мнению члена корреспондента РАН В.Т. Балобаева период потепления скоро закончиться и вновь наступит фаза похолодания [1]. Аналогичные ситуации на Земле происходили не один раз. Потепление привело к изменению температурного режима в слое годовых теплооборотов, в котором находятся инженерные сооружения. Однако следует отметить, что от назначения сооружения температурные изменения в них по – разному сказываются на общем состоянии их устойчивости. Известно, что строительные свойства дисперсных мерзлых грунтов зависят от их температуры. Так, сопротивление сдвигу по поверхности смерзания мерзлых глинистых и песчаных грунтов при изменении температуры с -4°C до -1°C уменьшается в 2,5 раза [14], что очень опасно для устойчивости промышленных и гражданских объектов.

Для гидротехнических сооружений, где используются мерзлые грунты в качестве противofiltrационных преград, требования к температуре не столь высокие, так как фofiltrационные свойства их при выше указанных температурных изменениях практически остаются неизменными. Массив будет водонепроницаемым до тех пор пока существует лёд. Наличие льда в порах грунта, конечно же обусловлено сложным термодинамическим состоянием системы, но с практической точки зрения, противofiltrационная способность мерзлых грунтов будет находиться в широком температурном диапазоне – от близких к нулю до низких температур.

Интенсивные криогенные процессы (термокарст, термоэрозия, пучение, суффозия, сосредоточенная фofiltrация по вытаявшим ледяным включениям и т.д.) развиваются с момента начала строительства. В условиях криолитозоны с её суровыми климатическими условиями эти процессы протекают более интенсивно, в результате высоких температурно-влажностных градиентов и сложного термо-напряженно-деформированного состояния сооружения.

Сохранение квазистабильного состояния, обеспечивающего устойчивость сооружения в целом, представляет сложную инженерную задачу.

В этой связи на гидроузлах возникает проблема обеспечения устойчивости сооружений.

В России существует специальный закон [17] регламентирующий безопасность гидротехнических сооружений. Определение критериев безопасности гидротехнического сооружения один из основных и сложных в системе оценки их безопасности. Закон предписывает на всех гидроузлах организацию мониторинга, который начинается с момента начала проектирования гидроузла. Закон также предписывает не реже одного раза в пять лет для каждого эксплуатируемого гидроузла поднадзорных Госгортехнадзору и Ростехнадзору РФ с учетом нормативных, руководящих и методических документов, действующих в настоящее время на территории России разрабатывать «Декларацию безопасности ГТС» [12]. Декларация безопасности гидротехнического сооружения – документ, в котором обосновывается безопасность ГТС и определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса. Наиболее значимые для диагностики и оценки состояния ГТС контролируемые показатели, позволяющие дать оценку безопасности системы "сооружение – основание – водохранилище" в целом или отдельных ее элементов являются диагностические показатели – критерии состояния безопасности ГТС:

- *K1* – первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания, а также пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений еще соответствуют условиям нормальной эксплуатации;

- *K2* – второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, при превышении которых эксплуатация ГТС в проектных режимах недопустима.

Эксплуатационные состояния сооружений:

- *нормальное* – состояние сооружения, при котором сооружение соответствует всем требованиям нормативных документов и проекта, при этом значения диагностических показателей состояния сооружения не превышают своих критериальных значений *K1*;

- *потенциально опасное* – состояние, при котором значение хотя бы одного диагностического показателя стало большим (меньшим) своего первого (предупреждающего) уровня критериальных значений (значений *K1*) или вышло за пределы прогнозируемого при данном сочетании нагрузок интервала значений. Потенциально опасное состояние сооружения не отвечает нормативным требованиям, но эксплуатация ГТС не приводит к угрозе немедленного прорыва напорного фронта и сооружение может ограниченное время эксплуатироваться;

- *предаварийное* – состояние, при котором значение хотя бы одного диагностического показателя стало большим (меньшим) второго (предельного) уровня критериальных значений (значений *K2*). В этом случае эксплуатация сооружения в проектных режимах недопустима без оперативного проведения

мероприятий по восстановлению требуемого уровня безопасности и без специального разрешения органа надзора

Оперативную оценку эксплуатационного состояния сооружения и его безопасности следует осуществлять путем сравнения измеренных (или вычисленных на основе измерений) количественных и качественных диагностических показателей с их критериальными значениями $K1$ и $K2$, а также с прогнозируемым интервалом изменения диагностических показателей.

