

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов
по материалам
VI Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 30 сентября 2015 г.

В десяти частях
Часть II



Белгород
2015

УДК 001
ББК 72
С 56

Современные тенденции развития науки и технологий :
С 56 сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции 30 сентября 2015 г.: в 10 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачева Е.П., 2015. – № 6, часть II. – 144 с.

В сборнике рассматриваются актуальные научные проблемы по материалам VI Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 30 сентября 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 № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

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

УДК 001
ББК 72

ISSN 2413-0869

© Коллектив авторов, 2015
© ИП Ткачева Е.П. (АПНИ), 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	5
<i>Аликулов С.Р.</i> МАШИНА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЯ ХЛОПКА ТИПА «МУЛЬТИЛИФТ»	5
<i>Балашова Т.В., Сидорова А.С.</i> АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ.....	7
<i>Вихарев С.В., Низовцева И.Г., Сай В.М., Сизый С.В.</i> ПРИРОДА СИСТЕМ С РАЗДЕЛЕННЫМИ ИНТЕРЕСАМИ НА ТРАНСПОРТЕ. ОБОСНОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ	11
<i>Власенко О.М.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	15
<i>Горбатенко В.Ю., Олифер С.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКС К ВНЕШНИМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ	21
<i>Григорьев А.В., Кочегаров И.И., Трусев В.А., Баннов В.Я.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЛУДЛИНЫ СЛЕДА ВИБРАЦИОННОГО РАЗМЫТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРУГЛОЙ МЕТКИ.....	25
<i>Григорьев А.В., Кочегаров И.И., Трусев В.А., Баннов В.Я.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЛУШИРИНЫ СЛЕДА ВИБРАЦИОННОГО РАЗМЫТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРУГЛОЙ МЕТКИ.....	27
<i>Дюдин М.В.</i> ТРЕХАГЕНТНЫЙ КЛАССИФИКАТОР ИЗОБРАЖЕНИЙ ФЛЮОРОГРАММ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	29
<i>Енин А.В.</i> АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ	32
<i>Енин А.В.</i> МЕЖКАБЕЛЬНЫЕ НАВОДКИ В ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	36
<i>Енин А.В.</i> ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КАБЕЛЕЙ КАТЕГОРИИ 8.....	39
<i>Затылкин А.В., Герасимов О.Н., Голушко Д.А.</i> АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ РЭС.....	43
<i>Затылкин А.В.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА ЭРЭ ПЕЧАТНОГО УЗЛА С УЧЕТОМ ВНЕШНИХ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	45
<i>Калашников В.С., Голушко Д.А., Буц В.П.</i> КОНСТРУКЦИЯ ИНДУКЦИОННОГО ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ.....	48
<i>Калмыков В.В., Мусохранов М.В., Малышев Е.Н., Зенкин Н.В.</i> РАБОТА ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНА КАК МЕРА ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ	50
<i>Картусова А.Ю.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ПАРА В СЕКЦИИ ВОЗДУШНО-КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ В УСЛОВИЯХ ПОЛНОГО И УХУДШЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ	52
<i>Ковальчук А.К.</i> СПЕЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ ДЛЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ РОБОТОВ С ДРЕВОВИДНОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ.....	56
<i>Кучеренко А.П., Проскорякова Ю.А.</i> АНАЛИЗ И ВЫБОР ФОРМЫ ДЕБАЛАНСА ДЛЯ ВИБРОСТЕНДА.....	66
<i>Ленькова А.В., Долотовский И.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ПРОДУКЦИИ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	70

Маликов И.Н., Кураков Ю.И., Свиридова А.Н. УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	74
Мустафина Р.М. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	78
Олифер С.С., Горбатенко В.Ю. АНАЛИЗ МЕЖКАБЕЛЬНЫХ НАВОДОК В СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	82
Пивкин А.В., Таньков Г.В., Закалюкина Л.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ, УСТАНОВЛЕННОЙ НА ГУСЕНИЧНЫХ ШАССИ	86
Проскорякова Ю.А. ЗАВИСИМОСТЬ УСТАНОВИВШЕЙСЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКЕ	89
Рогожкин В.М., Илларионова Е.Д., Ушаков Н.А. МЕТОДИКА РАСЧЁТА ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ГИДРОСИСТЕМ МАШИН ОТ АВАРИЙНЫХ ПОТЕРЬ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ	92
Савдур С.Н. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	96
Савченко В.В., Акатьев Д.Ю., Афонин М.В. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ НА ФОНЕ ШУМА	99
Сидорова А.С., Балашова Т.В. АНАЛИЗ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ И СИЛОВЫМИ ЛИНИЯМИ ..	102
Степович-Цветкова Г.С. ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ	106
Таганов Р.А., Захаров С.П., Псоянц В.Г. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОГРАММ КОНТРОЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ ПРОЕКТА	108
Таньков Г.В., Лысенко А.В., Стрельцов Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ИНЕРЦИОННОЙ СИЛЫ В ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТАХ БОРТОВОЙ РАДИОАППАРАТУРЫ	113
Татарников А.П., Петриченко Д.А., Иванов В.В. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ СВОБОДНОПОРШНЕВОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ	117
Томакова Р.А., Кониченко Е.А., Емельянов Е.Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ РЕНТГЕНОГРАММ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ОСНОВЕ МНОГОАГЕНТНОГО ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗАТОРА	122
Цеховой А.Ф., Некрасова Н.А., Аяпбергенова А.Т., Некрасова Т.А. ДЕСЯТЬ ШАГОВ УПРАВЛЕНИЯ УСПЕШНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В КОМПАНИИ	127
Шереметьев С.В., Сироткин А.А., Мазеин П.Г. ИНТЕРФЕЙС РЕАЛЬНО-ВИРТУАЛЬНОГО СБОРОЧНО-СОРТИРОВОЧНОГО СТЕНДА	136
Шохрина Н.В. ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЯ В РАМКАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭТАПА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	139

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

МАШИНА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЯ ХЛОПКА ТИПА «МУЛЬТИЛИФТ»

Аликулов С.Р.

профессор кафедры «Наземные транспортные системы», д-р технических наук,
старший научный сотрудник,
Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан, г. Карши

По результатам аналитических исследований и анализа технологии и машин, используемых в передовых странах, обоснованы параметры и разработана проектно-конструкторская документация на машину для формирования малых бунтов-модулей хлопка-сырца фермерских и дехканских хозяйств.

Ключевые слова: хлопок-сырец, хлопкоуборочная машина, фермерские хозяйства, уплотнитель хлопка, модуль бунта, модулеобразователь.

Около 30% всех затрат на производство хлопка-сырца приходится на его уборку, транспортировку с поля на заготовительные пункты и хранение до переработки на хлопкоочистительных заводах. Совершенствование выше названных технологий и машин позволит значительно сократить затраты труда, количество необходимых транспортных средств и повысить производительность машин. Результаты наших исследований в рамках государственной научно-технической программы позволили обосновать технологию и параметры машины для формирования модуля уплотненного хлопка непосредственно на поле.

Модулеобразователь хлопковый предназначен для приёмки хлопка-сырца, собранного хлопкоуборочной машиной или ручным способом и его обработки на полях дехканских и фермерских хозяйств путем образования малых бунтов-модулей различных сортов непосредственно на месте его сбора.

Модулеобразователь состоит из следующих основных частей: прицепного устройства 1 к трактору, гидравлического мотора 2, маслопроводов 3, 14, резервуара 4 для сбора масла, лестницы 5, ведущих 6 и ведомых 7 приводов, задней дверцы 8, пневматических колес, уплотнительной камеры, уплотнителя хлопка, тележки уплотнителя, гидроцилиндра уплотнителя и гидроцилиндров опорных колес. Модулеобразователь агрегатируется колесным трактором класса 14 кН с частотой вращения вала отбора мощности $n = 1000$ об/мин.

Работа машины заключается в образовании модуля бунта при сборе хлопка непосредственно на поле в специально подготовленных местах. Хлопкоуборочная машина с заполненным бункером подъезжает к модулеобразователю и разгружает хлопок в каркас, затем оператором модулеобразователя включается в работу уплотнительное устройство, которое уплотняет хлопок по всему замкнутому контуру каркаса. Каркас является связывающим узлом оборудования к которому монтируются остальные его части и пред-

ставляет собой сварную конструкцию из прокатных профилей. Задняя стенка, выполненная шарнирной, служит для прохождения модуля бунта после завершения его формирования и транспортировки модулеобразователя для формирования следующего модуля.

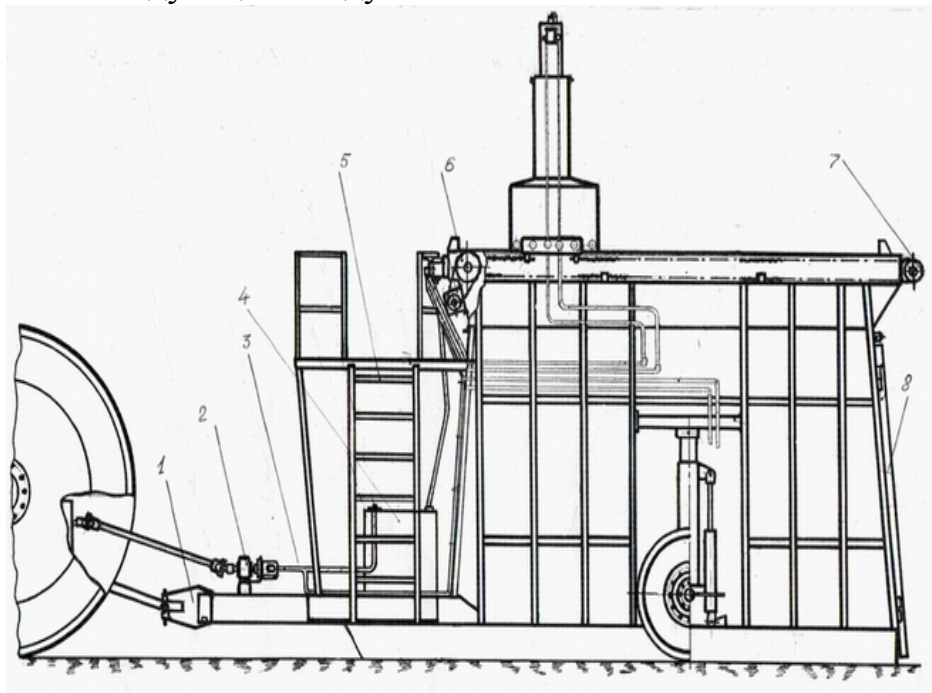


Рис. Модулеобразователь хлопковый. 1 – прицепное устройство; 2 – гидравлический мотор; 3, 14 – маслопроводы; 4 – резервуар для масла; 5 – лестница платформы; 6, 7 – ведущий и ведомый приводы; 8 – дверца (задняя стенка)

Колесный ход предназначен для транспортировки модулеобразователя, после того как корпус с помощью двух гидравлических цилиндров приподнимается от поверхности поля для транспортирования к месту формирования очередного модуля.

Характеристика разработанного модулеобразователя и сформированного хлопкового модуля приведена в таблице.

Таблица

Характеристика модулеобразователя и хлопкового модуля

Наименование показателей	Единица измерения	Величина
Производительность	тонна/час	4,1...5,0
Габариты модулеобразователя	мм	
- длина		6320
- высота (в транспортном положении)		3280
- ширина		3500
Конструктивная масса	кг	1700
Гарантийный срок службы	год	1
Срок службы	год	7
Общая потребляемая мощность	кВт	18,1
Энергетическое средство		Трактор ТТЗ-80
Плотность хлопка	кг/м ³	180...190
Масса хлопка в модуле	кг	3200...3400

Список литературы

1. Аликулов С.Р. Научные основы разработки моделей и методов расчета процессов уплотнения хлопка в машинах для формирования и транспортировки модулей уплотненного хлопка. Дисс. докт. техн. наук, Карши, 2007, 252 с.
2. Аликулов С.Р. Технологические основы уборки хлопка в контейнеры. Ташкент.: Фан, 1994.-192 с.
3. Аликулов С.Р. Уплотнение хлопка в бункерах хлопкоуборочных машин и кузовах транспортных средств. Ташкент.: Фан, 2004.-140 с.
4. Аликулов С.Р. Высокоэффективные технологии и технологические средства при уборке и транспортировке хлопка. Ташкент.: ГФНТИ, 2004.-32 с.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ

Балашова Т.В., Сидорова А.С.

бакалавры по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом взаимного влияния высокочастотных кабелей, проложенных в одном кабелепроводе.

Ключевые слова: экранирование, наводки, помехи, высокочастотный кабель.

В последнее время большую роль в организации информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов стали играть высокоскоростные структурированные кабельные сети (СКС) [1-3]. Важным аспектом СКС являются проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС), связанные с взаимным влиянием кабелей, проложенных параллельно в одном и том же кабелепроводе [4-7]. Согласно теории, в том случае, если источником помех, воздействующих на неэкранированный кабель СКС, является параллельно проложенный «открытый» кабель, излучающий электромагнитные помехи (ЭМП), то для приближенной оценки ослабления электромагнитных помех можно воспользоваться выражением [8-10]:

$$A_{\Pi} \approx A_{\Pi\Pi} - 20\lg(50L_{\Pi}/rR_{\kappa}), \text{ дБ},$$

где: L_{Π} – длина кабеля, подверженного воздействию электромагнитной помехи, м; r – расстояние между «мешающим» кабелем и кабелем подверженным воздействию помехи, м; R_{κ} – сопротивление кабеля, Ом; $A_{\Pi\Pi} = f(F_{\Pi})$ – ослабление электромагнитных помех, для двух параллельно проложенных кабелей, в зависимости от рабочей частоты «мешающего» кабеля F_{Π} .

Значения величины $A_{\Pi\Pi}$ могут быть найдены по графикам рис. 1, где: 1 – $L_{\Pi}=10$ м, $r=0,01$ м; 2 – $L_{\Pi}=2$ м, $r=0,01$ м; 3 – $L_{\Pi}=1$ м, $r=0,01$ м.

Из представленных на рис. 1 зависимостей видно, что с увеличением частоты степень воздействия электромагнитных помех, для параллельно проложенных кабелей, один из которых является источником ЭМП, возрастает.

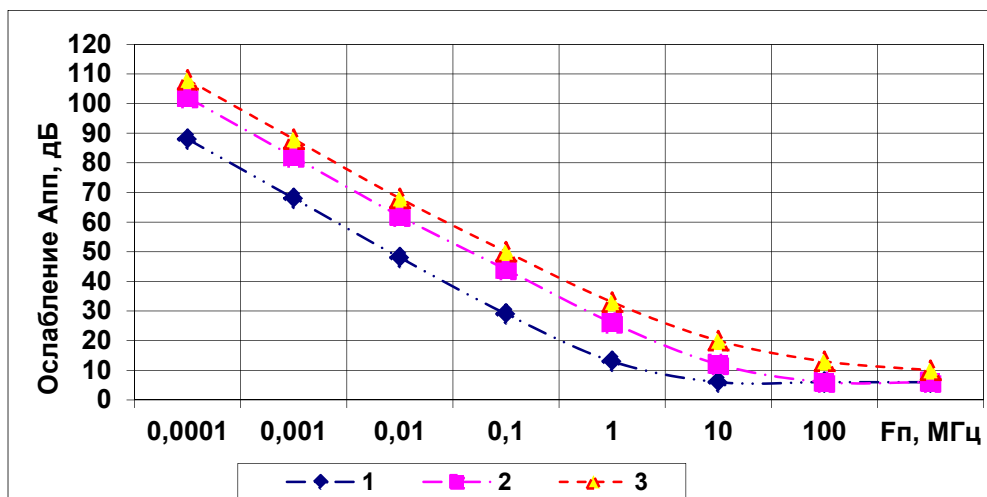


Рис. 1. Ослабление электромагнитных помех, при параллельной прокладке двух неэкранированных кабелей один из которых является источником помех

Если хотя бы один из кабелей экранирован, то в этом случае для определения величины ослабления $A_{пп}$, можно воспользоваться графиками, представленными на рис. 2, для $L_{п} = 2$ м, $r = 0,01$ м, где: 1 – один кабель экранирован; 2 – оба кабеля экранированы.

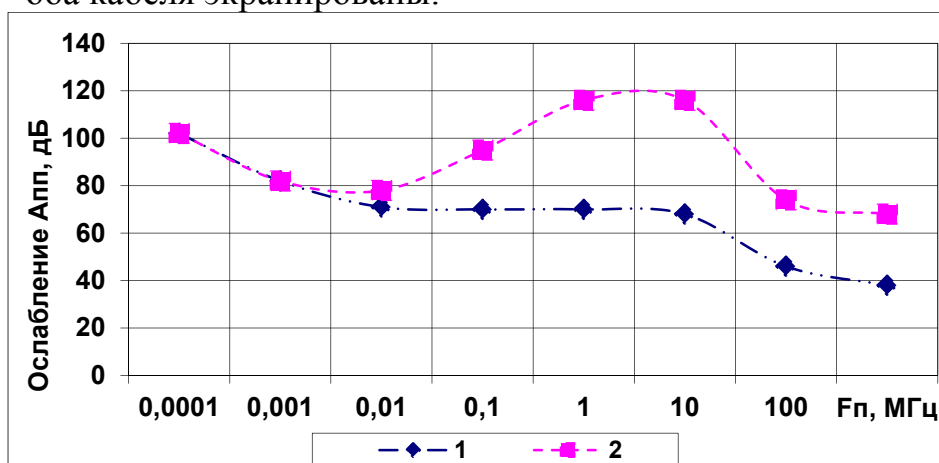


Рис. 2. Ослабление электромагнитных помех, при параллельной прокладке двух кабелей (проводов) один (или оба) из которых защищены экраном

Из представленных зависимостей видно, что при экранировании хотя бы одного из параллельно расположенных кабелей ослабление электромагнитных помех значительно возрастает. Ослабление электромагнитных помех будет иметь максимальное значение, если оба параллельно расположенных кабеля экранированы. Анализируя приведенные на рис. 1 и 2 зависимости можно сделать следующие выводы. Для уменьшения влияния электромагнитных помех, в случае параллельно проложенных двух кабелей, один из которых является источником помех, необходимо: максимально разнести их друг от друга; обеспечить их хотя бы простейшим защитным экраном; по возможности, максимально уменьшить длину кабеля, подверженного воздействию электромагнитной помехи [11-13]. Несмотря на важность теории, при принятии решения об экранировании кабелей, обычно преобладают практические соображения [14-17].

Были проведены серии испытаний, в которых контрольный кабель подвергали воздействию электромагнитного излучения от проходящего параллельно кабеля, являющегося источником излучений. Затем кабель помещали внутри экранирующей оболочки и измеряли наведенные напряжения при том же уровне внешних помех. Оценивались три способа защиты (рис. 3): 1 – экранирование кабеля, 2 – алюминиевая вставка, 3 – металлическое напыление короба из ПВХ [18].

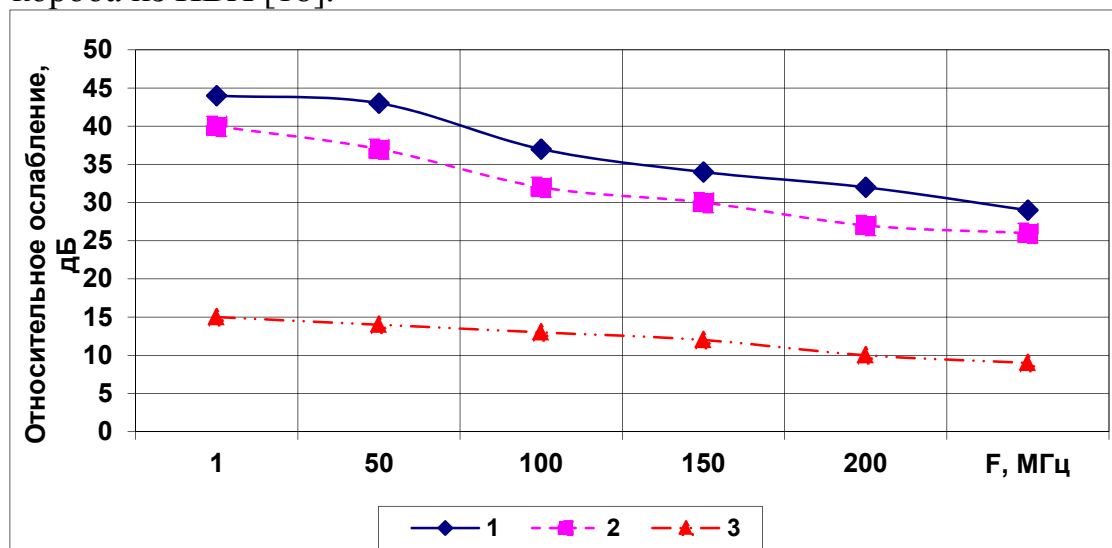


Рис. 3. Зависимость относительного ослабления от частоты

Диапазон измеряемых частот – от 1 до 250 МГц. Были взяты отрезки вставки и короба, не имеющие изгибов и сочленений. Экранированный кабель обеспечил наилучшую защиту, алюминиевая вставка – примерно на 5 дБ хуже во всем диапазоне частот, а металлическое напыление оказалось на 20-30 дБ или примерно в 100-1000 раз менее эффективным, чем экранированный кабель.

Анализ результатов измерений показал, что нанесение металлического покрытия на внутреннюю поверхность ПВХ кабелепроводов менее эффективно, чем использование систем с алюминиевыми вставками.

Список литературы

1. Артющенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72.
2. Артющенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В.М. Артющенко, Б.А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
3. Артющенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В.М. Артющенко, Б.А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
4. Артющенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артющенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.
5. Артющенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова //

Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУ-ТиС. – М., 2011. – 110 с.

6. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.

7. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2. №2. С.3 – 7.

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

9. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

10. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

11. 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.

12. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.10 – 17.

13. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.18 – 24.

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

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

16. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.

17. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2010. – 624 с.

18. 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.

ПРИРОДА СИСТЕМ С РАЗДЕЛЕННЫМИ ИНТЕРЕСАМИ НА ТРАНСПОРТЕ. ОБОСНОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

Вихарев С.В.

старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.,
Институт математики и компьютерных наук,
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

Низовцева И.Г.

научный сотрудник, к.ф.-м.н.,
Институт математики и компьютерных наук,
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

Сай В.М.

профессор кафедры путей и железнодорожное строительство, д.т.н., профессор,
Институт математики и компьютерных наук,
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

Сизый С.В.

профессор кафедры алгебры и дискретной математики, к.ф.-м.н.,
Институт математики и компьютерных наук,
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

В статье рассматриваются причины формирования систем с разделенными интересами в паре государство–население. На основе статистических данных обосновывается заинтересованность государства в синхронно развитии транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: сети с разделенными интересами, транспортная инфраструктура.

В современных условиях ни один государственный орган не занимается собственно строительными работами на транспортной инфраструктуре. Эта деятельность поручается генеральным подрядчикам, организациям, осуществляющим строительство, развитие и поддержку объектов транспортной инфраструктуры [1, 2]. Государство берет на себя функции планирования развития инфраструктуры и функции регулирования. Государство, на самых разных уровнях от муниципалитета до федерального заказывает разработку перспективных планов развития транспортной инфраструктуры в том числе по направлениям: строительства автомобильных и железных дорог, развития аэропортовой сети и диспетчерского обслуживания воздушного пространства, модернизацию речного и морского судоходства, расширения сети метрополитена, оптимизации пропускной способности и даже формирование маршрутной сети, если трактовать понятие транспортной инфраструктуры шире, чем просто совокупность физических объектов [3, 12].

Конечной целью всех мероприятий, проводимых для поддержания и развития транспортной инфраструктуры, является не собственно транспортная инфраструктура или обеспечение каких-то ее свойств, а достижение зна-

чимых для государства социально-экономических характеристик. Глобально такой характеристикой разумеется является валовый внутренний продукт (ВВП). Рассмотрим данные за 2002–2011 годы (табл. 1), предоставляемые в открытом доступе на сайте Федеральной службы государственной статистики (www.gks.ru).

Таблиц 1

Данные по протяженности автодорог и ВВП по годам

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ВВП, трлн. руб.		14	18,03	22,49	27,96	33,91	32,01	37,69	45,39
Протяженность автодорог, тыс. км	897	872	859	933	963	939	983	1004	

Средствами линейного регрессионного анализа можем получить следующую зависимость между ВВП текущего года и протяженностью автодорог предыдущего.

$$GDP_i = 0,0002 \cdot L_{i-1} - 140,75, \quad (1)$$

где GDP_i – ВВП i -го года в млрд. рублей, L_i – протяженность автодорог i -го года. Коэффициент достоверности составляет $R^2(L, GDP) = 0,8203$. График зависимости приведен на рис. 1.

Следует правильно понимать зависимость (1), которая свидетельствует о том, что развитие инфраструктуры сопутствует росту ВВП. Разумеется, резкое падение ВВП, скажем в период кризисов, не означает физического сокращения протяженности автодорог, но разумеется затраты на инфраструктуру могут снижаться, а ее развитие в целом может не только замедляться но и деградировать.

Существование приведенной на рис. 1 зависимости ВВП от инфраструктуры несомненно является для государства, стремящегося к экономическому развитию, мощным стимулом к управлению и стимулированию развития транспортной инфраструктуры и всей транспортной отрасли.

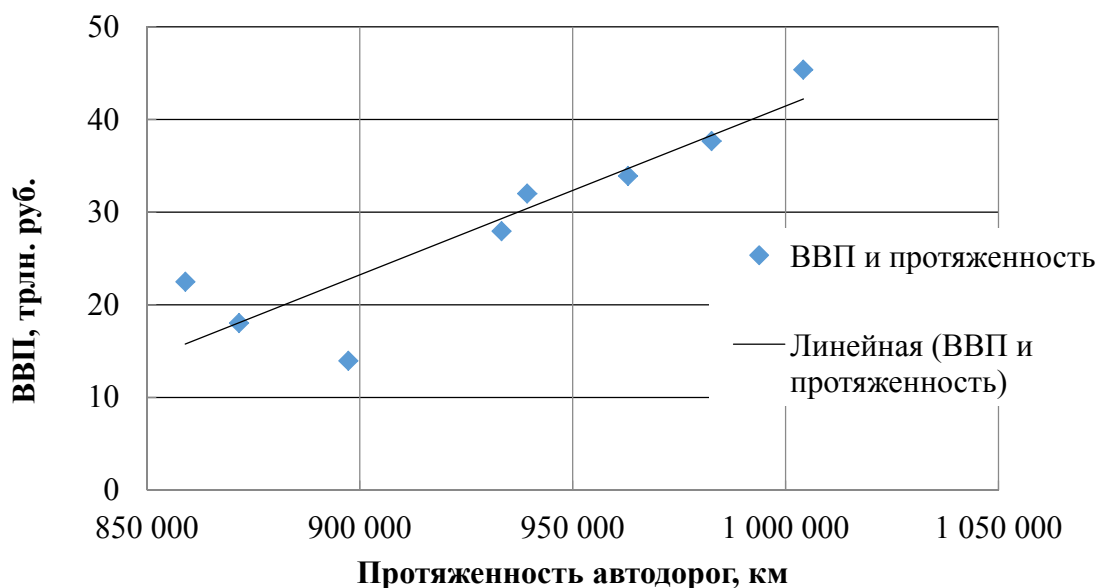


Рис. 1. Взаимосвязь протяженности автодорог и ВВП

Другим важным фактором, вынуждающим государство развивать инфраструктуру, является рост доли транспортных расходов в структуре растущего ВВП. Очевидно, что рост экономики требует сообразного развития инфраструктуры. Рассмотрев данные за последние несколько лет (см. табл. 2), можно установить общую связь между расходами на грузоперевозки и изменением ВВП.

Таблица 2

Данные по расходам на грузоперевозки и ВВП по годам

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ВВП	18	22	28	34	32	38
Расходы на грузоперевозки	481	553	639	723	691	793

Строим линейную регрессию на данных из таблицы 2 и получаем следующую зависимость:

$$TC_i = 15,543 \cdot GDP_i + 200,82, \quad (2)$$

где TC_i – расходы на грузоперевозки в i -м году. Коэффициент достоверности зависимости очень высокий (близок к 1) и составляет $R^2(GDP, TC) = 0,99778$.

Из графика зависимости (2), приведенного на рисунке 2, видно что затраты на транспортировку растут заметно быстрее ВВП. То есть растет доля транспортных издержек в структуре ВВП, а значит растет себестоимость, снижая конкурентоспособность и, следовательно, тормозится рост ВВП.

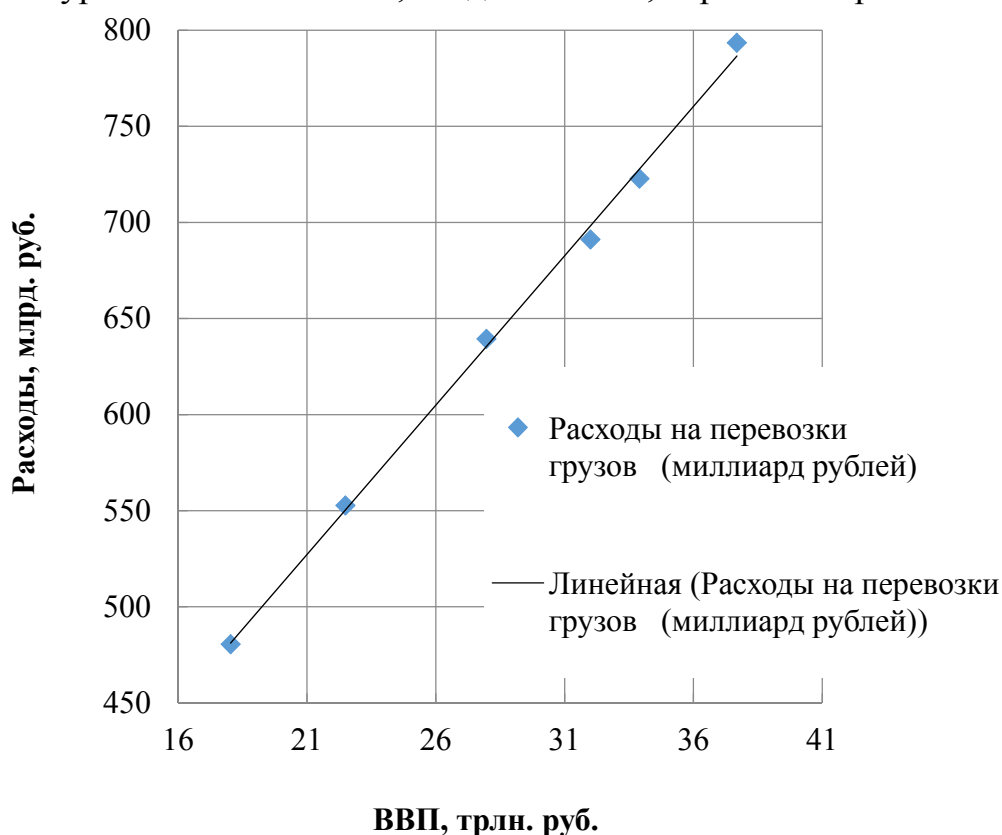


Рис. 2. Рост расходов на грузоперевозки, опережающий рост ВВП (по данным Федеральной службы государственной статистики)

Таким образом государству не только выгодно развитие транспортной инфраструктуры как минимум с экономической точки зрения, но и необходимо, поскольку отставание инфраструктуры заметно тормозит экономическое развитие.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам и стипендиям Президента Российской Федерации и в рамках соглашения 02.А03.21.0006 от 27.08.2013 между Министерством образования и науки РФ и Уральским федеральным университетом.

Список литературы

1. Сай В.М., Сизый С.В., Вихарев С.В., Варанкина К.А. Организация содержания транспортной инфраструктуры в сетях с разделенными интересами с применением математической теории автоматов // Вестник УрГУПС, 2011. № 3. – С. 42–53. ISSN 2079-0392.
2. Щичко А.В., Сизый С. В., Вихарев С.В. Организационные процессы в сетях с разделенными интересами: актуальность, постановка задачи, план исследований // Вестник УрГУПС, 2009. № 1–2. – С. 34–42. ISSN 2079-0392.
3. S. Vikharev. Comparative vendor score // Applied Mathematical Sciences, Vol. 7, 2013, no. 100, 4949-4952. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2013.36414>
4. S. Vikharev. Mathematical modeling of development and reconciling cooperation programs between natural monopoly and regional authorities. // Applied Mathematical Sciences, Vol. 7, 2013, no. 110, 5457-5462. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2013.38454>
5. S. Vikharev. Mathematical model of the local stability of the enterprise to its vendors // Applied Mathematical Sciences, Vol. 7, 2013, no. 112, 5553-5558 <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2013.38465>
6. I. Nizovtseva. Nonlinear model of the mushy layer in the time-dependent crystallization. II Calculations // Adv. Studies Theor. Phys., Vol. 7, 2013, no. 21, 1017–1022. <http://dx.doi.org/10.12988/astp.2013.39113>
7. Brusyanin D., Vikharev S. The basic approach in designing of the functional safety index for transport infrastructure. Contemporary Engineering Sciences, Vol. 7, 2014, no. 6, 287-292. <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2014.416>
8. Nizovtseva I. Generalization index of the economic interaction effectiveness between the natural monopoly and regions in case of multiple simultaneous projects // Applied Mathematical Sciences, Vol. 8, 2014, no. 25, 1223-1230. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.4164>
9. Sizi S. Mathematical model of sustainability and support of enterprises in organizational networks // Applied Mathematical Sciences, Vol. 8, 2014, no. 25, 1231-1238. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.4165>
10. Vikharev S. Computer modeling of sustainability and support of enterprises in organizational networks // Applied Mathematical Sciences, Vol. 8, 2014, no. 25, 1239-1246. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.4166>
11. Sizi S, Ostrovskaia E. Methods of evaluation enterprises economic attractiveness, stability and degree of confidence // Applied Mathematical Sciences, Vol. 8, 2014, no. 61, 3027-3033. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.44253>
12. Nizovtseva I, Sinitsyn E. Automated methodology combining assessments and developing solutions about interaction // Applied Mathematical Sciences, Vol. 8, 2014, no. 61, 3035-3041. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.44254>

АВТОМАТИЗАЦИЯ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Власенко О.М.

доцент кафедры автоматики и промышленной электроники, к.т.н.,
Московский государственный университет дизайна и технологии,
Россия, г. Москва

В работе рассмотрена автоматизация типового теплового объекта легкой промышленности – воздушно-конвективная сушильная установка для рулонного материала. Определены динамические модели в контурах регулирования температуры и относительной влажности воздуха в сушильной камере. Исследованы динамические свойства системы регулирования с учетом взаимовлиянием между контурами в программе Matlab.

Ключевые слова: воздушно-конвективная сушка, температура, уравнение теплового баланса, двухконтурная система регулирования, взаимовлияние между контурами регулирования, качество переходного процесса.

Сушильные установки для рулонных материалов применяются в составе технологической линии в текстильном производстве, в производстве искусственных кож (ИК), пленок, кровельных рулонных материалов, обоев и т.п.

Процесс сушки потребляет много электроэнергии. Автоматизация сушильной установки обеспечивает поддержание технологических параметров на заданном уровне, позволяет снизить расход энергии и повышает качество выпускаемой продукции.

В связи с многообразием высушиваемых материалов, их свойств и условий обработки, конструкции сушилок различаются по способу подвода и отвода тепла, устройству транспортирующих элементов и т.п. [1].

В данной статье рассмотрена воздушно-конвективная сушильная установка для рулонного материала (рис.1). Она представляет собой камеру 3 с теплоизоляционными стенками, внутри которой размещены устройство перемещения материала – система валов, и рециркуляционная система с элементами распределения подаваемого горячего воздуха. Подогрев и подача воздуха в камеру осуществляются с помощью блока вентилятора 5 с калорифером 4. Влажный воздух удаляется из сушильной камеры вентилятором 1, совмещенным с отводным воздухопроводом. Необходимое количество влажного воздуха возвращается в сушильную камеру с помощью рециркуляционной системы.

Для поддержания требуемого режима сушки автоматическая система управления содержит следующие контуры регулирования и управления:

Контур регулирования относительной влажности воздуха в сушильной камере. МЕ (1-1) – датчик относительной влажности, установлен в сушильной камере вблизи отводного трубопровода. Сигнал от датчика поступает на микропроцессорный регулятор (МПС) через модуль ввода МУ(1-2). МПС посылает сигнал управления через модуль вывода МУ(1-3) на двигатель М1

вентилятора 1. Таким образом, влажность в сушильной камере поддерживается на заданном уровне путем регулирования расхода вытяжного влажного воздуха.

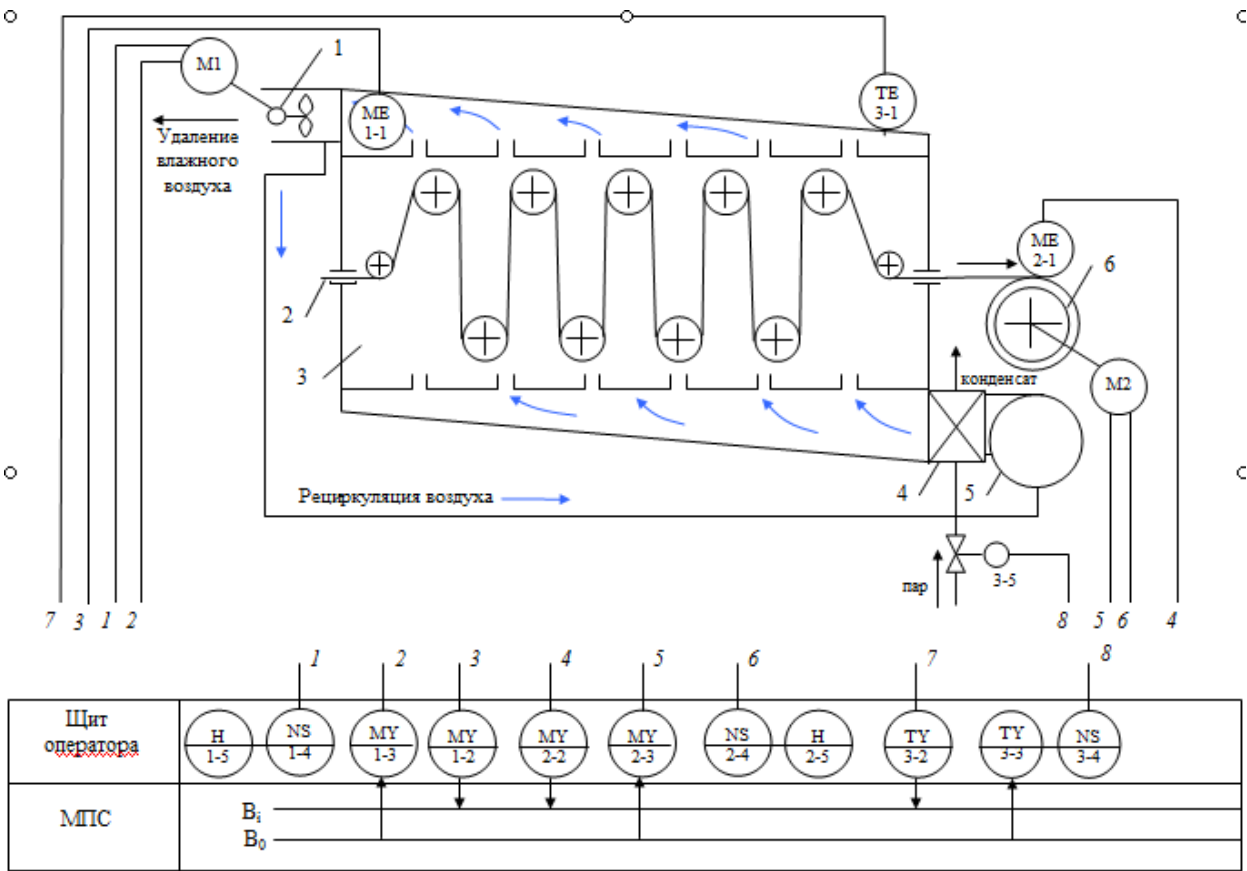


Рис. 1. Схема автоматизации сушильной установки
1 – вытяжной вентилятор; 2 – материал; 3 – камера; 4 – калорифер;
5 – приточный вентилятор, 6 – намоточный барабан

Контур регулирования температуры в сушильной камере. Датчик температуры ТЕ (3-1) установлен на конечном участке суши, измеряет наибольшую температуру воздуха в сушильной камере. Сигнал от датчика поступает на микропроцессорный регулятор (МПС) через модуль ввода ТУ(3-2). МПС посылает сигнал управления через модуль вывода ТУ(1-3) на электромагнитный клапан (3-5), с помощью которого регулируется поток теплоносителя через калорифер 4, а следовательно степень подогрева воздуха, поступающего в сушильную камеру.

Контур регулирования влагосодержания материала на выходе из сушильной камеры содержит датчик влагосодержания МЕ (2-1). Возможна организация автоматического управления вращением двигателя М2 намоточного барабана с МПС. Тогда, регулирование влагосодержания материала сводится к поддержанию необходимой скорости протяжки материала. В приведенной на рис.1 схеме, двигатель включается вручную, и скорость протяжки материала во время процесса сушки остается постоянной.

Для стабилизации параметров сушки можно использовать различные схемы автоматического регулирования: несвязанная по двум контурам, связанная по двум контурам, одноконтурная с коррекцией [2].

Автором рассмотрена двухконтурная система регулирования с взаимовлиянием между контурами (рис.2).

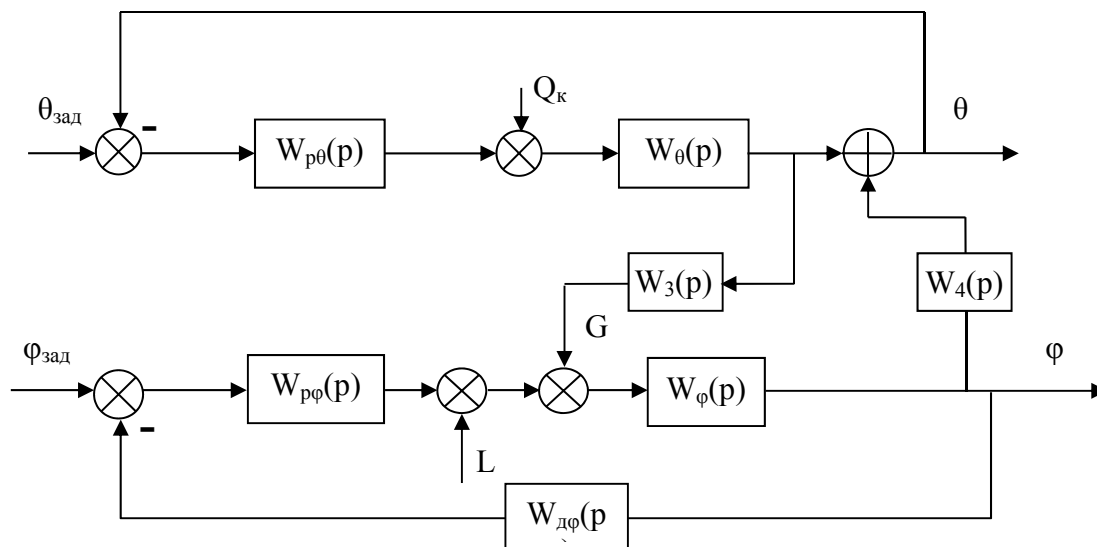


Рис. 2. Структурная схема сушильной установки

На структурной схеме на рисунке 2 приняты следующие обозначения: θ – температуры воздуха в камере; φ – относительная влажность воздуха в камере; L – расход воздуха через сушильную камеру; Q_k – тепловая мощность подводимая в камеру; $W_\theta(p)$ – передаточная функция сушильной камеры по температуре; $W_{p\theta}(p)$ – передаточная функция регулятора в контуре температуры; $W_\varphi(p)$ – передаточная функция сушильной камеры по относительной влажности; $W_{p\varphi}(p)$ – передаточная функция регулятора в контуре относительной влажности; $W_3(p)$ – передаточная функция взаимосвязи между изменением температуры воздуха в сушилке и изменением интенсивности выделения влаги из кожи; $W_4(p)$ – передаточная функция взаимосвязи между влагосодержанием воздуха и температурой воздуха в сушилке; G – выделение влаги из кожи.

Для контура регулирования температуры воздуха в сушильной камере уравнение теплового баланса, имеет вид:

$$\Delta Q_k = \Delta Q_c + \Delta Q_\theta + \Delta Q_m + \Delta Q_{ak} + \Delta Q_o,$$

где Q_k – тепловая мощность, подводимая теплоносителем к сушильной камере; Q_c – испарение влаги из материала; Q_θ – мощность, необходимая для нагрева воздуха в камере от температуры θ_y до заданной температуры θ , Q_o – теплопотери в окружающую среду; Q_{ak} – тепловая мощность, аккумулируемая воздухом и материалом в сушильной камере; Q_m – мощность, затрачиваемая на нагрев материала.

Тепловая мощность на испарение влаги из материала определяется по формуле: $\Delta Q_c = k_c \Delta \theta$,

где $k_c = r \frac{\Delta G}{\Delta \theta}$ – коэффициент, определяемый по статической характеристике, здесь r – среднее значение удельной теплоты испарения влаги с поверхности материала.

Выражение для тепловой мощности, расходуемой на нагрев воздуха в камере, имеет вид: $\Delta Q_{\theta} = L c_{\theta} \rho_{\theta} (\Delta \theta - \Delta \theta_{\theta})$,

где L – расход воздуха, поступающего из цеха в сушильную камеру, c_{θ} – удельная массовая теплоемкость воздуха; ρ_{θ} – плотность воздуха.

Тепловая мощность на нагрев материала определяется соотношением:

$$\Delta Q_M = m \cdot v \cdot c_M (\Delta \theta - \Delta \theta_{\theta})$$

где m – масса материала в сушильной камере; v – скорость протяжки материала; c_M – удельная массовая теплоемкость материала.

