

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова**

**Российская академия им. К.Э. Циолковского –
РАКЦ (Санкт-Петербургское отделение)**



МОЛОДЕЖЬ. ТЕХНИКА. КОСМОС

**Тезисы докладов X Общероссийской молодежной
научно-технической конференции**

**Секция «Системы управления и информационные технологии»
Секция «Радиотехника и схемотехника»
Секция «Робототехника и мехатроника»**

**Санкт-Петербург, Россия
18 – 20 апреля 2018 года**

Библиотека журнал «Военмех. Вестник БГТУ», №46

**Санкт-Петербург
2018**

М75

Молодёжь. Техника. Космос: материалы X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Том 3 / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., БГТУ «Военмех», Изд-во «Инфо-Да», 2018. – 80 с. (Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», №46). ISBN 978-5-94652-575-6

Публикуются тезисы докладов из числа заслушанных на X Общероссийской молодежной научно-технической конференции «Молодёжь. Техника. Космос», которая прошла 18-20 апреля 2018 года в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова (г.Санкт-Петербург).

Материалы сборника охватывают вопросы ракетостроения (проектирование, конструирование, технология производства), аэродинамики и динамики полета, информационных технологий, подготовки кадров для аэрокосмической отрасли.

Для инженерных и научных специалистов, работающих в указанных направлениях, а также для студентов старших курсов и аспирантов профильных вузов.

Отзывы направлять по адресу: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., д. 1. Редакция журнала «Военмех. Вестник БГТУ».

УДК 623.4 : 629.78

Редакционный совет: д-р техн. наук, проф. *К. М. Иванов*, д-р техн. наук, проф. *В. А. Бородавкин*, канд. техн. наук, доц. *А. А. Левихин*, ст. преп. *К. А. Афанасьев*, доц. *М. Н. Охочинский*, ст. преп. *С. А. Чириков*, *А. В. Побелянский*

Ответственный редактор журнала «Военмех. Вестник БГТУ»

М. Н. Охочинский

Подготовка сборника к изданию – *А. В. Побелянский*

Все материалы опубликованы в авторской редакции

ISBN 978-5-94652-577-0

ISBN 978-5-94652-575-6

© БГТУ «Военмех», 2018

© Авторы, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Алексеева М.В., Вильданов Р.Р. СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ ДЛЯ НАНО- И МИКРОСПУТНИКОВ ДЛИТЕЛЬНОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ.....	8
Антипова С.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННО-ИГРОВЫХ АЛГОРИТМОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК (СИЛ).....	8
Бабич Н. А. ПАТТЕРНО-ВОЛНОВАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОНА.....	9
Балагурин П. С. СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	9
Бондарев Е. С. ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННУЮ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ СРЕДУ ПРИ ПОМОЩИ LMS MOODLE.....	10
Волошин М. И., Чернухин К.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТА, СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА – TECHNOLOGICS.....	11
Гаврютин Н.Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА-КОСМОНАВТА.....	12
Гаврютина А.А. ВЫБОР ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВЕБ-СТРАНИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК.....	12
Горбачев А. А., Сидоренков Д.В., Михайлов В.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА.....	13
Гусейнов В.Г. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МАССИВОВ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ POSTGIS.....	14
Денев М.К., Рамзаев Е.В, Никитин А.В. АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ АЭРОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА СТОЯНКЕ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА.....	14
Денисенко А.И., Марков А.В. ПОВЕРКА ЧАСТОТНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАДАНИЯ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ.....	15
Докучаева А. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА «СВЕРХКОРРЕЛЯЦИИ» НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ УПРОЩЕННОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	16
Долгова Т.В., Алпаров А.У. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ШИМ В СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	17
Ермоленко А. И. КОМПЕНСАЦИЯ СКОРОСТНОЙ ОШИБКИ И ОШИБКИ ПО УСКОРЕНИЮ ЦИФРОВОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВЫСОКОМ ТЕМПЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАССОГЛАСОВАНИЯ.....	18
Ершов А. Ю., Тяпкин В. Н. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АДАПТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.....	19

Ефремов Н. Ю., Хюннев Ф. А. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	20
Зенченко М.В., Плавник Г.Г. СТАБИЛИЗАЦИЯ УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	20
С.Д. Зорин, С.А. Карпов МЕТОД ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗА ПРЕДЕЛАМИ НАЗНАЧЕННОГО СРОКА СЛУЖБЫ.....	21
Иванов И.А., Антропов Н.Р. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОТРАБОТКИ И ТЕСТИРОВАНИЯ БОРТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.....	22
Иноземцев С.А., Ким А.А ПРИМЕНЕНИЕ БРЭГГОВСКИХ СЕНСОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	23
Канаев А. К., Субботин Д. В. МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОТОВНОСТИ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ	24
Кимсанбаев К.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПРОДУКТОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ.....	25
Кисляков И. А. ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА РАЗВИТИЕ МОЛОДЕЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	26
Ковалев В.С. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СЛЕДОВ САМОЛЕТА ИМПУЛЬСНЫМ ВЕТРОВЫМ ЛИДАРОМ.....	26
Кондрашина Е.С. МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСАДКОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛИДАРОМНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.....	27
Кошкин Д.В., Семьяшкнна М.А. МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ МАНЕВРИРОВАНИИ ОБЪЕКТА.....	27
Кумарин А.А., Кузнецов А.В., Макарьянц Г.М. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕНДОВОГО СИМУЛЯТОРА РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЕГО СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	28
Лагуткин Н.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ЛИЦЕНЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	29
Ломаев Ю.С., Толстых А.В. МОДИФИКАЦИЯ ПОДХОДОВ К ПРОВЕДЕНИЮ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БОРТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	30
Магомедов И.Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ДОКУМЕНТА С ШАБЛОНОМ.....	31
Мальцев А. С., Мамонова К. Е., Шекочихин Т. П. ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ И ROS.....	32
Митюшов А.И., Островский К.А. УСТРОЙСТВО ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК ПРИ ОДНОКРАТНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ.....	33
Мишина О.А., Попов А.В. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ.....	34
Мишина О.А., Харитонов А.С. ОЦЕНКА РАЗДЕЛИМОСТИ ОБУЧАЮЩИХ ВЫБОРОК НА ОСНОВЕ ЕВКЛИДОВОГО РАССТОЯНИЯ В МЕТОДАХ ДЕШИФРИРОВАНИЯ СНИМКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	35

Арипова О.В., Монастырских В.В. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	36
Комаров К. А., Мягкий А. И. ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КАЛИБРОВКИ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ ПРИВОДОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ В НАЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ.....	37
Сементин В.В., Сергеев А.А ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ С ПЫЛЕВЫХ МАКРОЧАСТИЦ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОРОТКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ.....	37
Симатов Д.С., Кудрявцев А.В. РАЗРАБОТКА РЕДУКТОРА НА ОСНОВЕ ПЛАНЕТАРНОЙ КОНИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРЕЦЕССИРУЮЩИМ САТЕЛЛИТОМ.....	38
Смирнов М. Ю., Царева А. А., Задорина Н. А. АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ.....	39
Смоляков Р. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В CASE- СИСТЕМАХ IBM RATIONAL И BPWIN.....	40
Сычев В.С. ВНЕДРЕНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА КАРАГАНДИНСКОМ ЛИТЕЙНО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЗАВОДЕ ТОО «MAKER».....	41
Сюбаев А.А. АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ СИСТЕМЫ TECHNOLOGICS.....	42
Царева А.А., Задорина Н. А., Барашков В. М. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХЭТАПНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	42
Цыганов М.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОЗАПРАВКИ В ВОЗДУХЕ.....	43
Цыганов М.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДОЗАПРАВКИ В ВОЗДУХЕ.....	44
Штеренберг С. И. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ – SSP_AI 3.0.....	45
Юрченко В.В., Никонова Т.Ю., Ибрагимова А.А. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ TEAMCENTER НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	45
<u>СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИКА И СХЕМОТЕХНИКА»</u>	
Балезин А.В. К ВОПРОСУ О ИМИТАТОРАХ АКТИВНЫХ ПОМЕХ.....	47
Беляев М.В., Сергушев А.Г. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОДУЛЯ PLC PLCRF-МОДЕМА ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ.....	47
Великанов Е.М. ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ.....	48
Гаврилова Ю. И. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ РЕФЛЕКТОРОВ.....	48

Гордеев Д.Д. ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ФОТОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ ПАНЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ЛИНЕЙНЫМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ.....	49
Густов В.В. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО СЪЕМА АКУСТИЧЕСКОЙ (РЕЧЕВОЙ) ИНФОРМАЦИИ.....	50
Жданов А.С., Сухов Т. М. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ КОДИРОВАНИИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПОСТОЯННОЙ ЦВЕТОВОЙ ЯРКОСТИ.....	50
Каримов Д.Р., Садрисламов Н.С. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ВУ-6АД.....	51
Каюмов А. И., Вафин Р. И. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ В АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ...	52
Ким А. А., Поначевная И.Ф. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОЛНОВОДА.....	53
Лосев А. П. АНАЛОГОВЫЙ СИНТЕЗ ЗВУКА И АНАЛОГОВАЯ ОБРАБОТКА ЗВУКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ.....	54
Милевский П.А, Иванов В.Ю, Лолято А.П. МОДЕРНИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ВУЛКАНИЗАЦИОННОГО ПРЕССА 250-600 2Э.....	55
Сахарова А. В., Никонов А. А. ПОДХОДЫ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ.....	56
Сахарова А. В., Никонов А. А. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ВЕТРОВЫХ КОГЕРЕНТНЫХ ДОПЛЕРОВСКИХ ЛИДАРОВ.....	57
Перепелкин В.М., Веселов О.В. ПОЛУНАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭМС ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В СРЕДЕ МАТЛАВ.....	58
Петров А.А., Каримов А.Р., Муфаздалов И.Р., Ахмадеев Р.Д. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ОБРАТНОГО ТОКА НА ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ.....	59
Сердюков А.Ю. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ С ПРАКТИЧЕСКИ РАВНОМЕРНЫМ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ДЛЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	60
Шевцова Ю.О. АЛГОРИТМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, СОПРОВОЖДАЕМЫХ РАЗЛИЧНЫМИ РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ СТАНЦИЯМИ, НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТРАЕКТОРНЫХ ДАННЫХ.....	60

СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИКА И МЕХАТРОНИКА»

Арбиев А.М. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЭКСТРУЗИИ В 3D ПЕЧАТИ МЕТОДОМ FDM.....	62
Акулов О.И., Романенко И.А., Целищев И.А., Широбоков О.В. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ГЕКСАПОДА.....	62
Алексеев А.А, Коротков Е.Б., Слободзян Н.С., Горбунов А.В. ЛИНЕЙНЫЙ ПРИВОД ГЕКСАПОДА С ФУНКЦИЕЙ АКТИВНОГО ВИБРОАШЕНИЯ.....	63
Бабичев А.В., Спиридонов Д.В. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОЛЕБАНИЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ.....	64

Баталов А. В., Немонтов В. А. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА МОБИЛЬНОГО РОБОТА.....	64
Батенькин В. В., Коновалов Г.Г. РАЗРАБОТКА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ОПТИЧЕСКОГО ТИПА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СО2.....	65
Глухих А.И., Желтышев О.И., Зыбина В.В, Турбов А.О. СТЕНД ДЛЯ ОТРАБОТКИ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЯ СТРАГИВАНИЯ ШТОКА ЛИНЕЙНОГО ПРИВОДА.....	66
Гончаров В.О., Коротков Е.Б., Слободзян Н.С., Четвертухин А.В. СИСТЕМА БЕЗДАТЧИКОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ ПРИВОДОМ.....	66
Григорьев И.О. МАНИПУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА.....	67
Гришкевич И. О., Мухаммедов С. Н., Плохотнюк А. И., Савельев Б. Н. НАГРУЖАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ЛИНЕЙНЫХ ПРИВОДОВ.....	68
Желтышев О.И., Тимофеева В.И., Джгамадзе Г.Т. МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ГЕКСАПОДОМ.....	68
Жигулина Ю.В., Киев А.В., Киселев А.А., Надежин М.И. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕКСАПОДОМ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	69
Заворохин С.В. СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ.....	70
Загородний И.А. ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О РОБОТОТЕХНИКЕ У ДЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ С КОНСТРУКТОРАМИ LEGO WEDO 1.0, LEGO WEDO 2.0.....	70
Зайцев А.А. ОЧУВСТВЛЕНИЕ И ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ АНТРОПОМОРФНЫМ РОБОТОМ НА БАЗЕ РЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ И АКСЕЛЕРОМЕТРОВ.....	71
Кабанен И.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТРОПОМОРФНЫХ РОБОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛОВЫХ ОБОЛОЧКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	72
Кобзев А.А., Лекарева А. В., Сидорова О. С. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СИСТЕМАХ С КОМПЛЕМЕНТАРНОЙКОРРЕКЦИЕЙ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	73
Кобзев А.А., О. С. Сидорова, А. В. Лекарева БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РУКИ ОПЕРАТОРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	74
Коптелова К.В, Мишулин Ю.Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА.....	75
Туркина Н. Р., Гунченко С. А. РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	76
Уварова Н.А. ЗНАЧЕНИЕ РОБОТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	77

УДК 629.783

СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ ДЛЯ НАНО- И МИКРОСПУТНИКОВ ДЛИТЕЛЬНОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ**Алексеева М.В., Вильданов Р.Р.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

В наше время большую популярность стали приобретать нано- и микроспутники. Благодаря их относительно небольшой стоимости и доступности комплектующих у многих университетов, школ и частных компаний появилась возможность проводить собственные исследования в космической сфере. Как правило нано- и микроспутники используются для отработки новейших технологий, методов и программно-аппаратных решений, экологического мониторинга, исследования геофизических полей и астрономических наблюдений. Очевидным преимуществом использования малых космических аппаратов является возможность создания многоспутниковых орбитальных группировок, которые обеспечивают непрерывное зондирование Земли. Достоинством таких систем является высокая живучесть, надежность и высокая частота просмотра любого района Земли.