Таким образом, критериальные соотношения имеют вид:

а) состояние сооружения нормальное (исправное), если

$$F_{изм} \leq K1 \quad (1)$$

б) состояние сооружения потенциально опасное, если

$$K1 < F_{изм} \leq K2 \quad (2)$$

в) состояние сооружения предаварийное, если

$$F_{изм} > K2 \quad (3)$$

где $F_{изм}$ – измеренное (вычисленное по измеренным) значение диагностического показателя; $K1$, $K2$ – числа критерии), достижение которых хотя бы одним диагностическим показателем будет означать переход из одного состояния в другое.

Кроме процедуры сравнения измеренных (вычисленных) показателей с их критериальными значениями, диагностический контроль включает сравнение измеренного диагностического показателя с прогнозируемым его значением. То есть кроме проверки выполнения (или не выполнения) условий (1) – (3), следует контролировать попадание диагностического показателя в доверительный интервал, прогнозируемый для реально действующих на момент проверки нагрузок:

$$F_{прог} - \delta \leq F_{изм} \leq F_{прог} + \delta, \quad (4)$$

где $F_{изм}$ – измеренное (вычисленные по измеренному) значение диагностического показателя; $F_{прог}$ – значение диагностического показателя, прогнозируемого для реальных нагрузок и воздействий детерминистической или статистической прогнозной моделью; δ – допускаемая погрешность прогнозной модели.

Обе проверки – сравнение с критериями (1) – (3) и критерием (4), меняющимся в зависимости от реальных нагрузок и воздействий, должны быть обязательными. Они являются необходимыми и достаточными условиями безопасности.

Практика эксплуатации гидротехнических сооружений этого класса в суровых климатических и сложных инженерно-геокриологических условиях криолитозоны показала, что не редко они переходят из одного теплового состояния в другое – талые в мёрзлые и мёрзлые в талые [22], поэтому эксплуатация их была и остаётся сложной инженерной задачей по сей день. Обусловлено это суровыми природно-климатическими, тяжёлыми геологическими, инженерно-геокриологическими, гидрогеологическими условиями осваиваемых территорий и непосредственно строительных площадок. Особенностью этой территории является повсеместное наличие и распространение сильно льдистых многолетнемёрзлых пород, дающие при оттаивании боль-

шие осадки в дисперсных отложениях, а в трещиноватых коренных – катастрофическую фильтрацию.

В настоящее время в России рассматриваемый класс ГТС наиболее востребован в Якутии, на Чукотке и в Магаданской области. Это обусловлено тем, что эпицентр развития производительных сил России переместился в восточные регионы страны. Именно в этих регионах отрабатываются конструкции, методы строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений.

Строительство средне и низконапорных гидроузлов приобретает актуальность также в связи с участвовавшими наводнениями в результате климатических изменений. Повышается роль защитных дамб и временных водохранилищ, позволяющих с одной стороны защитить населенные пункты от водной стихии, а с другой – способствовать грамотному регулированию прохождения паводков.

Несмотря на положительный опыт строительства и особенно эксплуатации ГТС, следует констатировать, что в целом они требуют больших материальных затрат по обеспечению их устойчивости.

Особое значение в настоящий период приобретает создание хорошей нормативной базы, точнее её обновление, разработка и внедрение современных мониторинговых комплексов, создание новых конструкций гидротехнических сооружений, на основе новейших достижений научной и инженерной мысли с использованием современных конструктивных материалов и технологий. Особое внимание следует уделять глобальному изменению климата, которое наиболее ощутимо коснулось криолитозоны Арктических и Субарктических территорий. Безусловно, гидроузлы являясь сложными природно-техническими системами, испытывают эти глобальные климатические изменения. В этой связи совершенно необходимо организация мониторинговой системы на гидроузлах [6], [8], [23].