Теплопотери в окружающую среду через стенки камеры можно описать соотношением: $\Delta Q_o = (S_1 k_1 + S_2 k_2) \cdot (\Delta \theta - \Delta \theta_{\theta})$,

здесь S_1 – площадь боковой поверхности сушильной камеры; k_1 – коэффициент теплопередачи через боковые стенки сушильной камеры; S_2 – площадь торцевой поверхности сушильной камеры; k_2 – коэффициент теплопередачи через торцевые стенки сушильной камеры.

Мощность, аккумулируемая воздухом, транспортирующими элементами и материалом в сушильной камере (принимая температуру материала и транспортирующих элементов равной температуре воздуха в камере):

$$\Delta Q_{ак} = (c_{\theta} \rho_{\theta} V_{\theta} + c_M m + c_3 m_3) \frac{d\Delta \theta}{dt},$$

где V_{θ} – объем воздуха в сушильной камере; m_3 – масса транспортирующих элементов.

С учетом приведенных выше соотношений дифференциальное уравнение описывающее сушильную камеру как тепловой объект имеет вид:

$$T_{\theta} \frac{d\Delta \theta}{dt} + \Delta \theta = k_{o\theta} \Delta Q_K + k_{oc} \Delta \theta_{\theta},$$

где

$$T_{\theta} = \frac{c_{\theta} \rho_{\theta} V_{\theta} + c_M m + c_3 m_3}{k_c + L c_{\theta} \rho_{\theta} + m v c_M + S_1 k_1 + S_2 k_2}$$

$$k_{o\theta} = \frac{I}{k_c + L c_{\theta} \rho_{\theta} + m v c_M + S_1 k_1 + S_2 k_2}$$

$$k_{oc} = \frac{k_{o\theta}}{L c_{\theta} \rho_{\theta} + m v c_M + S_1 k_1 + S_2 k_2}$$

Принимая во внимание, что изменение температуры воздуха в цехе носит случайный характер, и рассматривается как возмущающее воздействие, запишем передаточную функцию сушильной камеры по температуре:

$$W_{\theta}(p) = \frac{\Delta \theta(p)}{\Delta Q_K(p)} = \frac{k_{o\theta}}{T_{\theta} p + I}$$

Влияние изменения температуры воздуха на конечную влажность материала при постоянной относительной влажности воздуха в сушильной камере можно учесть коэффициентом (k_θ), который определяется по обобщенной статической характеристике $G(Q_k)[1]$: $k_\theta = \frac{\Delta\omega_k}{\Delta\theta}$, где

$$\Delta\omega_k = \frac{\Delta u_k}{1 + \Delta u_k}.$$

Зависимость между изменением температуры воздуха в сушилке $\Delta\theta$ и изменением интенсивности выделения влаги из кожи ΔG описывается уравнением:

$$T_3 \frac{d\Delta G}{dt} + \Delta G = k_3 \frac{d\Delta\theta}{dt},$$

где T_3 – постоянная времени, определяемая в соответствии с кривой сушки [2]; k_3 – коэффициент передачи, определяемый по формуле: $k_3 = m \cdot k_\theta$, m – масса материала в камере.

Для контура регулирования относительной влажности воздуха в камере уравнение материального баланса имеет вид: $V_\theta \rho_\theta \frac{dD}{dt} = G - L(D - D_u)$,

где D – влагосодержание воздуха, удаляемого из камеры; D_u – влагосодержание воздуха, поступающего в камеру из цеха; G – поток влаги, выделяемый материалом.

Влагосодержание воздуха, удаляемого из камеры и влаговыделение материала связаны с относительной влажностью следующими соотношениями:

$$\Delta G = -k_g \Delta\varphi, \quad \Delta\varphi = k_d \Delta D,$$

где k_g и k_d – коэффициенты, определяемые по обобщенной статической характеристике [1].

Проведя преобразования с учетом начальных условий и приращений переменных во времени, запишем дифференциальное уравнение сушильной камеры по относительной влажности воздуха: $T_\varphi \frac{d\Delta\varphi}{dt} + \Delta\varphi = k_{o\varphi} \Delta L$,

$$\text{где } T_\varphi = \frac{\rho_\theta V_\theta}{k_g k_d + L_0}, \quad k_{o\varphi} = \frac{(D_0 - D_u) k_d}{k_g k_d + L_0}.$$

Передающая функция сушильной камеры по относительной влажности воздуха имеет вид:

$$W_\varphi(p) = \frac{\Delta\varphi(p)}{\Delta L(p)} = \frac{k_{o\varphi}}{T_\varphi p + 1}.$$

Влияние изменения относительной влажности воздуха на конечную влажность материала при постоянной температуре воздуха в сушильной камере можно выразить через коэффициент: $k_\varphi = \frac{\Delta\omega_k}{\Delta\varphi}$.

Уравнение связи между относительной влажностью воздуха и температурой воздуха в камере имеет вид: $\Delta\theta = k_4 \cdot \Delta\varphi$,

где $k_4 = \frac{k_{id}}{k_d}$, k_{id} – коэффициент, определяемый по i-d диаграмме [4].

Передаточная функция связи между относительной влажностью воздуха и температурой воздуха имеет вид: $W_4(p) = k_4$.

При исследовании динамических свойств системы динамику датчика температуры не учитывали, так как его инерционность на порядок меньше инерционности объекта. Передаточная функция датчика влажности представляет собой апериодическое звено первого порядка.

Анализируя полученные динамические модели объекта в контурах, для регулирования был выбран ПИ-закон. Исследование динамических свойств системы с учетом взаимовлияния между контурами было проведено с помощью программы Matlab, используя стандартные методы [5].

Для ориентировочного подбора параметров ПИ-регуляторов, контуры температуры и относительной влажности воздуха рассматривались по отдельности без учета взаимовлияния. Переходные процессы с выбранными параметрами и включенными взаимосвязями приведены на рисунке 3.

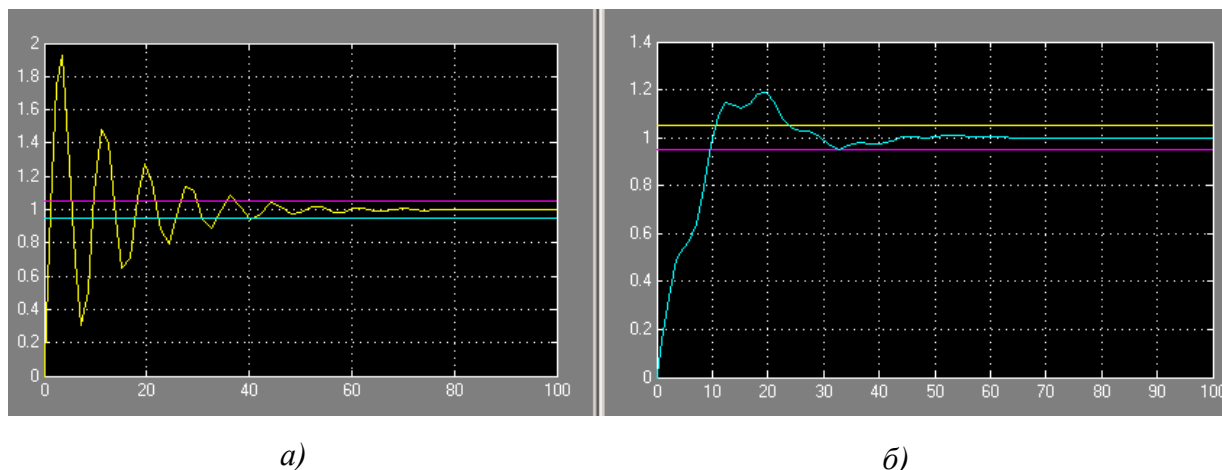


Рис. 3. Переходные процессы в контурах до корректировки
а – контур температуры; б – контур влажности

Очевидно, что перерегулирование в контуре температуры значительно превысило рекомендуемые 20%. Поэтому была проведена корректировка настроек регуляторов. В результате перерегулирование в контуре температуры удалось снизить до 18% (рис.4а). Время регулирования сократилось.

Качество переходного процесса в контуре влажности изменилось незначительно (рис. 3б, рис. 4б).

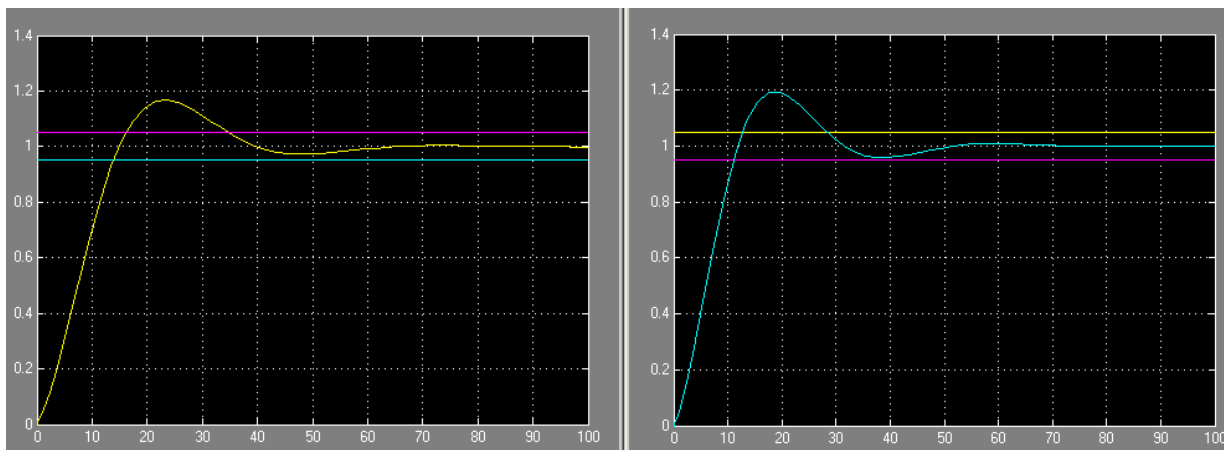


Рис. 4. Переходные процессы в контурах после корректировки
a – контур температуры; *б* – контур влажности

Таким образом, можно сделать вывод, что изменение относительной влажности воздуха в камере оказывает значительное влияние на контур температуры, и при настройке регуляторов ею пренебрегать нельзя.

Список литературы

1. Автоматизация технологических процессов легкой промышленности [текст]: Учеб. для вузов/ под ред. Плужникова Л.Н. –М.: Легпромиздат, 1993 г. – 368 с.
2. Майзель, М.М., Пятов, Л.И. Автоматизация производственных процессов легкой промышленности [текст]: Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1973. – 320 с.
3. Теплообменные аппараты и приборы в легкой промышленности [Текст]: Учебное пособие / под ред. проф. Захаровой А.А. –М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 192 с.
4. Беккер, А. Системы вентиляции [Текст]: Справочно-информационное руководство. – М.: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
5. Соколова, Т.В., Румянцев, Ю.Д., Захаркина, С.В. Двумерная система автоматического управления процессом вытяжки оптических волокон из заготовки. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. № 3. С. 86-90.

ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКС К ВНЕШНИМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Горбатенко В.Ю., Олифер С.С.

бакалавры по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом устойчивости структурированных кабельных сетей к внешним электромагнитным воздействиям.

Ключевые слова: экранирование, наводки, помехи, высокочастотный кабель.

В последнее время большую роль в организации информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой

космических аппаратов стали играть высокоскоростные структурированные кабельные сети (СКС) [1-3]. Важным аспектом СКС являются проблемы связанные с устойчивостью структурированных кабельных сетей (СКС) к внешним электромагнитным воздействиям [4-8]. Учитывая, что в СКС используются высокоскоростные протоколы передачи данных, внешние электромагнитные поля могут вызвать целый ряд проблем, к числу которых относятся: ухудшение работы приложений, потеря данных, полный отказ сетевых или абонентских программ и приложений, выход оборудования из строя [9-12]. В реальных условиях это может иметь разные последствия – от необходимости ограничения длины базовых линий, до убытков вызванных повреждением оборудования, отказами приложений, сбоями сети [13-15].

Для исследования устойчивости СКС к радиоизлучениям была разработана специальная компьютерная программа, позволяющая имитировать работу сети, использующую стандартный высокоскоростной протокол передачи данных ATM 155. Программа основывалась на методике измерений разработанной лабораторией NAMAS, и рекомендациях стандарта EN61000-4-3: 1996 [16, 17].

Во время тестирования экранированная и неэкранированная системы категории 6 подвергались «облучению» сигналом в пяти последовательных полосах частот в диапазоне от 25 МГц до 300 МГц. Каждая система проверялась на соответствие критериям Европейской директивы ЭМС для радиочастотных полей и переходных процессов по ряду параметров, характеризующих потери производительности. Целостность данных определялась подсчетом ошибок на каждом порту и отслеживанием количества ячеек, переданных с ошибками. Уровень электромагнитных излучений составлял 3 В/м.

При тестировании по наиболее строгому критерию А норм EN50082-1 неэкранированная система категории 6 давала сбои практически в каждом диапазоне частот. Экранированный канал категории 6, прошел тесты в каждом диапазоне частот с нулевым количеством ошибок.

Данные по числу ошибок на одну ячейку для СКС с неэкранированной витой парой, при работе протокола ATM 155 в условиях внешних помех, представлены на рис. 1, где: 1 – BIP – the number of Section BIP-8; 2 – Line FEBE the number of far end block errors in the line; 3 – Path FEBE the number of far end block errors in 4-bit path status; 4 – Line BIP – the number of Line BIP-24.

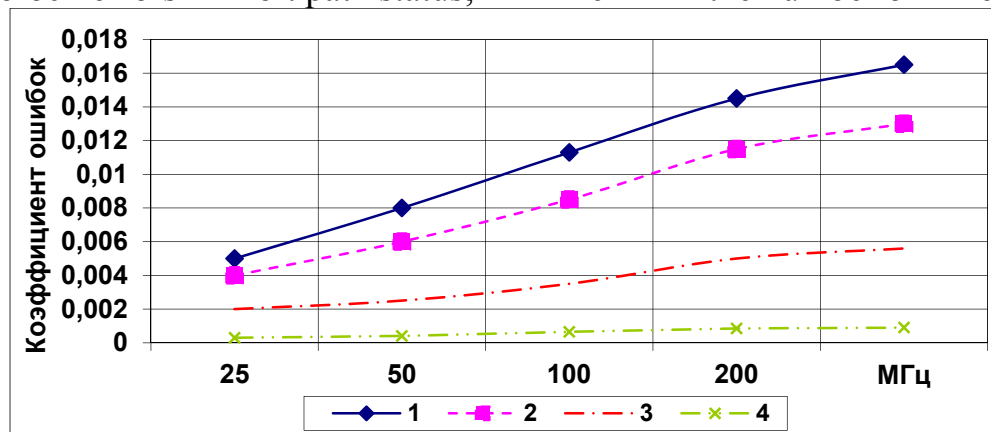


Рис. 1. Коэффициент ошибок неэкранированной системы в условиях внешних помех

Неэкранированная система не обеспечила «иммунитет» от электромагнитных помех для напряженности поля, определенного Европейской директивой ЭМС в 3 В/м. В то же время системы, использующие экранированные кабели, нормально «работали» до уровня наводок в 15 В/м.

Во второй серии тестов исследовались, экранированная и неэкранированная системы ISCS категории 6, поддерживающие протокол 100BASE-TX (Fast Ethernet) в условиях воздействия радиочастотных полей [18]. Результаты тестирования, характеризующие относительную устойчивость неэкранированной и экранированной системы к воздействию внешних наводок, приведены на рис. 2, где: 1 – 3-я пара; 2 – 1-я пара; 3 – 2-я пара; 4 – 4-я пара.

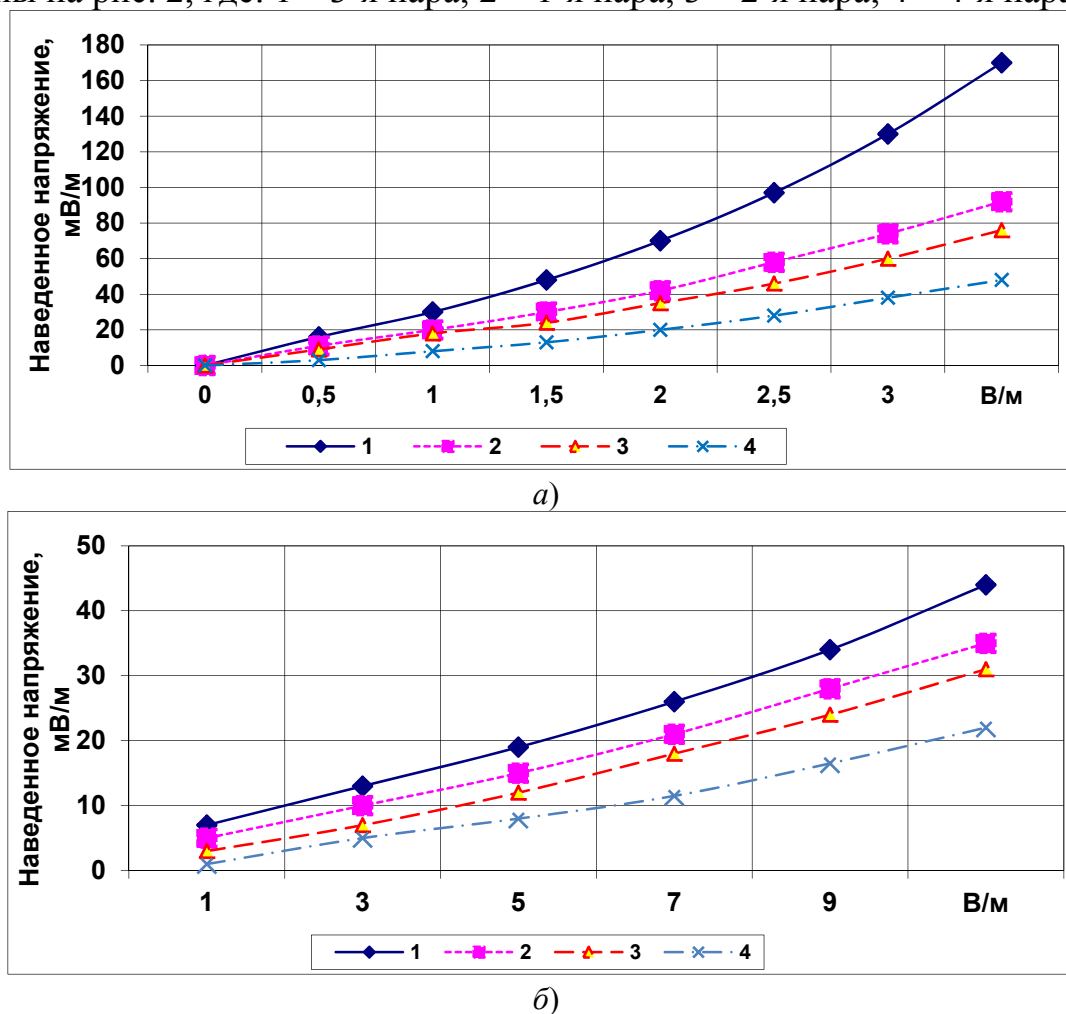


Рис. 2. Уровни наведенных напряженностей поля в витых парах:
а – неэкранированной системы; б – экранированной системы

Как видно из графика, уровень наводок в неэкранированной системе при напряженности поля 3 В/м оказался в 5 – 10 раз выше, чем в экранированной системе. Наибольший уровень наводок был зафиксирован на контактах 3 и 6, то есть на 3-й паре. Это объясняется тем, что проводники данной пары монтируются на коннекторах не на соседние контакты, а с внешней стороны контактов четыре и пять первой пары. Таким образом, баланс третьей пары оказался наихудшим, а наводки – самые большие.

Экранированная система прошла тесты по критерию А норм EN50082-1 для напряженностей поля как офисной, так и промышленной среды.

Список литературы

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
5. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2011. – 110 с.
6. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
7. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2, №2. С.3 – 7.
8. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4, №1-2. С.29 – 32.
9. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», – 2006. – 138 с.
10. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5, №3. С.3 – 11.
11. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.
12. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2010. – 624 с.
13. 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.
14. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.10 – 17.
15. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] /

В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.18 – 24.

16. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

17. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

18. 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.

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЛУДЛИНЫ СЛЕДА ВИБРАЦИОННОГО РАЗМЫТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРУГЛОЙ МЕТКИ

Григорьев А.В.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»,
канд. техн. наук, доцент,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Кочегаров И.И.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»,
канд. техн. наук, доцент,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Трусов В.А.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»,
канд. техн. наук, доцент,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Баннов В.Я.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры», доцент,
Пензенского государственного университета, Россия, г. Пенза

Приведено обоснование целесообразности измерения полудлины следа вибрационного размытия изображения круглой метки.

Ключевые слова: вибрация, объект, виброперемещение, размытие, изображение, амплитуда, компонента, центр тяжести, плоскость изображения, модуль.

Измерение параметров вибраций применяется для решения многих задач [1-2, 9-11]. Применяемые оригинальные способы измерения вибраций изложены в [7-8]. Описание методик формирования сегментов и кластеров приведено в [3-6].

Вибрационное перемещение круглой метки приводит к формированию следа размытия изображения этой метки: (рис. 1).

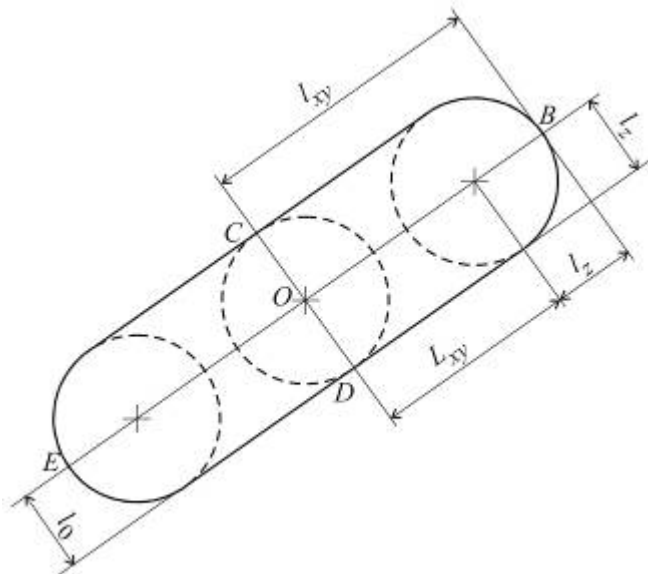


Рис. 1. След размытия изображения метки при её компланарном вибрационном перемещении

Как видно из рис. 1, $L_{xy} = l_{xy} - l_z$, где L_{xy} – амплитуда перемещения центра тяжести изображения метки; l_{xy} – полудлина следа вибрационного размытия метки; l_z – радиус изображения метки при отсутствии компланарной вибрационной составляющей. $A_{xy} = p_{xy} \cdot L_{xy}$, где A_{xy} – проекция вектора амплитуды виброперемещения центра тяжести метки на плоскость изображения; p_{xy} – коэффициент пропорциональности.

Список литературы

1. Yakimov, A.N. Modeling the radiation of a mirror antenna taking vibration deformations into account [Текст] / D.N. Shishulin, N.K. Yurkov, A.N. Yakimov // Measurement Techniques. – 2014. – Vol. 56. No. 11. – P. 1280-1284.
2. Yakimov, A.N. Research of the Vibration Effects on the Mirror Antenna's Radiation Using ANSYS [Текст] / D.N. Shishulin, N.K. Yurkov, A.N. Yakimov // Modern problems of radioengineering, telecommunications, and computer science: Proceedings of the International Conference TCSET'2014. – P. 135.
3. Кочегаров, И.И. Программа поиска дефектов на изображении печатной платы «Поиск дефектов ПП LV V.1.0» [Текст] / И.В. Ханнин, И.И. Кочегаров, А.В. Григорьев, Е.А. Данилова, Н.К. Юрков // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – Т. 1. № 2 (57). – С. 1.
4. Пат. RU 2032218 Устройство для селекции изображений объектов / А.Л. Држевецкий, В.Н. Контишев, А.В. Григорьев, А.Г. Царев – Оpubл. 27.03.1995.
5. Пат. RU 2519005 Способ допускового контроля печатных плат / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, Е.С. Крюкова – Оpubл. 10.06.2014 Бюл. № 16.
6. Пат. RU 2522870 Способ допускового контроля печатных плат / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, Е.С. Крюкова – Оpubл. 20.07.2014 Бюл. № 20.
7. Пат. RU 2535237 Способ измерения вибраций / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, С.В. Кузнецов, Ю.А. Држевецкий, В.А. Деркач – Оpubл. 10.12.2014 Бюл. № 34.

8. Пат. RU 2535522 Способ измерения вибраций / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, С.В. Кузнецов, Ю.А. Држевецкий, В.А. Деркач – Оpubл. 10.12.2014 Бюл. № 34.

9. Юрков, Н.К. Информационная технология многофакторного обеспечения надежности сложных электронных систем [Текст] / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 4. – С. 75-79.

10. Юрков, Н.К. Методы обнаружения и локализации латентных технологических дефектов бортовой радиоэлектронной аппаратуры [Текст] : Монография / Н.К. Юрков, В.Б. Алмаметов, А.В. Затылкин, А.В. Григорьев, И.И. Кочегаров – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – 184 с.

11. Юрков, Н.К. Системный подход к организации жизненного цикла сложных технических систем [Текст] / Н.К. Юрков // Надежность и качество сложных систем: Научно-практический журнал. – 2013. – № 1. – С. 27-35.

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЛУШИРИНЫ СЛЕДА ВИБРАЦИОННОГО РАЗМЫТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРУГЛОЙ МЕТКИ

Григорьев А.В.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»,
канд. техн. наук, доцент,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Кочегаров И.И.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»,
канд. техн. наук, доцент,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Трусов В.А.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»,
канд. техн. наук, доцент,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Баннов В.Я.

доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры», доцент,
Пензенского государственного университета, Россия, г. Пенза

Приведено обоснование целесообразности измерения полуширины следа вибрационного размытия изображения круглой метки.

Ключевые слова: вибрация, объект, виброперемещение, размытие, изображение, амплитуда, компонента, центр тяжести, плоскость изображения, модуль.

Измерение параметров вибраций применяется для решения многих задач [1-2, 9-11]. Применяемые оригинальные способы измерения вибраций изложены в [7-8]. Описание методик формирования сегментов и кластеров приведено в [3-6].

Вибрационное перемещение круглой метки приводит к формированию следа размытия изображения этой метки: (рисунок).

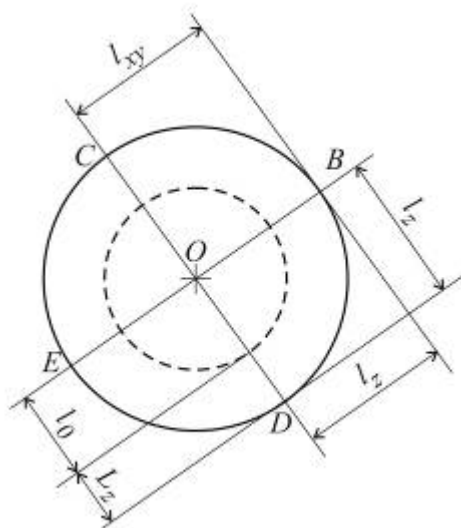


Рис. След размытия изображения метки при её ортогональном вибрационном перемещении

Как видно из рис. 1, $L_z = l_z - l_0$, где L_z – вибрационное приращение радиуса изображения метки; l_z – полуширина следа вибрационного размытия метки; l_0 – радиус изображения метки при отсутствии ортогональной вибрационной составляющей. $A_z = p_z \cdot L_z$, где A_z – проекция вектора амплитуды виброперемещения центра тяжести метки на плоскость изображения; p_z – коэффициент пропорциональности.

Список литературы

1. Yakimov, A.N. Modeling the radiation of a mirror antenna taking vibration deformations into account [Текст] / D.N. Shishulin, N.K. Yurkov, A.N. Yakimov // Measurement Techniques. – 2014. – Vol. 56. No. 11. – P. 1280-1284.
2. Yakimov, A.N. Research of the Vibration Effects on the Mirror Antenna's Radiation Using ANSYS [Текст] / D.N. Shishulin, N.K. Yurkov, A.N. Yakimov // Modern problems of radioengineering, telecommunications, and computer science: Proceedings of the International Conference TCSET'2014. – P. 135.
3. Кочегаров, И.И. Программа поиска дефектов на изображении печатной платы «Поиск дефектов ПП LV V.1.0» [Текст] / И.В. Ханин, И.И. Кочегаров, А.В. Григорьев, Е.А. Данилова, Н.К. Юрков // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – Т. 1. № 2 (57). – С. 1.
4. Пат. RU 2032218 Устройство для селекции изображений объектов / А.Л. Држевецкий, В.Н. Контишев, А.В. Григорьев, А.Г. Царев – Оpubл. 27.03.1995.
5. Пат. RU 2519005 Способ допускового контроля печатных плат / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, Е.С. Крюкова – Оpubл. 10.06.2014 Бюл. № 16.
6. Пат. RU 2522870 Способ допускового контроля печатных плат / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, Е.С. Крюкова – Оpubл. 20.07.2014 Бюл. № 20.
7. Пат. RU 2535237 Способ измерения вибраций / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, С.В. Кузнецов, Ю.А. Држевецкий, В.А. Деркач – Оpubл. 10.12.2014 Бюл. № 34.

8. Пат. RU 2535522 Способ измерения вибраций / А.Л. Држевецкий, Н.К. Юрков, А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, С.В. Кузнецов, Ю.А. Држевецкий, В.А. Деркач – Оpubл. 10.12.2014 Бюл. № 34.

9. Юрков, Н.К. Информационная технология многофакторного обеспечения надежности сложных электронных систем [Текст] / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 4. – С. 75-79.

10. Юрков, Н.К. Методы обнаружения и локализации латентных технологических дефектов бортовой радиоэлектронной аппаратуры [Текст] : Монография / Н.К. Юрков, В.Б. Алмаметов, А.В. Затылкин, А.В. Григорьев, И.И. Кочегаров – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – 184 с.

11. Юрков, Н.К. Системный подход к организации жизненного цикла сложных технических систем [Текст] / Н.К. Юрков // Надежность и качество сложных систем: Научно-практический журнал. – 2013. – № 1. – С. 27-35.

ТРЕХАГЕНТНЫЙ КЛАССИФИКАТОР ИЗОБРАЖЕНИЙ ФЛЮОРОГРАММ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дюдин М.В.

аспирант кафедры биомедицинской инженерии,
Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), Россия, г. Курск

В статье рассматриваются задачи классификации флюорограмм. Рассмотрены многоагентные решающие модули, построенные на основе гибридных информационных технологий.

Ключевые слова: интеллектуальные агенты, гибридные модели обработки данных, анализ и обработка изображений, гибридные информативные технологии.

Разработка методов и алгоритмов автоматизированной идентификации патологических структур, в частности методов, основанных на применении нейронных сетей, позволяющих ускорить процесс диагностики заболеваний, снижающих долю повторных исследований, обеспечивающих создание электронного архива флюорограмм, является актуальной задачей.

В связи с тем, что отсутствует единая методология решения прикладных задач с помощью нейросетей, целесообразно применительно к каждой конкретной задаче выбирать не только их архитектуру, но и метод обучения нейронной сети [1-3].

Для повышения степени интеллектуализации систем диагностики легочных заболеваний таких целесообразно использовать гибридные нейронные сети и сети с иерархической структурой [3,4]. Это требует формализации процесса описания изображений РС и их морфологических объектов, то есть совершенствования методов сегментации изображений со сложной структурой [5, 6].

В предлагаемом техническом решении системы экспресс-диагностики флюорограмм грудной клетки на нижнем уровне используются два агента.

Работа первого агента основана на морфологическом анализе растрового изображения флюорограммы. Задача, решаемая вторым агентом – текстурный анализ изображения. Третий агент многоагентной системы агрегирует решения, принимаемые агентами нижнего уровня.

Структурная схема трехагентной системы экспресс-анализа флюорограмм легких представлена на рисунке.

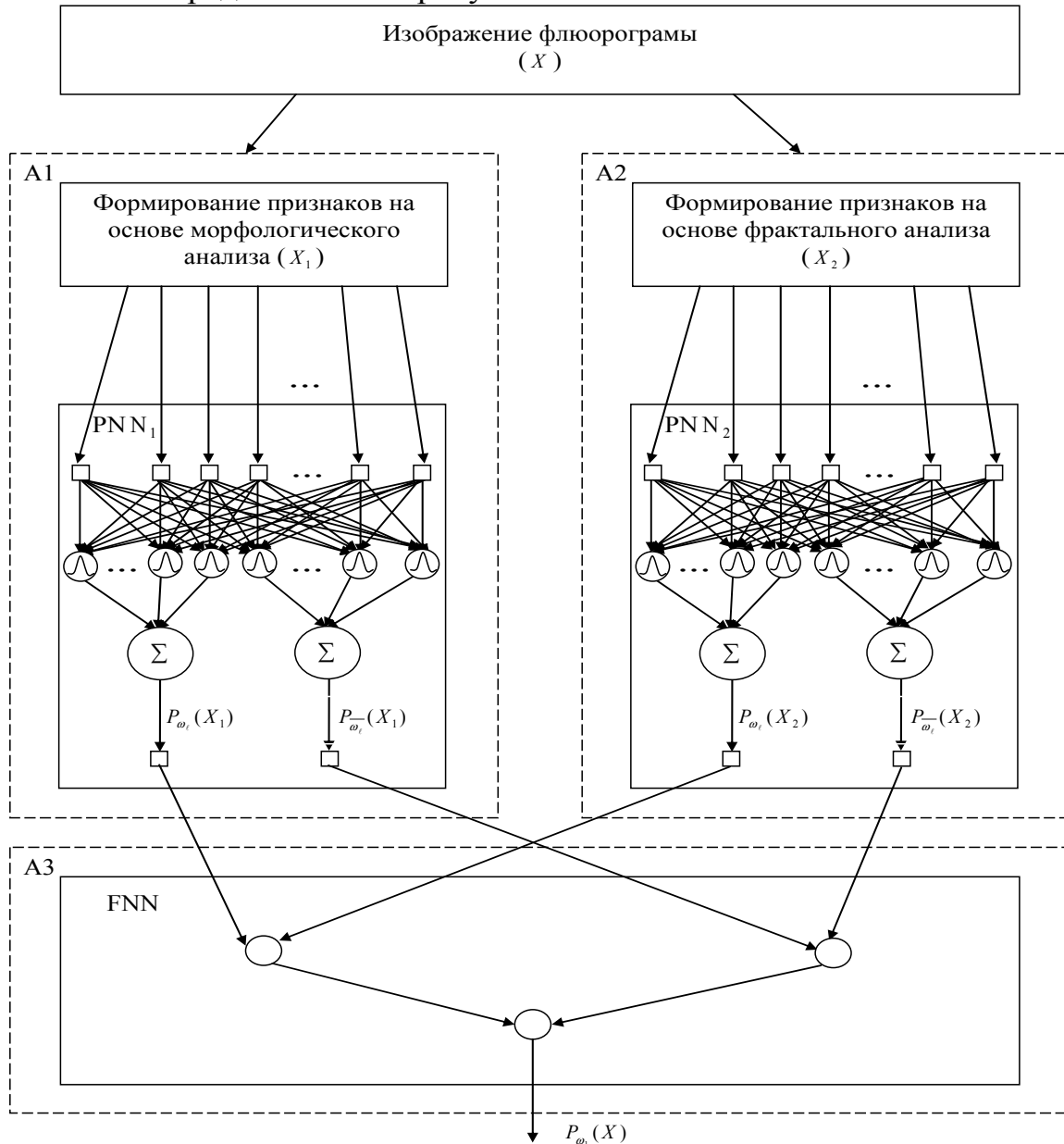


Рис. Структурная схема трехагентной системы экспресс-диагностики туберкулеза

Изображения флюорограмм, представленные массивом пикселей X . Массив X обрабатывается двумя агентами: A1 и A2. Каждый агент включает модуль формирования информативных признаков и вероятностную нейронную сеть (PNN). Первый агент осуществляет морфологический анализ изображения. На основе морфологического анализа формируется вектор информативных признаков X_1 . Второй агент анализирует текстуру изображения. По результатам этого анализа формируется вектор информативных признаков X_2 .

Векторы информативных признаков $X1$ и $X2$ анализируются посредством вероятностных нейронных сетей PNN1 и PNN2, которые настроены на соответствующую патологию легких ω_ℓ . На выходах PNN присутствует двухкомпонентный вектор, компоненты которого оценивают вероятность P_{ω_ℓ} наличия патологии ω_ℓ и вероятность $P_{\bar{\omega}_\ell}$ отсутствия патологии ω_ℓ .

Для агрегации решений агентов нижнего уровня используется третий агент АЗ, который представляет собой нечеткую нейронную сеть – FNN. Модуль FNN состоит из двух слоев. Первый слой имеет два нейрона, в первом из которых осуществляется вычисление субъективной вероятности наличия патологии ω_ℓ , а во втором – субъективной вероятности отсутствия патологии ω_ℓ . Каждый из нейронов первого слоя модуля FNN имеет два входа. Схема соединения входов и выходов структуры агентов верхнего и нижнего уровня построена таким образом, чтобы нечеткая операция, которая в них осуществляется, была аналогична операции сложения вероятностей или алгебраического сложения. Это значит, что на первый нейрон должна поступать информация, подтверждающая наличие патологии ω_ℓ , а на второй нейрон – подтверждающая наличие патологии $\bar{\omega}_\ell$.

Конкретная нечеткая операция в узлах FNN первого слоя определяется посредством обучения модулей FNN и экспертной коррекции функций субъективной плотности вероятностей на выходе структуры PNN-FNN.

Второй слой модуля FNN содержит всего лишь один нейрон, который выполняет роль, аналогичную роль дефузификатора в системе нечеткого логического вывода. Нечеткие операции, выполняемые в узлах FNN, при отсутствии или недостатке экспертных данных могут быть определены на основе методики, основанной на использовании генетических алгоритмов.

Так как система экспресс-анализа флюорограмм предназначена для скрининга различных заболеваний легких, то возможны построения различных моделей агентов как нижнего, так и верхнего уровня, в зависимости от вида диагностируемого заболевания.

Список литературы

1. Иванов, А.В. Интеллектуальная система морфологического анализа патологических изменений при ретинопатии/ А.В. Иванов, Р.А. Томакова, В.Н. Мишустин// Известия Юго-Западного гос. ун-та. 2012. №2-1(41). С.19-27.
2. Пихлап, С.В. Нечеткие нейросетевые структуры для сегментации изображений глазного дна/ С.В. Пихлап, Р.А. Томакова, С.А. Филист // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т.5. №4. С.42-45.
3. Томакова, Р.А. Интеллектуальные технологии сегментации и классификации биомедицинских изображений: монография/ Р.А. Томакова, С.Г. Емельянов, С.А. Филист; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2012э 222с.
4. Томакова, Р.А. Нечеткая сетевая модель интеллектуального морфологического оператора для формирования границ сегментов/ Р.А. Томакова, С.А. Филист, В.В. Руденко// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2011. Т.17. № 1-1 (96). С. 188-195.

5. Томакова, Р.А. Универсальные сетевые модели для задач классификации биомедицинских данных/ Р.А. Томакова, С.А. Филист, Яа Зар До//Известия Юго-Западного гос. ун-та. 2012. №4-2 (43). С.44-50.

6. Чудинов, С.М. FPGA-технологии в автоматизированных системах для исследования изображений в форме флюорограмм/ С.М. Чудинов, Р.А. Томакова, В.А. Степанов, И.В. Зуев// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2014. Т.29. № 1-1(172). С. 70-74.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ

Енин А.В.

магистр по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом проблем электромагнитной совместимости в мультисервисной кабельной сети.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, мультисервисная кабельная сеть.

При прокладке и эксплуатации мультисервисной кабельной сети (МКС) одной из важнейших проблем является обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) с электромагнитной обстановкой (ЭМО) на объекте [1–6]. Острота проблемы объясняется двумя причинами. Во-первых, высокая частота и низкий уровень сигналов, используемых в МКС, делают их очень восприимчивыми к электромагнитным помехам. Во-вторых, подавляющее большинство предприятий, на которых прокладываются МКС, проектировалось задолго до массового внедрения информационного оборудования и, следовательно, без должной проработки вопросов ЭМС [7-11].

Анализ многочисленных исследований показывает, что в процессе внедрения и эксплуатации информационных систем наибольшую опасность представляют факторы, приведенные в табл. 1. [12-15].

Практика показывает, что даже на типовых предприятиях параметры ЭМО могут значительно отличаться друг от друга. Это может быть вызвано влиянием различных факторов, например, старением заземляющего устройства (ЗУ), незначительными отклонениями от первоначального проекта, воздействием со стороны посторонних объектов и т.п., поэтому на местах часто приходится решать задачи дополнительной защиты от электромагнитных воздействий.

Таблица 1

Факторы, представляющие наибольшую опасность

Фактор	Последствия
Грозовой разряд	Мощные поля, наводки в силовых и информационных цепях и перепады потенциала в пределах заземляющего устройства обычно приводят к физическому повреждению активного оборудования.
Перенапряжения из-за коммутаций и аварий в системе электропитания	Обычно приводят к аппаратному отказу по питанию. Возможно повреждение ИБП.
Помехи от промышленного оборудования и электротранспорта	В зависимости от спектра частот, могут оказывать как разрушающее влияние на активное оборудование, так и вызывать сбои и отказы на информационном уровне.
Низкочастотные электромагнитные поля от силовых цепей и устройств	Типичный пример воздействия – «дрожание» изображения на мониторах. Повреждения аппаратуры не вызывает, но приводит к быстрой утомляемости персонала. При наличии рядом со зданием воздушных и кабельных линий с большими токами КЗ на землю возможно аппаратное повреждение активного оборудования полем в момент КЗ.
Работа электромеханических устройств	При срабатывании реле, контакторов, щеточных двигателей и т.п. создаются импульсные помехи и поля в наносекундном диапазоне. Воздействие таких помех обычно приводит к сбоям и «зависаниям» цифровой техники. Фиксировались случаи повреждения контроллеров SCSI.
Радиосредства	Воздействие ВЧ электромагнитных полей может вызывать сбои на информационном уровне. Возможно также воздействие на мониторы (как и при влиянии НЧ-поля).
Электростатические разряды (ЭСР)	Как правило, вызывают сбои на информационном уровне. Физическое повреждение возможно, но редко. Фиксировались повреждения портов RS232.
Аварии в системе электроснабжения здания	Могут привести не только к отключению питания, но и к возникновению перенапряжений.
Другие источники	Негативное влияние на информационно-вычислительные системы.

Наиболее характерные негативные факторы, влияющие на ЭМС приведены в табл. 2.

Таблица 2

Негативные факторы, влияющие на ЭМС

№	Негативные факторы
1	2
1.	Повреждения заземляющих устройств, «мертвые» вводы в заземлитель.
2.	Плохие связи между различными фрагментами системы заземления (как в зданиях, так и для распределенных объектов, например – подстанций высокого напряжения).
3.	Несоответствие реальной схемы заземления современным требованиям к системам заземления электронной аппаратуры: ПУЭ 7-е изд., ГОСТ Р 50571.19 – 2000 (IEC 60364-4-443-95), ГОСТ Р 50571.20 – 2000 (IEC 60364-4-444-96), ГОСТ Р 50571.21 – 2000 (IEC 60364-5-548-96), ГОСТ Р 50571.22 – 2000 (IEC 60364-7-707-84), ГОСТ Р 50571.18 – 2000 (IEC 60364-4-442-93), IEEE Std 1100-1999, IEC1312-1, IEC1024 и др.

1	2
4.	Повышенное значение сопротивления растеканию.
5.	Низкая эффективность заземления на высокой частоте.
6.	Возможность выноса опасного потенциала с высоковольтных устройств и грозо-защиты на кабельные каналы (лотки) и заземление электронной аппаратуры.
7.	Растекание тока молнии в опасной близости от аппаратуры и ее коммуникаций.
8.	Токи утечки и их причины.
9.	Недостаточное сечение токоведущих частей, которые будут использоваться для питания электронной аппаратуры, с учетом планируемой нагрузки.
10.	Плохие контакты, особенно между РЕ и N, N и нейтралью трансформатора.
11.	Проблемы качества питания (провалы, выбросы, прерывания, высокая несинусоидальность напряжения, отклонения от номинала частоты генераторов и инверторов).
12.	Повышенные уровни ВЧ-шумов и постоянно действующих импульсных помех.
13.	Опасные импульсные помехи при коммутациях силового и высоковольтного оборудования, электромеханических устройств.
14.	Повышенные уровни электромагнитных полей, в том числе опасные для персонала и вызывающие эффект «дрожания» изображения монитора.
15.	Существующий и прогнозируемый небаланс нагрузок.
16.	Пониженное сопротивление и электрическая прочность изоляции.
17.	Высокий уровень потенциалов на элементах заземляющего устройства при КЗ в высоковольтной сети с заземленной нейтралью.
18.	Появление опасного магнитного поля в месте планируемого расположения цифровой аппаратуры при КЗ в высоковольтной сети с заземленной нейтралью.

Как правило, затраты на обеспечение ЭМС оказываются довольно значительными, однако существует целый ряд способов, позволяющих их снизить. Например, для предприятий учет вопросов ЭМС должен закладываться еще на начальных стадиях их проектирования или реконструкции, при этом должны использоваться типовые проектные решения [9–11].

Оценку ЭМО на действующих предприятиях необходимо проводить путем испытаний и измерений, включающих 100%-й контроль сопротивлений электроаппаратов и конструкций, присоединенных к ЗУ [9–11].

По результатам оценки необходимо провести комплекс защитных мероприятий, направленных на приведение ЭМО в соответствие с требованиями эксплуатируемого электротехнического оборудования [16, 17]. Такие мероприятия могут включать в себя: улучшение состояния заземляющих устройств; защиту цепей вторичных кабелей; изменение способов и трасс прокладки кабелей на отдельных участках; организация заземления и питания цифровой аппаратуры и т.п. [9–11].