Большую роль в научных космических исследованиях играет определение углового положения спутника относительно исследуемой области, вследствие чего встает вопрос о разработке эффективного комплекса системы ориентации. Как правило, в подобных системах в качестве исполнительных устройств используются силовые гироскопы, маховики и магнитные соленоиды, а в качестве датчиков – звездные и солнечные датчики. Нано- и микроспутники сильно ограничены в размерах и массе, поэтому при длительной эксплуатации отпадает возможность использования устройств стабилизации, основанных на отбросе рабочей массы. В данном случае достаточно эффективным будет использование гравитационной системы стабилизации с выдвинутой штангой, которая ориентирует одну из осей по местной земной вертикали. Она позволяет значительно упростить бортовую систему ориентации и стабилизации. Еще одним вариантом является использование ионного двигателя, в основе которого лежит создание реактивной тяги за счет выбрасываемых им ионов, получаемых посредством выработки электричества от солнечных батарей, установленных на борту спутника.

УДК 004.94

**ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННО-ИГРОВЫХ
АЛГОРИТМОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК (СИЛ)****Антипова С.А.***Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева*

В статье рассмотрены вопросы применения автоматизированных систем, а также инструментальных средств имитационного моделирования при организации управления материально-техническим обеспечением войск (сил). Обусловлена целесообразность применения имитационных моделей процессов по видам обеспечения. Определены основные задачи по разработке научно-методического аппарата построения имитационных моделей. Современная технология имитационного моделирования должна стать важнейшим инструментарием исследования процессов материально-технического обеспечения ВС РФ и других войск в целях повышения его эффективности. Применение теоретико-игровых алгоритмов призвано повысить оперативность управления силами и средствами системы МТО в условиях возрастания информационных, психологических нагрузок и высокой динамики изменения ситуации в ходе подготовки и ведения боевых действий, обеспечить эффективную поддержку принятия решений. Этим обусловлена актуальность проведения исследований в области разработки и применения автоматизированных систем поддержки принятия решений (СППР) на различных уровнях управления в системе МТО войск (сил).

Большинство современных моделей обеспечения основаны именно на теоретико-вероятностных конструкциях, при этом применимость методов теории вероятностей для исследования может быть обоснована лишь эмпирически на основе анализа статистической устойчивости описываемых процессов. В то время как особенностью имитационного моделирования является воспроизводимость процессов, представление моделируемых объектов в режиме реального времени. Важным фактором является адекватная логика операций с сохранением поведенческих

свойств (последовательности чередования во времени событий, происходящих в системе), т.е. динамики взаимодействий агентов.

Использование имитирующих алгоритмов, моделирующих многоагентную систему (роевый, имитации отжига, классический жадный алгоритм и др.), разработка отечественных платформ имитационного моделирования реальный шаг к повышению эффективности управления системой МТО войск (сил).

Применение имитационно-игровых алгоритмов предполагает внедрение оперативно-математических моделей функционирования системы МТО и ее подсистем по видам обеспечения (материального, транспортного, технического и др.), позволяющие моделировать в различном масштабе времени процессы материально-технического обеспечения группировок войск (сил) в едином боевом пространстве с учетом особенностей окружающей среды и складывающейся стратегической, оперативной и тактической обстановки. Кроме того, имитационные модели могут использоваться при обосновании программ развития инфраструктуры МТО с учетом прогнозов развития вооружения, военной и специальной техники МТО иностранных государств, в том числе форм и способов их боевого применения.

УДК 004.8

ПАТТЕРНО-ВОЛНОВАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОНА

Бабич Н. А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Последние несколько лет темы интеллектуальных алгоритмов, машинного обучения и машинного зрения стали очень популярны. Несмотря на то, что первая модель искусственной нейронной сети появилась ещё в прошлом веке (персептрон Розенблатта, 1957 год), исследователи до сих пор находят всё новые способы их применения, создают их модификации, применяют новые методы к их построению, конфигурированию и обработке результатов их работы. Однако, модели нейронов, используемые в искусственных нейронных сетях (в том числе и современных), довольно примитивны. Чаще всего они представляют из себя всего лишь сумматор и функцию активации. Функционирование искусственной нейронной сети, построенной на таких моделях нейронов, сводится к подбору весовых коэффициентов. Принцип действия, описываемый в таких моделях нейронов, существенно отличается от того, который заложен в биологических нейронах, следовательно, теряется большая часть их характеристик. К одним из основных задач, решаемых искусственными нейронными сетями – задачам ассоциативной памяти и классификации объектов по признакам, может быть применён принципиально новый подход.

С целью исследования возможности использования предлагаемой архитектуры искусственного нейрона для решения этих задач и выявления достоинств данного подхода должна быть построена математическая модель, отражающая основные принципы функционирования биологического нейрона. Должны быть описаны математические выражения, отражающие поступление нейромедиатора с синапса, закон распространения нейромедиатора внутри нейрона, и его влияние на рецепторы. По математической модели должна быть получена программная реализация. Поскольку выражения, входящие в состав математической модели, имеют высокую вычислительную сложность, необходимо предусмотреть возможность параллельного выполнения алгоритма в рамках программной реализации. Принцип работы модели должен быть наглядно проиллюстрирован, а также описана соответствующая терминология.

УДК 519.222

СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Балагурин П. С.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Построение стохастических моделей динамических систем и применение статистического имитационного моделирования позволяет оценить показатели качества систем в условиях влияния случайных и неопределенных факторов. Моделирование представляет собой проведение некоторого количества опытов с данной моделью. Каждый опыт — это решение модели численным методом на некотором временном интервале. Так как требуемое число опытов прямо пропорционально

дисперсии и обратно пропорционально квадрату погрешности, то при заданной допустимой погрешности уменьшение дисперсии приведет и к уменьшению количества опытов.

Существует много методов ускоренного статистического моделирования, то есть методов уменьшения дисперсии оценки. Например, метод выделения главной части, метод расслоенной выборки (выборка по группам), комбинированный метод, содержащий в себе два предыдущих метода. Модель динамической системы задается в виде системы уравнений

$$\dot{X}_i(t) = \varphi_i(X(t), t, V), \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

где $X(t) = (X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t))$ — вектор переменных состояния системы; $V = (V_1, V_2, \dots, V_m)$ — вектор случайных параметров.

В методе выделения главной части решение системы $X_1(t, V)$ заменяют приближенным выражением $Y(t, V)$, удобным для аналитических преобразований. Вводится новая переменная $Z(t, V) = X_1(t, V) - Y(t, V)$, а в системе уравнений X_1 заменяется на $Z(t, V) + Y(t, V)$. Если главную часть $Y(t, V)$ выбрать удачно, то дисперсия $Z(t, V)$ будет намного меньше, чем для $X_1(t, V)$, а вследствие количество опытов также будет меньше.

В методе расслоенной выборки область G возможных значений случайного вектора разбивается на K непересекающихся областей и для каждой данной области проводится статистическое моделирование. Если удачно разбить на области и удачно выбрать соотношение количества опытов для каждой области, то дисперсия может быть значительно снижена.

Комбинированный метод заключает в себе предыдущие методы, т.е. область G возможных значений случайного вектора также разбивается на области, но моделирование осуществляется с заменой решения системы на $Z(t, V) + Y(t, V)$, как происходило в методе выделения главной части. В данном методе дисперсия и количество опытов могут быть получены намного меньше, чем отдельно в методе выделения главной части и методе расслоенной выборки.

УДК 004.415.2

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННУЮ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ СРЕДУ ПРИ ПОМОЩИ LMS MOODLE

Бондарев Е. С.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Согласно ФГОС ВО [1] для реализации обучения необходимо наличие у организации электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). ЭИОС должна обеспечивать: доступ к учебным планам и рабочим программам дисциплин, фиксацию хода образовательного процесса, формирование портфолио и взаимодействие между участниками образовательного процесса. Также в рамках ЭИОС необходимым требованием является проведение занятий, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) [1]. Под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под ДОТ понимают образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников [2].

ЭИОС позволяет комбинировать электронное обучение вместе с ДОТ ввиду того, что доступ к ЭИОС должен быть реализован извне с использованием сети Интернет, следовательно, использование ЭИОС для электронного обучения уже является ДОТ. Для процесса обучения необходимы учебно-методические комплексы в электронном виде, называемые электронными образовательными ресурсами (ЭОР). ГОСТ Р 53620-2009 выделяет следующие компоненты ЭОР: учебная программа по изучаемой дисциплине, электронный курс лекций, электронный учебник, лабораторный практикум удаленного доступа, учебные пакеты прикладных программ, а также систему контроля знаний [3].

На основе вышесказанного, использование модульной структуры ЭИОС позволяет распределить решаемые ЭИОС задачи на отдельные модули. Электронное обучение затрагивает лишь сущности «обучающийся», «преподаватель» и «дисциплина». «Преподаватель» производит обучение «обучающегося» по программе «дисциплины».

Для реализации модуля «Электронное обучение с применением ДОТ» рассмотрим LMS Moodle. LMS Moodle является системой управлением обучения, распространяемой по лицензии GNU GPL. При анализе функциональных возможностей можно отметить, что внедрение ЭОР как учебного курса в LMS Moodle реализуемо при небольших доработках интерфейса и разграничения прав доступа.

Таким образом, для внедрения LMS Moodle как компонент ЭИОС необходимо:

1. Синхронизировать в LMS Moodle пользователей ЭИОС (преподавателей и обучающихся);
2. На каждую рабочую программу дисциплины, где предусмотрено использование ДОТ создать учебный курс, закрепить за ним преподавателя для заполнения;
3. Назначить обучающихся на учебные курсы;
4. Синхронизировать взаимодействие LMS Moodle и модулей ЭИОС, отвечающих за проведение учебного процесса.

Библиографический список

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (уровень бакалавр). [Электронный ресурс] URL: https://минобрнауки.рф/документы/6709/файл/5721/Приказ_№_179_от_06.03.2015.pdf
2. ГОСТ Р 57099-2016 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронное обучение безопасности производства. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2017
3. ГОСТ Р 53620-2009 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2011

УДК 004.418

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТА, СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА – TECHNOLOGICS

Волошин М. И., Чернухин К.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Задумавшись об автоматизации производства, руководитель отечественного предприятия, как правило, приходит к двум выводам. Первый: автоматизация необходима. Второй: идею внедрения ERP-систем придется оставить сразу — дорого, а в российских реалиях еще и не всегда эффективно. Существует такая система, которую с долей условности можно разделить на три модуля: техническая (конструкторско-технологическая) подготовка производства; планирование и управление производством; учет, управление ресурсами и экономической деятельностью.

Существенно упрощает дело использование отечественных программных продуктов. Наши разработки дешевле, не уступают западным аналогам (а кое в чем их превосходят), не создают проблем с поддержкой российских стандартов и технологий работы.

Сибирским отделением компании Consistent Software разработана одна из самых современных систем технической подготовки производства. Это продукт TechnologiCS, созданный на базе более ранней, начала 90-х годов, программы технологической подготовки производства и управления производством «АСТЕП» («АСТПП», «АРМИТ»).

Основные функции TechnologiCS можно разделить на три группы: конструкторская подготовка; технологическая подготовка; расчеты.

Подсистема конструкторской подготовки обеспечивает ведение единичных и групповых спецификаций.

Подсистема технологической подготовки предназначена для ведения групповых, типовых и единичных технологических процессов.

В отличие от других технологических САПР, система поддерживает возможность создания, редактирования и просмотра сквозного технологического процесса, затрагивающего различные виды производства. Еще одно принципиальное отличие TechnologiCS — функция представления всей конструкторской и технологической информации в единой сводной таблице.