Заключение

Гидроузлы по своей сути представляют природно-технические системы, работающие в силу суровых климатических и сложных геокриологических условий в сильных градиентных тепловых и гравитационных полях. Это обуславливает нахождение системы в сложном термо-напряженно-деформируемом состоянии. Сохранение системы в устойчивом состоянии является сложной инженерной задачей. Анализ опыта плотиностроения в криолитозоне России свидетельствует о том, что большинство гидроузлов находится в рабочем состоянии, хотя срок их работы давно уже истек. Поддержание их в рабочем состоянии, это заслуга эксплуатационных служб хозяйствующих объектов, проводящих постоянный контроль (мониторинг), ремонт и реконструкции сооружений.

Геокриологический мониторинг, лежащий в основе определения состояния сооружений гидроузлов, позволил изучить сложные криогенные процессы, которые происходят в них при работе в условиях криолитозоны. Эти данные позволяют грамотно составлять декларацию безопасности гидротехнических сооружений, являющейся руководящим документом и лежащим в основе успешной эксплуатации гидроузлов. Анализ геокриологического мо-

нитинга за гидроузлами позволят сделать ввод о том, что накоплен обширный материал по работе ГТС, дающий представления о работе их в современных природно-климатических условиях. Этот материал даёт основание для пересмотра (дополнение) основных нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации ГТС в условиях криолитозоны.

Вместе с тем, не следует связывать потерю устойчивости гидроузлов с потеплением климата, где имеет место ошибки проектно-строительных работ, а также недопустимо низкий эксплуатационный уровень.

Список литературы

1. Балобаев В.Т., Скачков Ю.Б., Шендер Н.И. Прогноз изменения климата и мощности мёрзлых пород центральной Якутии до 2200 года. // География и природные ресурсы. – Новосибирск, «Наука», 2009. – № 2. – С.50-56.
2. Биянов Г.Ф. Плотины на вечной мерзлоте. – М., «Энергия», 1975. – 184 с.
3. Близняк Е. В. О проектировании и строительстве плотин в условиях вечной мерзлоты // Гидротехническое строительство. – М., 1937. – № 9. – С. 14-16.
4. Всероссийская конференция «Изменение климата в XXI веке: современные тенденции, прогностические сценарии оценка последствий». – СПб., ИНЕНКО. –2005. – 47 с.
5. Дюкарев В.П., Сергиевский В.В., Сухно А.М. Опыт ликвидации фильтрующего талика плотины в условиях Крайнего Севера // Гидротехническое строительство. – М., 2001. – №12. – С. 14-16.
6. Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности ГТС предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России (РД 03-259-98). – М., 1999. – 12 с.
7. Инструкция по проектированию гидротехнических сооружений в районах распространения вечномёрзлых грунтов. ВСН 30 – 83. – Л., 1983. – 100 с.
8. Кривоногова Н.Ф. Мониторинг природно-гидротехнических систем в криолитозоне // Матер. первой конф. геокриологов России. Кн. 4. – М., 1996. – С. 89 – 96.
9. Оловин Б.А. Медведев Б.А. Динамика температурного поля плотины Вилюйской ГЭС. – Новосибирск, «Наука», 1980. – 48 с.
10. Павлов А.В., Малкова Г.В. Современные изменения климата на севере России. – Новосибирск, «Гео», 2005. – 55 с.
11. Пособие к «Методике определения критериев безопасности гидротехнических сооружений». РД 153-34.2-21.342-00. – М., 2006. – 125 с.
12. Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов (ПБ 03–438–02). – М., 2003. – 63 с.
13. Рекомендации по проектированию и строительству. Низконапорные гидроузлы криолитозоны Якутии. – Якутск, Изд-во ФГБУН ИМЗ СО РАН, 2012. – 121с.
14. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. – М., 2012. – 125 с.
15. СП 39.13330.2012. Свод правил. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84. – М., 2013. – 74 с.
16. Тимофейчук В. С. Классификация гидросооружений в районе вечной мерзлоты и принципы строительства // Известия вузов. Строительство и архитектура. – М., 1977. – № 10. – С. 99-103.
17. Федеральный закон от 21.07.97 №117-43 «О безопасности гидротехнических сооружений» (Принят ГД ФС РФ 23.06.97). «Собрание законодательства РФ», 28.07.97, №30, ст. 3589.
18. Цветкова С.Г. Опыт строительства плотин в районах распространения многолетнемёрзлых грунтов. Материалы к основам учения мерзлой коры, вып. VI. – М., Изд-во АН СССР, 1960. – С. 87 – 110.