Проведение указанных мероприятий позволяет избежать появления помех, превышающих уровни, указанные в действующих стандартах, однако уровни помех все равно могут оставаться весьма значительными.

Таким образом, для решения проблемы электромагнитной совместимости МКС требуется как оценка и улучшение ЭМО в местах ее прокладки, так и обеспечение высокой помехоустойчивости самой МКС.

Список литературы

1. 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.
2. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
3. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2011. – 110 с.
4. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
5. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2. №2. С.3 – 7.
6. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4, №1-2. С.29 – 32.
7. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.10 – 17.
8. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.18 – 24.
9. 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.
10. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», 2006. – 138 с.
11. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5, №3. С.3 – 11.
12. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 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. Артюшенко, В. М. Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т.57, №7. – С.46-50.
15. 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.

16. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

17. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

МЕЖКАБЕЛЬНЫЕ НАВОДКИ В ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Енин А.В.

магистр по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом межкабельных наводок в высокочастотных кабельных системах.

Ключевые слова: межкабельные переходные помехи, высокочастотный кабель, наводки.

С развитием кабельных систем, работающих на частотах свыше 250 МГц, на первый план стали выходить проблемы, на которые раньше не обращали особого внимания. К числу таких важнейших проблем относятся межкабельные переходные наводки (помехи), то есть перекрестные наводки от других кабелей, находящихся в общем жгуте [1–6]. Повышение рабочих частот с одной стороны увеличило уровень собственного излучения кабелей, с другой стороны – ослабление полезного сигнала.

Межкабельная переходная помеха (AlienCrosstalk) представляет собой перекрестные наводки, вызванные работой других кабелей, находящихся в общем жгуте. Если в жгуте более двух кабелей, появляется эффект суммарных наводок. Так как сигналы в соседних кабелях неизвестны, то техническая возможность компенсации такой помехи практически отсутствует [7].

Как правило, при анализе межкабельной переходной помехи используются методы математического моделирования, где исходят из того, что на конкретную цепь передачи информационного сигнала оказывает влияние не менее шести соседних кабелей (рисунки) [8–11].

Такая конфигурация является наилучшей моделью для реально существующих пучков кабелей. Определение граничных значений осуществляется по принципу суммирования всех отдельных мешающих сигналов (модель PowerSum, PS). Например, в случае четырехпарных кабелей мешающее воздействие создается двадцатью четырьмя различными источниками.

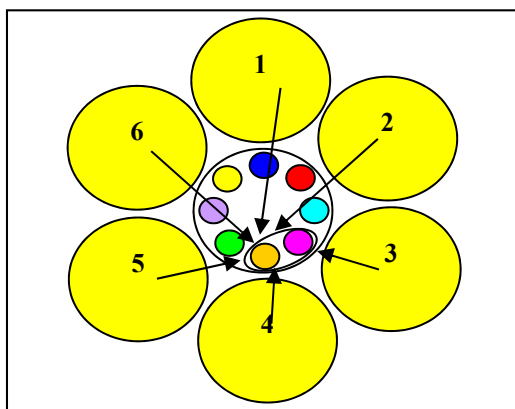


Рис. Модель влияния при анализе межкабельной переходной наводки

Как известно, переходные помехи различают на ближнем и дальнем концах. Если приемник и создающий для него помеху передатчик находятся на одной стороне кабеля, то речь идет о помехе на ближнем конце (NearEnd), если приемник и генератор мешающих сигналов подключены к разным концам кабеля, то говорят о переходной помехе на дальнем конце (FarEnd).

Важно учесть, что даже после монтажа системы эффект межкабельных наводок невозможно обнаружить с помощью стандартных измерений. На практике контроль межкабельных переходных наводок требует учета многих факторов. Общий уровень межкабельных наводок будет зависеть как от числа кабелей в связке, так и длины жгута и типа прокладки [12 -14].

Для учета межкабельных переходных наводок следует различать понятия жгута и канала. Жгут представляет собой параллельно проложенные кабели, фиксированные стяжками. Как правило, длина жгута не превышает 90 м – максимальной длины базовой линии. Канал – это среда передачи сигналов между двумя устройствами активного оборудования, включающий в себя линию, абонентские и сетевые кабели. Длина канала не должна превышать 100 м [15].

Как и в кабеле, в жгуте возникают наводки двунаправленной и однонаправленной приемопередачи. Источниками двунаправленных межкабельных наводок служат точки максимального приближения друг к другу однотипных пар. Двунаправленные межкабельные наводки повышают требования к качеству монтажа. Чрезмерная затяжка жгутов приводит к изменению геометрии витых пар и приближению пар друг к другу. Это ухудшает балансировку и увеличивает все виды электромагнитных помех.

Несмотря на то, что длина жгута для двунаправленных наводок не имеет значения, длину канала все же следует учитывать. Связано это с тем, что при увеличении длины канала затухание возрастает, следовательно, ухудшается соотношение сигнал/шум.

Однонаправленные наводки зависят как от длины жгута, так и длины канала. Рекомендации стандарта прокладки кабельных каналов EIA/TIA 569 таковы, что жгуты составляют практически всю длину линии – от панели до розетки. В жгутах к многопортовым розеткам информационные приложения будут подвергаться межкабельным наводкам на всей длине линии.

Межкабельные наводки можно уменьшить тремя способами: уменьшением мощности источников шумов, что улучшает параметр отношение сигнал/шум (ОСШ) кабеля [16]; изменением параметров монтажа, что приведет к ограничениям в использовании кабельных связей, недопустимости полного заполнения коробов; применением экранированных кабелей [17-19].

Для минимизации межкабельных наводок неэкранированных кабелей их следует располагать свободно и не параллельно. Заполнение коробов не должно превышать 40%. Если все эти меры окажутся неэффективными, то необходимо уменьшить длину каналов, что позволит достичь требуемого ОСШ, уменьшив величину затухания.

Обычно на практике применяются два метода уменьшения величины межкабельной переходной наводки. Первый – экранирование отдельных элементов кабельного тракта (экран ослабляет воздействующий сигнал и таким образом подавляет большую часть помехи). Вторым – увеличение расстояния между контурами прохождения мешающего и информационного сигналов. Как правило, это достигается либо за счет выбора соответствующей конструкции кабеля, либо соответствующего расположения кабелей на трассе.

Эффективность различных методов уменьшения величины межкабельных переходных наводок требует отдельного рассмотрения.

Список литературы

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
5. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2011. – 110 с.
6. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
7. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2, №2. С.3 – 7.
8. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4, № 1-2. С.29 – 32.
9. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин,

А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

10. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

11. 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.

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

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

14. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.

15. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2010. – 624 с.

16. 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.

17. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.10 – 17.

18. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.18 – 24.

19. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2006. – №3. – С.20-27.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КАБЕЛЕЙ КАТЕГОРИИ 8

Енин А.В.

магистр по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

Рассмотрены вопросы, связанные с перспективами развития и возникающими трудностями кабелей Категории 8.

Ключевые слова: кабель Категории 8, разъем типа RJ-45, экранировка медных витых пар, скорость передачи данных.

В то время как кабель 8 категории классифицирующийся как спецификация для соединений посредством витой пары следующего поколения, все еще находится на стадии разработки, перспектива выглядит довольно положительно. Это, определенно, будет 2ГГц, что в 4 раза выше сегодняшней

пропускной способности в 500 МГц и обещает стать новым скоростным проводником, сделанным из меди для центров обработки данных в уже не слишком отдаленном будущем. Скорее всего, составленный из четырех экранированных медных витых пар, с диаметром, подобным Категории 6 А и Категории 7 А, кабельные системы, разрабатываемые в категории 8 также будут использовать популярный сейчас разъем соединений RJ-45. Цель стандарта Категории 8 состоит в том, чтобы быть полностью совместимым с предыдущими Категориями 7, 6 А и более ранними стандартами [1-3].

Преодоление физических ограничений. Кабели категории 8 имеют тот же диаметр и состоят из тех же 4 экранированных витых пар, как и их предшественники – кабели категории 6А и категории 7А. Исходя из этого, для соединения им так же свойственно использовать аналогичный и самый распространенный сейчас разъем типа RJ-45 [4-6].

Одна из особенностей и, в то же время, неотъемлемым свойством кабелей категории 8 – является то, что они полностью совместимы с предыдущей категорией 6А и более ранними стандартами [7-11].

Следует заметить, что для полной поддержки передачи данных на скорости в 40 ГБ/с, длина кабельных соединений на одном участке кабеля категории 8 не должна превышать 30 метров [12, 13]. Именно так изначально задумывалось исследовательской группой «IEEE BASE-T Next Generation».

После выполненных обзоров самых распространенных кабельных соединений в типичных центрах обработки данных, стало известно, что длина в 30 метров между соединениями, является оптимальной для корректной работы всех имеющихся приложений. Результаты этих обзоров были так же рассмотрены и подтверждены в исследовательской группе IEEE, и скорость в 40 ГБ/с была взята как наиболее подходящая.

Самым распространенным вопросом при разработке кабелей категории 8 был вопрос о том, как разработчики собирались передавать данные со скоростью, превышающую допустимую в 4 раза по коннекторам RJ-45 [14, 16].

Со слов профессора Стерлинга Вэйдена (старшего инженера отдела разработки медных изделий для передачи данных в Optical Cable Corporation(OCC)), одно из исследований, проведенным их сотрудниками, показало, что через коннектор RJ-45 передавать данные на скорости в 40 ГБ/с выглядит вполне возможным. С этим согласились и его коллеги из других исследовательских центров по разработке стандартов, так же занимающиеся кабелями 8 категории.

В ходе данных исследований стало известно, что коннекторы не являются основными факторами, влияющими на ограничение скорости передачи данных. Основным ограничивающим фактором оказался коэффициент передачи у существующего кабеля [5, 6].

Вэйдено признает, что самым очевидным способом избавления от ограничений идущих от коэффициента передачи на кабеле, является создание кабеля, большего по размерам. Но это вряд ли произойдет, потому что существует ряд конструктивных соображений. Таких как невозможность увеличения, уже производящихся, токоведущих жил кабелей. Сам процесс увеличения размеров кабелей на производстве очень трудоемкий, плюс к этому, уже имеется установленный стандартами предел размера для медных витых пар кабелей на категории 7А и 6А максимум в 22 AWG.

Улучшения в первую очередь должны коснуться самого оборудования предприятий, на котором изготавливаются кабели, дабы повлечь за собой совершенствование пропускных способностей производимых кабелей. Но за новыми производственными процессами потребуются уже более точные наблюдения и более внимательное отношение к управлению ими. И только тогда, можно будет говорить о непосредственном повышении верхней частоты передачи данных.

ОСС (Optical Cable Corporation), является одним из ключевых игроков в разработке новых стандартов и требований. ОСС предлагает организациям по стандартизации не только новое оборудование для измерения основных показателей, но и новые параметры вокруг которых должны производиться тестирования, чтобы гарантировать соответствие в стандартах.

Усиление существующей инфраструктуры. Кабели категории 8 физически будут похожи на экранированные кабели Категории 6 А или кабели Категории 7 А. Проводниковый размер не изменится, возможно изменениям подвергнется только диаметр кабеля. Кабели категорий 6 А и 7 А и более ранние версии поставлялись на рынки в течении длительного времени. Они хорошо приняты, к ним привыкли пользователи. Кабельная система является оптимальной по цене для центров обработки данных. Плюсом является долговечность использования медных проводов, включая новую категорию 8, и составляет 20 лет. Следуя из этого, логично то, что когда в центрах обработки данных устанавливаются новые кабельные соединения, то приобретаются самые новейшие из них. Это делается для того, чтобы, при следующем обновлении остальных комплектующих и оборудования кабельной сети сами провода еще не нуждались в замене [15].

Учитывая все обстоятельства, можно предположить, что TIA 568 C2.1 (Спецификации кабельных систем категории 8, 100 Ом. В разработке (публикация ожидается в 2015 году).), предоставит знакомое и экономичное решение, которое будет простым в реализации. Одним из ключевых факторов является возможность оборудования на базе 40GBASE-T поддерживать автосогласование и переключение на различные скорости передачи данных в зависимости от того оборудования, которое будет подключено на другом конце.

Автосогласование является важной функцией всех видов технологии BASE-T (Слово «BASE» – сокращение от «baseband» signaling (метод передачи данных без модуляции). Это значит, что только один Ethernet-сигнал может находиться на линии в конкретный момент времени. Другими словами, не используется мультиплексирование (multiplexing), как в широкополосных каналах. Буква «Т» происходит от словосочетания «twisted pair» (витая пара), обозначая используемый тип кабеля.). Данная функция позволяет оборудованию автоматически скорректировать скорость передачи данных, в том числе и автоподстроение от источников в 40 Гб/с к более медленным, на другом конце сети. Улучшение данной функции на данный момент является важнейшей прерогативой у поставщиков сетевого оборудования.

Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, 2007. – 94 с.
2. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.

3. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В. М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2011. 110 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. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.10 – 17.
6. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В. М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М.: ГОУ ВПО «МГУС», 2006. – 138 с.
7. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2, №2. С.3 – 7.
8. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4, №1-2. С.29 – 32.
9. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.
10. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.
11. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5, №3. С.3 – 11.
12. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 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. 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.
15. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.18 – 24.
16. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2006. – №3. – С.20-27.

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ РЭС

Затылкин А.В.

доцент кафедры КиПРА, канд. техн. наук,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

Герасимов О.Н.

начальник военного представительства МО РФ,
ОАО «Научно-исследовательский институт физических измерений»,
Россия, г. Пенза

Голушко Д.А.

младший научный сотрудник НИО,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

В статье показана необходимость решения проблемы повышения надежности радиоэлектронных средств, устанавливаемых на подвижных носителях (наземной, авиационной, ракетно-космической техники и т.д.). Одним из возможных путей решения данной проблемы видится повышения соответствия испытательных режимов режимам эксплуатации. Достичь этого можно за счет разработки новых методов и средств проведения испытаний, основные требования к которым приведены в этой работе.

Ключевые слова: механические испытания, внешнее воздействие, надежность, радиоэлектронные средства, конструкция.

В настоящее время повышение надежности радиоэлектронных средств (РЭС), устанавливаемых на подвижных носителях является актуальной научно-практической проблемой. Это обусловлено повышением нагрузок на бортовые РЭС с одной стороны (повышение маневренности, дальности действия наземного транспорта, авиации, ракетно-космических систем и т.д.) и увеличением требований к их функциональным возможностям (увеличение степени интеграции элементов, уменьшение массогабаритных показателей и т.д.).

Во всем мире и в России, в том числе многие ученые уделяют решению этой задачи немало внимания. В процессе разработки и производства РЭС подвергаются различным видам испытаний на воздействие внешних факторов. Эти испытания являются одной из наиболее трудоемких и дорогостоящих процедур программы обеспечения качества и надежности. Так, например, в комплексе государственных военных стандартов "Мороз-6" (введен в действие с 1999 года) включены 5 категорий контрольных испытаний (предварительные и государственные опытных образцов, периодические, приемосдаточные и типовые серийной продукции) и 55 видов испытаний, в том числе 22 на воздействие климатических и 19 механических факторов, а также испытания на надежность безотказность, долговечность и сохраняемость [1].

Для количественной оценки безотказности изделий, анализ распределения количества повторяющихся неисправностей по наработке на отказ позволяет выявить закономерности физических процессов развития эксплуатационных повреждений и установить их причины. По оценкам Российских

ученых количество отказов РЭС оказавшихся в реальных условиях эксплуатации доходит до 30%, при этом до 40% всех отказов происходит из-за негативного влияния внешних вибрационных воздействий [2].

В процессе выполнения программы Spase Shuttle в специализированной лаборатории ВВС США были проведены исследования, которые показали, что средняя наработка на отказ электронного оборудования, определяемая в заводских условиях, может в 20 раз превышать фактические значения, полученные в условиях эксплуатации (в среднем – в 6 раз) [3].

Таким образом, несмотря на значительные достижения в области стендовых испытаний, режимы функционирования РЭС в реальных условиях эксплуатации значительно отличаются от испытательных режимов, что является причиной до половины отказов, вызванных вибрационными воздействиями [4].

Одним из важнейших видов испытаний на воздействие вибрации является испытание для определения динамических характеристик конструкции (испытание 100 по ГОСТ 30630.1.1-99, относящееся к определительным испытаниям).

Существующие методы и средства определения динамических характеристик конструкции не позволяют возбуждать все резонансы в объекте исследования и измерять АЧХ с требуемой достоверностью [5]. Поэтому актуальной является проблема повышения эффективности информационно-измерительных и управляющих систем для проведения испытания 100 выражающейся в повышении:

- точности измерения (достоверности измерительной информации) за счет бесконтактной индикации резонансов по импедансно-частотной характеристике (ИЧХ), использования испытательного сигнала с переменной скоростью изменения частоты и измерения виброскорости с регулируемой постоянной времени;
- степени соответствия испытательных режимов вибрации режимам реальной эксплуатации за счет введения фазового сдвига в испытательный сигнал;
- информативности результатов испытаний за счет измерения виброскорости в фактических центрах пучностей собственных форм и построения адекватной свойствам объекта исследования АЧХ.

Поэтому в общей проблеме повышения надежности РЭС, совершенствование методов и средств повышения точности измерения, степени соответствия испытательных режимов режимам эксплуатации и информативности результатов испытаний РЭС является актуальной научно-практической задачей.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Список литературы

1. Луговской, С. В. Методы и средства испытаний и отработки бортовых электронных средств летательных аппаратов на надежность и стойкость к воздействию внешних факторов на этапах их разработки и производства [Текст]: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.12.04. – Москва, 2003. – 146 с. РГБ ОД, 61 03-5/3785-7.

2. Остроменский, П.И. Вибрационные испытания радиоаппаратуры и приборов [Текст] / П.И. Остроменский // Новосибирск: изд. Новосиб. ун-та, 1992. – 173с.
3. Jerry G. Schlagheck. Dinamic Analysis of Electronic Assemblies [Text]. Proc. Institute of Envinmental Sciences. 1986, p.128-131.
4. Затылкин, А.В. Дискретная модель процесса распространения импульса смещения в упругом стержне постоянного сечения при торцевом ударе [Текст] / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Ольхов Д.В. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 79-85.
5. Затылкин, А.В. Исследование влияния деформационной составляющей внешнего вибрационного воздействия на надёжность радиоэлектронных средств [Текст] / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 42-43.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА ЭРЭ ПЕЧАТНОГО УЗЛА С УЧЕТОМ ВНЕШНИХ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Затылкин А.В.

доцент кафедры КиПРА, канд. техн. наук,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

В статье предложена методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов в виде диаграммы IDEF0, отличающаяся учетом максимально возможной разрушающей инерционной силы, возникающей в электрорадиоэлементах печатного узла.

Ключевые слова: ресурс, прогнозирование, методика, вибрация, электронные средства, инерционная сила.

Для оценки эффективности защиты ЭРЭ в составе печатного узла от внешних механических воздействий необходимо на этапе проектирования осуществить прогнозирование ресурса каждого ЭРЭ. Для этого применяют известную методику, подробно изложенную в [1], которая при выборе резонансной частоты платы или ЭРЭ рекомендует выбирать наименьшую из них, считая ее наиболее разрушительной. Тем не менее, во время вхождения в резонанс на собственной частоте печатного узла, ЭРЭ будет испытывать довольно высокие нагрузки по виброускорению, которые в сочетании с высокой частотой оказывают весьма разрушительное действие, приводя к резкому снижению их ресурса [2, 3].

Ввиду этого проведена модификация исходной методики расчета ресурса ЭРЭ. Вновь полученная методика представлена в виде диаграммы IDEF0 на рисунке 1. Последовательность выполняемых действий состоит из загрузки модели печатного узла, ввода массогабаритных показателей всех ЭРЭ печатного узла, расчета спектра собственных частот ЭРЭ печатного узла, загрузки частотного спектра печатного узла, выбора наибольшей из инерционной силы (для каждого ЭРЭ и печатного узла), расчета наибольшего напряжения в характерных точках ЭРЭ, определения количества циклов до разрушения и расчета ресурса ЭРЭ. Последние четыре этапа повторяются в цикле, до тех пор, пока не будет проведен расчета ресурса каждого ЭРЭ данного печатного узла.

Отличием предложенной методики от существующих [1] является наличие блока А 4, отвечающего за проведение расчета наибольшего напряжения в характерных точках ЭРЭ как на резонансной частоте ЭРЭ, так и на резонансной частоте печатного узла, что позволяет повысить точность проводимых расчетов.

Например, на рисунке 2 показана гистограмма значений распределения ресурса печатного узла, из которого видно, что элемент Э4 (верхний рисунок) явно нуждается либо в изменении места расположения, либо, если это невозможно, то в изменении схемы крепления или даже замене другим элементом. При этом нижняя гистограмма удовлетворяет требованиям, предъявляемым к аппаратуре группы исполнения 5.Б – аппаратура, предназначенная для установки на космические объекты со средним сроком активного существования, работающая в дежурном режиме [4].

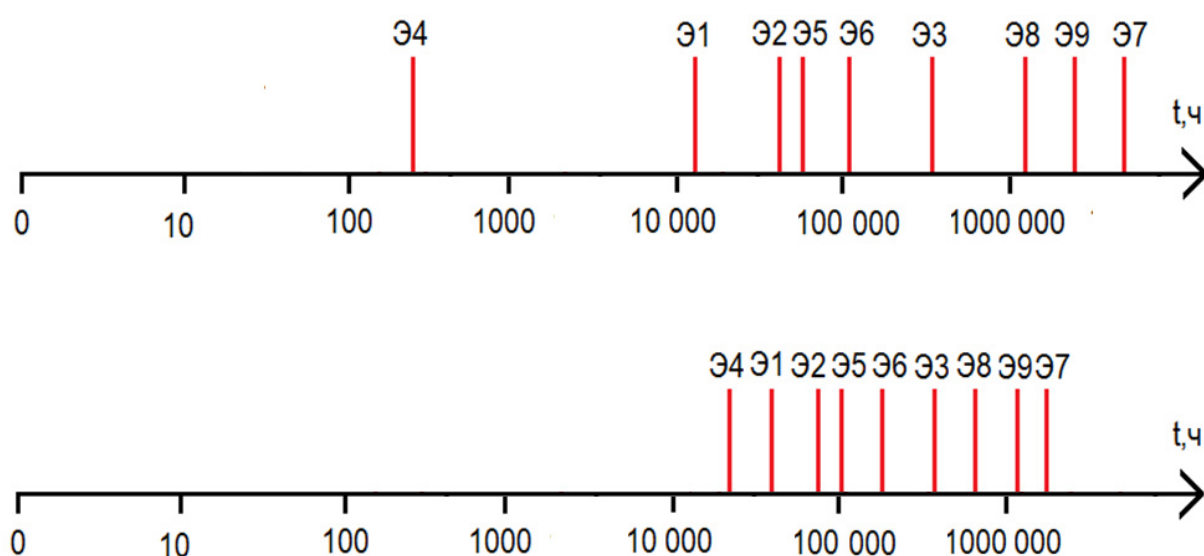


Рис. 2. Ожидаемые результаты работы программного модуля по расчету ресурса ЭРЭ печатного узла

В статье было обоснование и предложена автоматизированная методика прогнозирования ресурса ЭРЭ печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий. Предложенная методика позволяет проводить расчет ресурса ЭРЭ с учетом максимальной величины инерционной силы возникающей в ЭРЭ, либо вследствие резонанса печатного узла, либо вследствие его собственного резонанса.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Список литературы

1. Талицкий, Е.Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: Учеб. пособие [Текст] / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2001. 256 с.

2. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем [Текст] / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 101-102.

3. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий [Текст] / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.

4. ГОСТ РВ 20.39.304-98 Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения требования стойкости к внешним воздействующим факторам.

КОНСТРУКЦИЯ ИНДУКЦИОННОГО ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Калашников В.С.

преподаватель кафедры КиЭРО,

Военный институт Сил воздушной обороны имени дважды Героя
Советского Союза Бегельдинова Т.Я., Казахстан, г. Актобе,

Голушко Д.А.

младший научный сотрудник НИО,

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Буц В.П.

профессор кафедры КиПРА, доктор техн. наук, профессор,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье показаны внешний вид и конструкция разработанного индукционного вибропреобразователя. Отличительной особенностью используемых является внешнее закрепление по отношению к объекту исследования, способствующее снижению влияния присоединенной массы и упругости на результаты измерений.

Ключевые слова: вибрация, надежность, радиоэлектронные средства, датчик, конструкция, измерения.

Индукционные виброизмерительные преобразователи (ВИП) прямого действия, предназначены для измерения скорости вибросилового воздействия линейных и угловых перемещений. Датчик состоит из подвижной системы, включающей сейсмическую массу и элемент, связывающий ее с корпусом и магнитной системы. При измерении скорости вибрационных колебаний исследуемого объекта преобразование скорости перемещения относительно корпуса в электрический сигнал обычно обеспечивается катушкой, связанной с сейсмической массой и перемещающейся относительно магнитного сердечника, скрепленного с корпусом датчика [1-4].

Электродинамические сейсмические датчики скорости обладают очень большой чувствительностью и выходной сигнал соответствует уровню до 50 мВ. Выходной сигнал вибропреобразователя может быть проинтегрирован или продифференцирован во времени с помощью электрических интегриру-

ющих или дифференцирующих устройств [5, 6]. После этих преобразований сигнал становится пропорциональным соответственно перемещению или ускорению.

Вибродатчик индукционного типа во время измерения амплитуд вибрации при поиске центров пучностей входит в точечный контакт с исследуемым образцом посредством стержневых толкателей, осуществляющих необходимое нажатие на поверхность. Внешний вид и конструкция индукционного ВИП показана на рисунках.

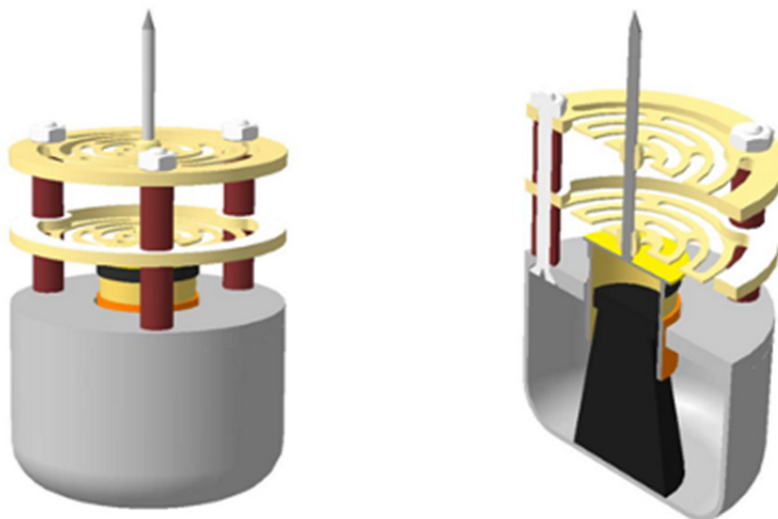


Рис. Внешний вид (слева) и конструкция (справа) индукционного ВИП

Отличительной особенностью используемых вибропреобразователей является внешнее закрепление по отношению к объекту исследования (ОИ), способствующее снижению влияния присоединенной массы и упругости на результаты измерений. Таким образом, взаимодействие ОИ с ВИП осуществляется лишь статическими силами и силами инфранизких частот, обеспечивающими пространственную стабилизацию положения системы. Для сил частот исследуемого диапазона система оказывается виброизолированной, что обеспечивается наличием во всех взаимодействующих с системой устройствах упругого промежуточного звена с малой жесткостью, практически полностью отражающего колебания.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Список литературы

1. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем [Текст] / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 101-102.
2. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий [Текст] / Юрков Н.К., За-

тылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.

3. Затылкин, А.В. Модели и методики управления интеллектуальными компьютерными обучающими системами [Текст] / Затылкин А.В. // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2009.

4. Затылкин, А.В. Опыт применения технологии ERM в разработке интеллектуальных средств обучения [Текст] / Затылкин А.В., Буц В.П., Юрков Н.К. // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 5 (118). С. 218-223.

5. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники обучения [Текст] / Калашников В.С., Яшин Д.С., Затылкин А.В. Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 314-316.

6. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств [Текст] / Герасимов О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 309-312.

РАБОТА ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНА КАК МЕРА ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ

Калмыков В.В.

старший преподаватель кафедры технологий машиностроения,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

Мусохранов М.В.

доцент кафедры технологий машиностроения, канд. техн. наук,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

Малышев Е.Н.

доцент кафедры технологий машиностроения, канд. техн. наук,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

Зенкин Н.В.

доцент кафедры технологий машиностроения, канд. техн. наук,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

Дополнительным параметром качества поверхностного слоя деталей предложено использовать поверхностную энергию. Для косвенного измерения поверхностной энергии рекомендуется использовать работу выхода электрона (РВЭ), как наиболее чувствительный параметр энергетического состояния поверхностного слоя. РВЭ определяется через контактную разность потенциалов.

Ключевые слова: работа выхода электрона, поверхностная энергия, качество поверхности, контактная разность потенциалов.

Синергетический подход, предполагает, что процесс формирования материала поверхностного слоя является результатом катаклизмов [7]. Поверхностный слой рассматривается как тело, в состав которого входит большое количество составляющих, с запасенным уровнем энергии, в качестве которых могут приниматься атомы и молекулы материала. Так как в ходе воздей-

ствия на поверхность, тепловое поле кристаллов на микроуровне не является постоянным, то в процессе взаимодействия некоторые атомы могут приобрести избыточную энергию, достаточную для самостоятельного преодоления энергетического барьера и перехода в новое устойчивое состояние.

Механическая обработка конструкционных материалов в ходе изготовления деталей вносит существенные изменения в строение и свойства поверхностных слоев [6]. Одна из причин – упругое и пластическое деформирование.

С наличием высокой плотности дефектов строения неизбежно связана высокая плотность внутренней энергии системы. Незначительные возмущающие воздействия могут привести к переходу системы в новое энергетическое и структурное состояние.

Предлагается не определять поверхностную энергию в окончательном виде, а получать значения энергии поверхностного слоя через работу выхода электрона (РВЭ).

Многочисленные исследования в области энергетики твердого тела позволяют считать, что для данных целей наибольшее применение может найти определение РВЭ. Ее значение является наиболее емкой физической характеристикой. И на уровень РВЭ оказывают влияние структурные превращения в поверхностном слое контактирующих деталей: искажения и разрушения кристаллических решеток, процесс легирования и др. Опираясь на работы Костецкого Б.И. [2, 3] и Крагальского И.В. [4] можно принять, что передача энергии от одного элемента к другому происходит постоянно.

Величина работы выхода электрона может рассматриваться как индикатор энергии поверхности твердого тела. Чем больше значение РВЭ, тем, естественно, больше энергетический потенциал поверхности, и перетекание энергии направляющего элемента будет происходить в направлении от большего значения энергии к меньшему. РВЭ является сравнительно чувствительной характеристикой состояния поверхностей и так же, как и величина поверхностной энергии, различна для разных граней кристалла.

Поверхностная энергия определяется из взаимосвязи контактной разности потенциалов (рисунок) и разности работ выхода электронов эталона и контролируемой детали [1].

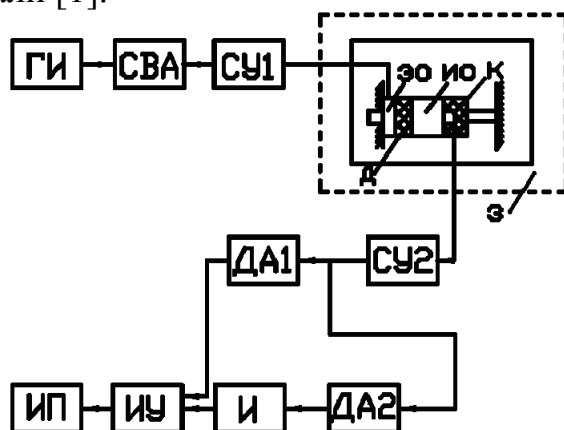


Рис. Структурная схема прибора для измерения контактной разности потенциалов

Прибор, разработанный Албагачиевым А.Ю. состоит из генератора биполярных импульсов ГИ, схемы выравнивания СВА, согласующих СУ1 и СУ2, амплитудных детекторов положительной и отрицательной полярности соответственно ДА1 и ДА2, инвертора И, измерительного усилителя ИУ, измерительного прибора ИП и зажима З, соединенного клеммами К с обеими частями схемы. Эталонный электрод ЭО (медная пластина) с напыленным слоем диэлектрика Д и поверхность измеряемого образца ИО образуют статический конденсатор [1].

Для определения поверхностной энергий сначала определяют величину РВЭ эталонного электрода. Затем определяют контактную разность потенциалов между эталонным и измеряемым образцом [5].

Из соотношения:

$$\varphi_{Me} = \varphi_{\varepsilon} - e \cdot V_c$$

определяют работу выхода электрона исследуемого образца. Где: φ_{ε} – работа выхода электрона эталона; e – заряд электрона; φ_{Me} – работа выхода электрона исследуемого образца; V_c – контактная разность потенциала исследуемого образца.

Список литературы

1. Албагачиев А.Ю. Технологическое обеспечение качества и повышения работоспособности деталей машин на основе энергетической концепции: дисс. докт. техн. наук – М. 2001
2. Костецкий Б.И. Сопротивление изнашиванию деталей машин. Машгиз, 1960. 397 с.
3. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев: Техніка, 1970. 395 с. с ил.
4. Крагальский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с. с ил.
5. Мусохранов М.В., Антонюк Ф.И., Калмыков В.В. Определение значения поверхностной энергии через работу выхода электрона // Современные проблемы науки и образования: Электронный научный журнал. 2014. – № 6. URL: <http://www.science-education.ru/120-16036> (дата обращения: 15.07.2015).
6. Мусохранов М.В., Антонюк Ф.И., Калмыков В.В. Поверхностная энергия и процесс схватывания контактирующих поверхностей//Наука и образование: Электронное научно-техническое издание. 2014. -№ 11. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/737377.html> (дата обращения: 12.08.2015)
7. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000. 320 с.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ПАРА В СЕКЦИИ ВОЗДУШНО-КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ В УСЛОВИЯХ ПОЛНОГО И УХУДШЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Картуесова А.Ю.

инженер-конструктор, ЗАО «НПВП «Турбокон», Россия, г. Калуга

В статье приведены результаты расчета по распределению потоков пара в режимах полного и ухудшенного охлаждения секции воздушного конденсатора. Просчитаны варианты с установленными дроссельными шайбами на выходе из модулей для уменьшения расхода паровоздушной смеси в условиях ухудшенного охлаждения.

Ключевые слова: воздушный конденсатор, дроссель, полный теплообмен, ухудшенный теплообмен, паровоздушная смесь.

В настоящее время активно внедряются в различные тепловые схемы воздушно-конденсационные установки или ВКУ. В связи с их использованием обоснованы и постоянные усовершенствования в схемах ВКУ [1-2].

Цель работы – выполнение расчетов рабочего и ухудшенного режимов теплообмена и разработка схемного решения, позволяющее нормально работать секции конденсатора в условиях ухудшенного охлаждения части его модулей, в результате чего возникает избыток пара в эжектор. С данной целью было предложено установить на выходе из каждого модуля дроссель, благодаря гидравлическим потерям в котором расход несконденсированного пара уменьшится. Были просчитаны варианты для секции ВКУ из 8 модулей.

Расчет режимов работы при ухудшенном охлаждении с дросселями и без них производился при условии, что на выходе из модуля (дросселя) расход паровоздушной смеси 0.1; 0.5 и 1 % от расхода пара на входе.

Модуль трехходовой: 1 ход – 59 труб; 2 ход – 14 труб; 3 ход – 5 труб. Общее количество труб одного модуля – 78. Длина труб $l=6$ м, диаметр трубы $d=0.034$ м. Модуль состоит из 4 рядов. На выходе из третьего хода производится слив конденсата и отсос паровоздушной смеси.

Ход расчета следующий:

1) Дается значение температуры насыщения для режима полного охлаждения. Определяются потери давления и расхода пара в рабочем режиме.

2) Определяется и корректируется подбором температура насыщения режима ухудшенного охлаждения, чтобы расход пара на входе в секцию в обоих режимах был одинаков. Температура насыщения режима ухудшенного охлаждения (7 модулей работают, 1 не работает) определяется из соотношения (1):

$$\frac{G_{\text{сек вх}}}{8} : (t_s - t_{\text{во}}) = \frac{G_{\text{сек вх}}}{7} : (t_s^{y.o.} - t_{\text{во}}), \quad (1)$$

где $G_{\text{сек вх}}$, $G_{\text{сек вх}}^{y.o.}$ – полученный расход пара на входе в секцию для режимов полного и ухудшенного охлаждения, кг/с; $t_s, t_s^{y.o.}$ – температура насыщения для режимов полного и ухудшенного охлаждения, °C; $t_{\text{во}}$ – температура охлаждающего воздуха, °C.

3) С температурой насыщения определяется расход пара и потери давления на секцию в режиме ухудшенного теплообмена.

4) Для нахождения расхода пара в нерабочий модуль и уточнения расходов в рабочие модули в режиме ухудшенного охлаждения строится график зависимости потерь давления в модуле от расхода пара $\Delta p_{\text{мод}} = f(G_{\text{мод вх}})$. По графику определяется расход пара в нерабочий модуль, т.к. потери давления во всех модулях равны, данное значение откладывалось на графике суммарных потерь в рабочем модуле, точка пересечения – расход в плохой модуль. Затем уточняется расход пара в рабочие модули секции.

Аналогичный расчет производится для секции с установленными дросселями. Для уточнения расходов пара в рабочие модули с дросселями в режиме ухудшенного охлаждения строится график зависимости потерь давления модуля от расхода пара.

6) Далее, учитывая условия, что на выходе из модуля (дросселя – где установлены дроссели) расход паровоздушной смеси 0.1; 0.5 и 1% от расхода пара на входе, рассчитываются значения расходов паровоздушной смеси на выходе.

7) Выполняется приближение по полученному расходу паровоздушной смеси на выходе из секции при полном охлаждении, уточняются расходы пара на входе и паровоздушной смеси на выходе по модулям в режиме ухудшенного охлаждения без дросселей и с установленными дросселями.

Выражаем потери давления в дросселе виде

$$\Delta p'_{\text{дрос}} = \xi \cdot \frac{(G_{\text{мод вх}}^{\text{нераб}})^2}{\rho_{\text{вх}}^{\text{у.о}}}, \quad (2)$$

где ξ - коэффициент сопротивления; $G_{\text{мод вх}}^{\text{нераб}}$ – искомый в приближении расход пара в нерабочий модуль, кг/с; $\rho_{\text{вх}}^{\text{у.о.}}$ - плотность пара на входе в модули при ухудшенном охлаждении при, кг/м³.

8) Определяется коэффициент сопротивления ξ дросселя в режиме полного охлаждения:

$$\xi = \frac{\Delta p_{\text{дрос}} \cdot \rho_{\text{вх}}}{G_{\text{пвс}}^{0.1;0.5;1\%}}, \quad (3)$$

где $G_{\text{пвс}}^{0.1;0.5;1\%}$ расходы паровоздушной смеси с 0.1;0.5 и 1% от расхода пара на входе в модуль, кг/с; $\rho_{\text{вх}}$ – плотность пара на входе в модули при ухудшенном охлаждении, кг/м³; $\Delta p_{\text{дрос}}$ – потери давления в дросселе в режиме полного охлаждения, Па. Коэффициент сопротивления принимается константой.

9) Определяются потери давления в каждом из трех ходов

$$\Delta p_{1,2,3} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \frac{1}{2(S_{1,2,3})^2} \frac{(G_{\text{мод вх}}^{\text{нераб}})^2}{\rho}, \quad (4)$$

и суммарные потери

$$\Sigma \Delta p_{1,2,3} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3, \quad (5)$$

где λ – коэффициент шероховатости труб; l – длина трубы, м; d – диаметр трубы, м; $S_{1,2,3}$ - площадь поверхности 1, 2 и 3 ходов.

10) Суммарные потери в режиме ухудшенного охлаждения

$$\Delta p_{\text{сумм}} = (\Sigma \Delta p_{1,2,3} + \Delta p'_{\text{дрос}}) \frac{(G_{\text{мод вх}}^{\text{нераб}})^2}{\rho} \quad (6)$$

или

$$\Delta p_{\text{сумм}}^{\text{у.о.}} = (\Delta p_{\text{мод}}^{\text{у.о.}} + \Delta p_{\text{дрос}}^{\text{у.о.}}) \quad (7)$$

11) Далее из (6) и (7) выражается расход пара в нерабочий модуль:

$$G_{\text{мод вх}}^{\text{нераб}} = \sqrt{\frac{\Delta p_{\text{сумм}}^{\text{у.о.}} \cdot \rho_{\text{вх}}^{\text{у.о.}}}{\Delta p_{\text{сумм}}}}, \quad (8)$$

12) Далее уточняется расход пара по модулям на входе и паровоздушной смеси на выходе.

В результате данного приближения для вариантов с расходами паровоздушной смеси 0.1; 0.5 и 1% от расхода пара на входе получена следующая таблица

Таблица

**Расходы паровоздушной смеси на выходе из модулей (дросселей)
после выполнения приближения**

Процент от расхода пара на входе в мо- дуль, %	Расход паровоздушной смеси на выходе, кг/с			
	Без дросселей		С дросселями	
	8 модулей ра- ботают	7 работают, 1 нет	8 модулей ра- ботают	7 работают, 1 нет
0.1	0.0022	0.0229	0.0021	0.0025
0.5	0.0108	0.0316	0.0103	0.0127
1	0.0216	0.0425	0.0207	0.0254

Ниже представлен рисунок, построенный на основе данных табл. 2.

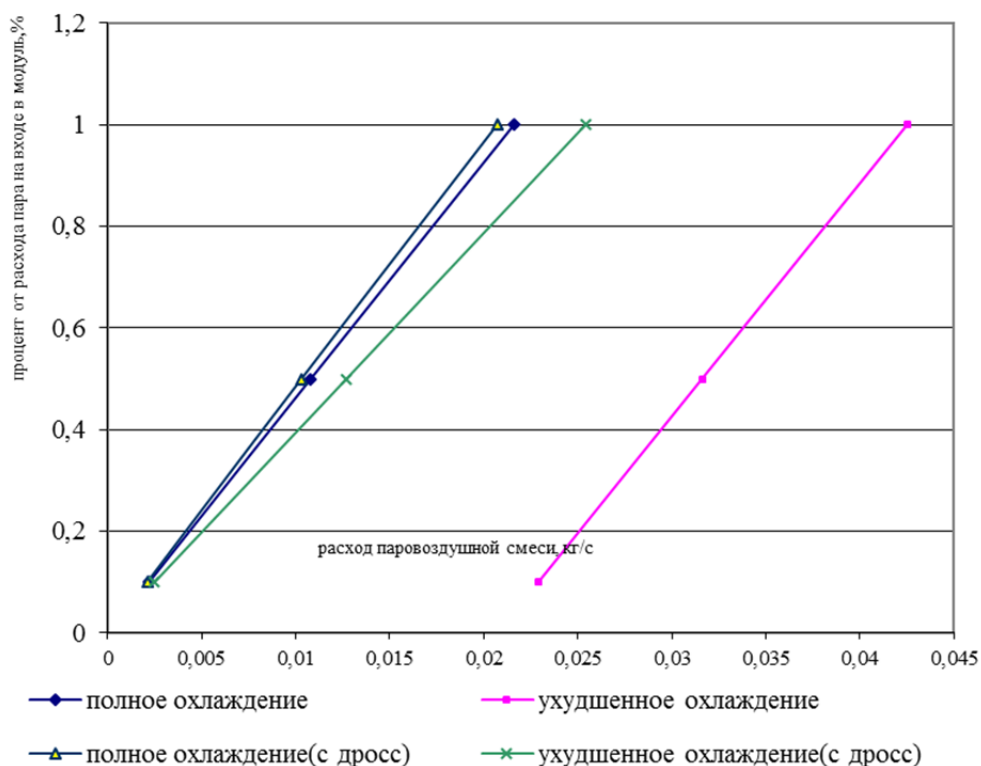


Рис. Зависимость расхода несконденсированного пара в эжектор от процента расхода пара на входе в модуль

Из данных таблицы и рисунка видно, что установка дросселей на выходе из каждого модуля способствует работе секции в пределах нормы в случае режима ухудшенного охлаждения модулей.

Данная методика позволяет просчитать особенности распределения расходов потоков пара на входе в модули и расходов несконденсированного пара на выходе в условия неравномерного теплосъема модулей.

Список литературы

1. Мильман О.О., Федоров В.А. Воздушно-конденсационные установки. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 208 с.
2. Федоров В. А., Мильман О.О. Конденсаторы паротурбинных установок. – М.: Изд-во МЭИ, 2013. – 560 с.

СПЕЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ ДЛЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ РОБОТОВ С ДРЕВОВИДНОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Ковальчук А.К.

доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика»,
канд. техн. наук, доцент,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

Предложена модифицированная система координат (СК) Денавита-Хартенберга (Д-Х), позволяющая формировать математические модели исполнительных механизмов (ИМ) роботов, имеющих древовидные кинематические структуры (КС). Она базируется на совместном применении методов теории графов и СК Д-Х, разработанной для описания кинематики ИМ роботов с линейной разомкнутой кинематической цепью. Введены понятия основных и вспомогательных СК и определён порядок их расположения на древовидном ИМ. Получены значения модифицированных параметров Д-Х, в которых известные его параметры дополнены параметром $f(i)$, определяющим номер отца звена i и параметром $ns(i)$, показывающим, каким по счёту сыном является звено i для звена $f(i)$. Предложен алгоритм формирования матрицы достижимости и графа достижимости звеньев древовидного ИМ. На примерах математического описания кинематики и динамики древовидных ИМ конкретных роботов (робота-собаки, робота-краба, антропоморфного шагающего робота) показана эффективность использования предлагаемой модифицированной СК Д-Х. Показано, что предложенная СК может с успехом применяться и для описания ИМ роботов с линейной разомкнутой кинематической цепью, являющейся частным случаем древовидной КС.