Основываясь на технологической информации, можно производить расчеты применимости позиций в рамках спецификации, потребности в материалах и комплектующих, расчеты сводной и различным образом специфицированной трудоемкости — причем в равной мере как для любой детали или узла, так и для всего изделия. Эта важнейшая особенность не только выгодно отличает TechnologiCS от аналогов, но и открывает интереснейшие перспективы его развития.

Ближайшая перспектива развития продукта — интеграция в него модуля планирования, управления производством и учета.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА-КОСМОНАВТА.****Гаврютин Н.Н.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

Излагается компьютерная технология планирования, проектирования и визуализации внекорабельной деятельности оператора-космонавта, применяемая в программном обеспечении специальных тренажерных комплексов.

Цель - исследование возможностей предлагаемой технологии при проектировании и визуализации в режиме реального времени в условиях больших информационных нагрузок виртуальных сцен.

Назначение - использование информационной технологии для визуализации моделируемой виртуальной среды в системе проектирования сценариев внекорабельной деятельности, а также в специальных тренажерных комплексах подготовки и тестирования космонавтов с использованием технологии виртуальной реальности.

Существует большой комплекс задач, который включает различные виды деятельности космонавтов в открытом космосе. Внекорабельная деятельность (ВКД) представляет собой комплекс мероприятий, исполнителей, технических средств и методик по планированию, организации, выполнению и контролю операций в условиях открытого космоса (ОК) и совместно с внутрикорабельной охватывает лётную эксплуатацию пилотируемых космических аппаратов (ПКА).

Имитационная интерактивная среда планирования, проектирования и контроля ВКД разрабатывается как среда для проектирования сценариев ВКД и тренировки операторов-космонавтов. Для реализации данной информационной системы (ИС) создаются базы данных, которые включают в себя определенный набор моделей элементов конструкции КС, траекторий движения операторов и других параметров ВКД.

В результате проведенной работы были проанализированы проблемы проектирования сценариев ВКД и проблемы визуализации трехмерных сцен высокой графической сложности. Была предложена информационная технология, позволяющая производить дискретное имитационное моделирование ВКД, планировать и проектировать сценарии ВКД, а так же производить тренировки операторов-космонавтов.

Библиографический список

1. Шаповал В.Г. Средства виртуальной реальности в тренажерных комплексах космической отрасли. Материалы 2-й между. Научно-техн. конференции «Новые технологии управления движением технических объектов». Новочеркасск: ЮРГТУ, 1999. С.39.

2. Ли В.Г. Дискретно-интегральное конструирование пространственных кривых в натуральной параметризации.//Прикладна геометрія та інженерна графіка. К.: КДТУБА, 1998. Вип.64. с.98-100.

**ВЫБОР ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВЕБ-СТРАНИЦ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК****Гаврютина А.А.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

Сайтом называется совокупность веб-страниц, объединённых общей темой и хранящихся на одном веб-сервере. В свою очередь, веб-страница представляет собой документ, хранящийся на веб-сервере, или создаваемый по запросу пользователя и имеющий уникальный адрес. Веб-страницы делятся на: статические и динамические, активные и пассивные. В данной статье будем называть динамической страницу создаётся (генерируется) на веб-сервере скриптом по запросу пользователя.

Для выбора наиболее подходящего языка для написания динамических страниц требуется выработать список критериев для выбора наиболее подходящего.

- 1) Удобство работы с текстом.
- 2) Удобство встроенных инструментов для работы с БД.
- 3) Возможность работы с сетью на уровне представления (по модели OSI).
- 4) Удобство предоставляемых языком средств для обработки ошибок.

- 5) Удобство работы с DOM.
- 6) Удобство работы с файловой системой.

Из числа популярных языков программирования динамических веб-страниц для сравнения были выбраны языки программирования Node.js, PHP, Python, Ruby. [1]. Для выбора наиболее подходящего языка для написания динамических страниц был использован метод экспертных оценок в связи с необходимостью формализации критериев. Из различных способов измерения объектов оценивания для проводимого исследования был выбран способ непосредственной оценки, т.к. именно этот метод позволяет определить, на сколько один фактор более значим, чем другие [2, 3].

В качестве экспертов была взята группа из 10 человек, средний возраст группы 27 лет, средний опыт работы в web-индустрии 5 лет. Им была предложена анкета, в которой предлагалось оценить важность выработанных критериев, а также написать значение критерия для каждого из предлагаемых языков по шкале от 0 до 10. Число критериев для оценки 6, т.к. согласно данным психофизических исследований, человек уверенно различает не более 7 – 9 градаций на шкале некоторого признака. [4]. Для получения окончательного результата был использован алгоритм многокритериального ранжирования альтернатив. Его суть заключается в распределении альтернатив в порядке убывания – от более предпочтительной к менее на основе полученных выше экспертных оценок [5]. Данный алгоритм можно автоматизировать, для этого была написана программа на языке C++.

В ходе проведенного исследования был получен список языков: 1) Python; 2) PHP; 3) Ruby; 4) Node.js.

В результате проделанной работы были созданы критерии для выбора наиболее подходящего языка для написания динамических веб-страниц, была произведена формализация критериев путем применения метода экспертных оценок, а также был получен упорядоченный список языков от более предпочтительного к менее с использованием алгоритма многокритериального ранжирования альтернатив.

Библиографический список

1. Github Language Stats [Электронный ресурс] – URL: https://madnight.github.io/github/#/pull_requests/2017/4 (дата обращения 06.03.2018)
2. Гуцыкова С.В. Метод экспертных оценок. Теория и практика: учебное пособие/ Гуцыкова С.В.— М.: Институт психологии РАН, 2011 — 144 с.
3. Методы экспертных оценок / Хабрахабр [Электронный ресурс] – URL: <https://habrahabr.ru/post/189626/> (дата обращения 10.03.2018)
4. Миллер Дж. Магическое число семь плюс или минус два. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию / Дж. Миллер // Инженерная психология. – М : Прогресс, 1964. – С. 192-225
5. З.Г. Джабраилова, С.Р. Нобари. Метод многокритериального ранжирования для решения задач управления персоналом / З.Г. Джабраилова, С.Р. Нобари // Штучный интеллект. — 2009. — № 4. — С. 130-137

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

Горбачев А. А., Сидоренков Д.В., Михайлов В.А.

АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит»

Предлагается вариант технической реализации автоматизации рабочего процесса газотурбинной установки замкнутого цикла.

Любая воздухонезависимая энергетическая установка (ВНЭУ) на базе теплового двигателя является сложным, многомерным, нестационарным объектом управления, обеспечить надежную, устойчивую работу которого, возможно только за счет использования соответствующей системы регулирования основных параметров ВНЭУ.

В статье рассматриваются пути решения одной из основных проблем создания системы автоматического управления - получение достоверной и своевременной информации об изменении массовой концентрации кислорода в составе искусственной газовой смеси.

Технологическая схема установки рассматривается как нелинейная нестационарная стохастическая система с распределенными параметрами. В результате анализа структуры системы, при наличии определенных минимальных технологических объемов газового и жидкостного контуров, объект регулирования математически описан как нелинейная квазистационарная детерминированная модель с сосредоточенными параметрами.

Создана динамическая математическая модель воздухо­независимой энергетической установки с газотурбинным двигателем, работающей по замкнутому циклу, позволившая определить начальные параметры настройки ПИД-регулятора макетного образца перед его натурными испытаниями.

По результатам математического моделирования получены характеристики массообменных и термодинамических процессов в замкнутом контуре воздухо­независимой энергетической установки, соответствующих реальным процессам.

Аналитические исследования динамики функционирования газотурбинной установки по замкнутому циклу позволили сделать ряд выводов относительно структуры и особенностей автоматического управления газотурбинным двигателем.

УДК 004.62

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МАССИВОВ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ POSTGIS

Гусейнов В.Г.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Использование географических данных дает широкие возможности для создания программного обеспечения для различных целей. Сегодня большинство людей имеют при себе смартфоны, подключаемые к сети Интернет, имеющие модуль геолокации. На основе данных о местоположении пользователя, при его добровольном согласии, можно предоставлять ему различную рода информацию об объектах, находящихся недалеко от него. Например, можно создать приложение для мобильных устройств, которое будет показывать пользователю ближайшие спортивные объекты, медицинские центры и т.д.

Основная сложность создания таких систем — это трудоемкость обработки географических данных.

При разработке программного обеспечения, использующего данные о географических объектах, возникает задача хранения и обработки подобной информации. Сложности добавляет то, что существуют различные системы представления географических координат. Традиционные возможности реляционных баз данных не позволяют должным образом решать такие задачи, особенно когда речь идет о больших объемах данных. Для решения подобных задач были разработаны пространственные базы данных, которые оптимизированы для работы с данными о положении объектов. Эти данные могут быть представлены в виде точек, линий, полигонов и др.. Пространственные базы данных имеют встроенные функции, позволяющие выполнять аналитические запросы для анализа пространственно-логических отношений объектов (пересекается, касается, содержится в, содержит, находится на заданном расстоянии от, совпадает и т.д.).

Одним из примеров реализации пространственной базы данных является СУБД PostgreSQL, с подключенным модулем PostGIS. Данное решение обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить открытую лицензию, высокую скорость работы и большое сообщество, поддерживающее развитие этой системы. Помимо базовых функциональных возможностей для работы с данными о местоположении, PostGIS предлагает множество функций, которые редко встречаются в других конкурирующих пространственных базах данных, таких как Oracle Locator / Spatial и SQL Server.

УДК 629.7.054.44

АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ АЭРОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА СТОЯНКЕ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА

Денев М.К., Рамзаев Е.В., Никитин А.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Учитывая особенность работы бортовых систем измерения параметров вектора ветра (БСИПВВ) с установленными на фюзеляже приемниками первичной аэрометрической информации на стоянке и взлетно-посадочных режимах одновинтового вертолета, связанной с влиянием индуктивного потока вихревой колонны несущего винта на воспринимаемую первичную аэрометрическую информацию, предложено построить БСИПВВ на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника с использованием дополнительной информации о положении вектора скорости результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего

винта, а воспринимать ее с помощью дополнительного полусферического аэрометрического приёмника [1].

Тогда для измерения скорости W и угла направления ψ вектора ветра W и составляющих вектора истинной воздушной скорости V_B при маневрировании по земле и на взлетно-посадочных (полетных) режимах на борту вертолета, за меру величин составляющих вектора скорости ветра W и вектора истинной воздушной скорости V_B вертолета принимается угловое положение φ воздушного потока вихревой колонны относительно оси симметрии неподвижного комбинированного аэрометрического приемника [2].

На стоянке величина W и угол направления ψ , а следовательно, продольная W_x и боковая W_z составляющие вектора скорости ветра W , а также статическое давление $P_{ст}$ определяются по давлениям P_i и $P_{ст.д.}$, воспринимаемым трубками полного давления и кольцевым приемником дросселированного статического давления с использованием выражения вида [3]

$$W = \sqrt{\frac{2}{\rho_H} (P_{i\max} - P_H)} = \sqrt{\frac{2P_0T_0}{P_H T_H} (P_{i\max} - P_H)},$$

где $\rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_H}{T_0 P_0}$ – плотность воздуха на уровне высоты стоянки H_0 ; P_H и T_H –

статическое давление и абсолютная температура на высоте стоянки H_0 ; $P_0=760$ мм.рт.ст = 101325 Па; $T_0=288,15$ К – статическое давление и абсолютная температура на нулевой высоте стандартной атмосферы.

Угловая координата ψ вектора скорости ветра W относительно продольной оси вертолета определяется выражением [1]

$$\psi = \psi_{mi} \pm (\Theta_{\max} - \Theta_x) i_0,$$

где ψ_{mi} – первое приближение угловой координаты направления вектора скорости ветра W в соответствии с соотношением $\psi_{mi} = (360^\circ \cdot i) / n$ (где n – количество расположенных под одинаковым углом трубок полного давления; i – номер трубки полного давления, в которой давление P_i наибольшее); Θ_{\max} и Θ_x – угловые координаты сплайн функции [1], аппроксимирующей угловые характеристики трубок полного давления, $i_0 = (360^\circ \cdot i) / n$ – шаг введенной системы координат.

Рассмотренные алгоритмы обработки массива первичных пневматических сигналов (давлений) неподвижного многоканального проточного АМП позволяют получать информацию о величине и направлении ветра на стоянке до запуска силовой установки.

Предлагаемая система измерения параметров вектора ветра позволяет решить задачу информационного обеспечения экипажа вертолета на стоянке, при маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных режимах, что в свою очередь ведет к повышению безопасности и эффективного применения одновинтовых вертолетов различного класса и назначения.