19. Чжан Р.В. Прогноз температурного режима низко- и средненапорных грунтовых плотин в Якутии. – Якутск, изд-во ИМЗ СО РАН, 1983. – 43 с.
20. Чжан Р.В. Температурный режим и устойчивость низконапорных гидроузлов и грунтовых каналов в криолитозоне. – Якутск, Изд-во ИМЗ СО РАН, 2002. – 207 с.
21. Zhang R. V. and Velikin S. A., – Harbin, 2014. Safety of small and medium dams in permafrost regions. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 6(4): 0331-0339.
22. Zhang R. V., – Harbin, 2014. Medium and small embankment dams on permafrost: A discussion of current concepts. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 6(4): 0340-0347.
23. Zhang R. V., – Harbin, 2014. Monitoring of small and medium embankment dams on permafrost in a changing climate. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 6(4): 0348-0355.

АНАЛИЗ МЕЖКАДРОВОЙ ДИКМ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ С АДАПТАЦИЕЙ К ПЕРЕМЕЩЕНИЯМ

Щипунова К.Д.

бакалавр по направлению информационные системы и технологии,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом межкадровой дифференциальной импульсно-кодовой модуляцией телевизионных сигналов с адаптацией к перемещениям. Проанализированы графические зависимости энтропии межкадровой и межэлементной разности от скорости движения.

Ключевые слова: межэлементная разность, межкадровая разность, кодирование.

Рассмотрим и проанализируем использование дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ) телевизионных (ТВ) сигналов с адаптацией к перемещениям. Методы, основанные на межкадровой ДИКМ с использованием статистических характеристик и свойств зрительных восприятий, предполагают в процессе кодирования формирование разностей между отсчетами или между текущим отсчетом и предсказанной величиной, которая определяется рядом предыдущих отсчетов [1, 12, 13]. Таким образом, по каналу связи передаются не сами отсчеты, а их изменения [14].

Устройства разностного кодирования строятся по схеме с обратной связью, где в цепи обратной связи формируется специальный сигнал. Структурная схема разностного кодирования представлена на рис. 1.

По каналу связи в цифровой форме передается кодированная разность между входным сигналом и сигналом, который формируется в цепи обратной связи (ЦОС). В зависимости от времени задержки сигнала в ЦОС методы разностного кодирования делятся: межэлементные, межстрочные и межкадровые. При межэлементном кодировании задержка в ЦОС осуществляется на один или несколько интервалов дискретизации, при межстрочном – на интервал одной или нескольких строк, при межкадровом – на интервал одного или нескольких кадров ТВ сигнала.

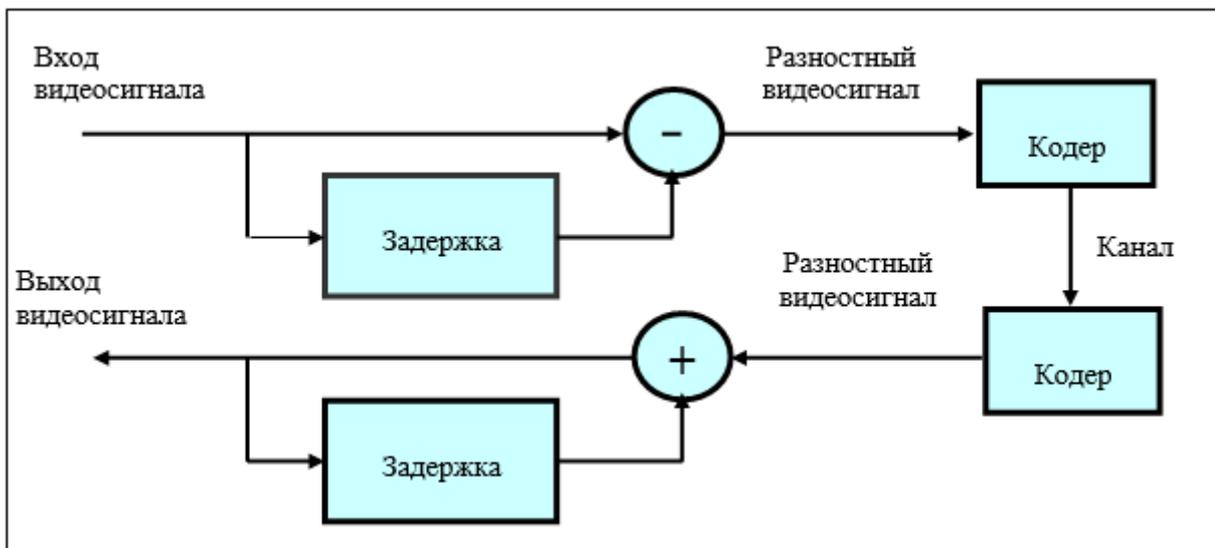


Рис. 1. Структурная схема формирования, передачи и восстановления разностного видеосигнала