Ключевые слова: древовидный исполнительный механизм, система координат Денавита-Хартенберга, кинематическая схема робота, проектирование исполнительного механизма робота, уравнения кинематики и динамики робота.

Введение

Методам математического описания кинематики и динамики ИМ роботов посвящена обширная литература. В работах [3, 17, 4] авторы рассматривают ИМ как линейную разомкнутую кинематическую цепь, что характерно для промышленных роботов и манипуляционных устройств специального назначения. Наибольшее распространение получили два метода описания кинематики и динамики ИМ таких роботов.

Первый метод основан на использовании блочных матриц [16, 14]. Он позволяет получать уравнения кинематики ИМ как в аналитической, так и в алгоритмической формах. Важно отметить, что для практического использования данного метода создано программное обеспечение, позволяющее исследовать и проектировать исполнительные системы роботов, в том числе и с упругими звеньями. В работе [15] рассмотрен пример использования данного метода к построению модели кинематики ИМ промышленного робота с разветвлённой КС схвата.

Второй метод основан на использовании матриц однородных преобразований (4×4) [22], дающих однозначные и чёткие правила построения математической модели ИМ робота. При этом число параметров, входящих в матрицу A_i относительного положения последовательных звеньев ИМ, минимально, и естественным образом определяет взаимное расположение последовательных звеньев ИМ. Вид этой матрицы A_i одинаков как для вращательного, так и для поступательного сочленений.

Существенным преимуществом такого метода построения связанных СК является то, что можно указать только четыре параметра, определяющих относительное положение двух последовательных СК $i-1$ и i , а следовательно и матрицу пересчёта A_i .

Итоговая матрица A_i , связывающая СК $i-1$ и i имеет следующий вид [22]:

$$A_i = \left[\begin{array}{ccc|c} \cos(\theta_i) & -\cos(\alpha_i) \cdot \sin(\theta_i) & \sin(\alpha_i) \cdot \sin(\theta_i) & a_i \cdot \cos(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\alpha_i) \cdot \cos(\theta_i) & -\sin(\alpha_i) \cdot \cos(\theta_i) & a_i \cdot \sin(\theta_i) \\ 0 & \sin(\alpha_i) & \cos(\theta_i) & d_i \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]. \quad (1)$$

Из четырёх параметров $(\theta_i, d_i, a_i, \alpha_i)$, входящих в выражение (1), два параметра a_i и α_i всегда постоянны и определяются конструкцией ИМ робота. Один из двух других параметров $(\theta_i$ либо $d_i)$ является переменным. Для вращательного сочленения величина θ_i характеризует угол относительного поворота звеньев $i-1$ и i , а линейная величина d_i постоянна. Для телескопического соединения наоборот, переменной величиной является d_i . Переменную величину i -го сочленения $(\theta_i$ или $d_i)$ обычно называют обобщённой координатой ИМ робота.

При построении кинематических моделей ИМ роботов данный метод получил наибольшее распространение среди разработчиков из-за его наглядности и привязки к конструктивным параметрам ИМ.

Однако попытки использовать данный метод к описанию роботов, ИМ которых имеют древовидную КС, выявили определённые сложности его применения.

1. Актуальность

При создании шагающих роботов (ШР), получивших интенсивное развитие в последнее время, у разработчиков возникла проблема математического описания кинематики и динамики их ИМ, представляющих собой пространственные древовидные КС с большим числом степеней подвижности.

Использование известных методов, дающих хорошие результаты для описания ИМ роботов с линейной разомкнутой кинематической цепью, не всегда приемлемо для описания ИМ, имеющих древовидные кинематические цепи. Важно и то, чтобы полученные этими методами математические модели кинематики ИМ могли быть использованы при построении уравнений динамики и алгоритмов управления движением роботов. Поэтому разработка новых эффективных методов построения математических моделей кинематики и динамики древовидных ИМ роботов является важной научно-технической задачей.

2. Метод

Предлагается метод построения модифицированной СК Д-Х, позволяющий формировать математические модели ИМ роботов, имеющих произвольные древовидные КС. Метод основан на совместном применении теории графов [1] и СК Д-Х, предложенной в [22] для описания кинематики роботов с линейной разомкнутой кинематической цепью. При этом сохраняются известные преимущества СК Д-Х и появляется возможность описания кинематики произвольной древовидной КС с использованием методов теории графов.

3. Результаты

Представим кинематическую схему ИМ робота (рис. 1) в виде древовидного направленного графа (рис. 2) [10]. Звенья ИМ в таком графе являются вершинами, а соединяющие их сочленения – дугами [1]. За корень дерева (звено с номером “0”) примем окружающее пространство, в котором находится робот. Звенья ИМ робота нумеруются с 1-го и далее по возрастающим номерам, от корня дерева к его листьям без пропусков. При этом должно выполняться условие, что собственный номер звена меньше номера любого звена-потомка. Номер обобщённой координаты ИМ, как и номер соответствующего сочленения тот же, как и у звена, присоединяемого этим сочленением к предыдущему звену. Для ШР, корпус которого не закреплён к неподвижному основанию, общее число степеней его свободы равно $N+6$, где N – число степеней подвижности его ИМ. Для “привязки” ИМ ШР к абсолютной СК и описания его движения в пространстве, вводится фиктивная кинематическая цепь, соединяющая корпус робота с неподвижной в абсолютной СК фиктивной стойкой. Эта фиктивная цепь состоит из невесомых звеньев ($0 \div 5$), (три поступательные и три вращательные кинематические пары 5-го класса) и характеризует положение и ориентацию корпуса робота в абсолютной СК.

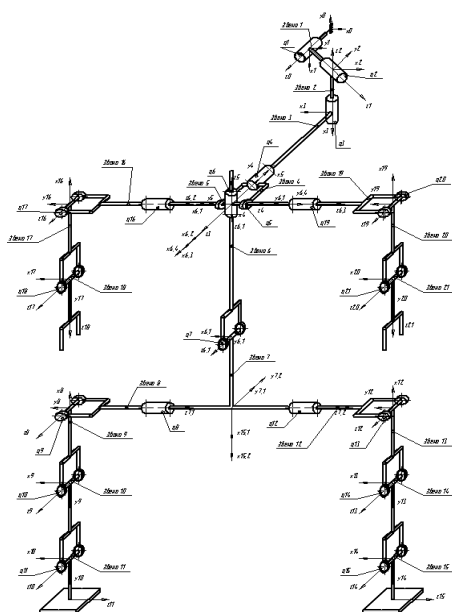


Рис. 1. Кинематическая схема ИМ роботизированного манекена с фиктивными звеньями

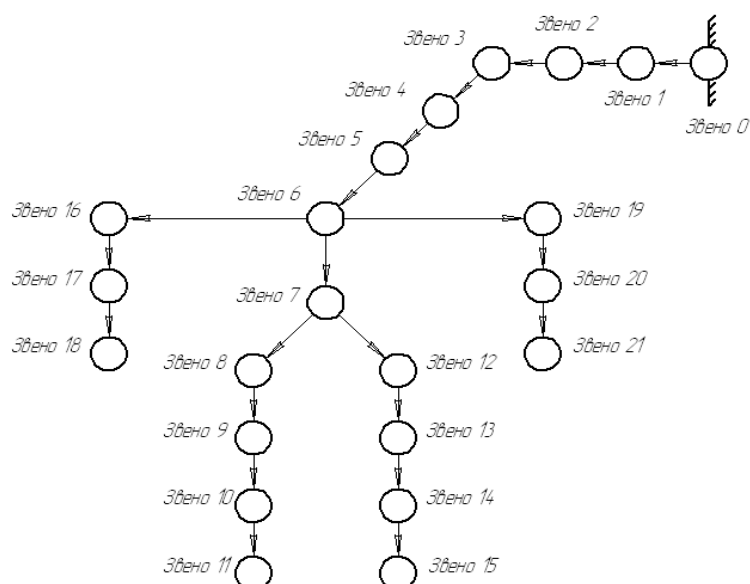


Рис. 2. Древовидный граф, представляющий кинематическую структуру ИМ роботизированного манекена

При математическом описании кинематических структур ИМ роботов, представленных в виде древовидных направленных графов, воспользуемся следующими определениями [1]:

$f(i)$ – номер звена, являющегося звеном-отцом для звена i ;

$s(i, k)$ – номер звена, являющегося k -м звеном-сыном для звена i ;

$dg^+(i)$ – полустепень исхода звена i , определяет количество звеньев-сыновей звена i ;

$ns(i)$ – определяет, каким по счёту звеном-сыном является звено i для своего звена-отца;

$\sigma_i = \{0, 1\}$ – коэффициент, определяющий тип сочленения звена i («1» – вращательное, «0» – поступательное);

$\sigma_i = \text{diag}\{\sigma_1, \dots, \sigma_N\}$ – диагональная матрица, определяющая типы сочленения звеньев древовидного ИМ.

Рассмотрим порядок назначения СК связанных со звеньями древовидного ИМ [13, 20]. С каждым звеном ИМ связывается столько СК, сколько звеньев-сыновей оно имеет. Одна из СК, связанных со звеном, назначается за основную, остальные являются вспомогательными. В качестве примера на рис. 3 показаны три СК, связанные со звеном i , имеющим три звена-сына. Все СК назначаются в соответствии с правилами Денавита-Хартенберга [22].

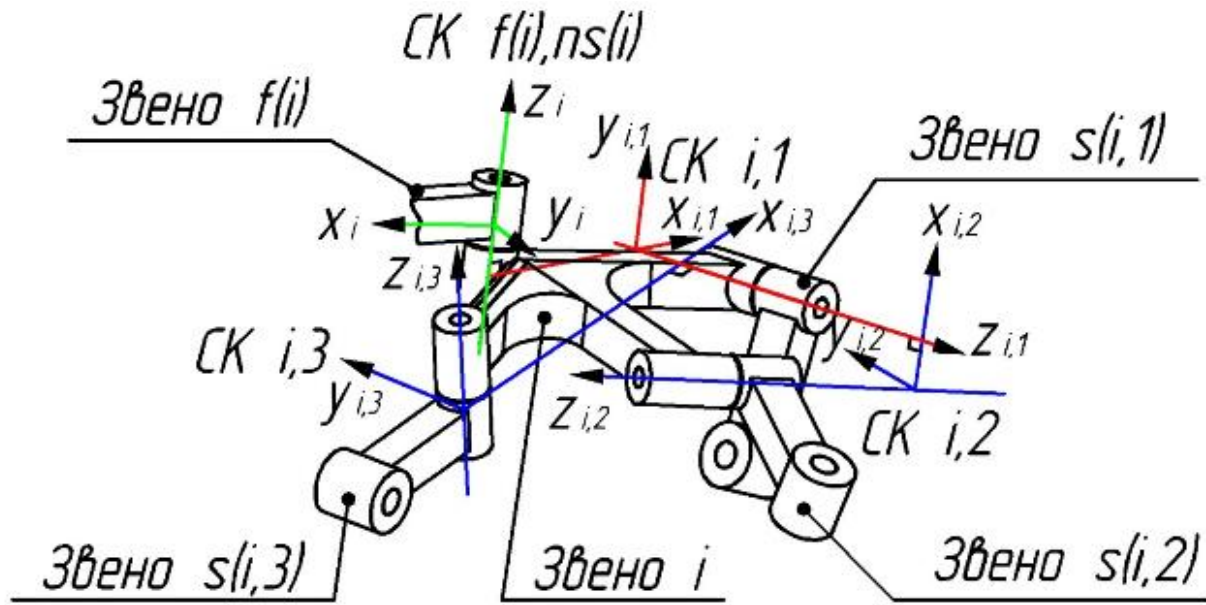


Рис. 3. Назначение СК, связанных с ветвящимся звеном

Переход из основной СК звена i в СК его звена-отца $f(i)$, соответствующую этому звену, определяется матрицей преобразования A_i (2).

$$A_i = \begin{vmatrix} f(i),ns(i)R_i & f(i),ns(i)\bar{l}_i \\ 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (2)$$

А переходы из вспомогательных СК в основную СК звена i определяются постоянными матрицами однородных преобразований $M_{i,ns(j)}$, где j – число звеньев сыновей звена i :

$$M_{i,ns(j)} = \begin{vmatrix} {}^iR_{M_{i,ns(j)}} & {}^i\bar{r}_{i,ns(j)} \\ 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) позволяют записать рекуррентные выражения для определения матрицы T , которая характеризует переход от основных СК звеньев в абсолютную СК.

Порядок следования СК в древовидной кинематической структуре ИМ робота задаётся с помощью блочного вектора $\bar{z}$. Он определяет последовательность ортов осей z , соответствующих сочленениям, соединяющим звенья ИМ с их звеньями-отцами. Так, для ИМ, кинематическая схема которого представлена на рис. 1, блочный вектор $\bar{z}$ имеет следующий вид:

$$\bar{z} = ({}^0z_1, {}^0z_2, {}^0z_3, {}^0z_4, {}^0z_5, {}^0z_{6,1}, {}^0z_{7,1}, {}^0z_8, {}^0z_9, {}^0z_{10}, {}^0z_{11}, {}^0z_{7,2}, {}^0z_{12}, {}^0z_{13}, {}^0z_{14}, {}^0z_{15}, {}^0z_{6,2}, {}^0z_{16}, {}^0z_{17}, {}^0z_{18}, {}^0z_{6,3}, {}^0z_{19}, {}^0z_{20}, {}^0z_{21})^T \quad (4)$$

Первым элементом (соответствует первому звену) является z_0 абсолютной СК. Вторым элементом – орт оси z первого звена. А, например, для 19 звена –

орт оси z вспомогательной СК 6-го звена. Оси СК звеньев-листьев в эту блочную матрицу не входят.

Для математического описания древовидной кинематической структуры ИМ необходимо также определить порядок расположения звеньев друг относительно друга. Он определяется матрицей достижимости $\mathbf{D}$ – квадратной матрицей, каждый элемент которой $d_{ij} = 1$, если i -я вершина направленного графа, описывающего кинематическую структуру ИМ, достижима из вершины j , и $d_{ij} = 0$, если i -я вершина не достижима из вершины j .

При нумерации звеньев ИМ робота в соответствии с изложенными выше правилами, матрицы достижимости $\mathbf{D}$ получается нижней треугольной матрицей, размерность которой равна числу звеньев ИМ. Следовательно, как древовидный граф, представляющий древовидную кинематическую структуру робота, так и матрица достижимости $\mathbf{D}$ отражают взаимное расположение и достижимость звеньев его ИМ.

Таким образом, предлагаемый метод построения модифицированной СК Д-Х позволяет определить значения параметров основных и вспомогательных СК древовидного ИМ робота. В таблицах 1 и 2 представлены значения модифицированных параметров Д-Х для основных и вспомогательных СК ИМ робота, кинематическая схема которого представлена на рис. 1 [10].

Таблица 1

Значения модифицированных параметров Д-Х для основных СК ИМ робота

$N_{\Sigma} \text{ СК}$	$\theta, \text{ рад}$	$d, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$\alpha, \text{ рад}$	$f(i)$	$ns(i)$
1	$-\pi/2$	0	0	$-\pi/2$	0	1
2	$-\pi/2$	0	0	$-\pi/2$	1	1
3	$-\pi/2$	0	0	$-\pi/2$	2	1
4	$\pi/2$	0	0	$\pi/2$	3	1
5	$\pi/2$	0	0	$\pi/2$	4	1
6	0	-0,349	0	$-\pi/2$	5	1
7	$\pi/2$	-0,1	0,17	$\pi/2$	6	1
8	0	0	0	$-\pi/2$	7	1
9	0	0	0,4	0	8	1
10	0	0	0,42726	0	9	1
11	0	0	0,051	0	10	1
12	$-\pi/2$	0	0	$-\pi/2$	7	2
13	0	0	0,4	0	12	1
14	0	0	0,42726	0	13	1
15	0	0	0,051	0	14	1
16	П	0,2	0	$\pi/2$	6	2
17	П	0	0,262	$-\pi/2$	16	1
18	0	0	0,444	0	17	1
19	П	0,2	0	$-\pi/2$	6	3
20	П	0	0,262	$-\pi/2$	19	1
21	0	0	0,444	0	20	1

Таблица 2

Значения модифицированных параметров Д-Х для вспомогательных СК ИМ робота

№ СК	$\theta, \text{рад}$	$d, \text{м}$	$a, \text{м}$	$\alpha, \text{рад}$	$f(i)$	$ns(i)$
6,2	$\pi/2$	0	-0,349	π	6	2
6,3	$\pi/2$	0	-0,349	0	6	3
7,2	$\pi/2$	0	0,2	0	7	2

По древовидному графу (рис. 2), представляющему кинематическую структуру робота определим матрицу достижимости $D(21 \times 21)$ звеньев ИМ робота, численные значения элементов которой представлены в таблице 3.

Таблица 3

Численные значения элементов матрицы D																				
$D(21 \times 21) =$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Первые шесть столбцов матрицы $D(21 \times 21)$ соответствуют звеньям фиктивной кинематической цепи, соединяющий корпус робота с неподвижной в абсолютной системе фиктивной стойкой. Единичные значения элементов первых шести столбцов говорят о том, что из этих звеньев достижимы все остальные звенья кинематической цепи робота. Седьмой столбец матрицы $D(21 \times 21)$ соответствует звену 7, из которого достижимы звенья 8÷15. Восьмой столбец соответствует звену 8, из которого достижимы только звенья 9÷11. Звено 11 (11 столбец) доступно только из самого себя и т.д.

Таким образом, если традиционные параметры Д-Х θ_i , d_i , a_i , α_i дополнить позаимствованными из теории графов параметрами $f(i)$, $ns(i)$, а также блочным вектором $\bar{z}$, диагональной матрицей σ и матрицей достижимости D , характеризующих особенности конкретной КС, то можно формализовать запись уравнений кинематики для ИМ робота с произвольной древовидной кинематической цепью.

Используя предложенный выше метод описания кинематики древовидного ИМ робота с помощью модифицированной СК Д-Х, можно записать в блочно-матричном виде кинематические выражения (зависимости) для всех звеньев ИМ [13, 20].

4. Обсуждение

В работе [6] представлены результаты исследования кинематики и динамики древовидного ИМ робота-собаки. Для ИМ, имеющего 22 степени подвижности, получены численные значения модифицированных параметров Д-Х, матрицы достижимости $\mathbf{D}$, блочный вектор $\bar{\mathbf{z}}$, и диагональная матрица σ . С использованием специально разработанной в среде MATLAB программы [21] определены значения моментов и мощностей в степенях подвижности робота-собаки.

Работа [5] посвящена синтезу КС и исследованию динамики древовидного ИМ робота-краба, имеющего 62 степени подвижности. Использование модифицированной СК Д-Х позволяет построить математическую модель кинематики и динамики его ИМ. Разработанная 3-D модель ИМ робота-краба позволила определить массо-инерционные характеристики элементов его конструкции. С использованием программы [21] получены численные значения элементов матриц, входящих в уравнение динамики, а также значения моментов и мощностей в степенях подвижности робота-краба.

В работе [9] рассмотрен пример использования модифицированной СК Д-Х при формировании математической модели кинематики и динамики древовидного ИМ антропоморфного робота, имеющего 114 степеней подвижности. Получены значения элементов матриц $\mathbf{A}(\mathbf{q})$, $\mathbf{B}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})$, $\mathbf{C}(\mathbf{q})$, $\mathbf{H}(\mathbf{q})$, входящих в уравнение динамики робота, а также вычислены с помощью программы [21] значения моментов и мощностей в степенях подвижности ИМ робота. Полученные результаты рекомендованы для использования при создании современных образцов антропоморфных шагающих роботов.

В работе [2] показана, эффективность применения предлагаемой СК для построения уравнений кинематики и динамики древовидного ИМ активного экзоскелета. Определены значения мощности приводов в степенях подвижности его ИМ при наложенных на него кинематических связях, вычислены силы и моменты реакции этих связей, возникающие при его взаимодействии с опорной поверхностью шагания. При этом эффективным средством расчёта и исследования является специально разработанная в среде MATLAB программа [19].

Рассматриваемая модифицированная СК Д-Х положена в основу метода синтеза древовидных ИМ шагающих роботов [18] и метода математического описания их кинематики и динамики [8].

Пример использования модифицированной СК Д-Х для синтеза КС робота-стегозабра по фотографическим изображениям скелета его биологического прототипа рассмотрен в работах [12, 7, 23].

В работе [11] показано, что модифицированная СК Д-Х является эффективным средством формирования математических моделей ИМ роботов, имеющих линейную разомкнутую кинематическую цепь, являющуюся част-

ным случаем древовидной. В этом случае кинематическую схему можно представить в виде ориентированного графа, не имеющего циклов. Вершины графа соединены последовательно, так как любая из них будет иметь не более двух смежных вершин.

При этом матрица достижимости D звеньев ИМ робота вырождается в нижнюю треугольную единичную матрицу порядка N , где N – число степеней подвижности робота.

Рассмотренные выше результаты исследований позволяют сделать заключение, что предложенная модифицированная СК Д-Х обладает определенной общностью и может быть использована при формировании математических моделей кинематики и динамики ИМ роботов с произвольной КС.

Выводы

Создание современных шагающих роботов сдерживается отсутствием эффективных методов формирования математических моделей их ИМ, имеющих древовидные КС.

При построении математических моделей кинематики и динамики ИМ роботов с произвольной древовидной КС целесообразно использовать модифицированную СК Д-Х, дающую разработчику чёткий алгоритм их построения.

Список литературы

1. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений. – М.: Изд-во Бином, 2006. – 319 с.
2. Верейкин А. А., Ковальчук А. К., Каргинов Л. А. Исследование динамики исполнительного механизма экзоскелета нижних конечностей с учётом реакций опорной поверхности // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал. – 2014. – №12. – С. 256-278. DOI:10.7463/0815.9328000.
3. Воробьев Е.И. и др. Механика роботов (в 3-х книгах) / Под ред. К.В. Фролова и Е.И. Воробьева. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988.
4. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480 с.
5. Ковальчук А.К. Выбор кинематической структуры и исследование динамики древовидного исполнительного механизма робота-краба // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. М., 2013. №7. С. 73 – 79.
6. Ковальчук А.К. Выбор кинематической структуры и исследование древовидного исполнительного механизма робота-собаки // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – М., 2011. – № 8. – С. 65-73.
7. Ковальчук А.К. Использование биологического прототипа при проектировании древовидных исполнительных механизмов двуногих шагающих роботов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. М., 2011. №9. С. 49 – 56.
8. Ковальчук А.К. Метод математического описания кинематики и динамики древовидных исполнительных механизмов шагающих роботов. Естественные и технические науки. 2014. № 5 (73). С. 87-90.
9. Ковальчук А.К. Проектирование исполнительного механизма антропоморфного шагающего робота // Естественные и технические науки. – 2014. – №2 (70). – С. 162-166.

10. Ковальчук А.К. Разработка математической модели исполнительного механизма роботизированного манекена // Научный Вестник МГТУ ГА. М., 2011. – № 168 (6). – С. 103-109.
11. Ковальчук А.К. Расчет мощности приводов робота с учетом динамики его исполнительного механизма // Естественные и технические науки. – 2014. № 1 (69).-С. 12-131.
12. Ковальчук А.К., Каргинов Л.А., Ахметова Ф.Х., Устюжанин А.Ю., Секерин С.С., Верейкин А.А. Синтез кинематической схемы древовидного исполнительного механизма робота-стегозабра с использованием фотографических изображений скелета его биологического прототипа // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 5. С. 82-102.
13. Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е. Математическое описание кинематики и динамики исполнительных механизмов роботов с древовидной кинематической структурой // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. М., 2008. №11. С.13-25.
14. Лесков А.Г. Теоретические основы моделирования и анализа динамики манипуляционных роботов, их приложение к задачам проектирования и подготовки операторов. Дисс. ... докт. техн. наук. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 329 с.
15. Лесков А.Г., Бажинова К.В., Морошкин С.Д., Феоктистова Е.В. Построение моделей кинематики исполнительных механизмов манипуляционных роботов с использованием блочных матриц. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 9. Режим доступа: <http://engjournal.ru/catalog/pribor/robot/954.html> (дата обращения 03.01.15).
16. Лесков А.Г., Ющенко А.С. Моделирование и анализ робототехнических систем. – М.: Машиностроение, 1992. – 80 с.
17. Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов / Под ред. Е.П. Попова. – М.: Наука, 1978. – 416 с.
18. Метод синтеза древовидных исполнительных механизмов шагающих роботов Ковальчук А.К. // Естественные и технические науки. 2014. № 3 (71). С. 127-130.
19. Моделирование древовидных исполнительных механизмов шагающих роботов с учётом внешних наложенных связей / А.К. Ковальчук, Л.А. Каргинов, Б.Б. Кулаков, Д.Б. Кулаков, С.Е. Семенов, В.В. Яроц, А.А. Верейкин. Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2014612547 от 28.02.2014.
20. Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов // Ковальчук А.К., Кулаков Б.Б., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е., Яроц В.В. – М.: Изд-во Рудомино, 2010. – 170 с.
21. Программа моделирования древовидных исполнительных механизмов шагающих роботов / А.К. Ковальчук, Л.А. Каргинов, Б.Б. Кулаков, Д.Б. Кулаков, С.Е. Семенов, В.В. Яроц. Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2012610398. 10.01.2012.
22. Denavit J., Hartenberg R.S. Kinematic notation for Lower-Pair Mechanisms Based on Matrices // J. Appl. Mech, 77. – 1955. – P. 215-221.
23. K. A. Pupkov, A. K. Kovalchuk, B. B. Kulakov Usage of Biological Prototypes for Kinematical Scheme Construction of Modern Robots// Preprints of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing. 3-5 June 2009. Moscow.pp.1829-1834.

АНАЛИЗ И ВЫБОР ФОРМЫ ДЕБАЛАНСА ДЛЯ ВИБРОСТЕНДА

Кучеренко А.П.

доцент кафедры основы проектирования машин, канд. техн. наук,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Проскорякова Ю.А.

доцент кафедры основы проектирования машин, канд. техн. наук,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассмотрены вопросы получения рациональной формы дебаланса механического вибратора, устанавливаемого на вибростенде при испытании образцов на вибропрочность. В результате сравнительного анализа различных форм дебалансов получены результаты, позволяющие установить его наиболее целесообразную конструкцию.

Ключевые слова: дебаланс, вибровозбудитель, вибрационные устройства.

Узлы и детали транспортных машин в течении срока службы подвержены воздействию вибраций, перепаду температур, влажности и т.д. Проверку их работоспособности на вибропрочность, в ряде случаев, производят в ходе испытаний на специальных вибрационных стендах, в состав которых входят механические вибраторы. Возмущающее динамическое воздействие на испытательный образец в этом случае создается установкой на валы вибровозбудителя (вибратора) неуравновешенной массы (дисбалансов).

Принципиальная схема вибратора представлена на рисунке 1.

Форма дебалансов вибровозбудителя оказывает существенное влияние на его динамику, габаритные размеры и массовые характеристики. При заданном статическом моменте массы (дисбалансе) дебаланса относительно оси его вращения, могут решаться следующие задачи:

1. Обеспечение минимального момента инерции дебаланса относительно оси вращения, что эквивалентно обеспечению максимального статического момента при заданном моменте инерции. Эта задача решается при необходимости ускорить переходные процессы запуска и выбега вибровозбудителя, например, с целью снижения раскачиваний при переходе через промежуточные резонансы колебательной системы или обеспечения выхода на рабочий режим при помощи двигателя, не обладающего большой избыточной мощностью. В этом случае самой выгодной является форма полного круга, касающегося оси вращения дебаланса [1]. Следует заметить, что конструктивное исполнение дебаланса такой формы с регулированием величины его дисбаланса может быть весьма сложным.

2. Обеспечение минимального веса дебаланса, что эквивалентно обеспечению максимального статического момента массы дебаланса при заданном его весе. Выполнение этого условия обеспечивает минимальные габари-

ты и вес вибровозбудителя. Какой бы заданной кривой ни описывалась наружная (более удаленная от оси вращения) часть контура дебаланса условие минимизации веса обеспечивается, если ближняя к оси вращения часть контура дебаланса представляет собой прямую, параллельную оси вращения, так как это обеспечивает наибольшее удаление центра масс дебаланса от оси вращения [1].

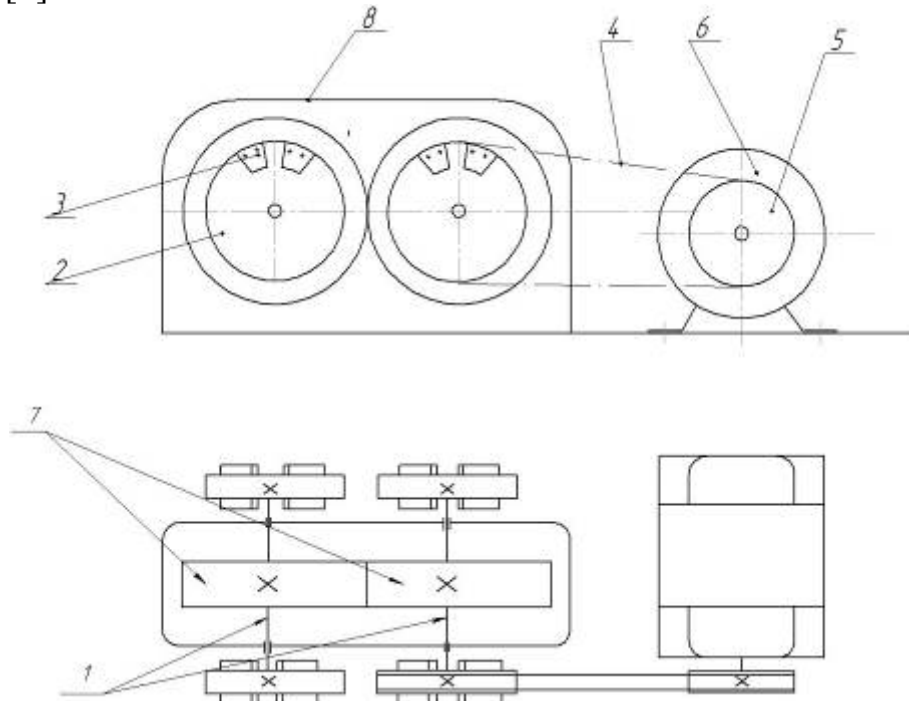


Рис. 1. Принципиальная схема вибратора:

- 1 – параллельные валы вибратора, 2 – диск с дисбалансом, 3 – неуравновешенный груз,
4 – клиноременная передача, 5 – ведущий шкив, 6 – асинхронный двигатель,
7 – зубчатая пара с передаточным отношением 1:1, 8 – корпус вибратора.

Будем считать, что форма дебаланса не изменяется по длине, его плотность во всех точках объема постоянная, а форма – призматическая. Это позволяет для сравнения различных форм исполнения дебалансов вместо массы, статического момента массы и момента инерции массы рассматривать площадь, статический момент площади и момент инерции площади, т.е. рассматривать плоскую задачу.

В общем случае статический момент площади сечения дебаланса определяется как произведение площади сечения F на расстояние от центра масс S до оси вращения R_S , т.е.

$$S_{\text{пл}} = F \cdot R_S \quad (1)$$

Наиболее часто применяемые формы сечения дебалансов в вибровозбудителях показанны на рисунке 2.

Определим статический момент площади сечения дебалансов.

Для дебаланса кругового сечения (рис.2 а.) $F = \frac{\pi R^2}{4}$, $R_S = \frac{R}{2}$, поэтому:

$$S_{\text{пл}} = \frac{\pi \cdot R^3}{8} = 0,393R^3 \quad (2)$$

Для кругового сектора (рис. 2 б) [3]

$$S_{\text{пл}} = \frac{2}{3} R^3 \sin \alpha$$

Очевидно, что максимальный статический момент будет при $\alpha = \frac{\pi}{2}$, т.е.

при $2\alpha = \pi$

$$S_{\text{max}} = \frac{2}{3} R^3 = 0,666 R^3 \quad (3)$$

Для кругового секторного кольца (рис. 2 в)

$$R_s = \frac{F_2 R_{s2} - F_1 R_{s1}}{F_2 - F_1} = \frac{F_2 R_{s2} - F_1 R_{s1}}{F}$$

$$S_{\text{пл}} = F \cdot R_s = F_2 R_{s2} - F_1 R_{s1} = S_2 - S_1 = \frac{2}{3} R_2^3 \sin \alpha - \frac{2}{3} R_1^3 \sin \alpha, \text{ т.е.}$$

$$S_{\text{пл}} = \frac{2}{3} (R_2^3 - R_1^3) \sin \alpha \quad (4)$$

при $\alpha = \frac{\pi}{2}$:

$$S_{\text{max}} = \frac{2}{3} (R_2^3 - R_1^3) = 0,666 (R_2^3 - R_1^3) \quad (5)$$

Для кругового сегмента (рис. 2 г) [3]

$$S_{\text{пл}} = \frac{2}{3} R^3 \sin^3 \alpha \quad (6)$$

при $\alpha = \frac{\pi}{2}$:

$$S_{\text{max}} = \frac{2}{3} R^3 = 0,666 R^3 \quad (7)$$

Разновидностью дебаланса, изображенного на рис. в, является дебаланс, показанный на рис. 2д. Статический момент его неуравновешенной части определяется по формуле (5) т.е.

$$S_{\text{пл}} = 0,666 (R^3 - r^3) \quad (8)$$

При том же максимальном радиусе вращения дебаланса он может быть выполнен в виде опорных шеек радиуса r и дебалансной массы радиуса R_1 , как показано на рис. д пунктиром [2]. В этом случае:

$$F = \frac{\pi}{4} (R_1^2 - r^2), \quad R + r = 2R_1, \quad R_1 = \frac{R + r}{2}$$

$$R_s = \frac{F_2 R_{s2} - F_1 R_{s1}}{F_2 - F_1} = \frac{\frac{\pi R_1^2}{4} (R - R_1) - \frac{\pi r^2}{4} \cdot 0}{\frac{\pi R_1^2}{4} - \frac{\pi r^2}{4}} = \frac{R_1^2 (R - R_1)}{(R_1^2 - r^2)}$$

После подстановки и преобразований получим:

$$S_{\text{пл}} \cong 0,1 (R + r)^3 \quad (9)$$

Сравнение формы дебалансов рис. 2д и формул (8) и (9) показывает, что наибольший статический момент имеет дебаланс, показанный сплошными линиями.

Возможно исполнение дебаланса, как показано на рис.2е. При тех же радиусах R и r статический момент его неуравновешенной массы меньше статического момента предыдущего дебаланса, что ясно даже из чертежа.

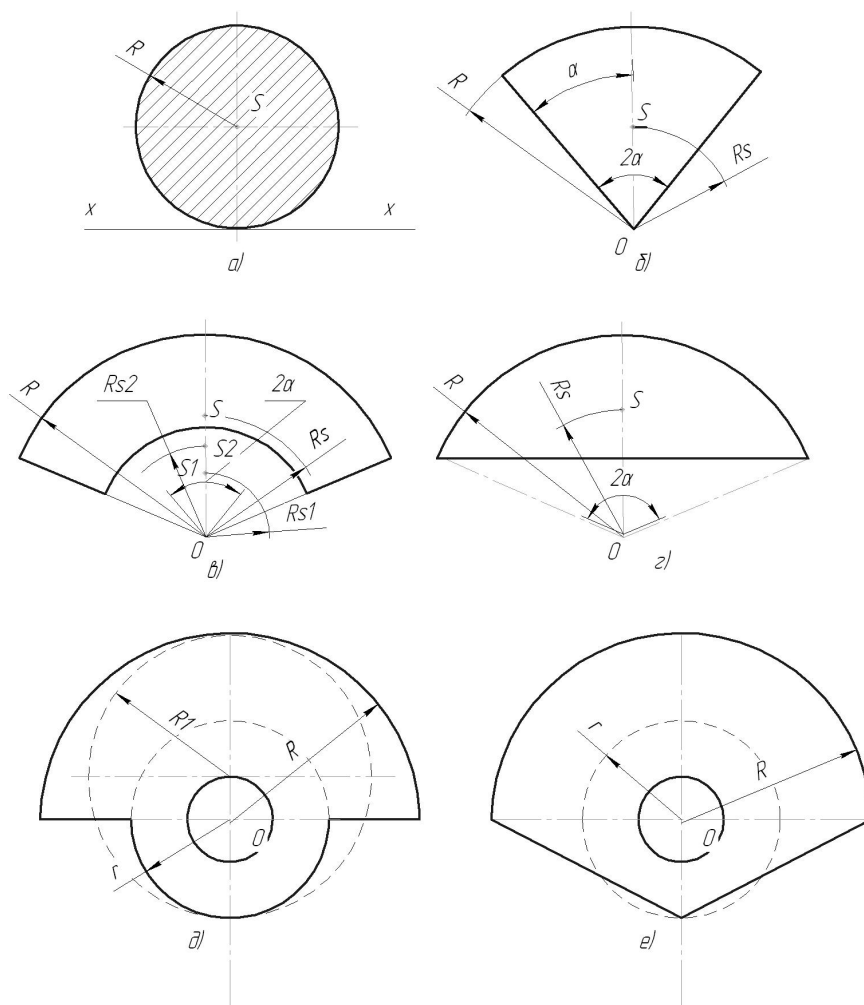


Рис. 2 (а, б, в, г, д, е). Формы сечения дебалансов

Анализируя различные формы дебалансов, представленных на рис. 2, можно сделать следующий вывод: наибольшим статическим моментом обладает дебаланс в виде половины круга. В случае невозможности конструктивного исполнения такой формы дебаланса, целесообразно выполнить его в форме половины кругового кольца.

Список литературы

1. Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники. М.: Машиностроение, 1969. – 352 с., ил.
2. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов. Справочник. Под ред. В.А. Баумана, И.И. Быховского, Б.Г. Гольштейна. М.: Машиностроение, 1970. – 548 с., ил.
3. Горский А.И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства. М.: Машиностроение, 1998. – 552 с., ил.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ПРОДУКЦИИ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Ленькова А.В.

доцент кафедры «Теплоэнергетика», канд. техн. наук,
Саратовский государственный технический университет, им. Гагарина Ю.А.,
Россия, г. Саратов

Долотовский И.В.

старший научный сотрудник, канд. техн. наук,
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.,
Россия, г. Саратов

В статье рассматривается вопрос повышения энергетической эффективности системы энергообеспечения объектов транспортировки и хранения углеводородной продукции (УВП) на основе поддержания оптимального температурного режима за счет создания собственной системы энергообеспечения с утилизацией горючих отходов и промышленных стоков. Разработанная система энергообеспечения предполагает использование вторичных энергетических ресурсов, организацию практически замкнутых циклов водоснабжения, водоотведения и позволяет сократить энерго- водопотребление от внешних источников, снизить объем промышленных выбросов в атмосферу и сбросов сточных вод.

Ключевые слова: энергоэффективность, утилизация, выработка энергоресурсов, горючие отходы, промышленные стоки, температурный режим, углеводородная продукция.

Заданный температурный режим УВП при транспортировке, хранении и выдаче на нефтегазовых предприятиях обеспечивает эффективность и экономичность нефтескладских и транспортных операций, снижает размер количественных и качественных потерь УВП. Существенное влияние теплофизических свойств УВП и климатических условий на работу технических средств, предназначенных для ее перекачки, слива, налива, транспортирования и хранения также требуют поддержания оптимального температурного режима.

Так при операциях с УВП, имеющей большую вязкость и высокую температуру застывания, для поддержания оптимального температурного режима применяют различные методы подогрева. К основным способам нагрева относятся: электронагрев, змеевиковые подогреватели, нагрев острым паром, паровая рубашка, циркуляционный подогрев [1]. Несмотря на существующие технические решения, потери вязкой УВП от неполного слива достигают значительных величин (табл. 1), а процессы перекачки и выдачи продукта сопровождаются значительными затруднениями.

Таблица 1

Средняя величина потерь вязкой УВП при сливе цистерн в зависимости от способа их подогрева, кг

Способы и средства разогрева	Остаток		
	конструктивный	технологический	всего
Змеевики	34	61	95
Электрогрелка	34	61	95
Острый пар	34	77	111
Индукционный разогрев	34	12,5	46,5
Циркуляционный подогрев	34	1	35
Паровая рубашка	34	1	35

Две трети общих потерь образуются в результате неравномерного подогрева УВП при использовании несовершенных методов подогрева (острый пар, змеевиковые подогреватели, электрогрелки). Наиболее перспективной с точки зрения потерь от неполноты слива продукта является циркуляционный подогрев.

Для УВП, имеющей низкую температуру кипения и высокое парциальное давление, колебание температурного режима приводит не только к количественным потерям, но и существенно снижает эксплуатационные свойства продукта. Кроме того давление насыщенных паров имеет большое значение для обеспечения самовсасывающей способности насосов при сливно-наливных операциях со светлыми нефтепродуктами, содержащими большое количество легкокипящих углеводородов, а так же для определения величины их потерь от испарения. Давление насыщенных паров может быть определено по полученной эмпирической зависимости:

$$P_T = \frac{P_T^{311}}{10^{4,6 \cdot \frac{311-T}{T}}}, \quad (1)$$

где P_T – давление насыщенных паров, 10^2 Па; P_T^{311} – давление насыщения паров при температуре 311 К, 10^2 Па; T – температура нефтепродукта, К.

На величину потерь УВП наряду с давлением насыщенных паров и температурой оказывает влияние и количество операций по сливу-наливу (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость годовых потерь бензина от климатической зоны и количества сливно-наливных операций

Вместимость резервуара, м ³	Оборачиваемость резервуара, раз/год					
	Средняя зона			Южная зона		
	12	48	96	12	48	96
400	2,9	9,4	15,9	4,8	12,4	22,6
1000	6,7	12,4	36,4	11,5	29,4	58,4
2000	12,6	35,5	66,0	22,2	55,6	100,3
3000	20,5	57,9	107,0	34,8	88,3	159,7
5000	28,4	80,8	150,6	50,4	126,2	227,2

Потери УВП при сливно-наливных операциях и хранении можно существенно снизить, если обеспечить рациональный тепловой режим – снижение

температуры легкокипящей УВП для уменьшения ее количественных и качественных потерь от испарения.

Поддержание оптимального температурного режима УВП требует значительных энергетических затрат, а использование внешних источников тепло-холодообеспечения приводит к увеличению себестоимости продукции нефтегазовых предприятий. Поэтому одним из основных направлений повышения энергетической эффективности систем выработки теплоты и холода является создание собственных источников электрической и тепловой энергии с максимальной утилизацией вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), горючих отходов и промышленных стоков технологических производств и обеспечением практически замкнутых циклов водоснабжения и водоотведения.

С использованием декомпозиционно-поискового принципа синтеза сложных энерготехнологических систем были разработаны высокоэффективные системы энергообеспечения нефтегазовых предприятий [2, 3]. Вариант схемы системы тепло-, электро-, холодо- водоснабжения (СТЭХВС), где реализованы технологические решения по огневому обезвреживанию горючих газо- и жидкофазных отходов и стоков, и генерации тепловой и электрической энергии, холода для поддержания оптимального теплового режима легкокипящей и вязкой УВП приведена на рисунке.

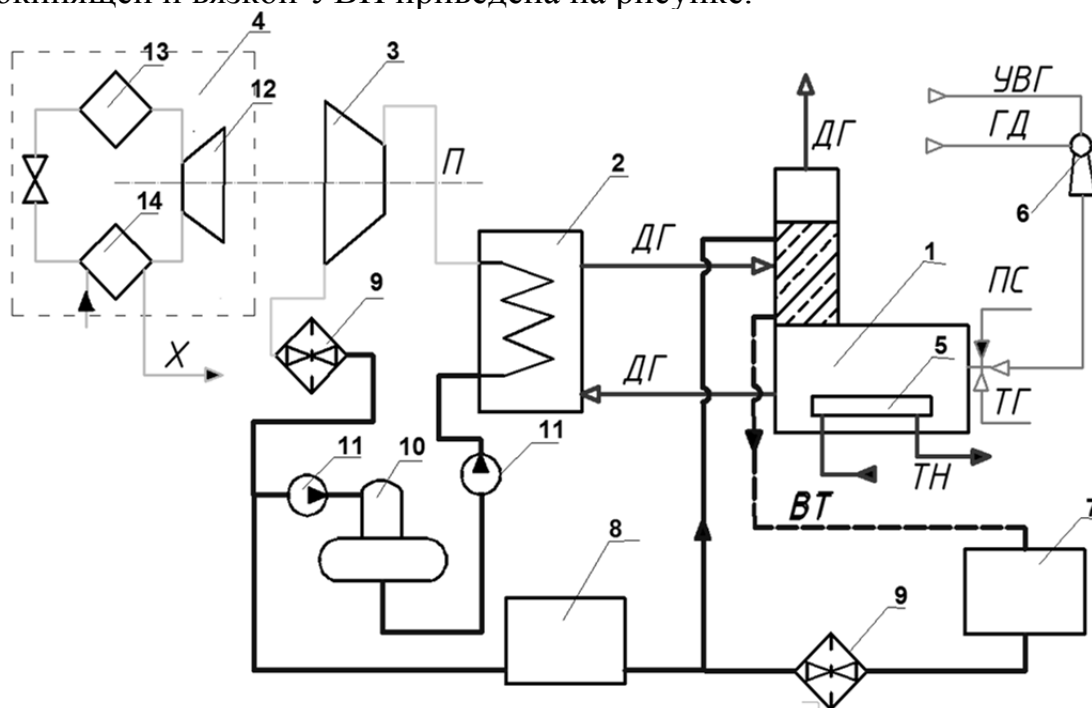


Рис. Система тепло-, электро-, холодо- водоснабжения для поддержания оптимального температурного режима УВП: 1 – огневой нейтрализатор промстоков; 2 – котел-утилизатор; 3 – паровая турбина; 4 – холодильная установка (12 – компрессор; 13 – испаритель; 14 – конденсатор); 5 – теплогенератор; 6 – газовый эжектор; 7 – блок первичной подготовки технической воды; 8 – блок химводоочистки; 9 – аппараты воздушного охлаждения; 10 – деаэратор; 11 – насосы. Потоки: УВГ – углеводородные газы; ГД – газы дегазации; ПС – промышленные стоки; ТГ – топливный газ; ВТ – вода техническая; ДГ – дымовые газы; П – пар; Х – хладоноситель потребителю

В качестве холодильной установки могут быть использованы машины наиболее распространенного типа – компрессионные (КХМ) и абсорбцион-

ные (АХМ). Выбор типа машины обусловлен критериями локальной эффективности, в качестве которого был принят удельный расход топлива на выработку единицы холода в КХМ или АХМ. Проведенный анализ показал, что в случае снабжения холодом объектов транспортировки УВП с использованием ВЭР наиболее эффективным вариантом является система с КХМ.