Библиографический список

1. Никитин А.В., Габитова Д.М., Глушкова Н.В., Дементьев Ю.Н. Методика и алгоритмы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета по информации вихревой колонны несущего винта / Сборник статей XXXII Международной научно-технической конференции «Проблемы автоматизации и управления в технических системах». – 2017. - С. 17-20.
2. Никитин А.В., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. Построение и экспериментальные исследования системы измерения параметров вектора ветра на стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – Т.17. – №8. – С. 560–566. DOI: [10.17587/mau.17.560-566](https://doi.org/10.17587/mau.17.560-566)

УДК 658.562

ПОВЕРКА ЧАСТОТНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАДАНИЯ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ

Денисенко А.И., Марков А.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

В ходе непрерывного развития техники измерений, а также постоянного совершенствования конструктивных, технологических и функциональных характеристик рабочих приборов за счет внедрения информационно-измерительных систем, постепенно увеличивается сложность и содержание контрольно-поверочных работ, повышается их ответственность и, как следствие, появляются новые повышенные требования к эталонным средствам измерений.

На сегодняшний день, эталонное средство измерения абсолютного давления, которое применяется для градуировки и калибровки датчиков давления, должно обеспечивать оперативный контроль метрологических характеристик приборов непосредственно на местах их эксплуатации или в условиях близких по характерным параметрам для их работы на объекте с минимальными погрешностями. Среди основных требований к таким средствам измерений должна быть инвариантность по отношению к свойствам измеряемых объектов и условий, при которых выполняются измерения, мобильность, которая позволит доставлять к месту работы поверяемых приборов, надежность и способность сохранять свои метрологические характеристики в течение длительного времени, а также такое средство измерения должно обеспечивать возможность автоматизации поверочных работ.

Для того, чтобы обеспечить достоверность контроля поверяемых приборов необходимо вводить более жесткие приемочные допуски, а также усложнять организацию поверочных работ т.к. редко когда удается обеспечить достаточным запасом по точности эталонных средств измерений, необходимые требования к точности контролируемых приборов.

В методиках поверки рабочих средств измерения давления МИ 1997-89 и МИ 2124-90 отражен наблюдающийся недостаток точности эталонных средств измерений, в связи с чем предлагается вводить приемочный допуск более жесткий, чем паспортное значение погрешности контролируемого прибора. Расчет величины приемочного допуска выполняется на основе статистической модели, которая обеспечивает требуемую достоверность поверки при соотношении погрешностей поверяемого и эталонного приборов до 0,5 в соответствии с рекомендациями МИ 187-86 и МИ 188-86.

Для организации поверочных работ средство измерения должен в себя включать автоматический датчик абсолютного давления (АЗАД), который будет задавать в рабочей области поверяемого прибора абсолютное давление с точностью 20 Па в диапазоне от 0,7 до 100 кПа и 0,015% в диапазоне от 100 до 285 кПа. В состав этого датчика входят автоматический регулятор давления и эталонный частотный датчик давления (ЭДД). Также в комплекс контрольно-поверочной аппаратуры должны входить ресивер эталонный грузопоршневой манометр (ЭМ), для периодической поверки ЭДД.

Предлагается при периодической поверке ЭДД соблюдать следующее условие:

$$\left(\frac{\Delta_0}{D}\right) \cdot 100 \leq \alpha_p \gamma, \quad (1)$$

где Δ_0 – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного прибора; D – диапазон показаний поверяемого прибора; α_p – отношение предела допускаемого значения погрешности эталонного прибора, к пределу допускаемого значения основной погрешности поверяемого прибора; γ – предел допускаемой основной погрешности прибора в процентах от нормированного значения. Это условие будет изменять статистический подход к выбору эталонного манометра при поверке частотного датчика давления АЗАД, позволяя выбирать α_p большего значения ($\alpha_p \leq 0,4 \dots 0,5$). Высокое качество поверки можно обеспечить, если ввести приемочный допуск $\Delta_{пр}$, меньшей величины, чем величина предела допустимой основной погрешности Δ_{max} , поверяемого ЭДД.

$$\Delta_{пр} < \Delta_{max} \quad (2)$$

Предлагаемый контрольно-поверочный комплекс имеет в своем составе два эталонных манометра: ЭДД и ЭМ, которые обладают разными принципами измерений, частотный и грузопоршневой, соответственно. Наличие грузопоршневого манометра, реализующего фундаментальный метод измерения давления, позволяет обеспечить высокую достоверность метрологических характеристик калибруемых измерительных преобразователей.

УДК 681.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА «СВЕРХКОРРЕЛЯЦИИ» НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ УПРОЩЕННОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Докучаева А. Н.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова

Современный уровень развития вычислительной техники и параллельных вычислений существенно расширяет границы применимости методов статистического моделирования в научной деятельности. Тем не менее, существуют задачи, решение которых даже сейчас требует привлечения значительных вычислительных ресурсов и характеризуется неоправданно большими сроками проведения эксперимента. В подобных условиях свою актуальность сохраняют исследования, направленные на поиск и разработку методов сокращения временных расходов, требуемых для проведения трудоемкого моделирования сложных стохастических систем. Достигается подобное

сокращение временных затрат за счет снижения дисперсии оценок результирующих характеристик функций отклика исследуемых процессов и систем.

К классическим методам снижения дисперсии относятся методы «выделения главной части» и «коррелированных процессов». Основная идея этих методов сводится к формированию упрощенной модели (или приближенного решения) исследуемого объекта, чьи статистические характеристики близки к исходной модели. Упрощение модели рассматривается в статистическом смысле и сводится к требованию снижения времени проведения единичного опыта с моделью при сохранении точности оценок искомых вероятностных характеристик. Проведение одновременного параллельного эксперимента с упрощенной моделью и исходной при применении рассматриваемых методов позволяет достигать ощутимого снижения трудоемкости статистического эксперимента.

В общем случае на сокращение трудоемкости также оказывает влияние сложность процедуры оптимизации структуры упрощенной модели. Существуют методики формирования упрощенной модели, которые реализуются адаптивно в процессе эксперимента и могут требовать чувствительной настройки большого числа модельных параметров в режиме реального времени. Следует отметить, что ряд из этих параметров может быть привнесенным относительно исходной модели, что в особо сложных случаях может приводить к существенному снижению эффективности статистического моделирования за счет сложности осуществления процедуры оптимизации.

Известны различные способы формирования приближенных решений. В большинстве своем они основываются на различных видах интерполяции и аппроксимации. К недостаткам таких методов можно отнести необходимость оптимизации большого числа собственных параметров упрощенной модели в широком диапазоне значений и связанные с этим накладные расходы, а также снижение эффективности при наличии у функции отклика исследуемого объекта высокочастотных периодических компонентов. Эти недостатки частично компенсируются применением метода динамического построения упрощенной модели в виде «карты высот». Метод основан на динамическом построении модели исследуемого объекта с управляемой степенью коррелиции. Оптимизация структуры подобной модели сводится к определению единственного параметра – размера опорной выборки «карты высот». Необходимо отдельно отметить, что область определения данного параметра включает как диапазон приемлемых с точки зрения достоверности результатов моделирования значений, так и диапазон, составляющий сущность эффекта «сверхкоррелиции».

УДК 62-527.7

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ШИМ В СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Долгова Т.В., Алпаров А.У.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

В системах автоматического управления самолетов, роботов, промышленных станков, в судостроении широко применяются двигатели постоянного тока, в гидравлических системах пропорциональные электрогидравлические клапаны. Для управления ими нужен сигнал постоянного тока. Для того чтобы получить достаточно мощный сигнал постоянного тока нужно иметь усилитель постоянного тока. Однако усилитель постоянного тока имеет низкий КПД, большие габариты и низкую надежность. Появилась возможность использовать широко-импульсное модулирование, которое позволяет построить усилитель постоянного тока для потребителей с ограниченной полосой пропускания любой мощности, малых габаритов и при этом обеспечивая очень высокий КПД системы модулятор+потребитель. Стоит отметить, что КПД самого модулятора очень высок, практически стремится к 100%, так как КПД определяется потерями, а потери на модуляторе минимальны, потому что в разомкнутом состоянии нет тока, а в замкнутом состоянии мало падение напряжения.

Учитывая достоинства и недостатки однополярной и двухполярной ШИМ, рассмотренных в работе [1], предлагается реализовать в системе модулятор+потребитель алгоритм формирования модифицированного ШИМ сигнала, сочетающий точность и аппаратную реализуемость двухполярного реверсивного сигнала при малых значениях коэффициента команды K_k и преимущества однополярного реверсивного сигнала при больших сигналах коэффициента команды K_k .

При больших $K_k \geq \beta$, где β зависит от характера нагрузки и аппаратных возможностей, сигнал ШИМ формируется как сигнал однополярной реверсивной модуляции, импульсы однополярные, переменной длительности при постоянном периоде $T = T_n + T_p$. При $K_k < \beta$ сигнал ШИМ двухполярный, но отличается от двухполярной реверсивной модуляции тем, что импульсы одной полярности, совпадающей по знаку с K_k , имеют постоянную длительность равную $(T_n + T_p)\beta = T\beta$, а импульсы другой полярности имеют длительность определяемую из соотношения $K_k = (T_n + T_p)T$, где $T = T_n + T_p = T_n + T_p$.

При формировании сигнала по такому алгоритму при $K_k > \beta$ сохраняется высокий КПД системы однополярной реверсивной модуляции, а при $K_k < \beta$ сохраняется высокая точность и воспроизводимость нуля

не хуже чем в двухполярной реверсивной модуляции. Стоит отметить, что для САУ очень важна работа вблизи нуля. Формируя сигнал по такому алгоритму мы избавляемся от проблемы зоны нечувствительности. Оценить величину коммутационных потерь, определяющих КПД системы без учета потерь на ключах моста, при $K_k = 0$ можно как те же потери что и в двухполярной реверсивной модуляции, но уменьшенные в $1/\beta^2$ раза. Потери при $\beta > K_k > -\beta$ изменяются от максимума, определенного при $K_k = 0$, до минимума на краях этого диапазона. Тепловые потери в ключах, в зависимости от физической природы применяемых в ключах элементов, определяются падением напряжения на них в открытом состоянии и потерями в процессе переключения. Необходимо учесть, что КПД использования ШИМ сигнала определяется мощностью P гармоник этого сигнала, где $P = U_d * I_d$. Ток гармоник определяется электрической АЧХ потребителя и потерями на вихревые токи и перемагничивание в его магнитопроводе. Данные потери измеряются в Вт/кг, и рассчитать их нет возможности, так как расчёт нужно выполнять для конкретного случая, но эти потери малы, поэтому их не учитываем.

По предварительной оценке, в области около единицы сигналы однополярной, двухполярной и модифицированной ШИМ имеют примерно один уровень потерь по K_k . Максимальные потери мощности у двухполярной ШИМ, они превышают потери однополярной ШИМ в четыре раза. При K_k около нуля потери однополярной ШИМ минимальны, потери двухполярной ШИМ максимальны, а потери модифицированной ШИМ в 2,5 раза меньше, чем у двухполярной.

Таким образом, при формировании сигнала по такому алгоритму при $K_k > \beta$ сохраняется высокий КПД системы однополярной реверсивной модуляции, а при $K_k < \beta$ сохраняется высокая точность и воспроизводимость нуля не хуже чем в двухполярной реверсивной модуляции. Использование данного алгоритма позволяет решить важную для САУ проблему – работа вблизи нуля и исключить зону нечувствительности.

Библиографический список

1. Алпаров А.У., Благов А.Е. «Модифицированная реверсивная широтно-импульсная модуляция» // Технические науки – от теории к практике. Издательство: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга». – 2016. – С. 42-54.

УДК 669.713

КОМПЕНСАЦИЯ СКОРОСТНОЙ ОШИБКИ И ОШИБКИ ПО УСКОРЕНИЮ ЦИФРОВОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВЫСОКОМ ТЕМПЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАССОГЛАСОВАНИЯ

Ермоленко А. И.

ВМПИ ВУНЦ ВМФ «ВМА» им. Адмирала флота СССР Н.Г. Кузнецова

Повышение динамичности современных боевых действий выдвигает повышенные требования к корабельным автоматизированным системам управления (АСУ). В частности возрастают требования к динамической точности электромеханических цифровых следящих систем (ЦСС) АСУ подводных лодок (ПЛ), осуществляющим механический ввод данных в торпедное оружие (ТО). Необходимость существенного повышения динамической точности возникает, например при решении задачи применения ТО на маневре уклонения от вражеского оружия. Динамичность изменения вводимых данных, оценивается обычно их первой и второй производными по времени, а динамическая точность ЦСС, оценивается скоростной ошибкой и ошибкой по ускорению.

Применение комбинированного управления, сочетающее управление по отклонению с управлением по задающему воздействию для компенсации указанных ошибок является единственно возможным для действующих ЦСС АСУ ПЛ первых поколений. Для перспективных ЦСС компенсация указанных ошибок позволит исключить динамические ошибки вплоть до скоростей и ускорений, допускаемых исполнительным двигателем

В ЦСС проектируемых АСУ ПЛ период вычисления рассогласования можно выбрать намного меньшим постоянных времени непрерывной части. Это позволяет приблизить ЦСС по свойствам к непрерывным следящим системам, что дает им определенные преимущества при реализации комбинированного управления. В данной работе рассмотрены особенности предложенного метода расчета таких ЦСС комбинированного управления.