Основной задачей межкадровой ДИКМ ТВ сигналов с адаптацией к перемещениям является оценивание перемещений в последовательности ТВ кадров. При движении объекта изменяется пространственная корреляция элементов меняющихся областей ТВ изображения [2-4]. Причем, при увеличении скорости движения корреляция увеличивается за счет интегрирующего эффекта в передающей трубке ТВ камеры, однако межкадровая корреляция элементов при этом уменьшается [5, 6]. Результаты сравнения энтропии межэлементной и межкадровой разностей меняющейся области ТВ изображения как функции скорости движения, оцениваемой числом символов, на которое сдвигается объект за период кадра, представлены на рис. 2 [1].

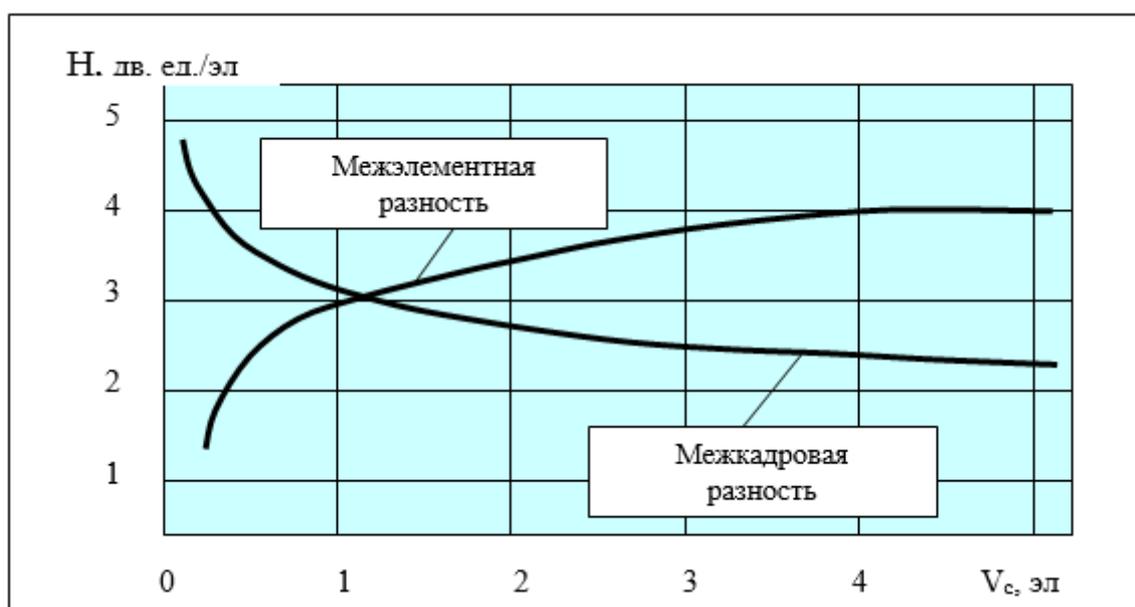


Рис. 2. Зависимость энтропии межкадровой и межэлементной разности от скорости движения

Анализ зависимостей показывает, что при малых скоростях движения области ТВ изображения наиболее целесообразно применять кодирование межкадровой разности, при больших скоростях – межэлементной.

Очевидно, что переход от внутрикадрового предсказания к межкадровому должен быть связан с выбором наилучших показателей параметров и алгоритмов предсказания для стационарных и движущихся частей телевизионного изображения [8-11].