Разработанная схема имеет следующие аппаратные и технологические преимущества в сравнении с традиционными вариантами энергообеспечения объектов транспортировки и хранения УВП:

- полезное использование теплоты дымовых газов, выходящих из нейтрализатора, для генерации водяного пара в котле утилизаторе позволяет повысить энергоэффективность объекта;
- использование в качестве топлива на горелках [4] нейтрализатора газовых и жидкофазных горючих отходов, подаваемых на газовый эжектор, обеспечивает снижение удельного потребления топлива на выработку электрической, тепловой энергии, холода и водоснабжение;
- термическое обезвреживание на нейтрализаторе промстоков дренажа, отсепарированной воды, воды промывки оборудования повышает экологическую безопасность предприятия;
- высокая надежность основного комплектующего оборудования, не нуждающегося в замене или выводе в консервацию и используемого на всех этапах жизненного цикла предприятий.

Конструкционные характеристики аппаратов СТЭХВС определяются при заданных параметрах генерируемых энергоносителей и воды, к основным из которых относятся количество теплоты и холода для термостатирования резервуаров, расходы, давления, температуры, и желаемые значения некоторых свойств потоков.

Задача рационализации потребления и генерации энергетических ресурсов, в том числе холода, водопотребления и водоотведения СТЭХВС решалась с применением коэффициентов рационализации балансов:

- энерготехнологического

$$K_{pЭТБ} = 1 - (E_{y0}^P / E_{y0}^H); \quad (2)$$

- водопотребления

$$K_{pW} = 1 - (W_{СТЭВС}^P / W_{СТЭВС}^H); \quad (3)$$

- теплотребления

$$K_{pQ} = 1 - (Q_{СТЭВС}^P / Q_{СТЭВС}^H); \quad (4)$$

- холодопотребления

$$K_{pQ0} = 1 - (Q_{0(СТЭВС)}^P / Q_{0(СТЭВС)}^H), \quad (5)$$

где $E_{уд}^H$, $E_{уд}^P$, – приведенные энергоемкости, рассчитанные по нормализованному и рационализированному (оптимальному) энерготехнологическим балансам;

$W_{СТЭВС}^P$, $W_{СТЭВС}^H$, $Q_{СТЭВС}^P$, $Q_{СТЭВС}^H$, $Q_{0(СТЭВС)}^P$, $Q_{0(СТЭВС)}^H$ – соответственно, удельное водопотребление, теплотребление и холодопотребление для оптимального и нормализованного варианта СТЭВС.

Технические решения по аппаратурному оформлению разработанной СТЭХВС и режимам эксплуатации оборудования зависят от состава резервуарного парка предприятия и принимаются с использованием коэффициентов рационализации и функции полезности, в которую они входят.

Разработанная система энергообеспечения объектов транспортировки и хранения УВП осуществляет принцип максимального использования ВЭР, минимизацию энерго-водопотребления от внешних источников, организацию замкнутых технологических циклов, снижение эксплуатационных затрат и себестоимости УВП.

Список литературы

1. Обеспечение температурного режима нефтепродуктов при их транспортировании и хранении. Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989. № 6. 84 с.
2. Пат. 134993 РФ, МПК F01K 17/02. Установка электро-тепло-водоснабжения / Долотовский И.В., Ленькова А.В., Долотовская Н.В. – № 2013130457; заявл. 02.07.2013; опубл. 27.11.2013, Бюл. № 33.
3. Пат. 118360 РФ, МПК F01K 17/02. Установка электро-тепло-водоснабжения предприятий добычи, транспорта и переработки углеводородного сырья / Долотовский И.В. – № 2012109097; заявл. 11.03.2012; опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20.
4. Пат. 135080 РФ, МПК F23D 14/02. Горелка факельная инжекционная / Долотовский И.В., Долотовский В.В., Ленькова А.В. – № 2013109874; заявл. 05.03.2013; опубл. 27.11.2013, Бюл. № 33.

УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Маликов И.Н.

доцент кафедры фундаментальных инженерных дисциплин,
канд. техн. наук, доцент, Шахтинский институт (филиал)
Южно-Российский государственный политехнический
университет имени М.И. Платова, Россия, г. Шахты

Кураков Ю.И.

профессор кафедры фундаментальных инженерных дисциплин,
д-р техн. наук, профессор, Шахтинский институт (филиал)
Южно-Российский государственный политехнический
университет имени М.И. Платова, Россия, г. Шахты

Свиридова А.Н.

доцент кафедры фундаментальных инженерных дисциплин,
Шахтинский институт (филиал)
Южно-Российский государственный политехнический
университет имени М.И. Платова, Россия, г. Шахты

В статье рассмотрен сорбционный метод – наиболее эффективный метод охраны воздушного и водного бассейнов (очистка газовых выбросов, коммунальных и производственных сточных вод, ликвидация разливов нефти и др.).

Ключевые слова: углеродные сорбенты, промышленные стоки, регенерация, молекулярные сита, каменный уголь, экология.

Сорбционные методы очистки газовых выбросов, коммунальных и производственных сточных вод, ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, подготовки воды природных источников для питьевого водоснабжения с применением углеродных сорбентов рассматриваются в мировой практике как наиболее эффективные методы охраны воздушного и водного бассейнов и экологической защиты населения. Они обеспечивают удаление веществ, присутствующих в воде в небольших концентрациях, биологически не разрушаемых соединений, извлечение ценных компонентов, позволят поглощать из парогазовой среды токсичные соединения и пары ценных растворителей [1,2], также снижают концентрацию вредных химических веществ до допустимых норм [3].

Большой экологической проблемой являются аварийные разливы нефти в процессе ее добычи, транспортировки, переработки и использования. Наиболее эффективным методом очистки водных и твердых поверхностей от нефти и нефтепродуктов признан сорбционный метод с применением так называемых «нефтяных» сорбентов. Большой спрос на нефтяные сорбенты вызвал в последние годы бурное развитие этого направления получения углеродных сорбционных материалов [4].

Сложившаяся на сегодняшний день в стране экологическая ситуация обуславливает весьма интенсивный спрос на создание современных технологий, обеспечивающих предотвращение и ликвидацию последствий разливов нефти и нефтепродуктов в окружающую среду и диктует необходимость создания отечественного рынка дешевых, эффективных, удобных в транспортировке и эксплуатации нефтяных сорбентов.

Приведенная выше краткая оценка ситуации с потреблением углеродных сорбентов в России отметила всю остроту проблемы расширения объема и ассортимента выпускаемых сорбентов. Решение многих экологических и технологических проблем страны напрямую связано с разработкой и внедрением в производство широкого ассортимента дешевых углеродных сорбентов, производимых по современным технологиям из существующих и новых видов сырья.

Широкое применение углеродных сорбентов на основе ископаемых углей продиктовано доступностью сырья для их производства, относительно невысокой стоимостью, низким расходом в процессе, универсальностью, позволяющей получать адсорбенты для любого адсорбционного процесса, возможностью многократной регенерации без заметного ухудшения свойств.

Пористые углеродные материалы широко применяются в химической промышленности, в частности, в процессах синтеза органических и неорганических материалов [5]. Благодаря высокой стойкости к агрессивным средам и воздействиям температуры они выдерживают длительные сроки эксплуатации, включая регенерацию и повторное использование. Способность углеродных сорбентов адсорбировать токсичные соединения широко используют для очистки промышленных стоков и газовых выбросов [6], очистки крови и желудочно-пищевого тракта человека в процессах гемо- и энтеросорбции [7].

Регулируемая система пор делает углеродные сорбенты незаменимыми молекулярными ситами множества диафрагменных и мембранных процессов разделения сложных смесей как в газовой, так и в жидкой фазах. Развитая пористость позволяет использовать углеродные сорбенты в качестве накопителей газов и газовых смесей для процессов в атомной и нетрадиционной энергетике, ракетной и авиационной технике [8]. Экономичный и эффективный метод извлечения благородных металлов (золота и серебра), основанный на применении углеродных сорбентов, получил развитие благодаря возможности производства сорбентов с высокой прочностью и хорошо развитой пористой структурой [9].

В исследованиях последних лет много внимания уделяется изучению новых приоритетных направлений использования промышленных активных углей и вновь синтезируемых углеродных сорбентов. Так, сорбенты из бурых и каменных углей использовали для извлечения ионов цинка, меди, железа в технологии производства химически чистых солей марганца из марганцевых концентратов [10]; сорбцию паров радиоактивного йода и йодистого метила из воздушной среды атомных станций изучали с применением ряда промышленных активных углей [11]; металлозамещенные углеродные сорбенты применяли для поглощения токсичных примесей из водной и газовой сред [12]; сферические углеродные сорбенты испытывали для очистки в сорбционных ловушках натриевого теплоносителя реактора быстрых нейтронов от радионуклидов цезия [13].

Потребности народного хозяйства страны в сорбентах для технологических целей (с учетом коммунально-бытового хозяйства) исчисляются сотнями тысяч тонн. Это очистка технологических вод и газовых выбросов для создания замкнутого производственного цикла воздухо- и водоснабжения, очистка продукции пищевой промышленности, водоподготовка в коммунальном хозяйстве (отопительная система) и ликероводочной промышленности, очистка медпрепаратов в фармацевтической промышленности, улавливание и возврат в производство легких углеводородов в нефтепереработке и т.д. Потребность в углеродных сорбентах для традиционных областей применения (без учета нужд экологии) превышает объем выпуска; области применения углеродных сорбентов постоянно расширяются.

Для проведения природоохранных мероприятий в развитых странах производится и используется до 300-500 г сорбентов на человека в год, причем создаются обязательные резервы на случай экологических катастроф. В России неуклонно растет потребность в сорбентах для экологических нужд, при этом существующее отечественное производство эти потребности не удовлетворяет, т.к. дешевые сорбенты для охраны окружающей среды практически не выпускаются. Причиной тому является отсутствие жесткого экологического законодательства, что не стимулирует экологически опасные производства к проведению природоохранных мероприятий и, как следствие, предприятия по выпуску сорбентов – к увеличению объема производства дешевой продукции экологического назначения.

Регионы размещения предприятий топливно-энергетического комплекса, в первую очередь нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих, являются одними из самых экологически неблагоприятных в России. Нефтедобывающие предприятия Западной Сибири и Крайнего Севера создают большую экологическую угрозу при аварийных разливах нефти в процессе ее добычи, транспортировки и хранения – по самым минимальным оценкам ежегодные потери составляют около 4,5 млн. тонн [14]. Масштабам проблемы соответствует и набор технических решений и средств по предотвращению и ликвидации нефтяных разливов. Одно из первых мест среди них занимают нефтяные сорбенты – материалы, способные впитывать в больших количествах нефтепродукты, препятствуя тем самым их миграции в окружающей среде. За рубежом они давно и широко используются. Возврат даже части потерь нефти и нефтепродуктов в производство за счет технологии сбора сорбентами экономически целесообразен.

Углеродные сорбенты в зависимости от направления использования выпускаются промышленностью в трех различных формах: гранулированной, дробленой и порошкообразной. Гранулированные и дробленые (зерновые) сорбенты применяются в установках со стационарным, движущимся и псевдоожиженным слоями сорбента при очистке и разделении веществ в газовой и жидкой фазах. Размер частиц – от 0,5 до 5,0 мм. Порошкообразные сорбенты используются для сорбции веществ из жидкой фазы и выпускаются с размером частиц < 0,5 мм. Важными физическими характеристиками гранулированных и дробленых адсорбентов являются их насыпная плотность, гранулометрический состав, зольность и механическая прочность. Одним из наиболее важных показателей всех трех типов углеродных адсорбентов является их пористая структура. В соответствии с основными областями применения углеродные сорбенты можно разделить на следующие типы:

- сорбенты для адсорбции паров и газов;
- сорбенты для адсорбции из жидкой фазы;
- сорбенты – основа катализаторов и химических поглотителей;
- сорбенты специального назначения.

Разработка углеродных сорбентов с новыми свойствами значительно расширяет области их применения. С этой целью широко применяется модификация поверхности (окислительная модификация, жидкофазное нанесение кремнийсодержащими элементами и т.д.). Такие сорбенты отличаются повышенной стойкостью к окислению кислородом воздуха при высоких температурах с сохранением высокой сорбционной активности.

Список литературы

1. Активные угли и их промышленное применение./ Кинле Х., Бадер Э. Пер. с нем. – Л.: Химия, 1984. 216 с.
2. Адсорбция органических веществ из воды./ Когановский А.М. Л.: Химия, 1990. 256 с.
3. Сорбционная очистка воды./ Смирнов А.Д. Л.: Химия, 1992. 176 с.
4. Способ получения сорбентов для очистки от нефтепродуктов твердой и водной поверхностей./ Передерий М.А., Скрябин А.В. Пат. 2160632. РФ. //БИ 2000 г. № 35. С. 43.

5. Углеродные адсорбенты и их применение в промышленности./ Проскурин Н.А., Буянов Р.А., Чесноков В.В. Материалы V Всесоюз. совещания. Пермь: 1991. С. 29.
6. Теория и практика адсорбционных процессов / Олонцев В.Ф. М-лы VIII Междунар. конф. М.: НИОПИК. 1996. С. 74.
7. Суринова С.И., Малышенко В.С. //ХТТ. 1996. №4. С. 39.
8. Углеродные адсорбенты и их применение в промышленности./ Клименко Н.А. М-лы V Всесоюз. совещания. Пермь: 1991. Ч. IV. С. 35.
9. Углеродные адсорбенты для извлечения металлов из растворов и пульп./ Дударев В.И. Дис. д-ра техн. наук. М.: МХТИ, 2001. 269 с.
10. Холмогоров А.Г., Кононова О.Н. и др. //ХТТ. 2000. №5. С. 55.
11. Дударев В.И. Материалы VI Всероссийского симп. «Актуальные проблемы теории адсорбции и синтеза сорбентов»./ Дударев В.И. 2000. С. 7.
12. Материалы VI Всероссийск. симп. «Актуальные проблемы теории адсорбции и синтеза сорбентов.»/ Тарковская И.А., Ставицкая С.С. и др. 2000. С. 77.
13. Новые углеродные адсорбенты./ Передерий М.А. В сб. докл. конф. «Перспективы развития углехимии и химии углеродных материалов в XXI веке». 2003 г. С. 60.
14. Материалы научно-технической конференции “Создание комплексной системы ликвидации нефтяных загрязнений на территории Ханты-Мансийского АО”/ Гридин О.М. Нефтеюганск. Март 1997. С. 38-43.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Мустафина Р.М.

аспирант кафедры технологии воды и топлива,
Казанский государственный энергетический университет, Россия, г. Казань

В статье рассматривается тепловой метод при добычи нефти на месторождениях содержащих высоковязкие нефти. Для эксплуатации оборудования при тепловом методе в условиях высоких температур необходимо решение проблем путем охлаждения сбрасываемой воды до приемлемых температур и организации оборотного водоснабжения.

В данной работе представлены результаты тепловой эффективности аппаратов в системе оборотного водоснабжения, предназначенных для охлаждения.

Ключевые слова: технологический процесс, оборотное водоснабжение, энергоэффективность, конденсат.

Разработка нефтяных месторождений содержащих высоковязкие нефти путем теплового метода обеспечивает повышение нефтеотдачи. Однако при разработке залежей высоковязких нефтей возникают проблемы с большими затратами на аппаратное оформление технологического процесса, работоспособности оборудования в условиях высоких температур закачиваемой жидкости и утилизации неиспользуемого конденсата в процессе выработки горячей воды. Сегодня актуальным остается изучение методов защиты атмосферного воздуха от оксидов азота дымовых выбросов аппаратов, выхлопных газов двигателей топливно-энергетического комплекса. Отходящие газы содержат, как правило, от 0,05 до 0,4 об.% оксидов азота, которые запрещается

выбрасывать в атмосферу. Для обезвреживания дымовых газов от оксидов азота разработаны разнообразные методы.

Решение проблем, связанных с повышенной температурой возможно охлаждением сбрасываемой воды до приемлемых температур с утилизацией тепловой энергии.

Рассматриваемые методы подразумевают обратное использование сбрасываемых паров после технологического процесса. Метод включает проведение технологических процессов системы газ-жидкость с использованием дымовых газов для нужд производства. В процессе разделения газожидкостной эмульсии происходит разделение потоков с образованием очищенного газа и конденсата.

На рассматриваемом участке промышленного объекта ОАО «Татнефть» осуществляется закачка пара в паронагнетательные скважины и утилизация горячей воды в систему поддержания пластового давления (ППД).

Закачка пара в паронагнетательные скважины и утилизация через систему поддержания пластового давления осуществляется с максимальным объемом закачиваемой воды 5500 м³/сут.м. Средний объем закачки в одну скважину 214,3 м³/сут. Давление на устье нагнетательной скважины 3,5-6,5 Мпа. Существующий технологический процесс по закачке пара в паронагнетательные скважины осуществляется по схеме: пресная вода с водозабора ($t=10-20^{\circ}\text{C}$)→два теплообменника (ТО-1 и ТО-2)($t=45-55^{\circ}\text{C}$)→ПГУ(пар)→паронагнетательные скважины. Существующий процесс для системы ППД: горячая вода с УПСВН ($t=80^{\circ}\text{C}$) и пресная вода с водозабора ($t=10-20^{\circ}\text{C}$)→два теплообменника (ТО-1 и ТО-2) ($t=60-70^{\circ}\text{C}$)→буллит→шурф→нагнетательные скважины (рис.1).

Охлаждённая вода (температура воды $60-70^{\circ}\text{C}$) после теплообменников направляется для дополнительной выработки пара и горячей воды в шесть котлоагрегатов. Производительность одного котла 12 000 т/час. Горячая вода поступает в систему ППД. Дымовые газы после процесса выбрасываются через дымовые трубы в атмосферу. Сточная вода, поступает после отделения от высоковязких нефтей с установки подготовки сверхвязких нефтей (УПСВН). Промывочная подогретая вода с выхода теплообменника направляется в парогенераторную установку (ПГУ) для дальнейшей закачки пара в паронагнетательные скважины.

При дальнейшей разработке и увеличения количества скважин нефтяного месторождения потребуется большее количества выработки пара и горячей воды для нагнетания в пласт. Парогенераторная установка, нагреваемая за счёт электрической энергии, использует поступающую жидкость для производства пара в относительно небольших количествах. Отсюда следует, что нерациональное использование тепла при увеличении потребления и излишние затраты на электроэнергию являются недостатком существующего технологического процесса. Анализ рассматриваемого объекта предполагает добавление в существующую схему оборудования в качестве использования выработанного тепла для обогрева помещений и очистки дымовых газов

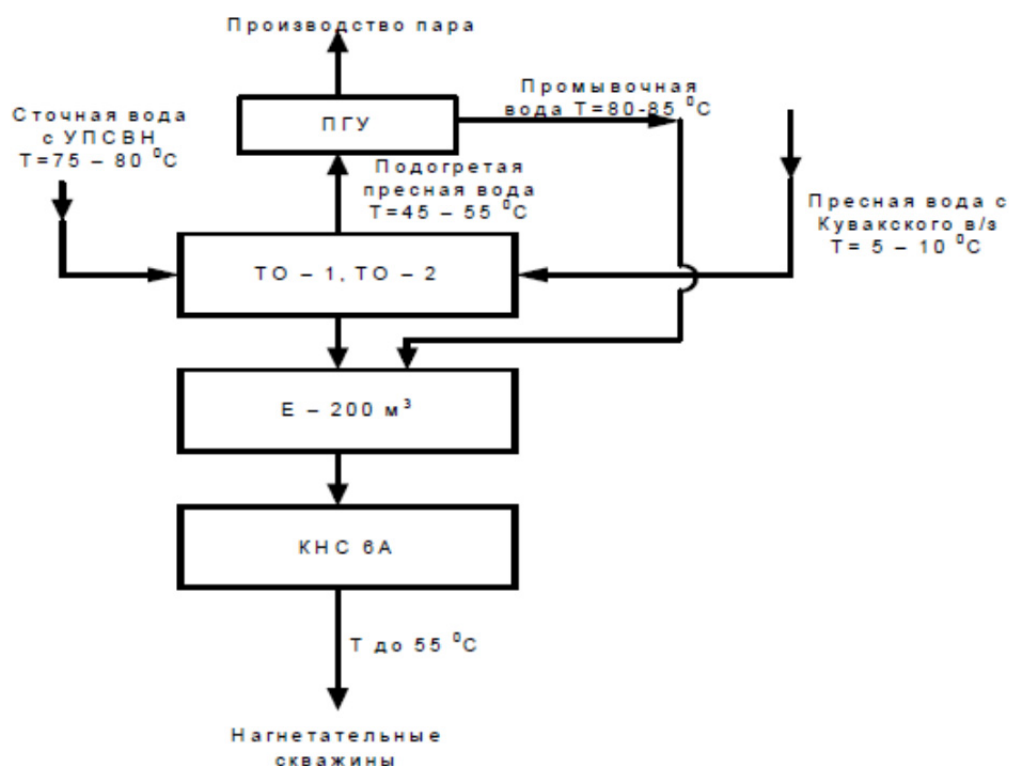


Рис. 1. Существующая технологическая схема

, с целью уменьшения энергозатрат по предлагаемой схеме (рис. 2).

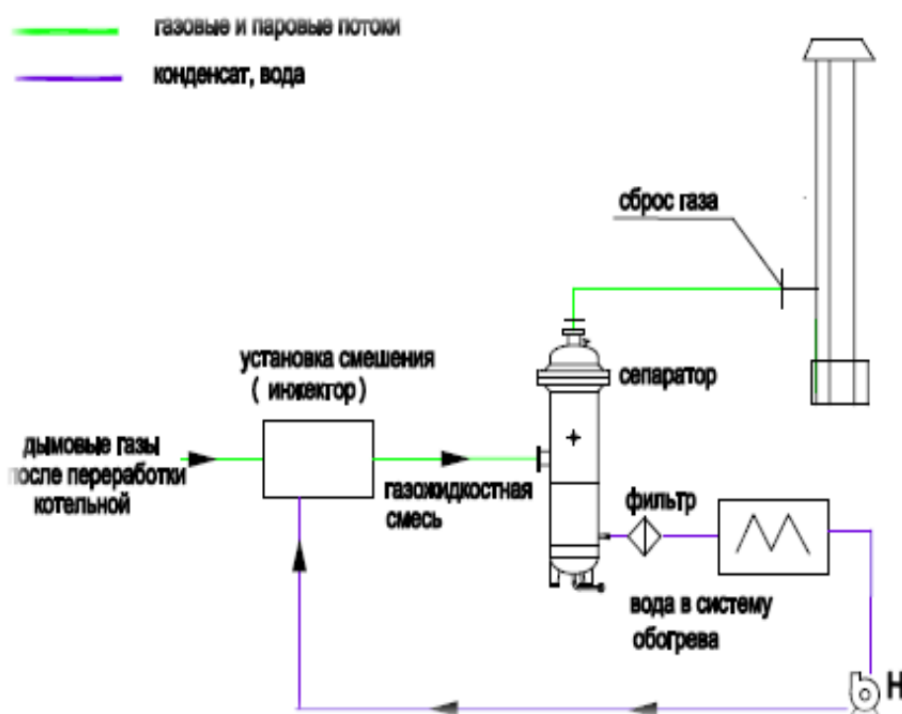


Рис. 2. Модель технологического процесса

Отработанный пар через установку смешения подается в сепарационную установку для разделения газоконденсатной смеси и вторичного конденсата, где происходит разделение газожидкостных потоков, очистка от капельной влаги и осушка газа. В результате данного взаимодействия очищенный газ охлаждается и происходит выброс очищенного газа в атмосферу через дымовую трубу. Конденсируемый газожидкостный поток сепарируется и

конденсат в очищенном виде направляется в систему обогрева. Далее охлаждаясь до температуры $t=40^{\circ}\text{C}$ жидкость путем нагнетания насосными установками вновь поступает в начало процесса. Смешиваясь с горячим воздухом охлажденная жидкость, образует непрерывный процесс теплоснабжения. Постоянное поступление в начале существующего технологического процесса горячих паров и вторичного конденсата обеспечивает увеличение выработки газожидкостной смеси (конденсата). Увеличение количества пара путем взаимодействия ранее выделенного охлажденного конденсата способствует большей эффективности сепарации процесса и соответственно скорости процесса.

Закручивающий узел вихревого прямоточного циклона газосепаратора создает центробежную силу, что позволяет эффективно (до 99,9%) сепарировать капли диаметром свыше 10 мкм. Распределение газовой и жидкой фаз с предварительным их отделением друг от друга из-за равномерного распределения фаз по поперечному сечению аппарата, способствует повышению их производительности и разделяющей способности. Очистка и осушка газа от газового конденсата происходит с помощью абсорбции жидким абсорбентом в виде собственного газового конденсата.

Расчет системы рекуперации для получения характеристик определяющих энергоэффективность технологического процесс показывает:

Расход $G=30000$ м³/ч;

Температура начальная для влажного воздуха $t_n=120^{\circ}\text{C}$;

Средняя температура конденсации: $t_k=45^{\circ}\text{C}$;

Точка росы $t_p=55^{\circ}\text{C}$;

Расход теплоты: $Q=1165,6$ кВт;

Влажность 7,86%;

Влагосодержание 112,0 г/кг;

Энтальпия составляет 425,2 кДж/кг, коэффициент теплоотдачи при конденсации водяного пара составляет 10350 Вт/(м²× К).

Энтальпия влажного воздуха складывается из энтальпии сухой его части и энтальпии водяных паров. В результате конвективного теплообмена воздуху передается тепло. При поступлении водяного пара в воздух передается теплота парообразования и энтальпия воздуха возрастает.

Таким образом обеспечивается непрерывная подача теплоэнергии для собственных нужд промышленного объекта необходимого для обслуживания и эксплуатации.

Преимуществом данного процесса является снижение энергозатрат и минимальное количество устанавливаемого оборудования, увеличение выработки пара и уменьшение выбросов неотработанного газа в атмосферу.

Вывод: Устанавливаемое технологическое оборудование затрачивает минимальное количество электроэнергии, что экономически целесообразно ввиду минимизации финансовых затрат на закупку дополнительного энергооборудования и затрат на электроэнергию. Увеличение выработки пара способствует энергоэффективности путем коэффициента теплоотдачи. То есть можно сделать вывод, что применение метода повышает тепловую эффек-

тивность системы рекуперации. Вторичная переработка конденсата применима для теплоснабжения промышленного объекта, что соответственно существенно сокращает затраты электроэнергии, используемой на электрообогрев.

Список литературы

1. Регламент по совершенствованию технологий и технологических схем системы ППД. РД 153-39.0-705-11 Бугульма, 2010г., 100с;
2. Утилизация тепла дымовых газов в экономайзерах вихревого типа. Нуртдинов Н.М., 2008г., г.Казань, 118с;
3. Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты. Бухонов Д.Ю., г. Москва 2007г., 137с.
4. Аронов И.З. Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных. – М.: «Энергия», 1967. – 192 с.
5. Описание патента Бюл. № 3 «Способ очистки газов». Хамидуллин Р.Н., г.Казань, 2014г., 9с.

АНАЛИЗ МЕЖКАБЕЛЬНЫХ НАВОДОК В СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Олифер С.С., Горбатенко В.Ю.

бакалавры по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом межкабельных наводок в высокочастотных структурированных кабельных сетях.

Ключевые слова: экранирование, наводки, помехи, высокочастотный кабель.

Неуклонный рост сетевой информационной нагрузки в организации информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов выводит на первый план проблемы, связанные с межкабельными наводками [1–3]. Наиболее распространенный тип кабеля, применяемый в структурированных кабельных системах, это сборка из четырех неэкранированных витых пар, имеющих разный шаг скрутки, помещенных в общую оболочку [4–6]. Основное ограничение диапазона обуславливается наличием индуктивной и емкостной связи между парами, вызывающими перекрестные наводки. Данный параметр обозначают как NEXT (Near End Crosstalk) – перекрестные или двунаправленные наводки [7, 8]. Показатель NEXT представляет собой относительную величину напряжения сигнала, который наводится на стороне приемника в одной паре проводников при наличии сигнала на стороне передатчика в другой паре. При двунаправленной приемопередаче, когда приемник и передатчик находятся на каждом конце кабеля, перекрестные наводки NEXT возникают на обоих концах линии/канала. Особенность двунаправленных наводок в том, что они практически не зависят от длины кабеля, хотя и возникают на всем протяжении канала. Они максимальны на обоих концах канала и существуют только между разнотипными парами.

При работе гигабитных протоколов межкабельные наводки не только превышают межпарные, но и оказываются преобладающими [9].

В отличие от наводок между парами межкабельные наводки невозможно компенсировать. Учет двунаправленных наводок и возвратных потерь с помощью цифровой обработки сигналов позволяет подавить наводки из других пар и уменьшить битовый коэффициент ошибок до приемлемого уровня. Процессорная обработка дает увеличение отношения сигнал/шум (ОСШ) на 6 дБ. Уровень межкабельных наводок зависит как от числа кабелей в связке, так и длины жгута и типа прокладки [10–13].

На рис. 1 представлены частотные зависимости межпарных и межкабельных двунаправленных наводок в кабелях с неэкранированными витыми парами.

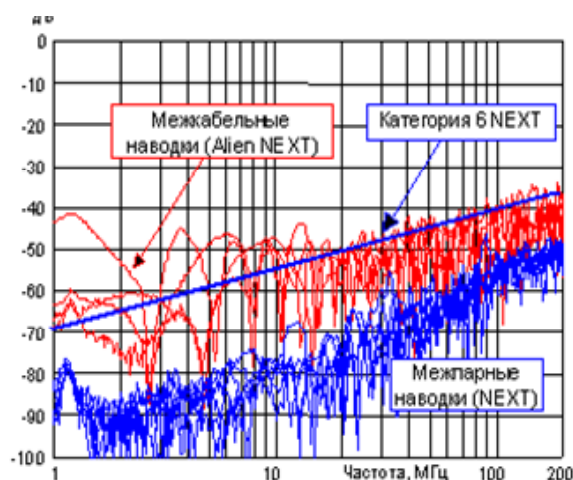


Рис. 1. Межпарные и межкабельные двунаправленные наводки в кабелях с неэкранированными витыми парами

Из представленных зависимостей видно, что межкабельные наводки в неэкранированных линиях создают существенно больший шум, чем традиционные двунаправленные наводки. Они могут быть настолько значительны, что могут превышать значения NEXT для канала, определенные проектом категории 6. Объясняется это тем, что пары с одинаковым шагом скрутки оказываются уязвимыми для наводок от аналогичных пар.

Следует отметить, что на низких частотах эффект межкабельных наводок возрастает, так как отклонения в длине шага однопроводных пар оказываются меньше по сравнению с длиной волны.

На рис. 2 показаны уровни собственных и межкабельных перекрестных наводок экранированных кабелей ISCS XE [21].

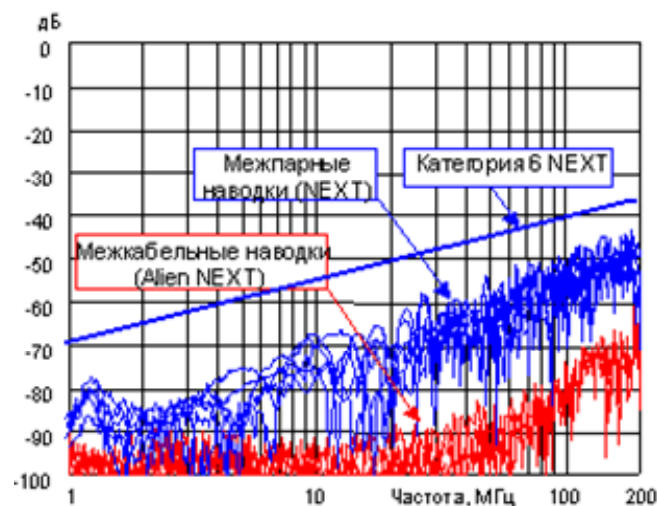


Рис. 2. Межпарные и межкабельные двунаправленные наводки в кабелях с экранированными витыми парами

Из представленных зависимостей видно, что в этом случае межкабельные наводки на один – три порядка меньше двунаправленных наводок и на два – четыре порядка меньше пределов категории 6. Следовательно, для экранированных кабелей они могут не приниматься во внимание.

На рис. 3 сведены результаты измерений межкабельных наводок неэкранированных и экранированных витых пар.

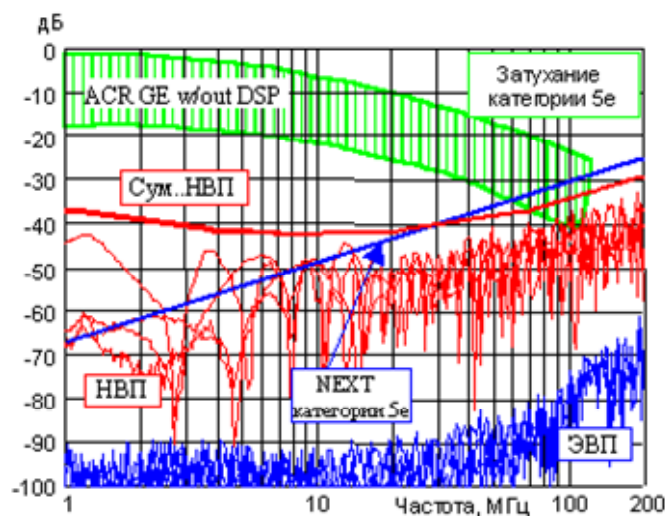


Рис. 3. Межкабельные наводки в неэкранированных и экранированных витых парах

Для анализа влияния межкабельных наводок на работу Gigabit Ethernet приведены максимально допустимые уровни наводок канала категории 5e. Кроме того, показан уровень затухания для канала категории 5e и превышения сигнала над шумом без учета компенсации NEXT методом цифровой обработки сигналов (см. рис. 3 – АСR Gigabit Ethernet without DSP). Динамический диапазон, требуемый для работы протокола, выделен вертикальной штриховкой.

Несмотря на то, что суммарные межкабельные наводки больше двунаправленных наводок (NEXT) категории 5e, превышение мощности сигнала над уровнем шумов является более чем достаточным – около 30 дБ. Поэтому

проблема межкабельных наводок практически не имеет значения на частотах ниже 30 МГц. На частотах выше 30 МГц суммарные межкабельные наводки неэкранированных кабелей не превышают допустимые значения NEXT категории 5е. Тем не менее, они могут повлиять на работу гигабитных приложений, поскольку их невозможно компенсировать процессорной обработкой [14].

Уровень межкабельных наводок должен быть на 6 дБ меньше, чем наводок межпарных. Согласно зависимостям, представленным на рис. 3, эта разница в диапазоне частот 70-125 МГц не превышает 4 дБ.

Список литературы

1. Артющенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72.
2. Артющенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В.М. Артющенко, Б.А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
3. Артющенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В.М. Артющенко, Б.А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
4. Артющенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артющенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
5. Артющенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артющенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
6. Артющенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артющенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2011. – 110 с.
7. Артющенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артющенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.
8. Артющенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артющенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.
9. Артющенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артющенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2, №2. С.3 – 7.
10. Артющенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В.М. Артющенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3, №3. – С.20 – 23.
11. Артющенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артющенко, О.Д. Шелухин / Монография /Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артющенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», 2006. – 138 с.

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

13. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. докт. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.

14. 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.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ, УСТАНОВЛЕННОЙ НА ГУСЕНИЧНЫХ ШАССИ

Пивкин А.В.

старший научный сотрудник НИО, канд. техн. наук,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

Таньков Г.В.

доцент кафедры КиПРА, канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

Закалюкина Л.А.

инженер-технолог,
ОАО «Научно-исследовательский институт физических измерений»,
Россия, г. Пенза

В статье показаны результаты исследований спектра частот колебаний точек крепления радиоэлектронных средств (РЭС) на гусеничных с использованием акселерометра LIS2DM. Полученные результаты показывают что, что в исследуемом диапазоне частот присутствуют смещения, вызванные динамическими деформациями контура крепления объекта исследования.

Ключевые слова: вибрация, надежность, радиоэлектронные средства, эксперимент, смещение фаз.

Для исследования деформационного воздействия необходимо предварительно определить рабочий частотный диапазон объекта оснащения испытуемого изделия. Исследование спектра частот колебаний точек крепления радиоэлектронных средств (РЭС) на гусеничных шасси и влияния деформационной составляющей проводилось на ЭВМ с использованием акселерометра LIS2DM. На рисунке 1 приведена структурная схема исследования.

Акселерометр LIS2DM имеет полосу частот от 1 Гц до 5.3 кГц. Для ограничения частотного диапазона колебаний полезного сигнала до 5кГц в цепь сигнала включен ФНЧ шестого порядка. УНЧ используется для согласования уровней акселерометра и АЦП АК5385А.

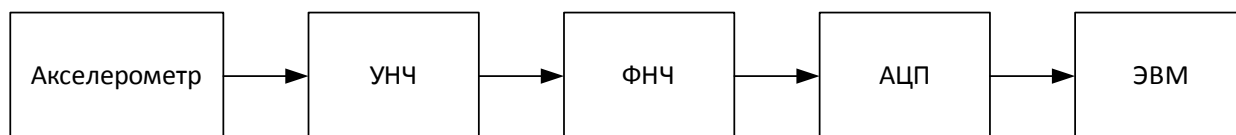


Рис. 1. Структурная схема для исследования акселерограмм

Измерение проводилось в крепёжной бонке транспортной базы на гусеничном ходу в движении по грунтовой дороге в течении 10 минут. На рисунке 2 представлен измеренный спектр частот при использовании оконной функции Хамминга. Запись акселерограмм и визуализация спектра с использованием оконных функций производилось в среде AdobeAudition 2.0. По оси X показана частота в диапазоне от 15 Гц до 5 кГц. По оси Y показана амплитуда ускорения в относительных единицах.

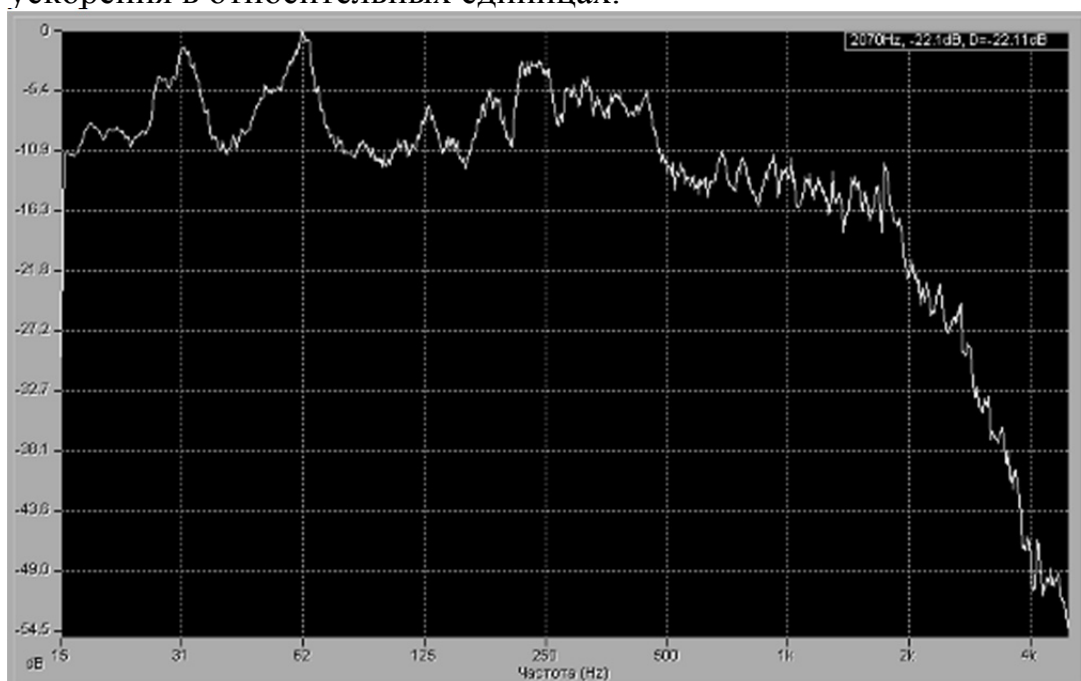


Рис. 2. Спектр частот колебаний объектов военного назначения на гусеничных шасси

Согласно ГОСТ 306.1.1-99 испытания методом 100-1 проводят в диапазоне частот $0,2 f_{кр}$ - $1,5 f_{кр}$, но не выше 20 кГц, где $f_{кр}$ – критическая частота изделия. Критическая частота – частота на которой в зависимости от уровня вибрации появляется эффект неправильного функционирования образца или ухудшение его эксплуатационных характеристик или наблюдаются механические резонансы или другие эффекты, связанные с вибрацией, например, дребезжание [1-4]. При проведении испытаний методом 100-4 верхняя граничная частота ограничена 2000 Гц. На рисунке показан рабочий диапазон вибраций объекта оснащения, который согласно принципу максимальной эквивалентности испытательных режимов режимам эксплуатации должен соответствовать диапазону частот испытаний. Таким образом, целесообразно ограничить частотный диапазон исследования деформационной составляющей реальной акселерограммы двух точек крепления частотой 2.5 кГц, ФНЧ Бесселя 6-го порядка.

На рисунках 3 и 4 представлены акселерограммы, измеренные двумя датчиками, закрепленными на крепежных бонках, расположенных на расстоянии 8 см и 26 см соответственно.

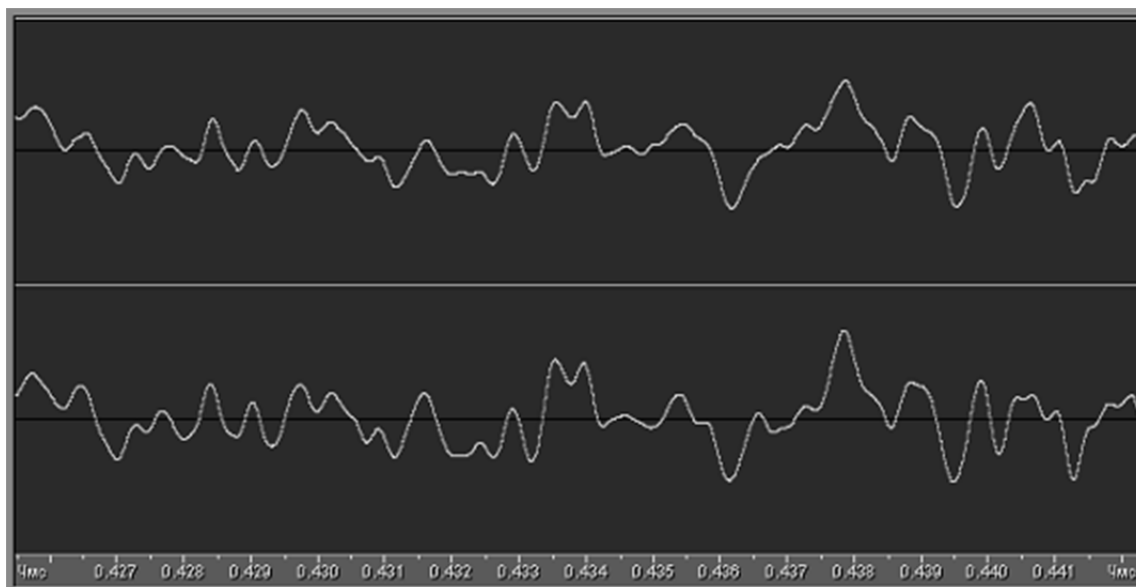


Рис. 3. Акселерограммы двух точек крепления на расстоянии 8 см

На рисунке 3 видно, что сигналы практически идентичны, в то время как на рисунке 4 наблюдаются участки с противофазным движением точек крепления (5.14.387 – 5.14.388), что указывает на наличие деформационной составляющей вибрационного воздействия [5, 6].