Расчёт ЦСС комбинированного управления предполагает решение двух задач:

1. Обеспечение быстрого затухания свободного процесса в замкнутом контуре управления.
2. Обеспечение допустимой колебательности переходных процессов при комбинированном управлении (варьируемыми параметрами являются коэффициент преобразования K и шаг квантования по времени T).

На первом этапе расчета необходимо подбором K обеспечить с небольшим запасом в непрерывной модели ЦСС заданные показатели качества управления в переходных режимах.

На втором этапе следует определить наибольшее значение T , при котором ЦСС комбинированного управления удовлетворяет заданным требованиям. Если это значение T оказывается слишком малым для реализации, можно увеличить запас в показателях качества непрерывной модели и увеличить значение T .

Приведен пример расчета ЦСС комбинированного управления с компенсацией скоростной ошибки и ошибки по ускорению при заданных требованиях к качеству переходных процессов. Методом математического моделирования, установлено, что достигнуто желаемое качество управления в переходных режимах и большая близость переходных характеристик ЦСС комбинированного управления к переходным характеристикам ее непрерывной модели.

Оценка точности ЦСС комбинированного управления показала ее повышение на два порядка за счет компенсации ошибок.

Разумеется, ошибка слежения определена по линеаризованной модели, не учитывающей квантование по уровню и погрешности в определении параметров непрерывной части ЦСС и в установке параметров дискретного фильтра задающего воздействия, вызывающих снижение точности.

В результате работы определено:

1. Компенсация скоростной ошибки и ошибки по ускорению в ЦСС комбинированного управления позволяет существенно повысить ее динамическую точность.

2. Выбор вполне реального шага квантования по времени (темпа вычисления рассогласования) позволяет получить достаточное качество управления в переходных режимах, как в замкнутом контуре, так и в ЦСС комбинированного управления.

УДК 621.396.946

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АДАПТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Ершов А. Ю., Тяжкин В. Н.

*АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»
ФГАОУ «Сибирский федеральный университет»*

В настоящее время перспективным путем развития командно-измерительных систем является применение адаптивных цифровых антенных решеток (АЦАР), что позволит повысить оперативность управления обменом информацией с космическими аппаратами (КА) и производительность технологических операций, сократить временной интервал проведения технологического цикла управления. АЦАР применяются, в основном в радиолокации, где имеются свои ограничения.

Использование методов математического моделирования в задаче анализа и синтеза методов формирования диаграммы направленности АЦАР позволяет выявить преимущества и недостатки применения АЦАР в рамках поставленной задачи.

В настоящее время современные радиоэлектронные устройства все чаще оснащаются адаптивными антенными решетками с цифровым управлением (АЦАР), в которых применяются следующие методы:

– метод формирования диаграммы направленности АЦАР с одновременным приемом сигналов не менее чем от четырех КА;

– метод калибровки приемных каналов АЦАР, обеспечивающий выравнивание группового времени запаздывания сигналов и определение взаимного положения ее элементов;

– метод подавления помех с сохранением максимума диаграммы направленности на источник полезного сигнала и фазовых соотношений между сигналами, принимаемых отдельными элементами АЦАР;

– метод измерения навигационных параметров (псевдодалности и псевдоскорости) по принятому полезному сигналу в интересах эфемеридного обеспечения.

Оценка эффективности синтезированных алгоритмов.

Полный алгоритм работы АЦАР предусматривает нацеливание и удержание ДН АЦАР в пространстве в направлении прихода полезного сигнала, при одновременном подавлении пространственных помех любой структуры. Глубина провалов в ДН при подавлении помех составляет более 40 дБ.

Разрабатываемая компьютерная модель АЦАР, реализующая разработанные методы формирования диаграммы направленности АЦАР имитирует работу АЦАР, позволяет проводить пространственную фильтрацию принимаемых полезных сигналов от помех, исследовать влияние амплитудно-частотной и фазочастотной характеристики приёмных трактов АЦАР на качество принимаемых сигналов, проводить оценку точности измерения навигационных параметров.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**Ефремов Н. Ю., Хюннев Ф. А.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова*

Аддитивные технологии являются перспективным способом изготовления деталей,[1] позволяющим выращивать прототипы из различных материалов, в том числе термопластичных пластиков, тугоплавких металлов и сплавов.[2] Изделия могут быть сложной формы и конфигурации, с внутренними полостями, создаваемыми для экономии материала и снижения массы деталей при сохранении требуемых показателей жесткости и прочности, внедряются и различные способы оптимизации – например, бионической.[3]

Основными показателями качества изготавливаемых деталей являются геометрическая точность, представляющая собой степень соответствия действительных угловых и линейных размеров прототипа идеальной модели, а также механическая прочность. На технологический процесс могут влиять различные внешние и внутренние воздействия, что может вызывать отклонения. Эти факторы должны быть проанализированы с целью совершенствования и корректирования аддитивных методов.

В данной работе разработанные тестовые детали в количестве трех штук, имеющие идентичную геометрию и примерные пропорции 1:2:3, были изготовлены методом послойного наплавления (FDM – fused deposition modeling) на трехмерном принтере Picaso 3D Designer PRO 250. Использованный материал – пластик АБС. Режимы печати соответствовали следующим значениям:

- высота слоя 0,25 мм;
- процент заполнения 25%;
- минимальная площадь сплошной заливки 70 мм²;
- скорость печати - 15 мм/с, 45 мм/с и 80 мм/с.

Контроль точности произведен визуально и с применением оптической видеоизмерительной системы QVI StarLite 150, позволяющей автоматизировать процесс измерений и контроля. При микроскопическом исследовании были выявлены основные дефекты печати.

Волнистость и линейчатый характер рельефа указывают на необходимость дополнительной обработки (например, химическое травление) деталей, а эффект скругления углов характеризует нарушение траектории перемещения печатающей головки, усугубляющийся при повышении скорости печати. В точке начала координат ХУ каждого слоя, которая является местом зависания сопла экструдера в момент опускания рабочего стола для перехода на следующий слой, имеется выступающая вертикальная полоса.

По результатам проведенного исследования определены режимы печати, при которых обеспечивается максимальная точность размеров получаемых деталей при минимальных проявлениях дефектов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57558-2017. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2017. – 16 с.
2. ГОСТ Р 57589-2017. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 2. Материалы для аддитивных технологических процессов. Общие требования – М.: Стандартинформ, 2017. – 12 с.
3. Гийо А., Мейе Ж. А. Бионика: когда наука имитирует природу. - М.: Техносфера, 2013. - 280 с.

СТАБИЛИЗАЦИЯ УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**Зенченко М.В., Плавник Г.Г.***Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»*

В реальных условиях полета летательного аппарата (ЛА) реализуется априорно неизвестный режим возмущенного движения в условиях параметрической неопределенности.

Перед разработчиком систем угловой стабилизации ЛА стоит сложная задача обеспечения запасов устойчивости с учетом влияния на ЛА разного рода внутренних и внешних возмущающих воздействий, таких как неточности знания массовых, центровочных и инерционных характеристик

ЛА, разбросы значений аэродинамических характеристик (АДХ), неточности знания положения вектора тяги, ветровые воздействия, неточности знания параметров атмосферы и др.

Кроме того, необходимо учитывать возмущающие факторы, вносимые измерительными системами: неточностями установки измерительных приборов, погрешностями и шумами измерений, вибрационными воздействиями в местах установки датчиков.

Также необходимо учитывать погрешности, связанные с установкой и характеристиками рулевого тракта и др.

Система угловой стабилизации ЛА должна обеспечивать заданное угловое положение ЛА на всей траектории. При этом необходимо выполнять требования к качеству переходных процессов отработки возмущающих воздействий. Качество переходных процессов (запасы устойчивости, время переходного процесса) при заданной структуре системы угловой стабилизации определяется выбором коэффициентов стабилизации (настроек).

При наличии возможности уточнять (идентифицировать) в процессе полета значения некоторых наиболее существенных параметров объекта и внешних воздействий (АДХ, параметры атмосферы и др.), влияющих на процессы стабилизации, вероятность обеспечения заданных параметров переходного процесса может быть повышена.

В данной работе предлагается на базе методов параметрической идентификации динамических систем производить в бортовой системе управления ЛА уточнения параметров объекта с целью применения этой информации для коррекции коэффициентов стабилизации в процессе полета.

Приводится численный пример идентификации коэффициента аэродинамического момента тангажа в процессе полета и коррекции коэффициентов стабилизации.

Результатом проведенного исследования является увеличение точности стабилизации продольного движения летательного аппарата с учетом действующих возмущений.

УДК 621.3.019

МЕТОД ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗА ПРЕДЕЛАМИ НАЗНАЧЕННОГО СРОКА СЛУЖБЫ

С.Д. Зорин, С.А. Карпов

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

В настоящее время в условиях ограничения материальных и финансовых ресурсов особую актуальность приобретает задача проведения оценки надежности аппаратуры при наличии в ее составе блоков, устройств и радиоэлементов, которые исчерпали нормативный срок службы, замена которых, кроме того, часто и просто невозможна. Экономические аспекты внедрения новых структурных, конструктивных, информационных и коммуникационных решений для технических средств, включая встроенные средства диагностики фактического технического состояния оборудования, должны учитывать важнейшее свойство сложных систем - надежность. Подготовка исходных данных для расчетов, оценка показателей надежности и распределение ресурсов базируется на инструментальной оценке фактического технического состояния оборудования комплекса технических систем, что позволяет разрабатывать рекомендации в индивидуальном порядке для элементов систем, оборудования, подсистем и систем в целом.

Проведенный анализ состояния оборудования систем управления защитой устройств, к которым предъявляются особые требования по надежности, позволил выявить основные технические характеристики эксплуатируемого оборудования, не удовлетворяющие современным требованиям с точки зрения системного подхода к обеспечению функции защиты специальных сооружений в условиях, в первую очередь, возросшей опасности информационного воздействия. Защитные устройства, составляющие линии защиты, монтируются, как правило, при создании объектов, их назначенный ресурс в значительном числе случаев уже исчерпан, но несмотря на это в настоящее время их замена на новые аналоги затруднена, кроме того выпуск всей номенклатуры защитных устройств, применявшихся ранее, в настоящее время не организован. По этой причине надежность защитных устройств может быть обеспечена средствами автоматического контроля технического состояния, встроенными средствами диагностики и реализации стратегии технического обслуживания «по состоянию», что позволит существенно повысить коэффициент готовности изделий и надежность системы в целом.

Для элементов систем, эксплуатируемых за пределами назначенного ресурса, предлагается новый подход к определению надежности, основанный на непосредственном измерении внутренних выходных параметров и сопоставление этих параметров со среднестатистическими, которые являются результатами оценки известными методами. Такие методы используют теории случайных процессов, теории экспертных оценок, декомпозиции, асимптотические, аналитико-статистические

методы, методы имитационного и статистического моделирования (метод Монте-Карло), но точности для оценки надежности элементов сложных технических систем недостаточно.

В качестве метода, наиболее полно отвечающего задачам синтеза рассматриваемой системы и точности, был избран логико-вероятностный метод расчета надежности сложных технических систем. Вместе с тем для более полного соответствия решаемой задаче метод был дополнен двумя моделями: моделью оценки надежности элементов, которые функционируют за пределами назначенного срока службы или индивидуальной оценкой надежности элемента, а также моделью надежности элементов, которые функционирует в многовариантных состояниях.

УДК 004.45

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОТРАБОТКИ И ТЕСТИРОВАНИЯ БОРТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Иванов И.А., Антропов Н.Р.

Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева»

Разработка бортового программного обеспечения (БПО) является неотъемлемым этапом разработки любого современного космического аппарата (КА). Ввиду высоких требований к обеспечению надежности БПО, а также сложности выявления ошибок в программном обеспечении после запуска КА цикл разработки БПО достаточно протяжен во времени и включает в себя дополнительные этапы, необходимые для повышения общей надежности функционирования космического аппарата. В настоящей работе описывается один из таких этапов, заключающийся в разработке программных моделей, имитирующих работу бортовой аппаратуры и систем КА, и их применение для тестирования БПО.

БПО представляет собой совокупность отдельных ПО бортовых систем, функционирующих в единой аппаратно-программной среде БИВК. Каждая отдельная составляющая БПО входит в состав своей бортовой системы и совместно с её аппаратными средствами решает задачи, возложенные на эту бортовую систему. В общем, это задачи контроля, реконфигурации и организации взаимодействия с системами КА. Цикл разработки ПО системы КА включает в себя этапы разработки, автономного и системного тестирования. Тестирование ПО включает в себя отработку логики функционирования и тестирование обмена сообщениями между системой КА и соответствующим ПО по мультиплексному каналу обмена (МКО), для чего требуется доступ к физической аппаратуре, который до начала испытаний ПО в составе космического аппарата, как правило, отсутствует.