Один из путей дальнейшего повышения эффективности межкадрового предсказания заключается в переходе к методам адаптации к движению, базирующимся на оценивании перемещений в последовательности телевизионных кадров. В результате предсказание ведется по элементам предыдущего кадра, которые, согласно выбранному критерию, наиболее «близки» к элементам, предсказываемым в текущем кадре. Все это приводит не только к резкому уменьшению дисперсии разностного межкадрового сигнала, но и дальнейшему сокращению требуемого числа двоичных единиц на элемент телевизионного изображения в среднем на 10...15%.

Заметим, что максимальная эффективность, оцениваемая числом двоичных единиц на элемент, при обеспечении требуемого качества восстановленных ТВ изображений при ДИКМ оценивают значением 2...2,5 дв. ед./эл. К наиболее распространенным методам межкадрового предсказания относятся метод сепаратного предсказания, вероятностный метод селекции коэффициентов, метод поправочных коэффициентов и другие [12].

Задача цифрового кодирования ТВ сигналов с применением методов оценивания вектора перемещений в последовательности ТВ кадров (кодирование с компенсацией движений) включает две части:

1) получение несложных, относительно просто реализуемых алгоритмов оценивания вектора перемещений от кадра к кадру в ТВ изображениях при минимальном объеме необходимых вычислений;

2) использование разработанных алгоритмов для создания оборудования цифрового кодирования ТВ сигналов (кодеков), минимизирующих число двоичных единиц, передаваемых по линии связи с обеспечением требуемого качества воспроизведения ТВ изображений на приемной стороне.

Таким образом, осуществлен анализ межкадровой ДИКМ ТВ сигналов с адаптацией к перемещениям. Показано, что при малых скоростях движения области ТВ изображения в последовательности ТВ кадров целесообразно осуществлять кодирование межкадровой разности, при больших скоростях – межэлементной.

Показано, что одним из путей повышения эффективности межкадрового предсказания является метод адаптации к движению, базирующийся на оценивании перемещений в последовательности ТВ кадров. Это приводит не только к резкому уменьшению дисперсии разностного межкадрового сигнала, но и дальнейшему сокращению требуемого числа двоичных единиц на элемент телевизионного изображения в среднем на 10...15%.

Данная работа выполнена в рамках НИР «Проектирование сетей» проводимой в ГБОУВПО МО «ФТА» под руководством д.т.н., профессора Артюшенко В.М и к.т.н., доцента Аббасовой Т.С.

Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.
2. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
3. Артюшенко, В. М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов [Текст] / В. М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
4. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72. ISBN 1680-2780
5. Артюшенко, В. М. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
6. Артюшенко, В. М. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.
7. Артюшенко, В. М. Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.
8. Артюшенко, В. М. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59–66.
9. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
10. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
11. Артюшенко, В. М. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.
12. Артюшенко, В. М. Цифровое сжатие видеоинформации и звука [Текст] / В. М. Артюшенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин: Учебное пособие / Под ред. В.М. Артюшенко. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2003. – 426 с.
13. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2010. – 624 с.
14. Artyushenko V.M. Statistical Characteristics of Envelope Outliers Duration of non-Gaussian Information Processes / V.M. Artyushenko, V.I. Volovach // Proceedings of IEEE ast-

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ОБОРУДОВАНИЮ ЦИФРОВОГО КОДИРОВАНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ

Щипунова К.Д.

бакалавр по направлению информационные системы и технологии,
Финансово-технологическая академия,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом требований к оборудованию цифрового кодирования телевизионных сигналов. Проанализированы графические зависимости стоимости кодирующего оборудования (кодеков) телевизионных сигналов от скорости передачи.

Ключевые слова: спутниковые системы связи, кодирование, сжатие изображения.

Современный этап развития спутниковых систем связи (ССС) неразрывно связан с широким внедрением цифровых методов передачи телевизионных (ТВ) сигналов [1-5]. В первую очередь это обусловлено успехами в улучшении характеристик цифровой элементной базы и усовершенствовании технологии их изготовления, позволяющими создать оборудование с высокими показателями надежности. Кроме того, возможностью повысить пропускную способность с использованием оптимальных методов модуляции и кодирования, базирующихся на более полном учете статистических характеристик передаваемых сообщений и свойств их получателей [6-9, 12].