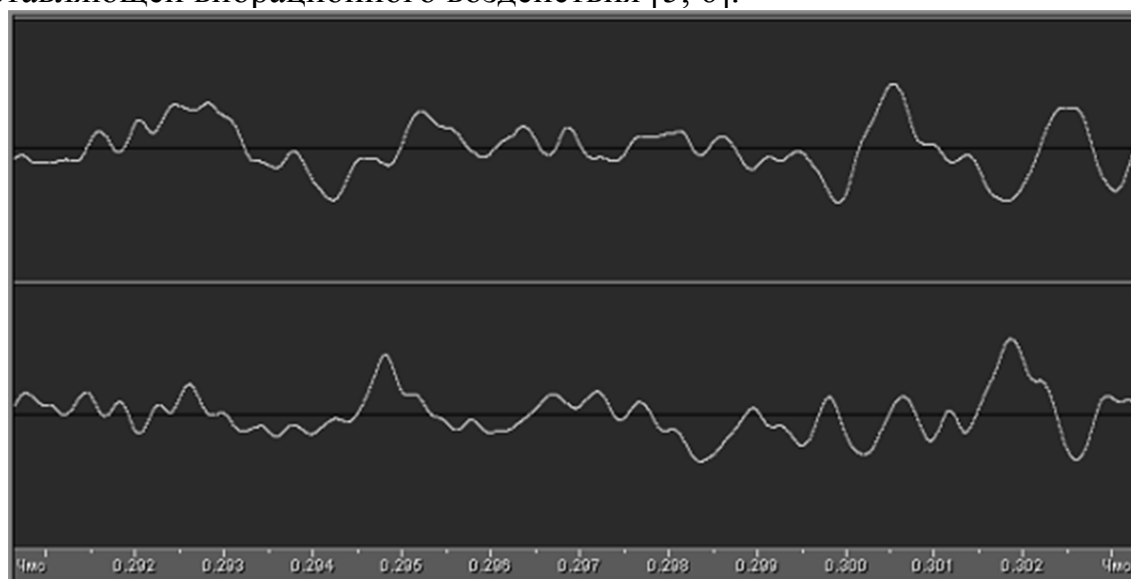


Рис. 4. Акселерограммы двух точек крепления на расстоянии 26 см

При воздействии удаленного источника вибрации на исследуемый объект посредством крепежных элементов разность фаз в двух противоположных точках крепления на частоте 2 кГц может достигать 90° [3, 54]. К высокочастотному поддиапазону относится та часть рабочего диапазона вибрации (5-2000 Гц), в которой упругие смещения контура крепления ОИ имеют тот же порядок, что и амплитуды возбуждаемой вибрации. Контур крепления ОИ в низкочастотном поддиапазоне считается абсолютно твердым телом [7, 8]. Однако результаты проведенного эксперимента указывают на то, что даже на частоте 500 Гц являются существенными смещения, вызванные динамическими деформациями контура крепления объекта исследования.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Список литературы

1. Затылкин, А.В. Дискретная модель процесса распространения импульса смещения в упругом стержне постоянного сечения при торцевом ударе [Текст] / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Ольхов Д.В. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 79-85.
2. Затылкин, А.В. Исследование влияния деформационной составляющей внешнего вибрационного воздействия на надёжность радиоэлектронных средств [Текст] / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 42-43.
3. Особенности разработки макромоделей надёжности сложных электронных систем [Текст] / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 101-102.
4. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надёжности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий [Текст] / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.
5. Затылкин, А.В. Модели и методики управления интеллектуальными компьютерными обучающими системами [Текст] / Затылкин А.В. // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2009.
6. Затылкин, А.В. Опыт применения технологии ERM в разработке интеллектуальных средств обучения [Текст] / Затылкин А.В., Буц В.П., Юрков Н.К. // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 5 (118). С. 218-223.
7. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники обучения [Текст] / Калашников В.С., Яшин Д.С., Затылкин А.В. Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 314-316.
8. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств [Текст] / Герасимов О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 309-312.

ЗАВИСИМОСТЬ УСТАНОВИВШЕЙСЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКЕ

Проскорякова Ю.А.

доцент кафедры основы проектирования машин, канд. техн. наук,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов н/Д

В статье рассмотрена центробежная обработка, которая является один из методов динамической обработки поверхностным пластическим деформированием. Приведена зависимость среднего арифметического отклонения установившейся шероховатости поверхности от геометрических параметров инструмента центробежной обработки.

Ключевые слова: центробежная обработка, установившаяся шероховатость поверхностного слоя, качество поверхностного слоя.

Основой методов поверхностного пластического деформирования (ППД) является пластическое деформирование поверхностного слоя материала обрабатываемой заготовки в пределах нагрузок, не вызывающих его разрушения и удаления в виде стружки, а сопровождаемое лишь перераспределением материала. В зависимости от объема материала, который охватывается пластической деформацией, процесс обработки может сопровождаться изменением формы и размеров заготовки или деформацией лишь тонкого поверхностного слоя и изменением его физико-механических свойств и шероховатости поверхности.

К квазистатическим следует отнести такие способы, которые предполагают создание деформационного усилия от инструмента путем непрерывного контакта с деталью. К динамическим – при которых производится ударное воздействие на деталь рабочих тел или инструмента. Вторые имеют определенные преимущества и могут применяться в случаях, когда первые применять нельзя. Поэтому их следует считать и более перспективными. Несмотря на различие методов ППД, их объединяет общность основных процессов и воздействий на состояние металла и обрабатываемой поверхности.

Формообразующие методы характеризуется изменением формы и размеров обрабатываемой детали (заготовки) вследствие охвата деформацией значительной части или всего объема материала. Формообразующие методы обработки могут осуществляться как по квазистатической, так и по динамической схеме нагружения. В отличие от формообразующих, отделочно-упрочняющие методы обработки поверхностным пластическим деформированием характеризуются изменением лишь параметров поверхности и поверхностного слоя, не изменяя формы и макроразмеров исходной заготовки.

Центробежная обработка (ЦО) является одним из упрочняющих динамических методов обработки ППД. Этот метод применяют для повышения усталостной прочности деталей машин, работающих в тяжелых условиях эксплуатации. Основные преимущества ЦО по сравнению с другими динамическими методами это: простое по конструкции оборудование, большая энергия воздействия на поверхность детали, возможность обработки длинномерных мало жестких изделий сложной формы. В работе [1] предложено теоретико-вероятностное описание формирования шероховатости обрабатываемой поверхности при различных видах абразивной обработки. Подобное описание можно применить и для динамических методов обработки ППД.

В результате проведения теоретических исследований [3] получена зависимость (1) для определения среднего арифметического отклонения установившейся шероховатости поверхности $R_{a\text{уст}}$.

$$R_{a\text{уст}} = 0,08 \sqrt{\frac{h_{\max} \times l_{e0} \times n_o}{n_c \times z_p}} \quad (1)$$

где n_c - число оборотов упрочнителя в минуту, z_p - число шариков в одном ряду упрочнителя, l_{eo} - единичная длина, n_d - число оборотов детали в мин.

На рисунках 1,2,3 представлена зависимость среднего арифметического отклонения установившейся шероховатости поверхности от диаметра упрочнителя, от радиуса шариков в упрочнителе, от числа шариков в упрочнителе [2].

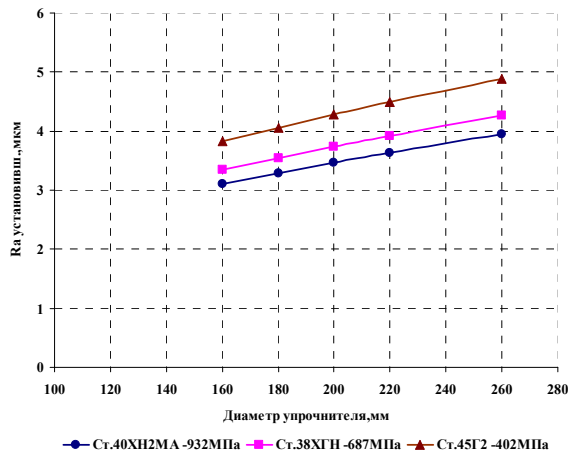


Рис. 1. Зависимость среднего арифметического отклонения установившейся шероховатости поверхности от диаметра упрочнителя. Для различных марок стали, $r_{ш}=3,5\text{мм}$, $n=2500$ об/мин, $z_p=38$

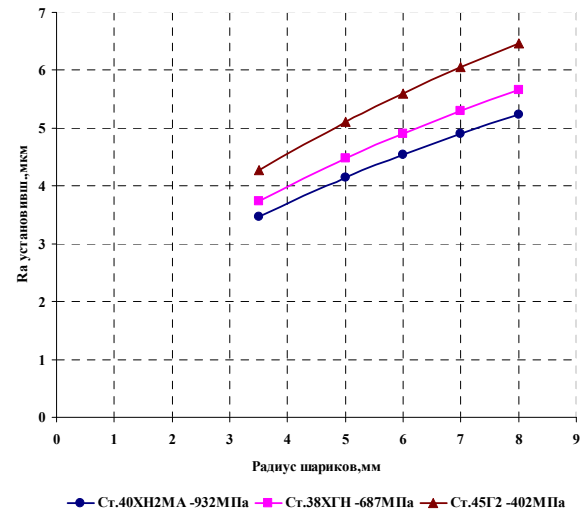


Рис. 2. Зависимость среднего арифметического отклонения установившейся шероховатости поверхности от радиуса шариков в упрочнителе. Для различных марок стали, $D_{упр.}=200\text{мм}$, $n=2500$ об/мин, $z_p=38$

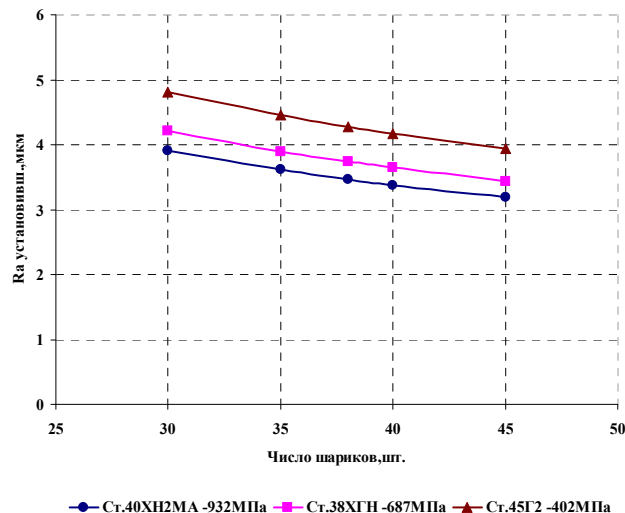


Рис. 3. Зависимость среднего арифметического отклонения установившейся шероховатости поверхности от числа шариков в упрочнителе. Для различных марок стали, $D_{упр.}=200\text{мм}$, $n=2500$ об/мин, $d_{ш}=7\text{ мм}$

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получен комплекс моделей, адекватно отражающих процессы формирования шероховатости обработанной поверхности и упрочнения поверх-

ностного слоя. Разница между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 20%.

Список литературы

1. Королёв А.В., Новосёлов Ю.К. Теоретико-вероятностные основы абразивной обработки. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1989 – Т.1,2
2. Проскорякова Ю.А. Обеспечение акустической безопасности технологического процесса центробежной обработки при достижении заданных параметров качества поверхностного слоя (на примере лонжеронов вертолетов): дис... канд.техн. наук: 05.26.01 и 05.02.08/ Ростов н/Д, 2009. -158 л. с ил., ДГТУ
3. Тамаркин М.А., Проскорякова Ю.А. Методика выбора рациональных режимов технологических процессов центробежной обработки// Упрочняющие технологии и покрытия. 2010. № 11. С.9–13.

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ГИДРОСИСТЕМ МАШИН ОТ АВАРИЙНЫХ ПОТЕРЬ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Рогожкин В.М.

профессор кафедры «Технологические процессы и машины»,
д-р техн. наук, профессор,
Волжский институт строительства и технологий (филиал)
Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета,
Россия, г. Волжский

Илларионова Е.Д.

доцент кафедры «Общетехнические дисциплины», канд. техн. наук, доцент
Волжский институт строительства и технологий (филиал)
Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета,
Россия, г. Волжский

Ушаков Н.А.

доцент кафедры «Общетехнические дисциплины», канд. техн. наук,
Волжский институт строительства и технологий (филиал)
Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета,
Россия, г. Волжский

Предложено устройство для защиты гидросистемы машин, основным элементом которого является гидромеханический клапан. Разработана методика расчёта клапана защитного устройства, позволяющая определить время срабатывания устройства и скорость движения клапана в момент его закрытия.

Ключевые слова: защитное устройство, аварийный выброс рабочей жидкости, клапан, элемент переменной жёсткости.

В настоящее время в процессе эксплуатации гидрофицированных машин, применяемых в различных областях экономики, довольно часто возни-

кают неисправности, значительную долю которых составляют неисправности элементов нагнетательной системы гидропривода. Такие неисправности сопровождаются выбросом рабочей жидкости в окружающую среду. Сократить эти потери можно как за счёт повышения надёжности элементов гидросистемы, так и – создания устройств защиты гидропривода от аварийного выброса рабочей жидкости. Или тем и другим способом одновременно. Мы полагаем, что наиболее эффективным способом с экономической точки зрения является разработка устройств защиты гидросистемы от аварийного выброса рабочей жидкости.

На основании анализа известных устройств защиты гидросистем [1], [2] можно наметить следующие направления совершенствования способов защиты:

1. Изменение характеристик упругого элемента защитного устройства с целью снижения скорости движения и силы удара клапана о седло в момент закрытия.
2. Повышение быстродействия защитного устройства.
3. Исследование характера потока гидрожидкости в корпусе защитного устройства и учёт его при определении параметров защитного устройства.
4. Применения специальной оболочки в схеме защитного устройства для сбора выбрасываемой жидкости и устранения загрязнения окружающей среды.

Теоретически уменьшить скорость движения и силу удара клапана о гнездо в момент закрытия можно, используя устройство, представленное на рисунке. В таком устройстве применены две пружины. Причём они имеют разную длину и разную жёсткость. В этом случае на первой (начальной) стадии закрытия будут действовать обе пружины, а на второй (в момент закрытия) – одна меньшей жёсткости, что приведёт к уменьшению силы удара в момент закрытия. В начальный момент закрытия скорость клапана будет больше, чем в устройствах с одной пружиной, ранее предложенных авторами. Поэтому общее время закрытия клапана, в связи с уменьшением скорости в заключительный момент закрытия, не уменьшится. И быстродействие устройства не снизится.

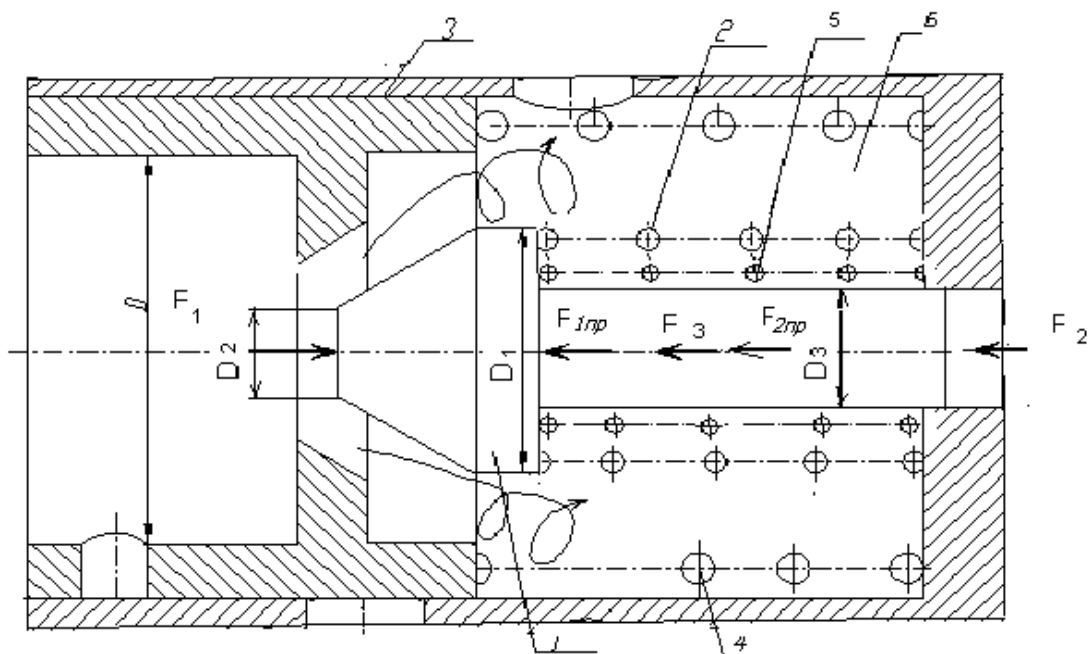


Рис. Устройство защиты гидросистемы

Уравнение движения клапана предлагаемого защитного устройства имеет вид:

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} = \frac{1}{m} (F_{жс} + F_{сжс} + F_{тр} - F_{1np} - F_{2np}), \quad (1)$$

где $\frac{d^2 x(t)}{dt^2}$ – ускорение движения клапана;

m – масса движущихся частей защитного устройства;

$F_{жс}$ – результирующая сила от давления жидкости;

$F_{сжс}$ – сопротивление жидкости движению клапана;

$F_{тр}$ – сопротивление внутреннего трения жидкости;

F_{1np} – усилие основной пружины;

F_{2np} – усилие дополнительной пружин.

Составляющие формулы (1) определяются по зависимостям:

$$F_{жс} = \Delta P(t) \frac{\pi D_1^2}{4}, \quad (2)$$

$$F_{сжс} = \mu k \left[u + \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 \right] \frac{\pi D_1^2}{4}, \quad (3)$$

$$F_{тр} = \mu S \frac{\partial u}{\partial y}, \quad (4)$$

$$F_{1np} = c_1 h_0 + c_1 [l - x(t)], \quad (5)$$

$$F_{2np} = c_2 h_0 + c_2 [l' - x(t)], \quad (6)$$

где ΔP – перепад давления на клапане;

D_1 – диаметр клапана ;

μ – коэффициент динамической вязкости жидкости ;

k – коэффициент учитывающий форму клапана ;

u – скорость жидкости в полости защитного устройства;

S – площадь рассматриваемого слоя жидкости;

$\frac{\partial u}{\partial y}$ – градиент скорости;

c_1 и c_2 – жёсткость пружин 2 и 5 клапана соответственно;

h_0 – величина предварительного сжатия пружин 2 и 5;

l – длина хода клапана ;

l' – длина хода пружины 5 ;

$x(t)$ – величина перемещения клапана при срабатывании защитного устройства.

Площадь S рассматриваемого слоя определена в [1].

Подставляя выражения для сил из формул (2)-(6) в формулу (1), получим уравнение движения клапана предлагаемого устройства:

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} = \frac{1}{m} \left\{ \Delta P(t) \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} + \mu k \cdot \left[u + \frac{dx}{dt} \right]^2 \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} + \mu S \cdot \frac{\partial u}{\partial y} - [c_1 h_0 + c_1 (l - x(t)) + c_2 h_0 + c_2 (l' - x(t))] \right\} \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет определить время срабатывания защитного устройства. Для этого решим уравнение (7) относительно t . Введём следующие обозначения постоянных величин, приняв $c_1 + c_2 = c$:

$$\frac{\mu k}{m} \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = A; \frac{c}{m} = B; \frac{\Delta P \pi D_1^2}{4m} + \frac{\mu k u^2}{m} \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} + \frac{\mu S}{m} \cdot \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{c_1 h_0}{m} - \frac{c l}{m} = C; \frac{\mu k}{m} \cdot 2u \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = E \quad (8)$$

Тогда получим дифференциальное уравнение второго порядка

$$x'' + A(x')^2 + Bx = C, \quad (9)$$

где $x = x(t)$.

Воспользуемся способом замены переменных для понижения порядка уравнения (9).

Пусть $x' = p(x) \Rightarrow x'' = p \cdot p'$, тогда уравнение (9) примет вид:

$$p \cdot p' + A p^2 + Bx = C.$$

Введём следующую замену: $y = p^2 \Rightarrow y' = 2pp' \Rightarrow \frac{y'}{2} + Ay + Bx = C$ или

$$y' + 2Ay + 2Bx = 2C \text{ или } y' + 2Ay = 2C - 2Bx. \quad (10)$$

Используя стандартные методы решения дифференциальных уравнений получим время t срабатывания устройства.

$$t = \int \frac{\sqrt{2A} e^{Ax}}{\sqrt{(2AC + B - 2ABx)e^{2Ax} - 4BA^2 C_1}} dx \quad (11)$$

Приближённое решение уравнения (11) можно получить по программе *Mathcad*.

Предложенное защитное устройство с элементом переменной жёсткости позволяет повысить быстродействие устройства по сравнению с известными прототипами, что приведёт к снижению потерь рабочей жидкости при аварийном разрушении элементов напорной гидролинии и уменьшению износа деталей устройства.

Список литературы

1. Рогожкин, В.М. Математическая модель рабочего процесса защиты гидросистемы от аварийного выброса рабочей жидкости / В.М. Рогожкин, Е.Д. Илларионова, Н.А. Ушаков // Строительные и дорожные машины. – 2011. – №5. – С. 43-45.
2. Рогожкин, В.М. Методика расчёта устройства для защиты гидросистемы строительных и дорожных машин / В.М. Рогожкин, Н.А. Ушаков // Строительные и дорожные машины. – 2008. – №8. – С. 37-38.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Савдур С.Н.

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

Рассматривается технологический модуль производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. 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 производством удобрений сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: сеть Петри, производство удобрений сельскохозяйственных предприятий.

Одной из наиболее важных проблем, требующих скорейшего решения для развития агропромышленного комплекса, является повышение плодородия почв, следовательно, и урожайности сельскохозяйственных культур. Несмотря на актуальность этой проблемы, в настоящее время производство минеральных удобрений сократилось по сравнению с 1990 г. в 2 раза.

На сельскохозяйственных предприятиях РФ ежегодно образуется около 640 млн. т. навоза и помета, что по удобрительной ценности эквивалентно 62% от общего производства минеральных удобрений в стране. Однако этот огромный потенциал используется не более чем на 25-30%, что объясняется, в основном, отсутствием экономичных и эффективных технологий подготовки жидких и полужидких отходов животных и птицы в качестве органических удобрений.

Наиболее перспективной, с точки зрения получения агрохимической, экологической и энергетической эффективности, является технология переработки навоза в анаэробных условиях [3].

Современные сооружения по производству удобрений сельскохозяйственных 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].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установки по производству удобрений сельскохозяйственных предприятий, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке.

Принципиальная технологическая схема цеха по производству удобрений представлена на рис.1 [3].

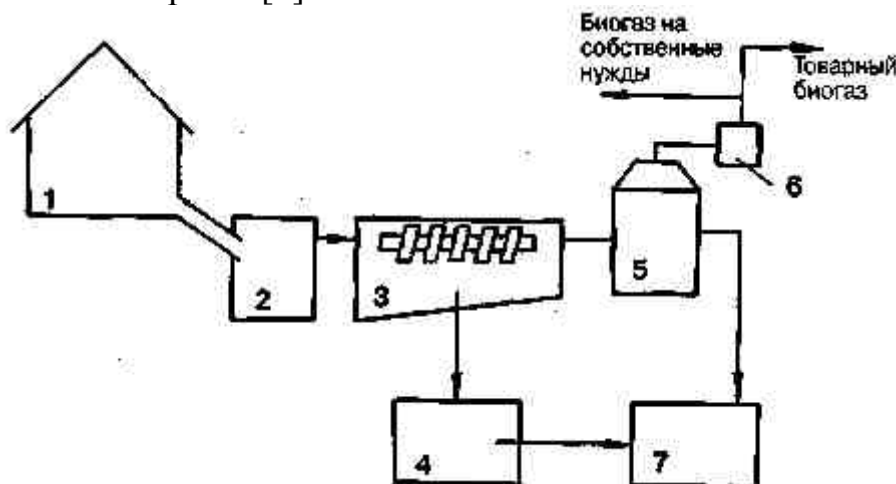


Рис. 1. Принципиальная схема цеха по производству удобрений: 1 – животноводческое (птицеводческое) помещение; 2 – сборник исходного сырья; 3 – центрифуга; 4 – биоферментер; 5 – метантенк; 6 – газгольдер; 7 – помещение для расфасовки жидких и твердых органических удобрений

Технологический процесс производства удобрений сельскохозяйственных предприятий 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 (МСП)- сеть Петри вида $C = \langle P, T, I, O, M, L, \tau_1, \tau_2 \rangle$, где $T = \{t_j\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *переходами*, оцениваются исходя из количества условных порций продукции при непрерывной подаче в аппараты технологической схемы.

$P = \{p_i\}$ - конечное непустое множество символов, называемых *позициями*. В нашем случае – это множество аппаратов технологической схемы;

$I: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – входная функция, которая для каждого перехода t_j задает множество его позиций $p_i \in I(t_j)$.

$O: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – выходная функция, которая отображает переход в множество выходных позиций $p_i \in O(t_j)$.

$M: P \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ – функция маркировки (разметки) сети, которая ставит в соответствие каждой позиции неотрицательное целое число, равное числу меток в данной позиции, которое меняется в процессе работы сети.

Срабатывание перехода мгновенно изменяет разметку $M(p) = (M(p_1), M(p_2), M(p_3), \dots, M(p_n))$ на разметку $M'(p)$ по следующему правилу:

$$M'(p) = M(p) - I(t_j) + O(t_j) \quad (1)$$

Запись уравнения (1) означает, что переход t_j изымает по одной метке из каждой своей входной позиции и добавляет по одной метке в каждую из выходных.

$\tau_1: T \rightarrow N$ и $\tau_2: P \rightarrow N$ функции, определяющие время задержки при срабатывании перехода и время задержки в позиции.

Динамика выполнения МСП определяется движением меток, моделирующих движение дискретных потоков полупродуктов.

Таким образом, рассмотренная 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 производства удобрений сельскохозяйственных предприятий разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы производства удобрений сельскохозяйственных предприятий разработана в виде МСП, реализация которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки (рис. 2).

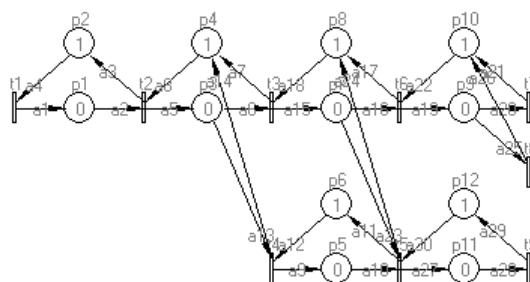


Рис. 2. Модель технологического комплекса производства удобрений сельскохозяйственных предприятий на основе МСП

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля производства удобрений сельскохозяйственных предприятий, имитирующей функционирование получения удобрений в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом производства удобрений сельскохозяйственных предприя-

тий. Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему производства удобрений сельскохозяйственных предприятий и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития внештатных ситуации.

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. Сидоренко О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства: учеб. пособие / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 74 с.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ НА ФОНЕ ШУМА

Савченко В.В.

заведующий кафедрой математики и информатики, д-р техн. наук, профессор,
Нижегородский государственный лингвистический университет,
Россия, г. Нижний Новгород

Акатьев Д.Ю.

профессор кафедры математики и информатики, канд. техн. наук, доцент,
Нижегородский государственный лингвистический университет,
Россия, г. Нижний Новгород

Афонин М.В.

аспирант кафедры математики и информатики,
Нижегородский государственный лингвистический университет,
Россия, г. Нижний Новгород

Рассмотрена задача автоматического распознавания речи на фоне шума. Даны оценки порогового уровня речевого сигнала. Представлены результаты экспериментального исследования.

Ключевые слова: распознавание речи, речевой сигнал, проблема малых выборок, пороговый уровень сигнала.

Постановка задачи. Задача автоматического распознавания речи (АРР) на фоне случайных помех ставится и решается большинством исследователей в рамках теоретико-вероятностного подхода [1-3]. Ее решение сводится в общем случае к адаптивной оценке закона распределения речевого сигнала. Задача сильно усложняется проблемой малых выборок наблюдений [4]. Поэтому представляет очевидный интерес полученные далее оценки порогового уровня речевого сигнала в условиях действия помех типа белого шума.

Основные результаты. В рамках методологии теоретико-вероятностного подхода и с использованием универсальной гауссовской модели речевого сигнала по результатам проведенного исследования дана оценка влияния шума на эффективность АРР по величине приращения удельной энтропии наблюдений:

$$\Delta h = 0,5 \log(\sigma_0^2 + \sigma_{ш}^2) - 0,5 \log \sigma_0^2 = 0,5 \log(1 + \sigma_{ш}^2 / \sigma_0^2) = 0,5 \log(1 + \eta^{-2}), \quad (1)$$

где σ_0^2 ; $\sigma_{ш}^2$ – дисперсия или средняя мощность речевого сигнала и шума соответственно на выходе настроенного на данный сигнал обеляющего фильтра; $\eta^2 = \sigma_0^2 / \sigma_{ш}^2$ – отношение сигнал-шум по их средней мощности. Полученный результат (1) определяет верхнюю границу погрешности в оценке плотности вероятности $\hat{f}_m(x)$ по выборке X речевого сигнала в условиях его зашумленности:

$$\int |\hat{f}_m(x) - f_m^*(x)| dx \leq 2 \sqrt{\left[1 - 1/\sqrt{(1 + 1/\eta^2)}\right]} \quad (2)$$

А при учете известного [1] неравенства теории оптимальных байесовских решений относительно вероятности ошибки β в задачах М-альтернативной проверки статистических гипотез

$$0 \leq \beta - \beta^* \leq \sum p_m \int |\hat{f}_m(x) - f_m^*(x)| dx,$$

где β^* – предельно достижимая вероятность ошибки в отсутствие шума, а p_m – априорная вероятность m -й минимальной речевой единицы (МРЕ), из выражения (2) приходим к следующему результату:

$$0 \leq \beta - \beta^* \leq 2 \sum p_m \sqrt{\left[1 - 1/\sqrt{(1 + 1/\eta^2)}\right]} = 2 \sqrt{\left[1 - 1/\sqrt{(1 + 1/\eta^2)}\right]}. \quad (3)$$

Чем выше отношение сигнал-шум в речевом канале связи, тем более точной становится формируемая оценка плотности вероятности, а вслед за ней и функции правдоподобия, и тем более точным и надежным будет в своей работе решающее правило. В предельном случае, когда $\eta^2 \rightarrow \infty$, правая часть в (3) с вероятностью 1 сходится к нулю, что означает достижение вероятностью ошибки АРР своей нижней границы β^* .

Степень влияния шума на точность АРР будем оценивать по величине разности вероятностей ошибочных решений $\Delta\beta = \beta - \beta^* \geq 0$. Приравнивая ее некоторому допустимому значению в диапазоне $\Delta\beta^* \ll 1$, например, $\Delta\beta^* = 0,1$, получим уравнение $0,05 = \sqrt{\left[1 - 1/\sqrt{(1 + 1/\eta_*^2)}\right]}$. Его корень $\eta_*^2 \approx 23$ дБ харак-

теризует пороговый уровень отношения сигнал-шум. Отметим, что этот уровень определяет речевой сигнал минимально допустимой мощности при учете действия шума в задаче АРР. Иными словами, пороговый сигнал – это ха-

рактеристика помехозащищенности системы АРР в отношении самых проблемных с точки зрения своих акустических свойств МРЕ, таких как шипящие, слабые гласные и другие. Для них, как известно [3, 4], пороговый уровень 23 дБ перекрывает практически весь динамический диапазон. А это говорит об остроте проблемы помехозащищенности АРР в формулировке общего вида. Сделанный вывод подтверждается результатами экспериментальных исследований.

Результаты экспериментальных исследований. Объектом исследований служили двадцать наиболее распространенных фонем русского языка: «а», «о», «у», «э», «ш», «щ», «р», «с», «в», «з», «ж», «и», «л», «л'», «ф», «х», «ч», «е», «ы», «м». Все они последовательно во времени, многократно (в разных реализациях) проговаривались в микрофон группой из трех дикторов, все разного возраста, мужчины, в режиме продолжительного (до 1 сек.), достаточно информативного звучания. Полученные сигналы через АЦП (частота дискретизации 8 кГц) были записаны в память ПК в виде соответствующих звуковых файлов. По этим записям были настроены на параллельную обработку речевого сигнала X двадцать линейных (трансверсальных) обеляющих фильтров – все одинакового порядка $p=20$. Источником внешнего шума при этом служил вентилятор марки Universal, установленный в непосредственной близости от микрофона при записи звуковых файлов. А отношение сигнал-шум по каждой r -й фонеме регулировалось в широких пределах $\eta^2 = (20 - 40) \text{ дБ} \geq \eta_*^2$ выбором скоростного режима работы вентилятора.

Записанные файлы были в дальнейшем подвергнуты автоматической обработке на персональном компьютере по методу обеляющего фильтра [1]. Объем выборки k для каждой фонемы был установлен равным 80 отсчетам – исходя из длительности 10 мс одной МРЕ. На интервале звучания в 1 сек. в таком случае были получены по 100 реализаций каждой фонемы, или по тысяче независимых реализаций от каждого диктора по результатам их десятикратного повторения. Этого в дальнейшем вполне хватило для оценки вероятности ошибок при распознавании фонем с достаточно высокой точностью и надежностью. При этом все вычисления проводились с использованием авторской [5] компьютерной программы «Информационная система фонетического анализа слитной речи».

Полученные результаты иллюстрируются диаграммами типа «ящик с усами» на двух рисунках ниже, на которых представлены экспериментальные зависимости вероятности ошибочного распознавания согласной фонемы «С» (рис. 1) и гласной «О» (рис. 2) от отношения сигнал-шум на выходе обеляющего фильтра. Как видим, обе зависимости хорошо согласуются с результатами проведенного ранее теоретического исследования в отношении порогового речевого сигнала: в точке $\eta^2 \approx 23 \text{ дБ}$ их уровень стабилизируется. Это важный вывод экспериментального исследования.

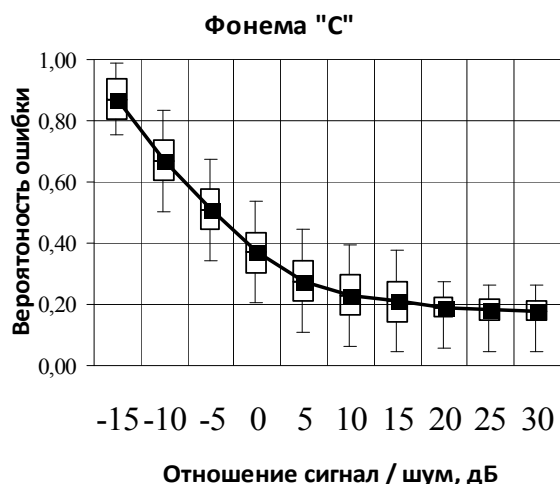


Рис. 1.

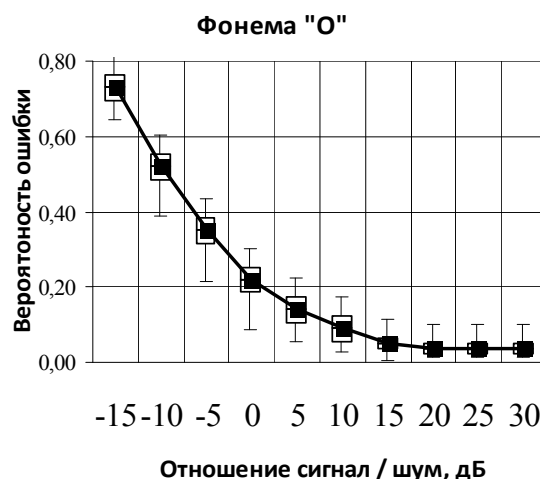


Рис. 2.

Таким образом, благодаря проведенному исследованию дана теоретическая оценка порогового сигнала в задаче АРР общего вида, строго обусловлена проблема помехозащищенности, намечены подходы к ее решению.

Список литературы

1. Савченко В.В., Акатьев Д.Ю. Теоретико-информационное обоснование метода обеляющего фильтра в задачах автоматического распознавания речи. // Сист. упр-я и информационные технологии. 2008. №1 (31). С. 60-66.
2. Савченко В.В., Васильев Р.А. Анализ эмоционального состояния диктора по голосу на основе фонетического детектора лжи // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2014. № 21 (192). Вып. 32/1. С. 186-195.
3. Levinson S. C. Mathematical models for speech technology. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd, 2005. 261 p.
4. Савченко В.В. Определение объема контрольной выборки в условиях априорной неопределенности по принципу гарантированного результата // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2015. № 1(198). Вып. 33/1. С.74-78.
5. Информационная система фонетического анализа слитной речи: Программа для ЭВМ. / В.В. Савченко, Д.Ю. Акатьев, И.В. Губочкин, Н.В. Карпов, Д.А. Пономарёв / Свид-во Роспатента о гос. рег. № 2008615442 по заявке 2008614233 от 15.09.2008.

АНАЛИЗ МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ И СИЛОВЫМИ ЛИНИЯМИ

Сидорова А.С., Балашова Т.В.

бакалавры по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом минимально возможными расстояниями между информационными кабелями и силовыми линиями.

Ключевые слова: экранирование, наводки, помехи, высокочастотный кабель.

Все большую роль в организации информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов начали играть высокоскоростные структурированные кабельные сети

(СКС) [1-3]. Важным аспектом являются проблемы электромагнитной совместимости СКС с проложенными рядом силовыми линиями [4-8].

Если трасса СКС совмещена с силовыми линиями, то необходимо использовать основные принципы разделения информационных кабелей и силовой проводки. Уровень электромагнитных помех можно свести к минимуму при помощи кабельного желоба с высокими краями, особенно если силовые кабели распределены по одному краю, а информационные кабели по другому, с использованием металлического разделителя [9-13].

Воспользовавшись информацией, изложенной в стандартах EIA/TIA 569 и EN50174-2 [14, 15], были получены зависимости предельно допустимых расстояний между информационными и силовыми кабелями, проложенными с использованием различных разделителей (см. рис. 1 и 2).

Из представленных зависимостей видно, что использование разделителя между неэкранированным силовым и информационным кабелем позволяет значительно уменьшить предельно допустимое расстояние.

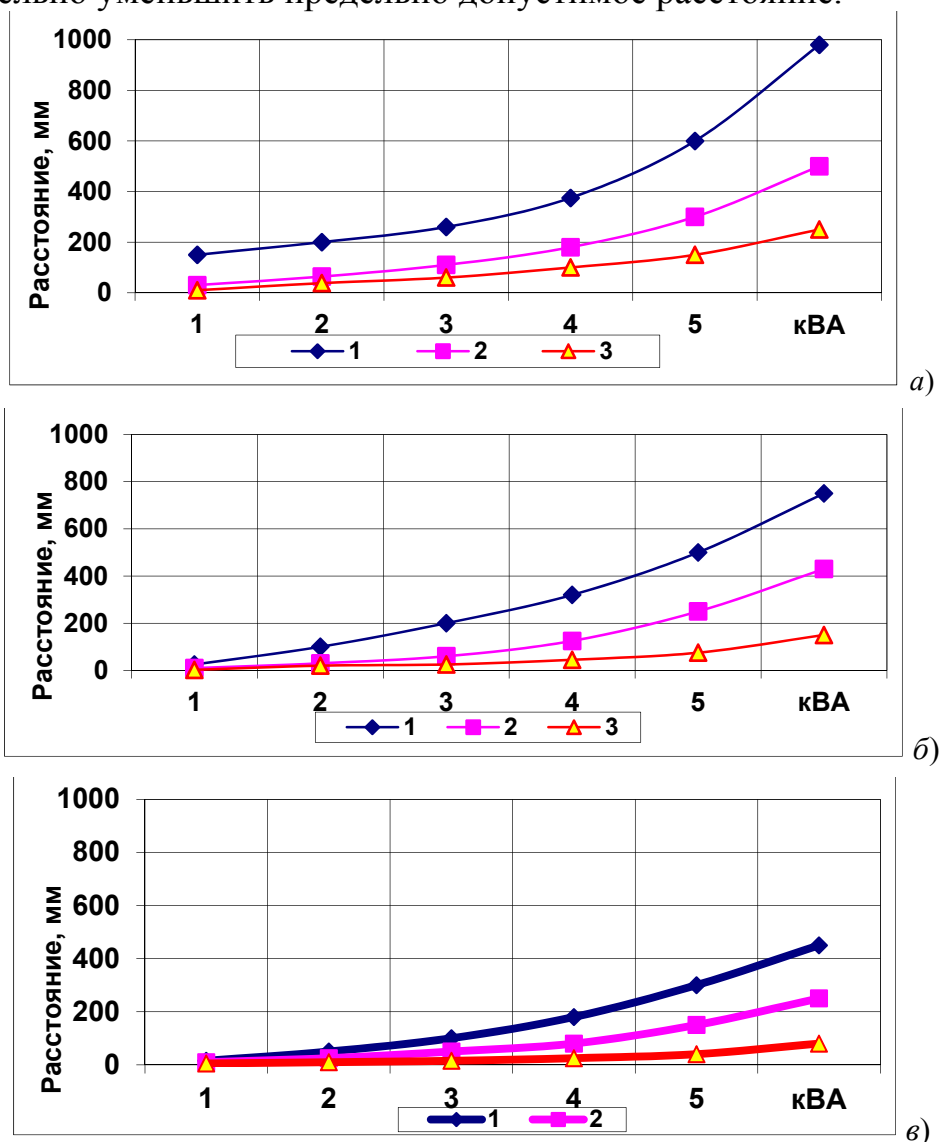
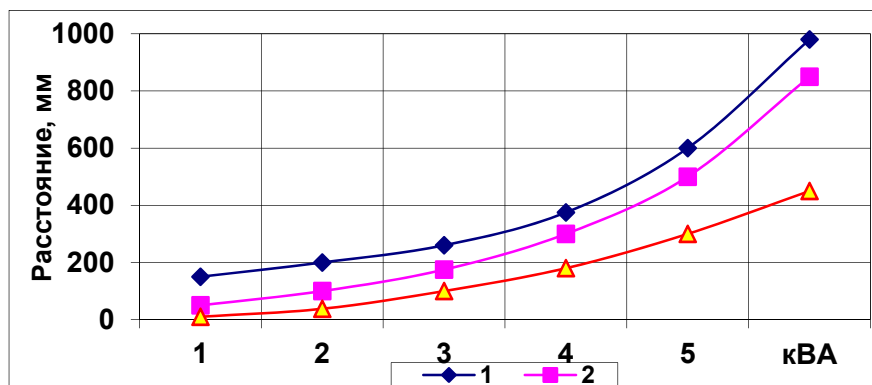
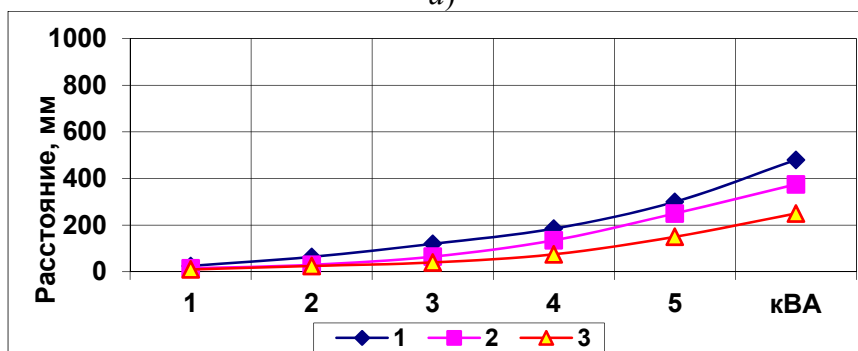


Рис. 1. Предельно допустимые расстояния между силовыми и информационными кабелями: а – без металлического разделителя; б – с алюминиевым разделителем; в – со стальным разделителем, где: 1 – оба кабеля неэкранированы; 2 – один из кабелей экранирован; 3 – оба кабеля экранированы



a)



б)

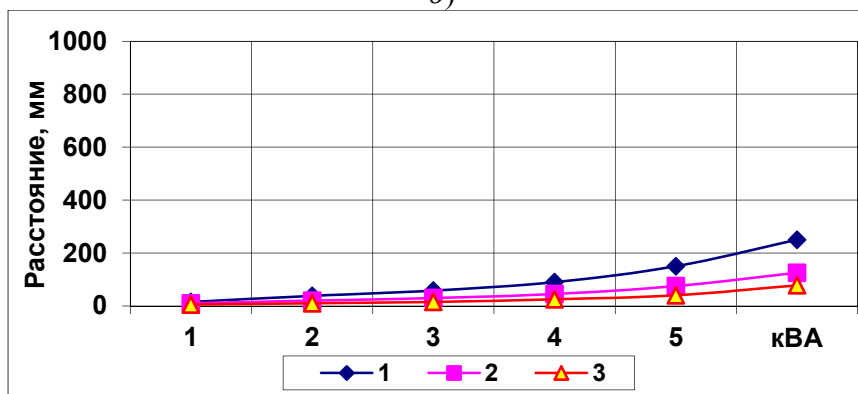


Рис. 2. Предельно допустимые расстояния между: а – неэкранированными силовыми и информационными кабелями; б – экранированными силовыми и неэкранированными информационными кабелями; в – экранированными силовыми и информационными кабелями, где: 1 – без металлического разделения; 2 – с алюминиевым разделителем; 3 – со стальным разделителем

Так, при 3 кВА алюминиевый разделитель позволяет уменьшить его почти в 1,5 раза, а стальной – в 2,6 раз. При 5 кВА, алюминиевый – в 1,2 раза, стальной – почти в 2 раза.

Исследования показывают, что эффективность защиты от взаимных наводок у экранированного кабеля всегда выше, чем у металлического кабелепровода. Экран кабеля всегда непрерывен, а металлический кабелепровод состоит из секций, снижающих эффективность защиты еще на несколько децибел.

Исходя из этого, можно сделать важный практический вывод – минимально допустимые расстояния для прокладки экранированных кабелей вблизи силовой электропроводки могут быть не больше, чем для неэкранированных кабелей, помещенных в металлическую заземленную защиту [16, 17]

Для системы, состоящей из ПВХ коробов с металлическим напылением, необходимо обеспечить электрическое соединение элементов короба друг с другом и их надежное заземление. При этом уровень защиты будет на два порядка ниже, чем при использовании алюминиевых коробов или вставок [18].

При параллельной прокладке силовых и телекоммуникационных кабелей, следует применять экранированные кабели, алюминиевые короба и вставки. Это позволяет уменьшить расстояния между ними, что дает экономию по сравнению с выбором отдельных маршрутов.

Список литературы

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2005. – 150 с.
5. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2011. – 110 с.
6. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
7. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2, №2. С.3 – 7.
8. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.
9. 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.
10. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», 2006. – 138 с.
11. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5, №3. С.3 – 11.
12. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 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. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

15. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

16. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.10 – 17.

17. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6, №2. С.18 – 24.

18. 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.

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Степович-Цветкова Г.С.

доцент кафедры прикладной математики и компьютерных наук,
канд. экон. наук, Ивановский государственный университет,
Россия, г. Иваново

В статье рассматривается теория надежности программных средств, ключевыми понятиями которой являются надежность, отказ, сбой, работоспособность и устойчивое функционирование. Также охарактеризована классификация моделей надежности, предназначенных для обеспечения и оценки надежности программных средств.

Ключевые слова: программное обеспечение, надежность, теория надежности, модели надежности.

В связи со стремительным ростом числа компьютерных программ, их востребованностью и повсеместным использованием, в последние десятилетия значительное развитие получила теория надежности программных средств. Такая характеристика как надежность является весьма значимой в оценке качества программного обеспечения и принятии решения о возможности его использования.

Теория надежности первоначально зародилась применительно к техническим наукам, и понятие надежности характеризовалось как свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах. Кроме центрального понятия надежности теория технической надежности оперирует

такими ключевыми понятиями как отказ, безотказность и сбой (ГОСТ 27002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения).

Названные характеристики могут быть в той или иной степени трансформированы применительно к теории надежности компьютерных программ, в которой понятие надежности выражается в наборе атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени (ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению).

Согласно ГОСТ 28195-89 (Оценка качества программных средств) надежность характеризуется устойчивостью функционирования и работоспособностью программного средства. Устойчивость функционирования заключается в способности программы продолжить свою работу в случае сбоя технических средств, ошибок во входных данных и ошибок обслуживания. Под работоспособностью понимается способность программы эффективно функционировать при отсутствии сбоев технических средств. При этом сбоем технических средств называют нарушение исправного состояния технических средств при сохранении ими работоспособного состояния. Под отказом в общем случае понимают событие, заключающееся в нарушении работоспособности программного средства. Безотказностью является сохранение работоспособности программы в течение заданного промежутка времени [2, 3].

Стоит отметить, что обеспечение и оценка надежности – это самостоятельные категории, требующие отдельной проработки. Вопрос о том, что первично, дискуссионный, но, несомненно, и обеспечение, и оценка надежности программных средств взаимосвязаны и взаимозависимы, поскольку для обеспечения надежности необходимо оценить достигнутый уровень, а для того, чтобы произвести оценку надежности, ее необходимо сначала обеспечить.

Для обеспечения и оценки надежности программных продуктов существует большое количество методов, соответствующих разработанным моделям надежности программного обеспечения. Модели надежности программных средств подразделяются на аналитические (производится расчет количественных показателей надежности) и эмпирические (проводится анализ структурных особенностей программных средств). Аналитические модели в свою очередь могут быть динамическими и статическими. В динамических моделях появление отказов в программе исследуется во времени, а в статических моделях количество ошибок зависит не от времени, а от числа тестовых прогонов или от характеристики входных данных. К аналитическим динамическим моделям относят модели Шумана, Ла Падула, Муса и др., статическими являются модель Миллса, простая интуитивная модель, модель последовательности испытаний Бернулли и пр. В числе эмпирических моделей находятся модель сложности, модель определения времени доводки программ [1, 4, 5].

Таким образом, хотя невозможно создать абсолютно надежное программное обеспечение, нельзя переоценить значимость разработки теории надежности программных средств, согласно которой на сегодняшний день к основным показателям надежности относятся устойчивое функционирование и работоспособность, а для обеспечения и оценки надежности предложено большое количество моделей, имеющих свои достоинства и недостатки.

Список литературы

1. Василенко, Н.В. Модели оценки надежности программного обеспечения [Текст] / Н.В. Василенко, В.А. Макаров // Вестник Новгородского государственного университета. – 2004. – №28. – С. 126-132.
2. Липаев, В.В. Надёжность программных средств [Текст] / В.В. Липаев. – М. : СИНТЕГ, 1998. – 232 с.
3. Майерс, Г. Надёжность программного обеспечения [Текст] / Г.Майерс. – М. : Мир, 1980. – 360 с.
4. Павловская, О.О. Статические методы оценки надежности программного обеспечения [Текст] / О.О. Павловская // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2009. – №26 (159). – С. 35-37.
5. Чернов, А.В. Классификация моделей надежности программного обеспечения [Электронный ресурс] / А.В. Чернов, И.Г. Парашенко // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №4. Ч.2. – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1319

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОГРАММ КОНТРОЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ ПРОЕКТА

Таганов Р.А.

начальник, канд. техн. наук, доцент,
Региональный Центра ООО «РН-Информ», Россия, г. Рязань

Захаров С.П., Псоянц В.Г.

аспиранты кафедры «Космические технологии»,
Рязанский государственный радиотехнический университет, Россия, г. Рязань

В статье представлена постановка задачи синтеза эффективных программ контроля информационных состояний проекта по стадиям его выполнения и мониторинга, а также рассмотрен подход к решению этой задачи на основе модели динамического программирования.

Ключевые слова: постановка задачи контроля, синтез программ контроля проекта, оптимизация программ контроля проекта.

В процессе выполнения наукоемких проектов, в том числе программных проектов, по ряду причин возникают различного рода проектные риски, которыми необходимо управлять для успешного завершения проекта. Процесс управления рисками проекта предусматривает в своем составе использование специальной процедуры контроля организационно-информацион-

ного состояния проекта (ОИСП) и от эффективности работы этой процедуры во многом зависит эффективность всего процесса управления рисками. В этой связи в статье на основе известного опыта и методов контроля и управления проектными рисками [1-6, 8, 9] рассматривается математическая постановка задачи синтеза оптимальных программ контроля ОИСП.

В постановке указанной задачи будем считать, что задано множество $E = \{e_i\}, (i = \overline{1, m})$ ОИСП, в одном из которых может находиться контролируемый проект. Полагаем, что для каждого i -го ОИСП каким-либо известным способом [5], определено его изображение $e_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})^T$. Признаками e_{ij} изображения $e_i, (i = \overline{1, m})$ являются обозначения наиболее вероятных исходов проверок π_j в i -ом ОИСП. Отсюда путем сопоставления признаков e_{ij} с реально получаемыми исходами проверок производится идентификация истинного состояния контролируемого проекта с одним из заданных в проекте ОИСП $e_i \in E, (i = \overline{1, m})$.

Предположим, что для каждого i -го ОИСП найдена соответствующая вероятность $P(e_i)$ пребывания проекта в состоянии, принадлежащем i -му классу.

Пусть также определено множество проверок $\Pi = \{\pi_j\}, j = \overline{1, n}$, на котором изображения $e_i \in E$ заданных ОИСП попарно различны между собой.

Для распознавания каждого i -го ОИСП требуется свое подмножество проверок $\Pi_i \in \Pi$. Будем считать, что для нахождения подмножеств известны вероятности ошибок первого рода и второго рода. Полагаем также заданными цены проверок $c(\pi_j)$.

Требуется при указанных условиях найти для каждого i -го ОИСП упорядоченное подмножество проверок $\Pi_i \in \Pi$, такое, что

$$\Pi_i = \{\pi_j \in \Pi | \forall e_i \in E, e_k \in E \setminus \{e_i\}, e_{ij} \neq e_{kj}, \quad (1)$$

и удостовериться, что это подмножество содержит наиболее эффективные проверки, удовлетворяющие определенным требованиям оптимальности, например, обеспечивало соответствующее определение ОИСП с максимальной достоверностью или с минимальными затратами.

Выполнение условия (1) гарантирует, что $\Pi_i \in \Pi$ обеспечивает распознавание i -го ОИСП, а множество $\Pi^* = \bigcup_{i=1}^m \Pi_i$ будет содержать необходимые проверки для распознавания всех m ОИСП.

Таким образом, множество проверок Π^* в сочетании с правилами, определяющими их порядок, образуют программу контроля.

Одним из основных показателей эффективности синтезируемой программы контроля является достоверность контроля. Под нею будем понимать вероятность правильного определения ОИСП по выбранной программе.

Обозначим событие, в котором находится проект в i -м ОИСП через $S_i = \{e_i\}, (i = \overline{1, m})$, а вероятность такого события через $P(S_i) = P(e_i)$, где $P(e_i)$ – априорная вероятность i -го ОИСП, которая полагается заданной. Событие заключающееся в том, что в результате проверок по выбранной программе зафиксировано i -е ОИСП, которое обозначим через S_i^* .

Если предположить, что в процессе контроля имеют место ошибки контроля, то вместо зафиксированного системой контроля i -е ОИСП реально проект может фактически находиться в f -м состоянии. Поскольку проект может реально находиться в любом из m ОИСП состояний, то m событий $S_f, (f = \overline{1, m})$ можно рассматривать как m несовместимых гипотез, априорные вероятности которых $P(S_f) = P(e_i)$. Событие S_i^* может произойти в любой из этих гипотез, а потому по формуле полной вероятности имеем

$$P(S_i^*) = \sum_{f=1}^m P(S_f) P(S_i^*/S_f), i = \overline{1, m}.$$

Для суждения о достоверности контроля, необходимо ввести в рассмотрение ситуации, характеризующиеся совместным наступлением событий S_i и S_i^* , т.е. оценить вероятность $P(S_i \cap S_i^*)$, где $i = \overline{1, m}$. Тогда по формуле умножения вероятностей получим

$$P(S_i \cap S_i^*) = P(S_i)P(S_i^*/S_i).$$

Очевидно, что отношение этой вероятности к вероятности $P(S_i^*)$ характеризует достоверность D_i определения i -го ОИСП по выбранной программе контроля, т.е.

$$D_i = \frac{P(S_i \cap S_i^*)}{P(S_i^*)} = \frac{P(S_i)P(S_i^*/S_i)}{\sum_{f=1}^m P(S_f)P(S_i^*/S_f)}, (i = \overline{1, m}). \quad (2)$$

Выражение (2) соответствует известной формуле Байеса, из которой следует, что

$$D_i = P(S_i/S_i^*), i = \overline{1, m}.$$

В физическом смысле вероятность $P(S_i/S_i^*)$ представляет собой апостериорную вероятность i -го ОИСП, полученную в результате эксперимента, при котором реализуется i -я ветвь выбранной программы контроля, согласно которой выполняются проверки, входящие в множество $\Pi_i, (i = \overline{1, m})$.

Вследствие того, что проект может находиться в любом из ОИСП с априорной вероятностью $P(e_i)$, где $i = \overline{1, m}$, то выбор i -й ветви программы контроля является случайным событием, вытекающим из случайности пребывания проекта в i -м ОИСП. Поэтому для оценки достоверности всей условной программы контроля, состоящей из m ветвей, следует использовать средневзвешенную вероятность $P(S_i/S_i^*)$, получаемую как математическое ожидание величины D_i по формуле [5, 7]

$$D = \bar{P}(S_i/S_i^*) = M\{D_i\} = \sum_{i=1}^m P(e_i)/S(S_i/S_i^*). \quad (3)$$

Таким образом, выбором различных проверок $\pi_j \in \Pi$ можно влиять на изменение показателя (3). Если при этом удастся получить максимальное значение, то выбранную совокупность проверок можно считать наилучшей.

Наряду с показателем достоверности контроля ОИСП важен также показатель затрат на контроль. В качестве этого показателя будем использовать математическое ожидание затрат на распознавание ОИСП по синтезированной программе

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^m P(e_i) \sum_{\pi_j \in \Pi} C(\pi_j), \quad (4)$$

где $C(\pi_j)$ - цена проверки π_j или средние затраты при контроле, или средней стоимостью этой программы.

Для оптимизации процесса контроля проекта по показателям (3) и (4) могут быть использованы различные подходы и методы [1, 4-6, 8]. При этом одним из эффективных методов оптимизации считается метод динамического программирования [7]. Для его использования необходимо формулы (3) и (4) следует видоизменить так, чтобы сделать их пригодными для оценки эффективности любой подпрограммы контроля. Это означает, что требуется решить задачу приведения указанных выражений к виду, позволяющему на их основе построить процедуру оценки эффективности процесса контроля, начинающегося не только с начального информационного состояния E , но и с любого промежуточного информационного состояния $S_k \in E$.

Искомую формулу для оценки достоверности S_k -подпрограммы, начинающейся по программе с проверки $\pi_j \in \Pi_k$ в первом приближении можно представить в следующем виде [5, 7]

$$D_k(\pi_j) = \sum_{\{i: e_i \in S_k\}} P_k(e_i) P_k[S_i/S_i^*(\pi_j)],$$

где $P_k[S_i/S_i^*(\pi_j)]$ – вероятность распознавания i -го ФЭСП по i -й ветви S_k -подпрограммы, начинающейся с проверки π_j ; $P_k(e_i)$ – вероятность i -го ФЭСП, уточненная по результатам предыдущих проверок.

По мере перехода от начального информационного состояния проекта к рассматриваемому состоянию S_k исходная априорная вероятность $P(e_i)$ повышается по мере снижения неопределенности в принятии решений. Поэтому в каждом вновь получаемом подмножестве S_k требуется пересчет входящих в него элементов e_i с тем, чтобы выполнялось условие

$$\sum_{e_i \in S_k} P_k(e_i) = 1.$$

Это условие можно рассматривать, как условие нормирования вероятностей информационных состояний $e_i \in S_k$ и тогда уточненная вероятность $P_k(e_i)$ может быть определена по следующей формуле [5, 7]

$$P_k(e_i) = \frac{P(e_i)}{\sum_{e_f \in S_k} P(e_f)}, (i: e_i \in S_k).$$

На основании проведенных рассуждений и введенных обозначений искомую формулу для оценки средних затрат на S_k -подпрограмму, начинающуюся с проверки π_j можно представить в следующей форме [5, 7]

$$\bar{C}_k(\pi_j) = \sum_{e_i \in S_k} P_k(e_i) \sum_{\pi_j \in \Pi_{ik}} C(\pi_j), \quad (5)$$

где Π_{ik} – множество проверок, составляющих i -ю ветвь S_k -подпрограммы. С помощью формул (4) и (5) можно выбирать оптимальную проверку в любом

из информационных состояний $S_k \in E$. Для организации всего процесса выбора оптимальной проверки может быть использован метод динамического программирования [7] и другие способы [5, 8]. Выбираемая проверка, включаемая в искомое множество проверок Π_{ik} , находится из условия обеспечения экстремальных значений показателей (4) и (5).

При рекурсивном процессе выбора проверок на каждом шаге выбора используются результаты расчетов, полученные на предыдущих шагах. При этом условия выбора оптимальных проверок по каждому из показателей (4) и (5) можно записать в виде [5, 7]

$$\pi_j \in \Pi_{ik}, \text{ если } D_k(\pi_j) = \max\{D_k(\pi_s)\}; \quad (6)$$

$$\pi_j \in \Pi_{ik}, \text{ если } \bar{C}_k(\pi_j) = \min_{\pi_s \in \Pi_k} \{\bar{C}_k(\pi_s)\}. \quad (7)$$

Таким образом, условия (6) и (7) являются критериями оптимизации синтезируемых условных программ контроля, а условие (1) используется как ограничение.

Список литературы

1. Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение нечетких ситуационных моделей для идентификации рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. Москва-Воронеж, 2007. Т. 30. № 4.2. С. 297-303.
2. Корячко В.П., Скворцов С.В., Таганов А.И., Шибанов А.П. Эволюция автоматизированного проектирования электронно-вычислительных средств // Радиотехника, 2012. №3. С. 97-103.
3. Таганов А.И. Способы построения графических моделей рисков проекта на основе структурно-символьного метода представления // Системы управления и информационные технологии. Москва-Воронеж, 2010. Т.40. № 2. С.43-47.
4. Таганов А.И. Анализ и классификация рисков проекта методами нечеткой классификации // Информационные технологии моделирования и управления. Воронеж: Научная книга, 2010. № 4. (63). С. 455-461.
5. Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем. Л.: Энергоатомиздат. 1988. 192 с.
6. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. Москва-Воронеж, 2006. Т.24. № 2. С.34-49.
7. Окулов С.М., Пестов О.А. Динамическое программирование. М.: БИНОМ, 2012. 296 с.
8. Таганов А.И., Таганов Р.А. Метод определения оптимальной альтернативы реагирования на этапе мониторинга рисков проекта // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. Рязань, 2003. № 11. С. 115-118.
9. Таганов А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости. М.: Горячая линия-Телеком, 2012. 224 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ИНЕРЦИОННОЙ СИЛЫ В ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТАХ БОРТОВОЙ РАДИОАППАРАТУРЫ

Таньков Г.В.

доцент кафедры КиПРА, канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

Лысенко А.В.

доцент кафедры КиПРА, канд. техн. наук,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

Стрельцов Н.А.

магистрант кафедры КиПРА,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, г. Пенза

В статье показано, что негативному влиянию внешних механических воздействий наиболее подвержены печатные узлы бортовых электронных средств, при этом величина инерционной силы возникающей в электрорадиоэлементах вследствие резонанса печатного узла может быть больше, чем при вхождении в резонанс на их собственных частотах. Проведено исследование зависимости инерционной силы от частоты внешнего воздействия при различных амплитудных значениях.

Ключевые слова: вибрация, надежность, радиоэлектронные средства, ресурс, конструкция, инерционная сила.

В процессе своей эксплуатации бортовые радиоэлектронные средства (РЭС) испытывают влияние различных механических воздействий, которые могут негативно сказываться как на их электрических характеристиках [1, 2], так и на показателях надежности. Поэтому, при разработке бортовых РЭС ответственного назначения особое внимание уделяется мерам, призванным повысить вибропрочность и виброустойчивость будущих изделий, как на этапах проектирования, так и во время производства [3].

Одной из наиболее уязвимых для механических воздействий частью ЭС является печатный узел [4], поскольку именно на нем возникают такие дефекты, как отслоение печатных проводников, нарушение металлизации сквозных отверстий, разрушение выводов электрорадиоэлементов (ЭРЭ), отрыв ЭРЭ и т.д. [5]. Все эти дефекты, как правило, приводят к нарушению работоспособного состояния печатного узла и, как следствие, отказу всего устройства. Поэтому, еще на этапе проектирования ЭС следует прогнозировать ресурс разрабатываемой аппаратуры и проводить его оценку в соответствии с требованиями технического задания.

Ввиду сказанного одной из актуальнейших научно-практических задач является прогнозирование ресурса ЭРЭ в условиях вибрационных нагрузок.

В настоящее время существуют различные методы защиты ЭРЭ в составе печатного узла [6]. Чтобы выбрать какой-либо из них и дать предварительную оценку его эффективности необходимо на этапе проектирования

осуществить прогнозирование ресурса каждого ЭРЭ находящегося в печатном узле. Для этого применяют известную методику, подробно изложенную в [7].

Развитие методов математического моделирования и вычислительных мощностей современных компьютеров, а также развитие элементной базы вызывает необходимость провести совершенствование методики. Одним из направлений ее модификации является необходимость учета виброускорений, передающихся в выводы ЭРЭ, не с помощью аналитических выражений, а с использованием конечно разностных или конечно-элементных моделей. Такой подход позволит определить резонансную частоту именно печатного узла, а не всей печатной платы, как делается в исходном варианте. Необходимость этого обусловлена тем, что резонансные частоты печатной платы и печатного узла (рассматриваемого согласно [8] как печатная плата с ЭРЭ), существенно различаются, что ведет к ошибке в расчетах.

Кроме того, исходная методика при выборе резонансной частоты платы или ЭРЭ рекомендует выбирать наименьшую из них, считая ее наиболее разрушительной. В этом следует сразобраться, поскольку во время вхождения в резонанс на собственной частоте печатного узла, ЭРЭ будет испытывать довольно высокие нагрузки по виброускорению, которые в сочетании с высокой частотой могут оказать весьма разрушительное действие, приводя к снижению их ресурса.

Рассмотрим этот вопрос более подробно. Для этого проведем теоретический эксперимент, в котором сравним величины инерционной силы (P), получаемые при расчете ресурса ЭРЭ на его резонансной частоте и резонансной частоте печатного узла.

Инерционная сила рассчитывается следующим образом

$$P = \eta \cdot m \cdot g \cdot n_{\text{в}},$$

где m – масса ЭРЭ, кг; g – ускорение свободного падения; $n_{\text{в}}$ – перегрузка при вибрационных воздействиях; η – коэффициент передачи при резонансе.

Перегрузка при вибрационных воздействиях равна

$$n_{\text{в}} = \frac{a}{g};$$

где a – ускорение внешнего вибрационного воздействия.

Коэффициент передачи при резонансе (η) равен

$$\mu = \frac{\pi}{\Delta}.$$

Логарифмический декремент затухания (Δ), в свою очередь равен

$$\Delta = \frac{\pi}{\sqrt{f_i}},$$

где f_i – резонансная частота ЭРЭ или печатной платы.

Начальные условия эксперимента следующие. В качестве ЭРЭ возьмем резистор С2-23-1, масса которого 2 г., диаметр вывода 0,6 мм, схема закреп-

ления соответствует схеме "а" на рисунке 1. Печатная плата изготовлена из стеклотекстолита фольгированного с размерами $140 \times 140 \times 1,22$ (мм), имеет жесткое закрепление в четырех точках. Величина внешнего воздействия виброускорения равна $10g$.

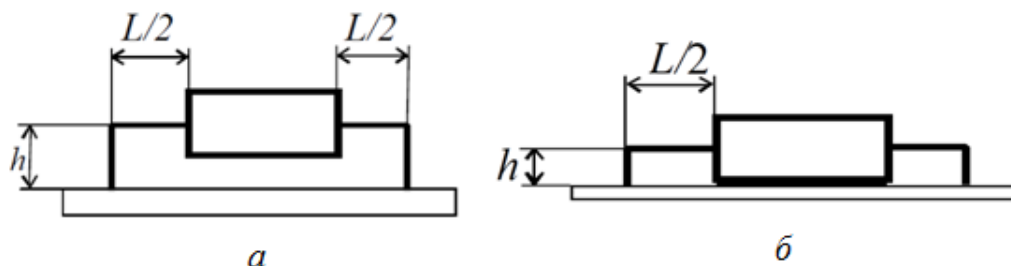


Рис. 1. Схема вариантов размещения ЭРЭ на печатной плате

Для выбранной схемы установки ЭРЭ исходная методика [7] рекомендует проводить расчет на резонансной частоте ЭРЭ. Проведя расчет инерционной силы (P) на частоте ЭРЭ (2112 Гц) получим ее значение, равное 13,511 Н, инерционная сила (P) на частоте печатного узла (219,9 Гц) равна 4,158 Н. По результатам расчета видно, что более разрушительной инерционной силой (P) действительно является сила, возникающая на частоте ЭРЭ.

Для более детального изучения зависимости инерционной силы (P) от величины частоты внешнего воздействия (f) при различных амплитудах внешнего воздействия построен график (рисунок 2), на котором показаны $P1$ при $a = 10 \text{ м/с}^2$, $P2$ при $a = 20 \text{ м/с}^2$, $P3$ при $a = 30 \text{ м/с}^2$, $P4$ при $a = 40 \text{ м/с}^2$, $P5$ при $a = 50 \text{ м/с}^2$. Из полученного графика видно, что с увеличением частоты внешнего воздействия (при одних и тех же значениях виброускорений) значение инерционной силы существенно растет.

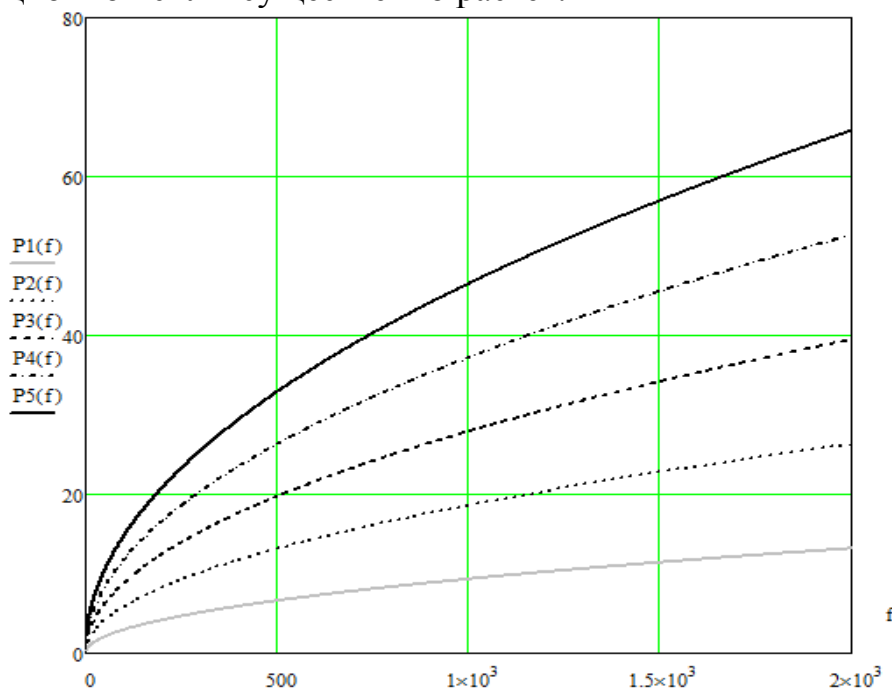


Рис. 2. Зависимости инерционной силы (P) от величины частоты внешнего воздействия (f) при различных амплитудах внешнего воздействия ($P1$ при $a = 10 \text{ м/с}^2$, $P2$ при $a = 20 \text{ м/с}^2$, $P3$ при $a = 30 \text{ м/с}^2$, $P4$ при $a = 40 \text{ м/с}^2$, $P5$ при $a = 50 \text{ м/с}^2$)

Но если ЭРЭ сместить в центр печатного узла, где на первой резонансной частоте (самого печатного узла) ускорение возрастает в разы (например, при наиболее распространенном жестком закреплении в четырех точках ускорение возрастает в 4,2 раза [9]) по сравнению с ускорением внешнего воздействия, получается совсем другой результат. Если принять, что ускорение возросло в 10 до 42g, то инерционная сила (P) на частоте печатного узла равна 19,957 Н, а это больше чем 13, 511 Н. Кроме того, неверный выбор резонансной частоты приводит к следующей ошибке – ресурс ЭРЭ рассчитанный на его собственной частоте будет приблизительно на треть меньше, чем рассчитанный на частоте печатного узла.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Список литературы

1. Абжирко, Н.Н. Влияние вибраций на характеристики радиолокационных антенн [Текст] / Н. Н. Абжирко. – М.: Сов. радио, 1974. – 168 с.
2. Талибов, Н.А. Оценка влияния деформации волноводно-щелевой антенны на ее диаграмму направленности [Текст] / Н.А.Талибов, А.Н. Якимов // Надежность и качество: сб. тр. Междунар. симп. Т. 2. – Пенза: Инф.-изд. центр ПГУ, 2008. – С. 146-148.
3. Юрков, Н.К. Методы и средства проектирования высоконадежных электронных средств [Текст] / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров ; Под ред. проф. Н.К. Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2014 – 266 с.
4. Першин Е.О., Шалумов А.С. Анализ механических процессов в электрорадиоизделиях с произвольными вариантами установки на печатных платах [Текст] // «Системные проблемы надежности, качества, информационно-телекоммуникационных и электронных технологий в управлении инновационными проектами (Инноватика – 2010)» / Материалы Международной конференции и Российской научной школы. Часть 1. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – С.63-65.
5. Затылкин, А.В. Модели и методики управления интеллектуальными компьютерными обучающими системами [Текст] / Затылкин А.В. // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2009.
6. Затылкин, А.В. Опыт применения технологии ERM в разработке интеллектуальных средств обучения [Текст] / Затылкин А.В., Буц В.П., Юрков Н.К. // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 5 (118). С. 218-223.
7. Талицкий Е.Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: Учеб. пособие [Текст] / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2001. 256 с.
8. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники обучения [Текст] / Калашников В.С., Яшин Д.С., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 314-316.
9. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств [Текст] / Герасимов О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 309-312.

10. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией / Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 73-78.

11. Затылкин, А.В. Устройство для исследования влияния инерционной и деформационной составляющей внешнего вибрационного воздействия / Затылкин А.В., Голушко Н.В., Ольхов Д.В. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. № 18. С. 380-383.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ СВОБОДНОПОРШНЕВОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

Татарников А.П.

инженер-исследователь 1-й категории,
НТЦ "Силовые агрегаты", Университет машиностроения, Россия, г. Москва

Петриченко Д.А.

канд. техн. наук, ведущий инженер-исследователь,
НТЦ "Силовые агрегаты", Университет машиностроения, Россия, г. Москва

Иванов В.В.

коммерческий директор, канд. физ.-мат. наук,
ЗАО "МПОТК"Технокомплект", Россия, г. Дубна

В работе представлены результаты разработки алгоритма управления энергетической установкой на базе свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания, основные блоки и особенности управления. Описан общий алгоритм управления. Программная реализация алгоритмов управления проводилась в среде программирования LabView для систем реального времени NI CompactRio, на базе которых будет реализована система управления энергоустановкой.

Ключевые слова: свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания, энергетическая установка, линейная электрическая машина, алгоритмы управления, система управления.

Снижение расхода топлива и сокращение вредных выбросов являются основными задачами перед разработчиками энергетических установок. Одним из возможных путей решения данной задачи является разработка и применение комбинированных энергетических установок совместно с использованием новых технологий в области организации рабочих процессов. Именно в этом направлении ведутся наши исследования свободнопоршневой энергетической установки.

Разработанная концепция энергетической установки включает в себя свободнопоршневой двухтактный бензиновый двигатель внутреннего сгорания с непосредственным впрыском топлива, встречно-движущимися поршнями и прямоточно-щелевой продувкой, две линейные электрические машины с постоянными магнитами из редкоземельных металлов, двух пневмати-

ческих пружин, силовой электроники и системы управления. Схема энергетической установки и принцип работы представлен на рисунке 1.

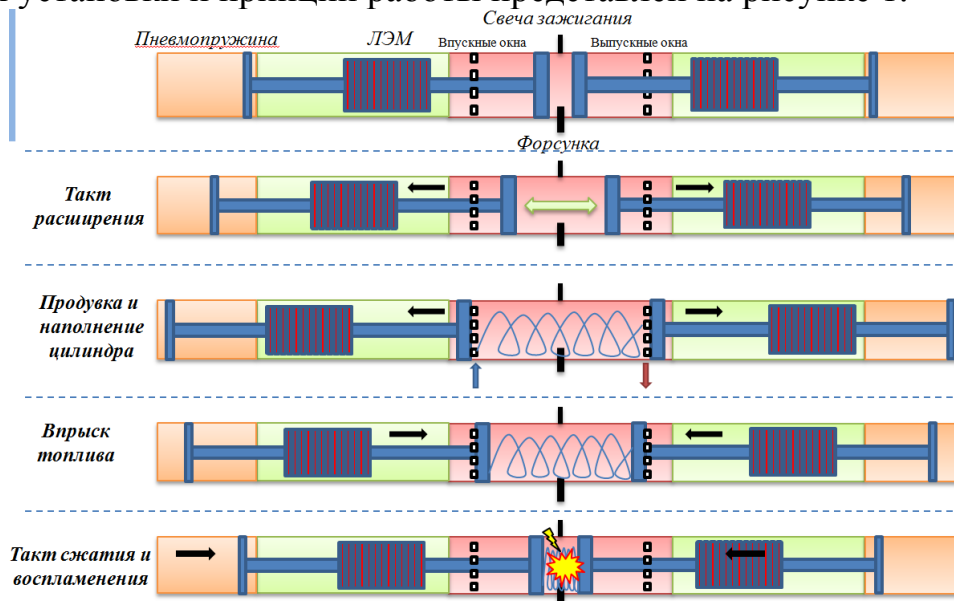


Рис. 1. Схема и принцип работы энергетической установки

Особенностью свободнопоршневой энергоустановки является то, что перемещение транслятора зависит только лишь от суммы сил, действующих на него в каждый момент времени, что существенно усложняет процесс управления. На начальных этапах проектирования были проведены предварительные расчеты, которые показали, что частота работы установки существенно зависит от массы подвижных частей. С увеличением мощности линейной электрической машины увеличивается масса подвижных частей, вследствие чего снижается частота работы и мощность всей энергетической установки.

Первоначальная концепция предполагала генерирование электрической энергии только на такте расширения, что приводило к нерациональному увеличению массы подвижных частей. Поэтому в ходе дальнейшей разработки было решено вырабатывать электрическую энергию на обоих тактах работы двухтактного свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания (СПДВС), за счет применения регулируемых пневматических пружин, выполняющих роль накопителя энергии. Принятая концепция позволила снизить максимальную мощность электрических машин почти на 50%, тем самым снизить массу и увеличить частоту работы энергоустановки, что положительно сказалось на эффективности энергоустановки в целом [1].

Введение в колебательную систему энергоустановки двух пневматических пружин привело к усложнению системы управления и необходимости разработки собственного алгоритма управления [2]. Свободнопоршневая энергоустановка не имеет каких-либо жестких связей между подвижным транслятором и неподвижными элементами энергоустановки, поэтому за крайние положения транслятора отвечает сумма внешних сил, действующих на него. Как уже было сказано, динамика трансляторов зависит от их массы и

сил, действующих на них, поэтому принцип управления будет построен на управлении электрическими машинами.

Алгоритм управления заключается в том, что на такте расширения СПДВС электрическая машина забирает такое количество энергии, чтобы транслятор дошел до нижней мертвой точки, сжал рабочее тело в пневматической пружине для осуществления такта сжатия. На такте сжатия транслятор приводится в движение силой пневматической пружины, а электрическая машина забирает такое количество энергии, чтобы обеспечить заданное перемещение транслятора в верхнюю мертвую точку, соответствующее заданной степени сжатия [3, 4]. Основной алгоритм управления энергоустановкой реализован в виде конечного автомата и представлен на рисунке 2.

В начале каждого цикла в данном режиме рассчитывается управляющее усилие нагрузки с помощью ПИД-алгоритма ElectricLoad, который представлен на рисунке 4 и описывается ниже. Далее рассчитываются средние значения циклового хода, скорости и частоты. Значения циклового хода и частоты работы обновляются в начале каждого цикла и поступают в модуль RT из модуля программируемой пользователем вентильной матрицы. Таким образом по параметрам работы предыдущего цикла рассчитываются параметры управления для текущего цикла.

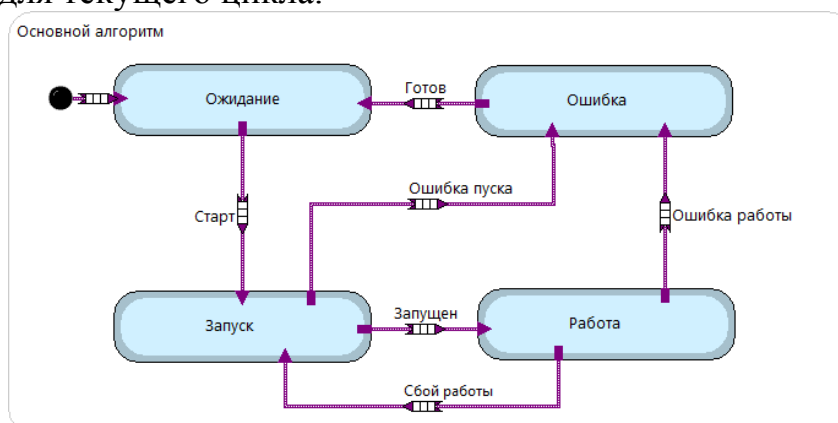


Рис. 2. Конечный автомат системы управления энергоустановкой

Одним из алгоритмов управления является алгоритм запуска энергетической установки. Для запуска двигателя внутреннего сгорания необходимо обеспечить требуемую степень сжатия, за счет электрических машин. В режиме «Запуск» система управления начинает осуществлять «раскачку» поршней с помощью линейных электрических машин (ЛЭМ), переведенных в режим двигателя. Для этого задается усилие на штоке, определяющее движение штока в сторону пневмопружины. При достижении баланса сил, когда скорость падает, усилие снимается. Так продолжается до тех пор, пока амплитуда не будет достаточной для включения зажигания.

В режиме «Работа» система управления поддерживает заданный ход (амплитуду колебаний) поршней независимо от электрической нагрузки и условий работы. Алгоритм выполнен в виде ПИД-регулятора, схема которого представлена на рисунке 3.

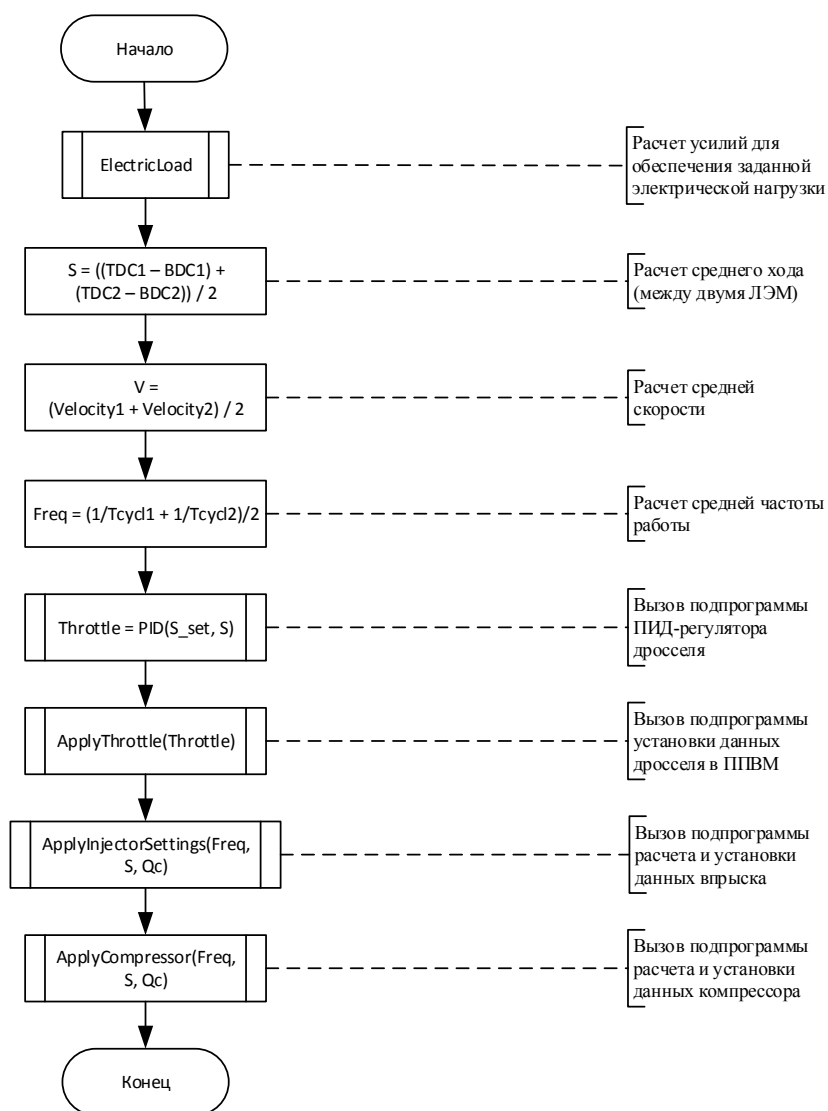


Рис. 3. Алгоритм в режиме «Работа»

Для расчета требуемого положения дросселя применяется ПИД-регулятор, вычисляющий значение по рассогласованию заданного хода. Далее вызываются функции, определяющие требуемые параметры зажигания, такие как количество впрыска топлива и время (положение) зажигания, а также определение давления в воздушном компрессоре. Эти функции используют табличные значения, заданные пользователем в зависимости от параметров работы, что позволяет гибко настраивать систему во время проведения исследований. В первом приближении на этапе эскизного проектирования табличные значения параметров управления зависят от массового расхода топлива.

Алгоритм расчета нагрузки ЛЭМ представляет собой ПИД-регулятор, который рассчитывает необходимое усилие на штоке для обеспечения заданной отдаваемой мощности. При этом усилие задается для обоих ЛЭМ при достижении определенной минимальной задаваемой скорости движения поршня, т.е. на части хода, таким образом, в направлении против движения поршня. Таким образом, энергия движения поршня отбирается как на ходе сжатия, так и расширения.

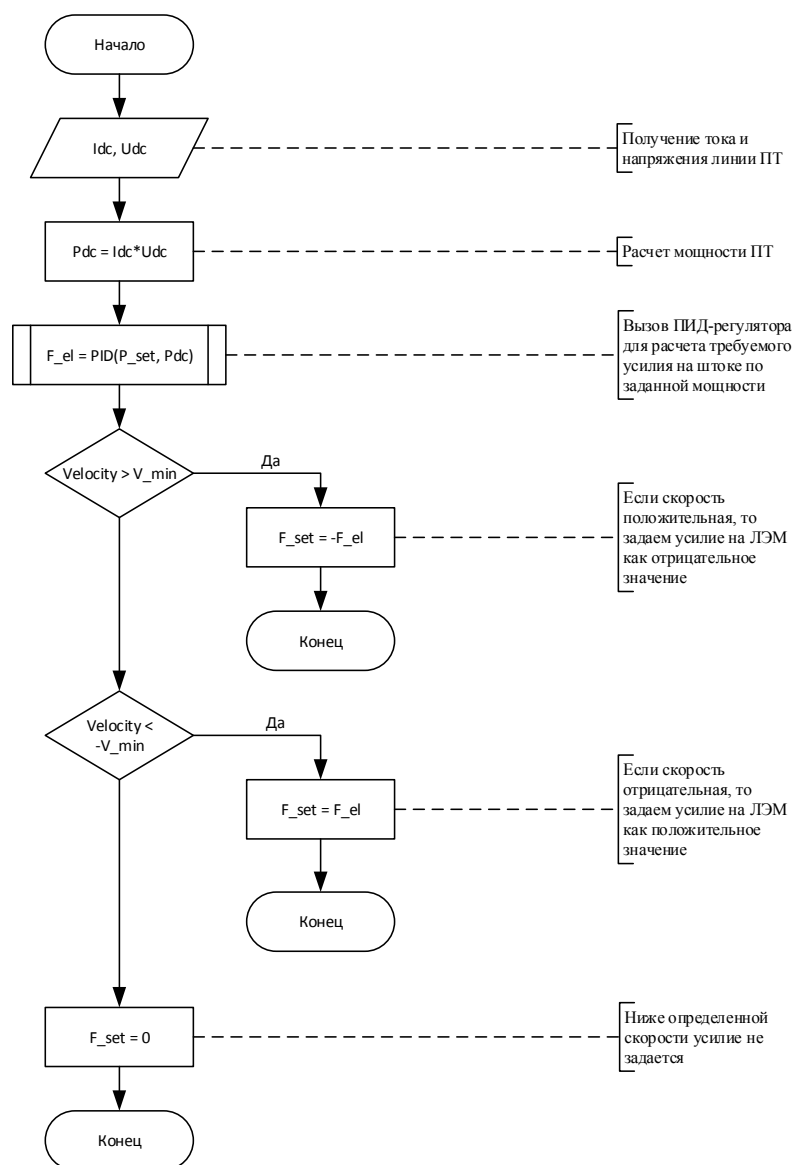


Рис. 4. Алгоритм расчета нагрузки ЛЭМ

Разработанные алгоритмы управления энергетической установкой будут отлаживаться в ходе пусконаладочных работ и в процессе проведения испытаний.

Работа проводится в рамках соглашения о предоставлении субсидии от «16» сентября 2014 г. № 14.577.21.0100 при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (RFMEFI57714X0100).

Список литературы

1. Petrichenko D., Tatarnikov A., Papkin I. Approach to electromagnetic control of the extreme position of a piston in a free piston generator. Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 1. С. 121.
2. Шустров Ф.А., Иванов Д.А., Татарников А.П. Оценка эффективности использования свободнопоршневых тепловых двигателей в составе транспортных стационарных энергоустановок. Журнал "Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований", №10 (часть 3), 2015 год. – 451 с.

3. Петриченко Д.А., Хрипач Н.А., Лежнев Л.Ю., Папкин Б.А., Шустров Ф.А., Татарников А.П. Использование многопараметрической нейросетевой модели управления энергоустановками на базе двигателя внутреннего сгорания. Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. Т. 1. № 1. – 81 с.

4. Хрипач Н.А., Лежнев Л.Ю., Папкин Б.А., Шустров Ф.А., Татарников А.П., Тингаев Н.В. Анализ конструкций, обеспечивающих максимальную термодинамическую эффективность поршневых двигателей. Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. Т. 1. № 2 (14). – 364 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ РЕНТГЕНОГРАММ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ОСНОВЕ МНОГОАГЕНТНОГО ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗАТОРА

Томакова Р.А.

профессор кафедры программной инженерии, д.т.н., доцент,
Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), Россия, г. Курск

Кониченко Е.А.

ассистент кафедры педиатрии,
Курский государственный медицинский университет, Россия, г. Курск

Емельянов Е.Г.

аспирант кафедры программной инженерии,
Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), Россия, г. Курск

В статье рассматриваются задачи идентификации патологических структур на рентгеновских цифровых снимках. Рассмотрены многоагентные решающие модули для классификации рентгеновских снимков грудной клетки и разработана автоматизированная система классификации на их основе.

Ключевые слова: интеллектуальные агенты, гибридные модели обработки данных, анализ и обработка изображений, информативные признаки, принятие решений.

Качественный анализ рентгенологических снимков (РС) включает в себе умение распознавать малые изменения яркостей точек РС, а также способность обнаруживать аномальные структуры, особенно при низком разрешении снимка. Из-за особенностей субъективного зрительного восприятия значительно теряется информативность РС. При массовых обследованиях, врачу-рентгенологу, как правило, приходится просматривать большое количество снимков, эта работа весьма утомительна и может привести к ошибкам.

Широкое распространение компьютерной техники и информационных технологий создает условия для реализации автоматизированной обработки большого количества изображений [3].

Актуальность разработки новых методов и моделей анализа РС, определяется, прежде всего, возросшими требованиями к качеству и надежности разрабатываемых систем и медицинских устройств, созданием перспективных информационных технологий с использованием нейронных сетей [2].