Основные задачи программной модели заключаются в следующем. Программная модель должна имитировать алгоритм работы бортовой аппаратуры КА в части формирования телеметрии, целевой информации, обмена информацией по МКО, а также отработки возможных нештатных ситуаций. Формирование исходных данных для разработки программной модели производится в соответствии с протоколом логического и информационного взаимодействия (ПЛИВ) ПО и аппаратуры, который согласовывается между разработчиками аппаратуры и разработчиками ПО. Разработка программных моделей является дополнительным этапом при разработке БПО.

Данная задача решается на наземном отладочном комплексе (НОК), который представляет собой аппаратно-программную среду, содержащую архив кода БПО, разработанного для определенного КА или группы КА, и программные модели соответствующих систем КА. Помимо этого, на НОК имеется возможность задания различных исходных данных функционирования КА в целом, и каждой его системы в частности, а также создания циклограмм, являющихся алгоритмами штатного и нештатного функционирования КА.

Приведем пример требований к программной модели. Данная модель должна имитировать реальную аппаратуру в части выполнения аппаратных команд, поступающих от бортового комплекса управления (БКУ), таких как включение 1-го и 2-го комплектов аппаратуры, выключение обоих комплектов, включение и выключение обогрева аппаратуры. Результат выполнения данных команд должен быть отражен в аппаратной телеметрии. Также модель должна обеспечивать обмен сообщениями по МКО. Типы входных сообщений модели – программная команда управления, массив программного обеспечения, бортовое время. Типы выходных сообщений модели – программная телеметрическая информация, массив результатов измерений, квитанция. Помимо штатной работы аппаратуры программная модель должна предусматривать отработку нештатных ситуаций, таких как аппаратные неисправности системы, общие сбои обмена по МКО, сбои в информации при обмене по МКО, сбои в алгоритме работы системы, температурные сбои.

Программные модели систем КА являются эффективным инструментом отработки и тестирования БПО. Применение программных моделей при отработке и тестировании БПО

позволяет существенно сократить время разработки БПО и КА в целом, а также повысить надёжность его функционирования. При необходимости внесения изменений в БПО на КА после его запуска, программные модели позволяют отрабатывать доработанные версии БПО до их закладки на борт спутника, что, в свою очередь, способствует предотвращению нештатных ситуаций и повышает надёжность КА.

УДК 681.586.5

ПРИМЕНЕНИЕ БРЭГГОВСКИХ СЕНСОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Иноземцев С.А., Ким А.А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

У каждого материала есть свойства, определяющие его применение. Композиционные материалы состоят из двух или более компонентов, различающихся по составу и разделённых выраженной границей, и имеющих новые, заранее заданные свойства. Композиционные материалы обычно состоят из двух составляющих: пластичной матрицы и прочных армирующих элементов.

Главное преимущество композиционных материалов - возможность проектирования нового материала с требуемыми свойствами жесткости и прочности. Важным преимуществом является меньший вес данных материалов, в сравнении классическими конструкционными материалами, имеющими те же прочностные характеристики. Некоторым недостатком композитов является более высокая цена.

Рассмотрим применение композиционных материалов на примере БПЛА на солнечных батареях.

Из-за работы на солнечных батареях, такому виду авиации крайне важен малый вес изделия, так как ёмкости от аккумуляторов, заряженных в солнечные часы должно хватать на всю ночь для поддержания БПЛА в воздушном пространстве. При этом из-за огромного размаха крыла необходимо учитывать нагрузки на всем профиле крыла, чтобы уметь предсказывать возможные повреждения, такие как появление трещин, нарушение структуры вплоть до разрушения материала. Таким образом, имеются две важные задачи – это минимизация веса изделия и необходимость прогнозирования разрушения.

У композиционных материалов нет завершённой прикладной теории свойств, то есть теоретически невозможно заранее определить будущие свойства объекта. Поэтому нужны стендовые испытания объектов.

Наиболее эффективным решением вышеописанных задач является встроенная система диагностики на основе распределённых по конструкции оптоволоконных датчиков на основе брэгговских решеток, позволяющая контролировать напряжение, деформацию, температуру и т.д. В качестве датчиков в системах встроенного контроля раньше использовались электрические, пьезоэлектрические, тепловые, электромагнитные и другие. Однако, наличие высокого уровня шумов и вибрации во время полета, сильные электромагнитные поля и дополнительный вес образованный множеством электропроводов делали такие системы крайне ненадёжными. В связи с этим оптимально для систем встроенного контроля использовать оптоволоконные брэгговские сенсоры, не подверженные вышеописанным проблемам. Фактически, брэгговский датчик – небольшая зона оптоволоконка с периодической модуляцией показателя преломления вдоль оси волокна.

Такие датчики можно размещать непосредственно внутри композита на стадии изготовления без внесения изменений в характеристики материала или приклеивать их на поверхность изделия для прямого контроля результатов той или иной технологии производства, условий эксплуатации изделия и его конструкционных параметров. Также, это позволит дать оценку видов детектируемых деформаций и их уровня, и, что наиболее важно, в каких узлах конструкций будут происходить максимальные деформации при определенных условиях эксплуатации данного изделия.

Из-за необходимости максимизации длительности полета, такую систему можно будет применять в составе оборудования БПЛА для оперативного мониторинга требуемых в процессе полета параметров, чтобы суметь заранее посадить беспилотник и отремонтировать, не потеряв при этом полезный груз.

Однако при построении таких систем существуют проблемы, связанные как со способом закрепления датчиков в материале, так и с функционированием самой системы считывания и обработки сигналов с датчиков. Проблема способов и методов крепления датчиков относится к области материаловедения и сопротивления материалов, поэтому не рассматривается. Проблема же обработки сигналов с датчиков, связана с одновременным измерением температуры и деформации, так как брэгговский датчик чувствителен сразу к обоим параметрам, но на практике, по мере набора высоты, имеются известные табличные значения температуры, по которым датчики можно откалибровать.

При моделировании нагрузок в системе Solidworks получены приближенные данные по удлинению конструкции при прогибе. Так, для равномерно нагруженной консольной балки длиной 20м, при прогибе на 20см значение максимального удлинения приблизительно равно 2,9мм. На основании этого можно выполнить оценочный расчет воздействия деформации типа изгиб на брэгговские сенсоры по упрощенной формуле сдвига центральной длины волны:

$$\Delta\lambda_B = \lambda_{BO} \cdot (1 - p_e) \cdot \varepsilon, \text{ где:}$$

p_e – упругая электрооптическая постоянная ≈ 0.213 ;

$\varepsilon = \Delta L / L$ – относительное удлинение.

Например: при $\lambda_{BO} = 1550\text{нм}$, длине крыла $L=20\text{м}$ и удлинении $\Delta L=2.9\text{мм}$, получаем

$$\Delta\lambda_B \approx 0.18\text{нм}$$

Таким образом, сдвиг центральной длины волны составит приблизительно 0,18нм.

Так как возможности решетки по сдвигу длины волны находятся в пределах 4 нм, можно констатировать запас в диапазоне деформации, достаточный для измерений, производимых брэгговскими сенсорами в режиме реального времени.

УДК 004.735

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОТОВНОСТИ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ

А. К. Канаев, Д. В. Субботин

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

Узел связи (УС), как элемент транспортной сети связи специального назначения (ТСССН) является объектом эксплуатации, целью которой является предоставление услуг связи должностным лицам пунктов управления с требуемым качеством, в установленные сроки, что во многом достигается за счет поддержания УС ТСССН в работоспособном и исправном состоянии. В этом случае одной из основных задач системы эксплуатации выступает постоянный контроль технического состояния УС ТСССН в целях обеспечения требуемого уровня технической готовности УС ТСССН, достаточного для выполнения поставленных задач. Одним из вариантов эффективного решения задач подобного рода является формирование модели исследуемого объекта (рис.1).



Рис. 1 Постановка задачи на моделирование процесса технической эксплуатации УС ТСССН

Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследование процесса эксплуатации УС ТСССН с применением метода имитационного моделирования позволит существенно расширить понимание свойств объекта исследования, а полученные результаты позволят сформировать подходы к достижению требуемых уровней показателей эксплуатационной надежности объектов ТСССН.

УДК 669.713

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПРОДУКТОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Кимсанбаев К.А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова,

Основные направления социального и экономического развития Российской Федерации предусматривают последовательное увеличение объёмов производства высококачественных продуктов питания.

Усиление конкуренции на сырьевом и продовольственном рынках приводит к необходимости постоянного расширения ассортимента выпускаемой продукции путём коррекции существующих рецептурных композиций и разработки новых рецептур.

Так же это приводит к необходимости высококвалифицированных кадров в области разработки новых рецептур.

Сырьевая база только пищевой промышленности насчитывает тысячи ингредиентов, каждый из которых имеет свои подвиды и особенности, различается по функционально-технологическим, физико-химическим и органолептическим характеристикам.

Анализ современного состояния методов автоматизированного проектирования сложных многокомпонентных продуктов потребления показал, что наиболее эффективным является использование объектно-ориентированного подхода, предусматривающего представление рецептуры в виде иерархической структуры, и дающего возможность наследования свойств и методов совместно с добавлением новых расчётных формул, учитывающих расширение сырьевого ассортимента, особенности производства, технико-экономические показатели процессов, протекающих в аппаратах технологической линии.

Отмечена недостаточная насыщенность рынка автоматизированными системами для расчёта многофазных рецептур и качеством представленных программных продуктов, основными недостатками которых являются: отсутствие модулей оптимизации рецептур по себестоимости; автоматизация отдельных этапов расчёта и проектирования рецептур; ограниченная база данных; высокая стоимость; невозможность оперативного внедрения и дорогостоящая поддержка; отсутствие автономности программного обеспечения; недостаточная защита интеллектуальной собственности пользователя.

Автоматизация процесса проектирования рецептур позволит сотрудникам предприятий оперативно реагировать на изменение свойств и видов сырьевых ингредиентов, изменение потребительских предпочтений, и создавать продукты с заранее заданным химическим составом и функциональной направленностью. Разработка новых рецептур и их оптимизация занимает дни, а то и недели.

Это актуально и для других товаров потребления, таких как разработка рецептур технических масел, резины, горючего.

Как пример, разработана авторская компьютерная программа, предназначенная для оптимизации рецептур и расчета химического состава и базовых показателей биологической ценности сложных многокомпонентных продуктов питания, в основе которого положена методика Липатова Н.Н. и Рогова И.А. Разрабатываемая программа обеспечивает:

- ✓ Сокращение времени на разработку новых, современных продуктов питания
- ✓ Хранение информации о рецептурных ингредиентах в единой базе данных
- ✓ Полную автоматизацию сложных технологических расчётов
- ✓ Достоверную проверку качеств уже существующих рецептур
- ✓ Снижение себестоимости и повышения качественных показателей готового продукта за счёт многокомпонентной оптимизации
- ✓ Простоту в использовании, что делает возможным внедрение её в учебный процесс

Библиографический список:

1. Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий, О.В. Зюзина, Д.В. Леонов // «Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания», Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ПГУ», (2011), p.57-59

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА РАЗВИТИЕ МОЛОДЕЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**Кисляков И. А.***Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Краснодарского края
«Краснодарский гуманитарно-технологический колледж»*

Мы живем во время, когда ценность высоких технологий очень велика. А интернет является неотъемлемой частью повседневной жизни. Самым популярным средством для времяпрепровождения стали социальные сети. На сегодняшний день они занимают практически все свободное время молодых людей. Молодежное движение при этом стоит рассматривать, как разновозрастную категорию, а именно: учащиеся (школьники, студенты) и работающая молодежь (полноценные сотрудники, специалисты). Порой приходится задумываться, как же раньше люди жили без доступа к интернету и как за такой короткий срок существования привыкли к нему. Важно рассмотреть влияние социальных сетей, посредством анализа научных публикаций, сбора материала, а также проведения опроса среди студентов учебного заведения для изучения подверженности социальным сетям.

Поскольку мы имеем примеры, когда неаккуратное поведение в сети приводило к увольнению и даже уголовному преследованию. Важно рассмотреть такое явление, как «Интернет-зависимость» с точки зрения влияния на организм и конкретно на эмоциональное состояние молодого организма. Изучить возможности использования социальных сетей, как основное средство коммуникации не просто для общения и пустого времяпрепровождения, но и для организации/проведения мероприятий общественной/социальной направленности, нацеленных на благо, как самих пользователей социальных сетей, так и в целом окружающих. Сейчас появилось много специализированных рекламных агентств, которые предлагают услуги по проведению различных акций с использованием социальных сетей, но по большому счету никаких технических сложностей в работе с социальными сетями нет, нужно только целенаправленно и постоянно заниматься этим направлением. Данную возможность социальных сетей также используют общественные организации и предприятия сетей в своей деятельности. Общественно значимо получить реальную картину того, насколько опасно и в то же время необходимо использование социальных сетей в повседневной жизни и рабочем процессе. В чем их привлекательность для молодых людей, а также доказать необходимость соблюдения практических рекомендаций по поведению в социальных сетях. В дальнейшем полученные материалы можно использовать на занятиях в образовательных организациях.