К неоспоримым достоинствам цифровых методов передачи ТВ сигналов следует отнести такие факторы как [10, 11]:

- повышение качества передачи сигналов аналогового ТВ по цифровым линиям связи большой протяженности благодаря резкому уменьшению накопления искажений по сравнению с аналоговыми линиями, а также применению кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки передачи;
- возможность многократных обработок цифрового сигнала, включая процессы консервации и тиражирования, с сохранением высокого качества выходного аналогового сигнала при формировании ТВ программ;
- высокая технологичность производства и возможность длительного бесподстроечного режима работы оборудования цифрового ТВ за счет широкого использования методов и технических средств цифровой техники;
- упрощение обмена телевизионных программ при различных стандартах в результате применения цифровых преобразований ТВ стандартов.

Большое значение в повышении эффективности цифровых методов передачи телевизионных изображений играет кодирование [1, 11]. Цифровое кодирование ТВ сигналов можно условно разделить на три группы: поэлементное, блочное и гибридное. К поэлементному кодированию относятся ра-

циональные методы кодирования, заключающиеся в таком преобразовании телевизионных сигналов, при котором минимизируются затраты двоичных единиц на их описание. Блочное кодирование характеризуется линейным или нелинейным преобразованием сигналов. Гибридное кодирование – это сочетание методов цифрового кодирования, относящихся к различным группам.

В зависимости от целевого назначения ТВ системы МККР и МККТТ приняли целый ряд предложений по ранжированию скоростей передачи [1]. Так, для внутростудийного обмена рекомендуется скорость передачи 140 Мбит/с, для магистральных сетей, в том числе и спутниковых, 30...34 Мбит/с, для систем видеоконференц-связи первого поколения 1,544 и 2,048 Мбит/с и второго поколения $n \times 384$ и $m \times 64$ кбит/с (где $n, m = 1, 2, 3 \dots$). Снизить скорость передачи, с сохранением требуемого качества восстановленных ТВ изображений, можно за счет совершенствования существующих и разработки новых методов цифрового кодирования в следующих направлениях.

Первое направление – более полный учет свойств источника и получателя в процессе цифрового кодирования [1, 11]. Наиболее перспективными, в этом направлении являются такие процедуры кодирования, как: «взвешивающие» матрицы преобразования; переменные амплитудные пороги селекции коэффициентов преобразования; методы адаптивной селекции коэффициентов преобразования в зависимости от динамики телевизионных изображений; методы исключения из передачи коэффициентов преобразования нулевого порядка с последующим их восстановлением на приемной стороне; переход к кодированию, учитывающему свойства зрительного восприятия, при котором используют взвешивающие одно- и двумерные фильтры и т. д.

Второе направление – переход от скалярного квантования к векторному [11]. Векторное квантование является одним из перспективных методов, относящихся к блочному цифровому кодированию.

Третье направление – использование методов временной адаптации в процессе цифрового кодирования телевизионных сигналов, получившее название «кодирование с компенсацией движения» [1].

Четвертое направление – гибридные методы цифрового кодирования, сочетающие линейные преобразования с линейным предсказанием, а также сочетание различных методов цифрового кодирования с предварительной и последующей обработкой кодируемых ТВ сигналов, ведущее к повышению эффективности всего процесса цифрового кодирования [1, 11].

Выбор метода эффективного цифрового кодирования ТВ сигналов целесообразно базировать на учете экономических аспектов, в частности на анализе зависимостей стоимости оборудования цифрового кодирования (кодексов) от требуемой скорости и протяженности тракта передачи.

На рис. 1 представлены зависимости стоимости кодирующего оборудования (кодексов) ТВ сигналов от скорости V_n передачи, взятые из европейского проекта COST-211 [1], где кривая 1 соответствует случаю использования простых методов кодирования, а 2 – более сложных.