Для успешной классификации изображений необходима априорная информация о структуре и свойствах объектов на изображении. Если ценность априорной информации весьма мала и изображение имеет альтернативные морфологические объекты, то оно является сложноструктурируемым [4].

Рентгенограммы грудной клетки относятся к классу сложноструктурируемых изображений. Это объясняется тем, что на рентгеновской пленке получается наложение проекций сложных анатомических структур, находящихся на пути рентгеновского излучения [5].

Анализируя известные автоматизированные системы диагностики заболеваний лёгких [1,6], приходим к выводу, что для постановки диагноза необходимо использовать комплексные результаты исследования.

Разработана структура автоматизированной системы диагностики заболеваний лёгких (АСДЗЛ), структурная схема которой представлена на рисунке 1.

В структуру АСДЗЛ входят модули, осуществляющие управление процессом классификации (модули МУПК), в задачи которых входит классификация рентгеновских снимков (модули МКРС) или классификация патологий грудной клетки (МКПГК), а также организация взаимодействия этих модулей с базами данных и с базами знаний.

МУПК, в свою очередь, состоит из модулей, позволяющих:

- осуществлять классификацию рентгеновских снимков по рентгенологическим синдромам (МКРС);
- классифицировать патологии грудной клетки (МКПГК).

Эти модули работают с базами данных, в которых хранятся рентгеновские снимки пациентов (БДРСП), а также результаты клинических исследований (БДКИП), лабораторных исследований (БДЛИП) и инструментальных исследований (БДИИП).

МКРС выполняет функции экспресс – анализатора РС по двум классам: норма – патология, и классификации РС по рентгенологическим синдромам: выделяется девять классов рентгенологической патологии и класс «норма».



Рис. 1. Структура автоматизированной системы диагностики заболеваний легких

МКПГК многофункционален, он осуществляет классификацию пациентов в режиме экспресс – анализа по наличию заболеваний лёгких на два класса: болен – здоров (первый режим).

Второй режим работы МКПГК – подтверждение выдвинутой нозологической гипотезы. Пользователи (врачи) выдвигает гипотезу о наличии заболевания лёгких, а МКПГК либо подтверждает, либо отвергает её. Пользователь может выдвигать столько гипотез (прогнозировать столько заболеваний лёгких), сколько имеется в наличии в базе знаний соответствующих моделей классификаторов заболеваний лёгких.

Третий режим работы МКПГК – постановка диагноза. Число возможных заболеваний лёгких определяется числом соответствующих моделей классификаторов и патологии в базе данных необходимой информации по обследуемому пациенту.

Ядром этой структуры является многоагентный гибридный анализатор изображений (МАГАИ), структурная схема которого приведена на рисунке 2.

МАГАИ включает четыре интеллектуальных агента, ориентированных на анализ РС. На входы этих агентов из БДРСП поступает РС, прошедший обработку агентом предварительной обработки изображения (АПОИ). Цели этой обработки – стандартизировать входное изображение или снизить различия во входных изображениях, связанные с аппаратурой и конституционными особенностями пациента. На выходах агентов МАГАИ имеются два показателя: уверенность, что РИ – норма и уверенность, что РИ – патология.

Каждый агент МАГАИ включает формирователь пространства информативных признаков и блок принятия решения, в качестве которого используется нечеткая нейронная сеть или гибридная нейронная сеть. Модели этих нейронных сетей хранятся в базе знаний и при необходимости, могут быть использованы различные сочетания этих моделей в различных агентах МАГАИ.

На мета – агент поступают выходы агентов МАГАИ, которые анализируются посредством нейронной сети, модели которой извлекается из БЗ. На выходе многоагентного экспресс-анализатора рентгеновских снимков присутствуют два числа в диапазоне $0...1$, характеризующие уверенность в норме и уверенность в патологии РС.

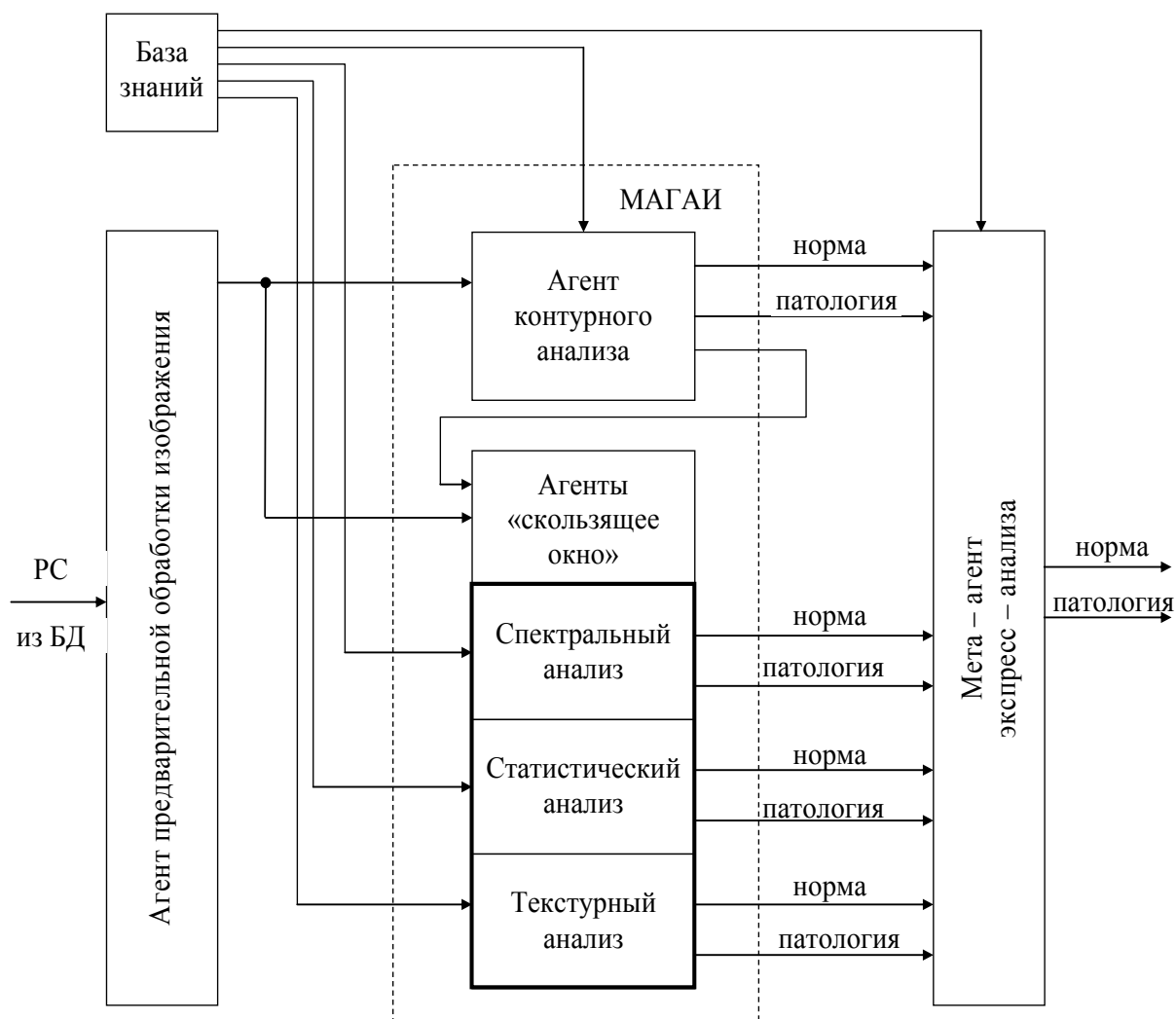


Рис. 2. Структурная схема многоагентного экспресс-анализатора рентгенологических снимков

В результате экспериментальных АРМ получены количественные результаты качества диагностики рентгенологических синдромов. Для формирования обучающих и контрольных выборок использовались рентгеновские снимки и результаты клинических наблюдений больных.

Было исследовано 34 флюорограммы больных пневмонией, для которых характерны синдромы, связанные с нарушением прозрачности легочных тканей: «Обширное (тотальное) снижение прозрачности легочной ткани»; «Субтотальное затемнение»; «Ограниченное затемнение». В качестве контрольной группы использовались флюорограммы пятидесяти пациентов без легочных патологий.

На диаграмме (рисунок 3) представлены результаты анализа заключений по полу и критерию болен – здоров. Последний важен при принятии решения для последующей диспансеризации и дообследования в клинических условиях, если выявляется, что пациент болен, а программа не может указать точный диагноз.

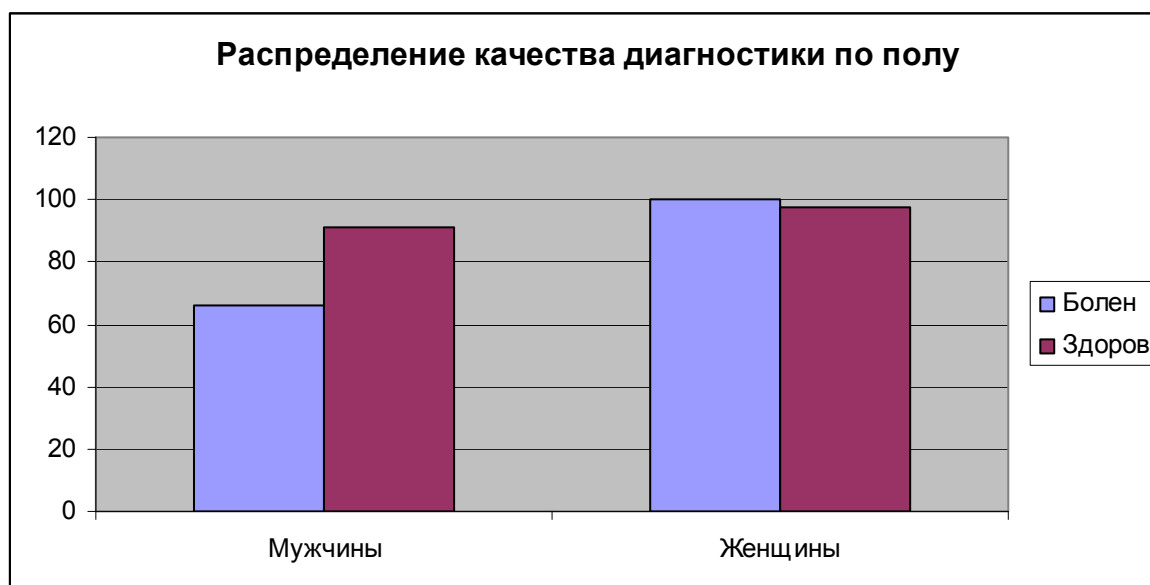


Рис. 3. Совпадений врачебных заключений и АСДЗЛ по критерию болен – здоров

Из рисунка 3 видно, что заключение программы совпадает с врачебным по диагнозу: «патологии не обнаружено» в 91 % случаев у мужчин и 97,5 % – у женщин, «пневмония» более 77 % у мужчин и более 88 % у женщин. Совпадения при заключениях «пневмония» около 66 % у мужчин, 100 % совпадений у женщин, что говорит о хорошей чувствительности решающих модулей, входящих в автоматизированную систему.

Список литературы

1. Безруков Н.С. Автоматизированная система диагностики заболеваний легких/Н.С. Безруков, Е.Л. Еремин, Ю.М. Перельман// Проблемы управления. 2007. №5. С.75-80.
2. Пихлап, С.В. Нечеткие нейросетевые структуры для сегментации изображений глазного дна/ С.В. Пихлап, Р.А. Томакова, С.А. Филист // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т.5. №4. С.42-45.

3. Томакова, Р.А. FPGA-технологии в автоматизированных системах скрининговой диагностики заболеваний легких/ Р.А. Томакова, С.А. Филист, В.А. Степанов, С.М. Чудинов// Вопросы радиоэлектроники. 2014. Т.4. № 1. С.80-88.

4. Томакова, Р.А. Структурно-функциональные решения нечетких нейронных сетей для интеллектуальных систем анализа разнотипных признаков/ Р.А. Томакова, С.А. Филист, В.В. Жилин, С.А. Горбатенко// Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. №1. С. 85-91.

5. Томакова, Р.А. Теоретические основы и методы обработки и анализа микроскопических изображений биоматериалов /Р.А. Томакова, С.А. Филист, С.Г. Емельянов. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т. 2011. – 202с.

6. Чудинов, С.М. Применение устройств FPGA-технологии в автоматизированных системах для сегментации сложноструктурируемых изображений/ С.М. Чудинов, Р.А. Томакова, И.В. Зуев// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2013. Т.28. № 22-1(165). С. 129-134.

ДЕСЯТЬ ШАГОВ УПРАВЛЕНИЯ УСПЕШНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В КОМПАНИИ

Цеховой А.Ф.

директор международного центра проектного управления,
доктор технических наук, профессор,
Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы

Некрасова Н.А.

PhD докторант, магистр экономических наук,
Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы

Аяпбергенова А.Т.

PhD докторант, магистр техники и технологий,
Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы

Некрасова Т.А.

магистрант,
Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы

В статье представлен анализ причин изменений, которые вынуждены предпринимать компании, особенности реакций на различные факторы (внешние и внутренние). Дано описание пяти элементов инициации успешных изменений и десяти шагов, которые необходимо предпринимать, чтобы быть более эффективным в понимании того, как подходить к конкретному изменению, как сделать больше и предпринять более эффективные действия за меньший отрезок времени. Кроме того, изложены задачи, которые должен решать успешный лидер – менеджер проекта изменений.

Ключевые слова: изменения, проактивные изменения, реактивные изменения, лидер изменений, заинтересованные стороны проекта.

*Если вы попали в сложную ситуацию,
не волнуйтесь, она может измениться.
Если вы находитесь в благоприятной ситуации,
не волнуйтесь, она может измениться.
John A. Simone Sr.*

Изменения внешней среды компании, зачастую приводят ее руководство и сотрудников в ступор. Это возникает там, где лидеры не готовы к изменениям и не культивируют стремление всей команды к новому. Зачастую они задают себе вопрос – «Будем ли мы что-то изменять на опережение по собственной инициативе, или дождемся ситуации, когда возникнет крайняя необходимость и мы вынуждены будем принять экстренные меры?».

Осознание, того как изменяя, которые руководство и персонал компании в состоянии произвести могут положительно повлиять на успешность компании в целом, ее положение на рынке, придает положительный импульс всей команде. Изменения могут быть вызваны в ответ на *внешние* факторы или ситуации. В этом случае мы реагируем на изменения. *Реактивные изменения* – изменения, которое мы не желаем, но осознаем, что должны их предпринять. При этом активные изменения мы начинаем в ожидании будущих возможностей или угроз.

Изменение может произойти из-за давления на нас или из-за инициативы с нашей стороны, но в любом случае надо быть готовыми иметь дело с грядущими изменениями. Как мы реагируем – проактивно или реактивно – вот в чем весь смысл? [1, с.73-75].

Изменения могут приобретать различные формы и быть политическими, экономическими, социальными, технологическими, экологическими, правовыми или глобальными. Есть даже такие факторы, которые влияют на изменения, и мы не можем их предвидеть. В то время, как каждая форма изменений приносит уникальные вызовы и возможности, у всех изменений есть аналогичные основные элементы.

Некоторые изменения будут иметь долгосрочные последствия; другие будут только частью большого продолжающегося цикла. Зачастую изменение порождает эффект домино. Одним из примеров является мобильный телефон. Очевидным является то, что *первичные изменения*, которые он обеспечил – более широкие возможности для общения. Однако, *вторичные изменения* вызвали увеличение дорожно-транспортных происшествий, в результате использования сотового телефона во время вождения. Это привело к изменению другого рода – необходимости создания гарнитуры «громкая связь» для салонов автомобилей. За этим изменением последовала необходимость введения законодательных и нормативных актов, которые запрещают говорить по мобильному телефону без устройства громкой связи во время вождения. В данном примере четко прослеживается эффект домино, когда одно изменение влечет изменения в других областях. При этом некоторые изменения проактивные и инновационные, как гарнитура громкой связи. Другие реактивные, как изменения в законодательных актах, касающиеся использования мобильного телефона во время вождения.

Для *управления изменениями* целесообразно выделить 10 шагов, чтобы быть более эффективным в понимании того, как подходить к конкретному изменению, как работать со следующими за ним изменениями, и как сделать больше и предпринять более эффективные действия за меньший отрезок времени. Суть этих шагов заключается в следующем:

- шаг первый – понять, что необходимо изменить;
- шаг второй – оценить влияние изменения;
- шаг третий – сформировать команду и систему управления изменениями;
- шаг четвертый – сформулировать видение перемен;
- шаг пятый – разработать стратегию изменений;
- шаг шестой – получить поддержку команды;
- шаг седьмой – выстроить эффективные коммуникации;
- шаг восьмой – преодолеть испытания/трудности;
- шаг девятый – измерять достигаемые успехи;
- шаг десятый – сделать работу над ошибками.

Рассмотрим более подробно первый шаг – «что изменить?».

Изменение как философская категория характеризует состояние, альтернативное стабильности, переход из одного состояния в другое, смену содержания во времени. В соответствии с локализацией изменений в пространстве и времени выделяют изменения в пространстве (механическое движение) и изменения во времени. Различия в трактовке времени определяют понимание характера изменений: обратимых и необратимых; направленных и ненаправленных; спонтанных, самоорганизованных и организуемых. Любые изменения коррелятивно связаны с чем-то инвариантным, устойчивым, и, наоборот, инвариантные структуры предполагают вариативное, изменчивое.

В то время как термин «изменение» имеет множество определений, нас интересует изменение как *акт трансформации*. Смысл изменений в конкретных ситуациях будет меняться в зависимости от отношения людей к ожидаемым результатам изменений. Одни из них реагируют как на возможность, другие – подавлены и рассматривают изменения как угрозу.

Когда происходят изменения, нужно учитывать следующие аспекты:

- *Гибкость является ключом*. Новый способ работы (бизнес-процесс) приведет к улучшению, но в процессе изменений пробы и ошибки могут занять много времени и отвлечь значительные ресурсы, пока новый способ работы не будет внедрен в компании. Насколько нововведения изменят ситуацию в компании, настолько она будет отличаться от прежней. Некоторые специалисты могут чувствовать необходимость сопричастности изменениям. Они, как правило, стремятся определить свою роль в новом бизнес-процессе. Модель отношения членов команды «*мы в данном изменении вместе*» является ключевым при разрешении проблемных задач в процессе трансформации.

- *Каждый сам за себя*. Люди зачастую воспринимают изменения как игру с нулевым результатом, с победителями и проигравшими. Они стремятся позиционировать себя в ключевых областях за счет других. Они не могут знать насколько все будет лучше или хуже. Но при этом они хотят убедиться,

что именно они получают наибольшие выгоды. Здесь отношение – «*я собираюсь позаботиться о себе, я не намерен заботиться о других, выживают только сильнейшие*». Чтобы преодолеть подобное отношение, люди должны объединиться в команды, чтобы помочь друг другу в достижении успеха.

Обмен информацией в условиях изменений помогает строить отношения в команде и с внешней средой. Задача – довести до всей команды необходимость изменений и предстоящие трудности. Целью является не защита от изменений или избежание их, а *открытость для рисков и выгод*, которые последуют в результате изменений. Лидеры, которые следуют этим канонам, пользуются наибольшим авторитетом, поддержкой и уважением членов команды.

Под давлением новых или развивающихся факторов внешней среды некоторые компании предпочитают занять активную позицию и пытаются инициировать изменения, чтобы *получить конкурентное преимущество*. Именно благодаря активным изменениям они приходят к созданию новых продуктов или услуг. Тогда как, зачастую крупные компании в попытке сохранить статус-кво упускают момент, когда инновации в технологии производства у конкурентов опережают их возможности. В конце концов приходится прибегнуть к активным изменениям, в противном случае они останутся позади. При этом изменения затрагивают не только совершенствование производственных процессов, улучшение деловой практики, но и позиционирование компании в изменяющейся внешней среде.

Целесообразно рассматривать *два вида изменений*: как непрерывный либо как прерывистый (скачкообразный) процесс.

В непрерывном изменении (также известном как непрерывное совершенствование процесса) цель заключается в корректировке системы и процессов постоянно, чтобы получить как можно больше выгод в сравнении с тем, что имеют. Например, производители автомобилей Honda и Ford скорректировали свои производственные линии, чтобы ввести новые функции в своих автомобилях, такие как глобальные системы позиционирования. Эта настройка, делая автомобили отличными от предыдущей версии, не потребовала значительных изменений в процессе производства и относительно легко была внедрена. Люди, как правило, не переживают, когда им приходится иметь дело с этим типом изменений.

Скачкообразное изменение (иногда также называют реинжиниринг) включает в себя значительные изменения в бизнес-процессах и персонале. Относящиеся к первому примеру Honda или Ford могли придумать совершенно иного типа транспортные средства, такие, как гибрид или электромобиль. В данном случае не только основные процессы должны были бы в корне измениться, но и персонал, участвующий в производственном цикле. Вероятно, для выполнения новых функций им понадобилось бы дополнительное обучение, чтобы освоить новые процедуры.

Этот тип изменения, как правило наиболее сложен, поэтому заслуживает особого внимания, но определенные методы применимы к обоим типам рассматриваемых изменений.

В чем же заключается *роль лидера успешных изменений*, который сможет вести процесс трансформации, используя современные инструменты и практики и привести вовлеченных людей к намеченной цели изменений.

Во-первых. Важно знать и понимать общую цель инициации изменения. Именно лидер представляет видение, стратегию и план ее реализации.

Во-вторых. Лидер мотивирует команду на выполнение поставленных задач по изменению.

Роль лидера изменений является динамичной и изменяющейся. Характеристики успешного лидера изменения включают в себя следующее:

- *понимание* – знать состояние конкурентной среды и понимать, что все можно изменить, чтобы быть более успешным и добиться изменения ситуации;

- *видение* – видеть потенциал и будущее, конечные результаты изменений, которых можно добиться;

- *готовность бросить вызов* – оценить путь изменений, чтобы при необходимости бросить вызов существующим методам и процессам, но учитывая прошлый опыт, стремиться сделать то, что необходимо для создания успешного будущего.

- *способность вдохновлять* – помогать сотрудникам понять видение и увидеть выгоду изменения, чтобы обеспечить их поддержку для перемен;

- *изобретательность* – это способность пользоваться инструментами, ресурсами, позволяющими выполнять поставленные цели, а также способность предоставлять другим людям доступ к ресурсам и способам успешного выполнения задач;

- *возможность подавать пример* – модель поведения лидера должна быть такой, какую он хочет видеть от членов команды;

- *эффективные коммуникации* – регулярное общение с различными заинтересованными сторонами. Эффективный лидер чувствует себя комфортно в общении с помощью любых средств коммуникации, прислушивается к «обратной связи» и сделает необходимые выводы;

- *награждение (поощрение) других* – признание хорошей работы. Признание результатов может быть, как материальным, так и моральным. Слишком часто руководители воздерживаются от морального поощрения из-за незнания или боязни того, что люди захотят чего-то большего.

Если лидеру не присущи данные характеристики, то в его поведении, как правило, допускаются ошибки, в результате возникают проблемы в реализации запланированных изменений.

Анализируя изменения, следует отметить, что некоторые изменения происходят быстро, они открыты и очевидны. Другие – занимают длительное время. *Реактивные изменения* состоит из трех основных этапов (рис.1).



Рис. 1. Три основные стадии реактивного изменения

Первый этап вызывает шок, оцепенение, отрицание. Второй этап включает в себя реакцию человека и устойчивость к изменению. Третий этап наступает, когда люди понимают, что изменение неизбежно и начинают действовать. Важно отметить, что во многих случаях люди останавливаются на втором этапе и слабые попытки перейти на следующий этап уменьшают уровень энергии для инициации изменений. Часто отношение «это тоже пройдет» укореняется в культуре компании.

Когда *изменение проактивное*, то также имеют место три стадии, как и в первом случае, но каждый из них в корне отличается (рис. 2).



Рис. 2. Три основные стадии проактивного изменения

На первой стадии имеет место возбуждение, которое побуждает делать что-то новое и необычное, а также обучение и выявление возможностей, которые открываются. Вторая стадия включает в себя стремление выполнить что-то и удовлетворение, которое приходит от выполненных действий и достигнутых результатов. Третья стадия — это осознание того, что индивидуальные и командные действия привели к изменениям. В компаниях, которые постоянно и эффективно реализуют изменения энергетический уровень членов команды возрастет, поскольку они четко осознают, что могут добиться

перемен и знают, каким образом добиться результатов. Если культура компании поддерживает изменения, то сотрудники будут с нетерпением ожидать участия в следующих изменениях.

В чем же заключается ключ к успешному управлению изменениями? Оценивая роль лидера изменений и членов команды, их коллективные навыки, можно увидеть большую разницу в степени успеха компаний в управлении изменениями. Определение и четко сформулированные причины являются ключом для формирования взаимосвязанных целей предстоящих изменений и, в итоге, для достижения успеха. Разработанная стратегия помогает направлять процесс трансформации и людей, вовлеченных в него, к намеченной цели. Попытка инициировать изменения, не имея стратегии, неизбежно приводит к хаосу.

Вовлечение в процесс изменений ключевых заинтересованных сторон будет эффективно при условии, когда им будет понятно, что именно делает их частью данного процесса с самого начала. Данный подход повышает вероятность того, что они будут принимать и поддерживать изменения на протяжении всего жизненного цикла проекта изменений. Для обеспечения управляемости данный проект целесообразно разбить на управляемые шаги и задачи, установить временные рамки и вехи для измерения процесса изменений, подтверждать достижение вех проекта, мотивировать членов команды на поддержку проекта

Исходя из выше изложенного, задачи успешного лидера – менеджера проекта изменений заключаются в следующем:

- построение команды управления проектом;
- подбор членов команды проекта, приверженных и имеющих набор навыков и компетенций, необходимых для достижения целей изменения;
- принятие управленческих решений в рамках проекта;
- доведение до членов команды видения изменений и стратегии достижения целей изменения;
- обеспечение контроля сроков;
- доведение до членов команды понимания того, что они должны сделать, важности предпринимаемых действий, потенциальных выгод и последствий выполненных задач;
- поддержка регулярных коммуникаций;
- привлечение тех, кто способен внести вклад в происходящее, тех, кто будет затронут так или иначе происходящими изменениями. На языке проектного управления – это заинтересованные стороны проекта, интересы которых команда должна знать и получать «обратную связь» на всем жизненном цикле проекта изменений [2, с. 30].
- четкое обозначение прав и полномочий членов команды в процессе трансформации;
- предоставление членам команды инструментов и доступ к ресурсам, чтобы помочь в реализации изменений;
- устранение препятствий и выявление промежуточных достижений;
- мотивация команду на достижение целей трансформации;

- внесение коррективов (изменений) в план управления проектом;
- определение всего того, что должно быть сделано последовательно, и что может быть сделано в сочетании с другими задачами;
- доведение до членов команды подробностей плана управления проектом;
- поощрение устойчивости проекта и компании;
- поддержка членов команды в период вызовов, поиск дополнительных инструментов и ресурсы, чтобы помочь им;
- введение изменений как неотъемлемой части в культуру компании;
- постоянное повышение значения успешного изменения.

Независимо от того, какой тип изменений осуществляется и независимо от размера компании, следует отметить пять элементов инициации успешного изменения:

1. Четкое понимание необходимости перемен. Анализ функционирования компаний показывает, что они, как правило, прибегают к изменениям одним из двух способов: или реактивных или проактивных. Целесообразно изначально добиться общего понимания проблем компании, чтобы инициировать изменения. Без понимания, ради чего должны производиться какие-либо изменения у команды не будет общей цели и конкретного плана ее достижения.

2. Четкий набор целей. Некоторая часть персонала компании будет сопротивляться изменениям, но большая часть будет открыта для них и может даже помочь добиться изменений, при этом понимая свое назначение и потенциальные последствия. Лидеры компании, поддерживая лидеров изменений, должны информировать персонал о конечной цели изменений и как ее достичь. Субъектам, которых затронут изменениями нужна четкая информация о том, как, почему и когда.

3. Объяснение рисков и выгод. Наряду с указанием целей и планов для их достижения, необходимо объяснить потенциальные риски и выгоды для всех участников процесса изменений.

4. Постоянные коммуникации. Регулярный обмен информацией важен. Если люди не получают никакой информации от руководства, то они получают ее другим способом и, зачастую, в искаженном виде. Лидеры организации должны быть готовы принять и ответить на вопросы, которые им задаются. Доверие лидеру очень важно. Без доверия влияние лидера сокращается с геометрической прогрессией и авторитарный метод руководства при этом – только временная мера. Сотрудники не будут слепо следовать за таким лидером, а напротив, перейдут в противостояние ему просто потому, что он не говорит им всю правду, или даже лжет. В такой ситуации выход один – поделиться достоверной информацией о возможных рисках и обозначить ожидаемые выгоды для членов команды.

5. Информирование о результатах на постоянной основе. Люди хотят знать, в каком состоянии их компания в текущий момент, и как изменения по-

вливают на них и качество их жизни. Люди различаются по уровню «потребности знать». Но даже если это минимальный уровень, большинство из них хотели бы быть проинформированы. Поэтому очень важно выстроить систему коммуникаций в ходе реализации проекта изменений. Отчеты (доклады) должны быть регулярными. Даже еженедельные отчеты о том, что изменения незначительные лучше, чем отсутствие докладов длительное время.

К ошибкам лидера компании и лидера изменений, которые являются причиной неудачи трансформации относятся:

- руководству достаточно того, что кто-то поддерживает инициативу изменений;
- не четкое видение будущего;
- позволяют людям поверить, что изменение – это один из возможных вариантов, а не требование времени;
- делают упор на решении сиюминутных задач, а не на достижении стратегических целей;
- делают особый акцент на обобщении возможных проблем в случае инициации изменений;
- неспособность отмечать/вознаграждать первые успехи трансформации.

Эти подводные камни нужно иметь в виду при построении стратегии и плана изменений.

Как отмечалось выше изменения происходят несколькими способами. Для прояснения позиции компании по отношению к причинам изменений целесообразно ответить на ряд вопросов:

- Какие причины инициации изменений?
- Как они повлияют на то, что вы делаете сегодня?
- Какие альтернативы существуют и каковы возможности и последствия, которые следуют за ними?
- На сколько четко определены цели инициации изменений?
- Есть ли понимание у персонала их роли, рисков и выгод, которые прейдут с изменениями?
- Вы определили, кто будет выполнять роль лидера изменений, чтобы помочь другим пройти через это?
- С точки зрения коммуникаций, что лидер намерен предпринять, чтобы добиться целей изменений и как он будет информировать участников процесс?

Чтобы дать ответы на вопросы, что происходит вокруг компании и как на это влияет то, что делает ее лидер, предлагается ответить на пять вопросов:

- Что изменяется?
- Каково влияние на лидера компании?
- Что лидер компании можете предпринять?
- Видит ли лидер какие-либо закономерности или тенденции?
- В чем они заключаются?

Рекомендуется первоначально проводить данный опрос в компании, а затем с другими заинтересованными сторонами, которые могут повлиять, на то, что делает компания и ее лидер. В процесс анализа целесообразно включить конкурентов, отношения с деловыми партнерами, используемые технологии, нормативно-законодательные акты, варианты финансирования и глобальные факторы.

Список литературы

1. Кови С. Семь навыков высоко-эффективных людей: мощные инструменты развития личности. 6-е издание. – М.: изд-во Альпина Паблишерз, 2011. – 374 с. С 73-75.
2. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®). Пятое издание. Pennsylvania, USA: изд-во Project Management Institute, 2013. – 584 с. – С.30.

ИНТЕРФЕЙС РЕАЛЬНО-ВИРТУАЛЬНОГО СБОРОЧНО-СОРТИРОВОЧНОГО СТЕНДА

Шереметьев С.В.

начальник отдела станки с ЧПУ и роботы,
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Россия, г. Челябинск

Сироткин А.А.

зам. начальника отдела Станки с ЧПУ и роботы,
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Россия, г. Челябинск

Мазеин П.Г.

профессор кафедры «Технология машиностроения», д.т.н., профессор,
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Россия, г. Челябинск

Представлен интерфейс управления виртуально-реальным учебным стендом для сборочно-сортировочных операций на базе робота техническим зрением и компьютерной системой управления.

Ключевые слова: робот, сборка, сортировка, техническое зрение, интерфейс управления реальным и виртуальным стендом.

Для управления виртуальным и реальным сборочно-сортировочными лабораторными стендами [1, 2] разработано универсальное модульное программное обеспечение. В данном стенде модуль управления роботом является главным и позволяет оперировать дополнительными модулями. Переключение между модулями при наладке осуществляется нажатием на кнопку “Станок”, расположенной в верхней части экрана, посередине. Появляется выпадающий список, где предоставляется возможность выбрать интересующий Вас модуль (например, станок) (рис. 1). Зеленым цветом обозначаются модули, которые подключены.

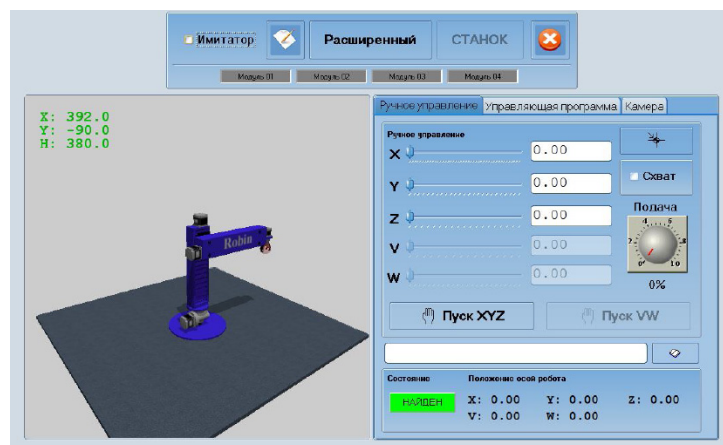


Рис. 1. Интерфейс программы

Рассмотрим пример сборочной операции.

Задание: выполняя программирование и наладку стенда необходимо обеспечить сборку узла их трех деталей. Последовательность действий и их результаты показаны на рис. 2-4:

- вывод робота в ноль,
- выполнение УП: захват и перемещение детали № 2 в позицию сборки (рис. 2), захват и перемещение детали №1 в позицию сборки (рис. 3, 4), возврат робота в ноль.



Рис. 2. Исходное положение сборочных элементов

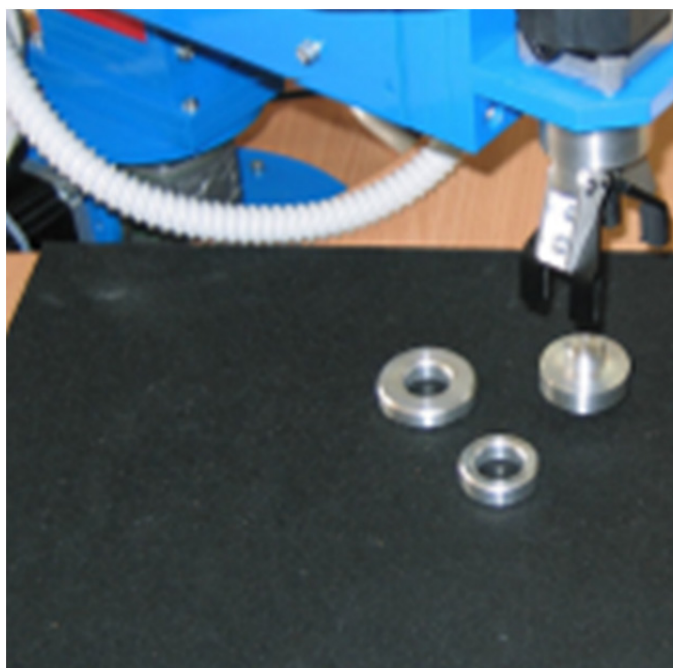


Рис. 3. Схват в позиции над элементом №2

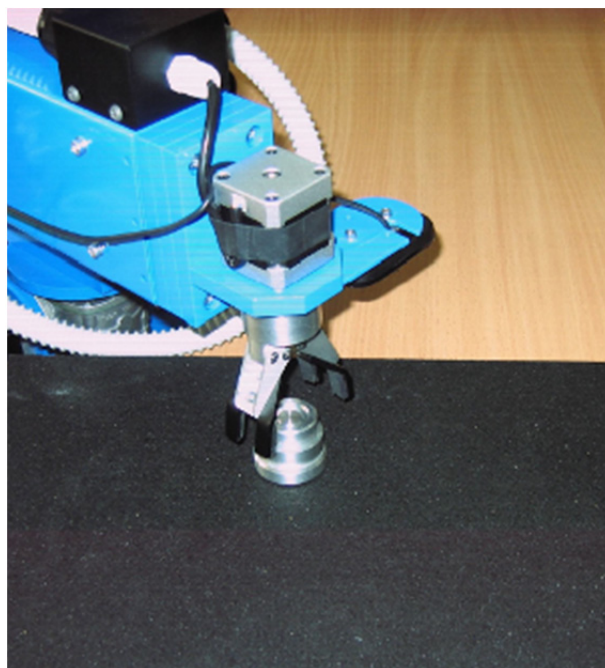


Рис. 4. Последний этап сборки

Стенд позволяет:

- изучать конструкцию 3-х степенного электромеханического робота.
- изучать систему управления.
- Изучать принципы построения систем управления роботами класса PCNC и промышленных аналогов.
- Проводить измерения режимов работы приводов, исследовать циклограммы рабочих процессов.
- Изучать программирование робота.
- Изучать работу шагового электропривода, точностные и динамические характеристики.

В результате обеспечивается несколько профессиональных компетенций.

Список литературы

1. Мазеин, П.Г. Учебный минигабаритный токарный станок модели НТС-1 с компьютерным управлением / П.Г. Мазеин, С.С. Панов, С.В. Шереметьев и др.: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 148 с.
2. Мазеин, П.Г. Роботизированные стенды с компьютерным управлением: программирование, наладка, функционирование//П.Г. Мазеин, Л.Н. Петрова, С.С. Панов. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 (ISBN: 978-3-659-19316-3). – 64 с.

ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЯ В РАМКАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭТАПА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Шохрина Н.В.

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

В статье рассмотрен алгоритм формирования инженерных характеристик изделий в рамках интегрированной методологии управления качеством этапа проектирования.

Ключевые слова: инженерная характеристика, показатель качества, интегрированная методология управления качеством, экспертная оценка.

Определяющим управленческим решением при разработке нового изделия или модернизации имеющегося является установление требований к составу и значениям его показателей качества (инженерных характеристик) [1].

Нерегламентированный процесс определения инженерных характеристик изделия можно отнести к недостатку методологии развертывания функции качества [7].

Порядок процесса формирования показателей качества изделий в рамках интегрированной методологии управления качеством этапа проектирования соответствует алгоритму, представленному на рисунке 1.

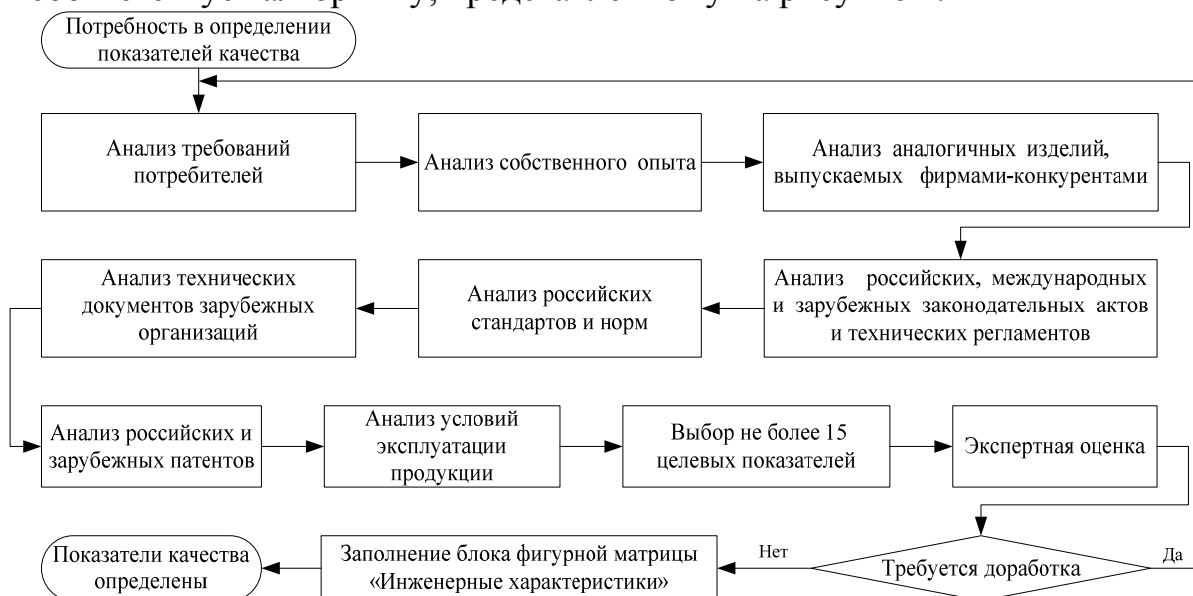


Рис. 1 Алгоритм процесса формирования показателей качества изделий

Первым этапом формирования Инженерных характеристик является процесс анализа блока фигурной матрицы «Требования заказчика».

Далее экспертная группа анализирует собственный опыт проектирования, производства и поставок аналогичной продукции. На данном этапе необходимо произвести оценку следующих критериев: – удовлетворенность потребителей уже выпускаемой схожей продукцией; – уровень соответствия

установленных для уже выпускаемой продукции требований к качеству, в том числе по уровню дефектности, и требований заказчика.

В состав экспертной группы должны входить проектировщики и маркетологи. Члены экспертной группы осуществляют процесс принятия решений методом экспертных оценок [6].

На следующем этапе группе экспертов необходимо проанализировать показатели качества аналогичной продукции, выпускаемой фирмами-конкурентами [5]. К ним относятся не только такие показатели, как надежность, безопасность, производительность или энергопотребление, но и характеристики дефектности, отказы и аварии при эксплуатации [4].

На четвертом этапе осуществляется анализ обязательных требований к проектируемой продукции, установленных в отечественных, международных и зарубежных законодательных актах и технических регламентах, включающий в себя оценку требований к разрабатываемой продукции. Чаще всего подобные требования распространяются на следующие аспекты: – безопасность здоровья изготовителей и потребителей, – охрана окружающей среды, – защита информации, – взаимозаменяемость; – обеспечение единства результатов контроля, в том числе измерений и испытаний; – условия использования эксплуатации продукции [3].

Далее необходимо проанализировать показатели качества для проектируемой продукции, установленные в российских стандартах и нормах.

На данном этапе следует оценить применимость требований следующих нормативных документов: – национальные стандарты, рекомендуемые основные показатели качества, включая показатели назначения, безопасности, надежности, требования к условиям хранения и транспортировки; – технические нормы, например, СНиП и СанПиН; – система стандартов, устанавливающая состав нормативных показателей качества многих видов продукции (Система показателей качества – СПКП).

На следующем этапе осуществляется анализ показателей качества, установленных для аналогичной продукции в технических документах зарубежных организаций (стандартах, спецификациях и т.п.), таких как: – Международная организация по стандартизации; – Европейская организация по стандартизации; – Международная электротехническая комиссия; – Международная организация труда; – Всемирная организация здравоохранения; – Европейская экономическая комиссия ООН.

На данном этапе также следует проанализировать требования к продукции, предъявляемые стандартами возможных стран-импортеров данного вида продукции и произвести оценку показателей качества подобных изделий российских и зарубежных патентов.

Далее группе проектировщиков необходимо определить и проанализировать условия эксплуатации изделия, например: – состав окружающей среды (грунт, жидкость, газ и т.д.), – характеристики окружающей среды (температура, давление, влажность, коррозионное воздействие, радиация и т.д.), – режимы функционирования, включая режимы рабочих процессов и режимы работы и остановок; – воздействия, возникающие при функционировании

(вибрация, шум, радиация, давление, температура и т.п.),- режимы транспортирования,- режимы хранения, – оценка внешних воздействующих факторов (ВВФ).

Заключительным этапом сбора информации для определения инженерных характеристик является экспертная оценка, заключающаяся в отборе целевых 10-15 показателей качества [2]. Таким образом формируется блок «Инженерные характеристики» фигурной матрицы интегрированной методологии управления качеством этапа проектирования.

Выбор целевых инженерных характеристик изделия является важным проектным решением, обеспечивающим надлежащее качество продукции в соответствии с требованиями заказчика.

Список литературы

1. 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.
2. Гришина Т.Г. Обоснованность принятия решений при управлении автоматизированным производством // Вестник МГТУ «Станкин». Научный рецензируемый журнал. – 2012. – № 3 (21) – С. 70-75.
3. Рахутин Г.С. Концепция разработки унифицированной системы показателей качества // Стандарты и качество. – 2004. – №1. – С. 86-88.
4. Тавер Е.И. Анализ информации для установления показателей качества // Управление качеством. – 2006. – № 12 – С. 46 – 50.
5. Феофанов А.Н., Еленева Ю.Я., Гришина Т.Г., Схиртладзе А.Г., Негримовская Н.П. Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения предприятий машиностроения: Учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия». – 2014 – 144 с.
6. Хвастунов Р.М., Феофанов А.Н., Корнеева В.М., Нахапетян Е.Г. Квалиметрия в машиностроении: учебник. М.: Издательство «Экзамен». – 2009. – 285, [3] с.
7. Шохрина Н. В., Феофанов А. Н. Автоматизация этапа проектирования производства за счет применения методологии разворачивания функции качества. – М.: Ж. Технология машиностроения. – 2015. – №5 (155) – С. 89-92.

Для заметок

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов
по материалам VI Международной научно-практической
конференции

г. Белгород, 30 сентября 2015 г.

В десяти частях
Часть II

Подписано в печать 09.10.2015. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,37. Тираж 100 экз. Заказ 177

ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1

ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а