УДК 551.501

УДК 551.508

**ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СЛЕДОВ
САМОЛЕТА ИМПУЛЬСНЫМ ВЕТРОВЫМ ЛИДАРОМ****Ковалев В.С.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова*

Ветровой лидар предназначен для измерения скорости и направления ветра на различных высотах до нескольких километров, детектирования областей "сдвига ветра" и микропорывов, зон повышенной турбулентности атмосферы, визуализирования вихревых следов самолетов. Детектирование вихревых следов самолетов вблизи взлетно-посадочной полосы позволяет определить величину безопасной дистанции между самолетами. Уменьшение дистанции увеличивает пропускную способность аэропорта, но при этом должна быть гарантирована безопасность полета.

Принцип детектирования вихревых следов основан на отражении излучения лазера от частиц аэрозоля, образующих ветровой поток. При этом наблюдается доплеровский сдвиг частоты колебаний световой волны. Разница частот зондирующего излучения и регистрируемого сигнала обратного рассеяния соответствует radialной составляющей скорости ветра.

Детектирование вихревых следов в воздушном пространстве можно осуществить несколькими режимами сканирования: в вертикальной плоскости с постоянным азимутальным углом (режим RHI), с фиксированными углами азимута и места (режим LOS), круговое сканирование с постоянным углом места (режим PPI). На основе эксперимента подобраны оптимальные параметры сканирования для каждого режима сканирования с учетом возможного опускания (поднятия) вихревых следов. Так для режима PPI рационально проводить сканирование в секторе размером 60°. Однако при применении кругового сканирования для мониторинга вихревой обстановки нужно принимать во внимание, что эффективность обнаружения вихревого следа в этом случае существенно зависит от того, в какой момент сканирования воздушное судно пролетает над сектором сканирования. Для режима RHI

оптимальный размер сектора сканирования составляет 13°. Скорость сканирования для режимов составляет 0,5-2 °/с, а время накопления 0,5-2 с.

По данным эксперимента проанализирована эволюция и динамика вихревого следа от различных типов самолетов. Восстановлена траектория вихревых жгутов в плоскости сканирования.

Библиографический список

- 1 Протопопов В. В., Устинов Н. Д. Лазерное гетеродинирование/ Под. ред. Н. Д. Устинова. – М.: Наука, 1985.
- 2 Гиневский А. С., Желанников А. И. Вихревые следы самолетов.–М: Физмалит, 2008.
- 3 М. Андреев, Д. Васильев, М. Пенкин, С. Смоленцев, А. Борейшо, Д. Клочков, М. Коняев, А. Орлов, А. Чутреев. Когерентные доплеровские лидары для мониторинга ветровой обстановки.– Журнал Фотоника, №6(48), 2014. – с.20-29.

УДК 551.509.39

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСАДКОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.

Кондрашина Е.С.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Осадки, как и многие другие метеорологические явления, могут представлять опасность: ухудшение видимости, уменьшение коэффициента сцепления с дорожным покрытием, заносы и т.д. Авиационная метрология является одной из приоритетных областей и стимулирует развитие метеорологических приборов, систем сбора и передачи информации, методик краткосрочных и сверхкраткосрочных прогнозов погоды. Заблаговременное прогнозирование осадков поддерживает безопасность работы авиатранспорта.

На возможность выпадения и вид осадков оказывает влияние тип и развитие облачности. При малой заблаговременности прогноза могут быть использованы радиолокационные наблюдения для определения процессов, происходящих в облаке, и направления перемещения облака.

В существующих методах прогнозирования для общего прогноза осадков необходимо:

- Иметь прогноз облачности;
- Знать толщину слоя облаков;
- Знать интенсивность вертикальных движений внутри облака или на его верхней границе
- Знать микрофизическую структуру облака и его водность

Основная трудность прогноза осадков заключается в сложных связях процессов облакообразования с состоянием и изменением полей таких метеорологических величин, как температура, влажность, ветер, вертикальные движения воздуха.

Разработка методики прогнозирования осадков с использованием измерительных приборов может существенно облегчить процедуру прогнозирования. В качестве инструмента для краткосрочного прогнозирования осадков можно использовать аэрозольный лидар. Полученный прибором профиль обратно-отраженного сигнала обрабатывается и анализируется для выявления динамики и интенсивности аэрозольных образований.

В качестве инструмента измерения был выбран опытный образец измерителя высоты нижней границы облачности (облакомер), разработанный компанией ООО «НПП «Лазерные системы».

Для выявления осадков была отобрана дата и время, когда шёл сильный снег. Сигнал, записанный облакомером в онлайн режиме, был подвергнут обработке и подробному анализу. В начале анализа сигнала наблюдался явный нарастающий фронт, характерный для облачных образований. С течением времени происходит размытие фронтов и образование широкого аэрозольного слоя с невыраженными границами. Динамика движения аэрозольного слоя и увеличение обратно-отраженного сигнала в ближней зоне охарактеризовало выпадение снега.

Таким образом, по обработанным сигналам можно сделать вывод о том, что благодаря облакомеру можно осуществлять краткосрочные прогнозы выпадения осадков, что является очень важной информацией для пилотов самолетов.

УДК 004.942

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ МАНЕВРИРОВАНИИ ОБЪЕКТА

Кошкин Д.В., Семяшкина М.А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Основной задачей наведения считается обеспечение приведения беспилотного летательного аппарата (БПЛА) к заданному объекту с минимальным промахом. Существует несколько методов

наведения, каждому из которых свойственна своя, характерная для него, траектория полета БПЛА. В зависимости от условий, выбирается тот метод, который обеспечит надежное приведение в заданную точку. Основные двухточечные методы наведения: метод прямого наведения, наведение с постоянным углом упреждения, метод пропорционального сближения, метод параллельного сближения.

Математическое моделирование позволяет исследовать различные методы с возможностью анализа точности приведения. Это дает возможность существенно снизить затраты на проведение натурных и полунатурных испытаний, выбрать наиболее подходящий закон управления, а также провести настройку метода наведения, которая обеспечит максимальный показатель точности.

Для воспроизведения закона наведения должна быть создана возможность наблюдения за поведением БПЛА и цели, моделями измерителей, алгоритмами оценивания неизмеряемых параметров.

Подробный анализ всех методов наведения при различных маневрах цели показывает, что наиболее предпочтительным законом наведения является метод пропорциональной навигации.

Данный закон наведения обеспечивает пропорциональное изменение угла наклона траектории и угла визирования цели. В ряде случаев, при маневрировании цели наблюдается интенсивное изменение перегрузки при сближении с целью. Наличие внешних возмущающих факторов, корректировки ошибок измерителей, изменение характера движения цели на рассматриваемом участке (с учетом ограничений на вектор состояний БПЛА) могут привести к увеличению промаха. Для устранения данной проблемы предлагается модифицировать параметры метода пропорциональной навигации в соответствии с решением, полученным в задаче оптимизации.

УДК 004.942.681.518

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕНДОВОГО СИМУЛЯТОРА РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЕГО СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Кумарин А.А., Кузнецов А.В., Макарянц Г.М.

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева

На этапах позднего проектирования и ранней доводки системы управления сложным объектом требуется испытание без использования реального объекта. Это особенно актуально для таких объектов, как газотурбинные двигатели (ГТД), т.к. огневые испытания требуют специальные помещения и имеют повышенные требования к безопасности. Также любая неполадка может причинить серьезный ущерб. Кроме того, двигатель может быть еще не готовым к испытаниям, что приведет к простоям работы над системой управления.

Таким образом, требуется проведение экспериментальных исследований разработанной системы управления совместно с симулятором двигателя. Такие испытания принято называть полунатурными. Для их проведения необходима машина реального времени (МРВ), которая играет роль объекта. Желательно компактное и портативное ее исполнение, что упростит подготовку и процесс испытаний. Вычислительная система представляет собой микроконтроллер (МК), программное обеспечение которого содержит модель объекта, и необходимая обвязка. Важной проблемой при разработке полунатурного стенда является уменьшение погрешности, вносимой электронной частью стенда и моделью.

Ограниченная вычислительная мощность МК вносит особые требования к сложности модели. Наиболее серьезные ограничения на использование оперативной памяти, которая чаще всего составляет порядка десятка килобайт, а также вычисления с плавающей точкой, т.к. зачастую они аппаратно не поддерживаются и их необходимо реализовывать с помощью целочисленных вычислений. Большинство термодинамических и иных моделей, основанных на решении дифференциальных уравнений процессов, не позволяют запускать их на указанных МРВ. Однако, использование моделей идентификации реальных процессов позволяет получить модель достаточно высокой точности и избежать сложных вычислений. В последнее время в МРВ часто используются нейронные сети, которые позволяют получить нелинейную модель объекта. Достаточной для использования в полунатурном стенде может считаться модель идентификации с погрешностью порядка 1-2%. Однако фактически погрешность в НЧ будет выше, т.к. свои погрешности вносит преобразование сигналов. Зачастую вопросы, связанные с влиянием этих погрешностей на точность моделирования в НЧ, не рассматриваются.

В работе рассматривается вопрос влияния стендового оборудования и модели ГТД на итоговую точность работы полунатурного стенда. Рассматривается процесс идентификации по результатам эксперимента и вычисляется погрешность идентификации относительно результатов эксперимента. Описывается структура стенда и способ реализации идентифицированной модели на нём. После

проведения запуска МРВ вычисляется погрешность вычисления, делаются выводы о компонентах стенда, оказывающих на неё наибольшее влияние. Даются рекомендации по снижению погрешности.

В качестве объекта идентификации был взят малоразмерный ГТД JetCat-P60. В процессе его запуска записывалось значение управляющего напряжения на электроприводе топливного насоса и частота вращения ротора ГТД. Целью испытаний являлось построение переходных процессов по частоте вращения при ступенчатом изменении режимов работы, а так же перехода с режима малого газа на максимальный и обратно. В качестве модели двигателя была выбрана нейронная сеть. Нейронные сети за счёт использования многих однотипных элементов – нейронов – могут служить универсальным инструментом идентификации. Так как рассматриваемый процесс является динамическим, то использовалась рекуррентная нейронная сеть, в которой присутствует обратная связь из выходного слоя во входной с задержкой в один шаг. Второй этап заключается во внесении модели в ПО МК. Использование МК как МРВ позволяет создать универсальный и недорогой инструмент для отработки системы управления на полунатурном стенде, а так же без сильных изменений перенести модель в ПО системы диагностики двигателя.

В идентификации используется сеть с единичными задержками входного сигнала и сигнала обратной связи. Используемая нейронная сеть содержит один нейрон в скрытом слое. В качестве функции активации в скрытом слое используется гиперболический тангенс.

Экспериментальная установка состоит из двух электронных блоков: исследуемый на стенде блок системы управления (БСУ) и блок симуляции (БС). В рассматриваемом в данной работе стенде БСУ задает мощность топливного насоса, а БС симулирует работу насоса и других систем ГТД и выдает БСУ показания датчика частоты вращения ротора. Для повторения результатов эксперимента система управления была запрограммирована таким образом, чтобы зависимость управляющего сигнала от времени совпадало со значениями в эксперименте.

В работе рассматриваются две возможные конфигурации аппаратной части стенда: с прямым анализом ШИМ сигнала и с использованием промежуточного сигнала – аналогового. Для конвертации используется интегрирующая RC цепь. Полученный сигнал оцифровывается АЦП МК. Этот вариант проще в реализации и менее требователен к ресурсам МК, однако вносит свою погрешность. Для оценки этой погрешности были проведены сравнения симуляций.

Образцовая симуляция проводилась на ПК с использованием Matlab. На вход нейросетевой модели подавались данные о расходе топлива в зависимости от времени, полученные в эксперименте с малоразмерным газотурбинным двигателем JETCAT-P60. Строилась зависимость частоты вращения ротора двигателя от времени. Средняя разница с экспериментом составила порядка 1,9%. Далее проводились симуляции двух конфигураций полунатурного стенда. Входные данные были загружены в память микроконтроллера БСУ для минимизации задержек.

Выявлено, что преобразование сигнала может играть существенную роль в формировании общей погрешности стенда испытаний. Наилучшие показатели в работе показала конфигурация с прямым анализом ШИМ сигнала. Общая погрешность стендовых испытаний, состоящая из погрешности идентификации, преобразования сигнала и расчета модели составила порядка 2%.

В работе приведен анализ источников погрешностей и даны рекомендации по реализации нейросетевых моделей с использованием микроконтроллеров, уменьшению погрешности расчетов и стендового оборудования. Результаты могут быть полезны при разработке стендов полунатурных испытаний динамических систем.

УДК 004.413

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ЛИЦЕНЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.