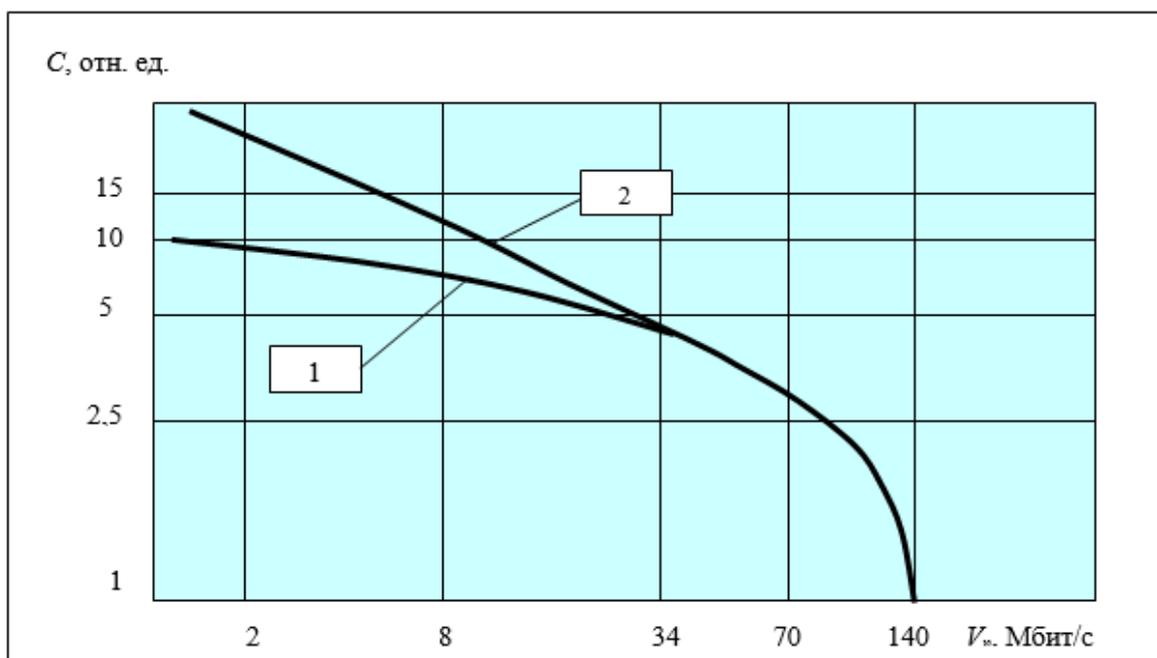


Рис. Зависимости стоимости кодирующего оборудования от скорости передачи

Из представленных графиков видно, что при переходе от скорости передачи 140 к 2 Мбит/с стоимость кодирующего оборудования, в зависимости от сложности используемого метода кодирования, может вырасти в среднем от 8 до 18 раз. При этом наиболее экономичным является кодирующее оборудование, работающее на скоростях ниже 34 Мбит/с.

На спутниковых линиях, исходя из энергетических показателей, целесообразно использование кодирующего оборудования ТВ сигналов работающего на скоростях ниже 30 Мбит/с [4].

Несмотря на многообразие методов цифрового кодирования ТВ сигналов, реализовать большинство из них сложно. Это в первую очередь связано с большим объемом вычислений, необходимостью введения существенных временных задержек и т. п. В настоящее время наибольшее распространение получили методы кодирования, базирующиеся на предсказании, в частности, дифференциальная импульсно-кодовая модуляция (ДИКМ). Наиболее перспективными методами повышения эффективности цифрового кодирования ТВ сигналов являются методы, основанные на внутрикадровой и межкадровой ДИКМ, с использованием статистических характеристик и свойств зрительного восприятия как отдельного изображения, так и последовательности ТВ кадров.

Таким образом, осуществлен анализ требований к оборудованию цифрового кодирования телевизионных сигналов. Показано, что наиболее перспективными методами повышения эффективности цифрового кодирования ТВ сигналов являются методы, основанные на внутрикадровой и межкадровой ДИКМ с использованием статистических характеристик и свойств зрительного восприятия последовательности ТВ кадров.

Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стрелюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.
2. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
3. Артюшенко, В. М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов [Текст] / В. М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
4. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72. ISBN 1680-2780
5. Артюшенко, В. М. Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.
6. Артюшенко, В. М. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59–66.
7. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
8. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
9. Артюшенко, В. М. Анализ параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2012. Т.55, №9. С.62 – 66.
10. Артюшенко, В. М. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012, №3. С.17 – 24.
11. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. – 624 с.
12. Artyushenko V.M. Statistical Characteristics of Envelope Outliers Duration of non-Gaussian Information Processes / V.M. Artyushenko, V.I. Volovach // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2013). Rostov-on-Don, Russia, September 27–30, 2013. – Kharkov: KNURE, 2013. P. 137-140.