Лагуткин Н.С.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Рынок средств измерений в России постоянно растет. Резкое увеличение числа измерений, приборов учёта и контроля происходит во всех сферах человеческой деятельности. Естественным следствием этого является увеличения нагрузки на государственные региональные центры метрологии по поверки, калибровки и градуировки средств измерений. Большой объем метрологических работ делает актуальным вопрос повышения производительности труда, вызывая необходимость автоматизации процесса проведения поверки, калибровки и градуировки [1, 2].

Под автоматизацией поверки следует понимать не автоматизацию в целом, а автоматизацию определенных операций или отдельных процедур. Общими операциями поверки являются внешний осмотр, опробование и определение основных метрологических характеристик средств измерений.

Первые две операции трудно поддаются автоматизации, третья операция, отражающая реальные метрологические характеристики поверяемого средства измерений, вполне доступна для автоматизации поверочных работ.

Автоматизировать процесс поверки можно путем создания лицензированных программных средств разработанных на основе методик поверки и калибровки средств измерений. Предложить создание лицензированных программных средств Государственным национальным метрологическим центрам при разработке и утверждении методик поверки и калибровки и размещать их в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Тогда этапы определение основных метрологических характеристик средств измерений будет выглядеть так:

- сбор результатов измерений;
- фиксация показаний поверяемого средства измерений;
- обработка результатов измерений (автоматизировано);
- установление факта пригодности или непригодности поверяемого средства измерений (автоматизировано);

– подготовка документа с результатами поверки и заключением (автоматизировано).

При автоматизации поверки СИ с помощью лицензированных программных средств облегчается процесс документального оформления свидетельств и протоколов по проведенным измерениям, что составляет не менее 50 % от общего объема операций поверки а также повышает достоверность измерений путем исключение «человеческого фактора» при обработке результатов измерений, что в целом повышает производительность труда техническим специалистам.

Произведена разработка программного средства на основе требований методики поверки МИ 2816-2012 [3] и методики градуировки МИ 2302-1МГ-2003 [4]. Результаты апробации данного программного средства подтвердили возможность автоматизации процедуры поверки и градуировки вибрационных преобразователей плотности на месте эксплуатации, установленных в блоках контроля качества систем измерений количества и показателей качества на Заводе по подготовке конденсата к транспорту (ЗПКТ ООО «Газпром переработка»).

Библиографический список

1. Скрипка В.Л. Использование цифровых телекоммуникационных сетей – перспективный путь совершенствования системы организации поверочных и калибровочных работ//Электронный Научно-технический журнал инженерный вестник. – 2016 – №9 – С. 15.
2. МИ 2322-99 ГСИ. Типовые нормы времени на поверку средств измерений. – Введ. 1999-01-19. – М.: ВНИИМС, 1999.
3. МИ 2816-2012 ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации. – Введ. 2012-12-06. – М.: ВНИИМ, 2012.
4. МИ 2302-1МГ-2003 ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика градуировки на месте эксплуатации. – Введ. 2003 – М.: ВНИИМ, 2003.

УДК 629.7.05

МОДИФИКАЦИЯ ПОДХОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БОРТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Ломаев Ю.С., Толстых А.В.

Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева»

Существует множество подходов для разработки программного обеспечения (ПО), связанных с проектированием ПО. Разработка, автономное и системное тестирование бортового программного обеспечения (БПО) является ключевым этапом жизненного цикла КА, оно обеспечивает взаимодействие и логику функционирования приборов внутри его системы.

Стандартный цикл разработки БПО, выполняющийся итерационно, включает:

- 1) определение требований к ПО системы;
- 2) разработка архитектурного проекта (АП) ПО системы;
- 3) разработка и автономное тестирование (АТ) программного обеспечения (ПО) системы;
- 4) системное тестирование (СТ) ПО системы в режимах системы;
- 5) СТ ПО в режимах КА;

- 6) стыковочные испытания ПО и бортовой аппаратуры (БА) в составе КА;
- 7) сопровождение ПО системы на этапе штатной эксплуатации.

В процессе разработки БПО необходимо производить детальное тестирование взаимодействия программного обеспечения системы и БА с целью выявления ошибок до проведения тестирования и испытаний ПО и аппаратуры в составе КА. При обнаружении ошибок изменение программного обеспечения БА затруднительно, так как в её составе могут применяться однократно программируемые запоминающие устройства, либо корректировка ошибок может занять продолжительное время, и выявление ошибок в БА выполняется через БПО, что может привести к увеличению сроков проведения испытаний КА. В таком случае при появлении нештатных ситуаций существует возможность парирования сбоев программного обеспечения БА со стороны бортового комплекса управления посредством доработки программных средств.

Одним из подходов проведения тестирования ПО при разработке БПО является имитация логики работы аппаратуры с помощью создания её программно-математической модели.

Программно-математическая модель (ПММ) – комплекс реализованной логики работы аппаратуры в виде программного кода, посредством которого выполняется прием и передача информации при взаимодействии с БПО. Входной информацией являются исходные данные на ПММ, которые позволяют отработать штатные и нештатные ситуации, регламентируя требования, предъявляемые к логике работы аппаратуры и её модели. Выходной информацией служат результаты проведения автономного тестирования ПММ.

Ещё одним подходом проведения тестирования БПО является использование образца для лабораторно-отрабочных испытаний (ЛОИ). Образец ЛОИ – это специальный образец аппаратуры для проведения испытаний, являющийся прототипом штатной аппаратуры по функционалу и базовым техническим характеристикам, на котором отрабатываются программные и технические решения. Такое изделие дешевле штатной аппаратуры и изготавливается быстрее, в связи с чем существует возможность тестирования БПО до момента изготовления штатного образца. Входной информацией является логика функционирования образца, которая регламентируется требованиями по созданию экспериментального изделия. Выходной информацией является исполнимый код БПО для тестирования на наземном отладочном комплексе (НОК).

Отработка взаимодействия БПО с образцом ЛОИ и с ПММ проводятся для проверки информационного обмена и логики функционирования аппаратуры. В рамках отработки взаимодействия программного обеспечения с прототипом аппаратуры и ПММ проводится тестирование по проверке штатной и нештатной логики работы аппаратуры. Упомянутые меры способствуют предварительному выявлению ошибок в логике функционирования и отработке нештатных ситуаций работы аппаратуры до этапа проведения системного тестирования БПО в режимах КА, что приводит к ускорению процесса отладки БПО, повышая его надёжность.

УДК 004.021:004.912

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ДОКУМЕНТА С ШАБЛОНОМ Магомедов И.Н.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Структурный анализ документа с шаблоном, является рутинной задачей для человека и может приводить к пропуску ошибок. Задача усугубляется в случаях, когда документы начинают разрастаться или они в первой итерации имели очень большой объём. Для решения данной проблемы была поставлена задача проектирования приложения для структурного анализа документа с шаблоном.

В данной работе представлено спроектированное программное решение данной задачи.

При проектировании были рассмотрены структуры текстовых документов docx и odt. Оба документа представляются из себя zip архивы и разделены на файлы формата Office Open XML и OpenDocument. Разметка документов схожа, имеются подобные теги разметки. Главная особенность структуры внутреннего представления документов в данных форматах в том, что текст делится на параграфы, представляющие из себя абзацы в тексте. Таблицы, нумерованные списки и изображения используют отдельную аналогичную разметку.

В ходе проведённой работы были выделены особенности в виде деления элементов текстового документа на отдельные блоки как в формате docx и odt. Такое структурирование данных можно использовать для разделения текстового документа на отдельные структурные блоки (элементы), что упростит задачу анализа документа.

Были рассмотрены возможные алгоритмы для модуля сравнения документов, и сам процесс работы программы. Далее представлен наиболее подходящий разработанный алгоритм:

1. Программе подаётся шаблон на вход;
2. Шаблон анализируется, то есть выделяются основные части;
3. Программе подаётся файл для сравнения;
4. Программа выделяет отдельные блоки документа;
5. Программа поочерёдно заносит в буфер один из блоков исходного документа и сравнивает его с элементами шаблона;
6. Сравнение продолжается пока не будет найден элемент похожий на блок из исходного документа или не наступит конец шаблона;
7. Оценка схожести:
 - a. если блок найден, то он выделяется зелёным цветом;
 - b. если блок частично совпадает с элементом шаблона, то жёлтым выделяются схожие части блока;
 - c. если блок не найден, выделяется красным.
8. В конце оба документа отображаются пользователю в виде: шаблон отображается слева без каких-либо пометок, а документ с пометками открывается справа;
9. Возможности после сравнения документов:
 - a. возможность редактирования документа, при этом входной документ остаётся неизменным;
 - b. возможность сохранения документа с пометками;
 - c. возможность сохранения документа после внесения правок, как с пометками, так и без них;
 - d. возможность быстрого поиска по средствам клика на элемент (блок) шаблона (исходного документа) или на участок элемента (блока) шаблона (исходного документа).

При сравнение структурных элементов будет рассматриваться не только содержание, а также стили и расположение объектов. Приложение будет показывать специальным знаком (стрелка вверх или вниз) позицию откуда был перемещён блок.

Данное приложение имеет широкий круг применения, от учебных заведений до корпоративного сектора, например, может применяться при оформлении договоров, технических заданий, рабочих и учебных планов.

Приложение позволит ускорить процесс создания документов за счёт быстрой проверки документа на ошибки и наличие нужных структурных элементов, а также даёт возможности редактирования и внесения исправлений без использования нескольких программ. Также позволяет создавать новые шаблоны на основании имеющегося шаблона и документа.

1. MSDN – сеть разработчиков Microsoft [Электронный ресурс] URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru> (дата обращения: 19.03.2018).

2. Магомедов И.Н. Сопоставление структур форматов документов odt и docx // Старт-2017: Тезисы докладов III Общероссийской молодёжной науч.-техн. конф. – СПб: Балт. гос. техн. ун-т, 2017. – С. 48.

УДК 004.4

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ И ROS

Мальцев А. С., Мамонова К. Е., Щекочихин Т. П.
Институт автоматики и электрометрии СО РАН

Роботизированные устройства находят широкое применение в промышленности, транспорте и повседневной жизни, что ставит необходимость в создании специализированных систем управления. В докладе рассмотрен способ построения автоматизированных систем управления роботизированными устройствами, в котором интерфейс оператора реализуется с помощью веб-технологий, а серверная часть представляет набор программ, взаимодействующих между собой через механизм асинхронного обмена сообщениями с использованием Robot Operating System (ROS). Подобный подход использован нами ранее при построении автоматизированной системы диагностики оборудования маршрутно-релейной централизации Новосибирского метрополитена.

Для проведения практических экспериментов по управлению роботами и их группами нами созданы колесный и шагающий роботы. Колесный робот оснащен двумя моторами, набором инфракрасных датчиков и бортовой камерой. Он представляет собой прототип беспилотного транспортного средства. Особенностью шагающих механизмов является их высокая проходимость по пересеченной местности, возможность функционирования в среде, ориентированной на человека. Они могут быть использованы при проведении аварийно-спасательных работ внутри помещений.

Система управления обоими роботами построена по единому принципу и состоит из верхнего и нижнего уровней.

На нижнем уровне микроконтроллер управляет механикой робота и опрашивает датчики. Этот контроллер принимает команды по последовательному порту, которые включают требуемую скорость вращения моторов колесного робота либо требуемый угол поворота указанного мотора и необходимое время вращения на этот угол для плавного движения шагающего робота. Для построения программ для микроконтроллера оказалось удобно использовать операционную систему реального времени FreeRTOS, которая позволяет разбить программу на отдельные независимые задачи.

Система верхнего уровня исполняется на бортовом компьютере с операционной системой Linux и обеспечивает функции веб-сервера, сервера трансляции видео, автономной навигации, законов управления и драйвера к нижнему уровню. Каждая из функций реализуется в виде независимой программы, которые взаимодействуют между собой путем получения и отправки сообщений через механизм коммуникации ROS. Модуль автономной навигации основан на расчете координат робота на плоскости на основе модели движения с использованием фильтра Калмана. Также данные о координатах поступают от системы технического зрения с использованием такого модуля ROS, как `ar_track_alvar`, обрабатывающего кадры с внешней видеокамеры.

Веб-интерфейс автоматизированного рабочего места оператора включает поле для трансляции видео с бортовой камеры робота и элементы ручного и автоматического управления движением, индикацию показаний бортовых датчиков. Для его создания использованы языки JavaScript, Python, векторная графика в формате SVG для элементов управления и библиотека JQueryUI. По нажатию кнопок управления в окне веб-браузера на сервер посылаются запросы с использованием асинхронного механизма на базе XMLHttpRequest. В этих запросах содержатся команды для нижнего уровня, управляющего механикой робота. Связь с оператором или другими роботами осуществляется по Wi-Fi, связь бортового компьютера с микроконтроллером - через serial port.

Таким образом, в работе представлена архитектура управляющих программных систем, основанная на разделении функций между отдельными программами и использующая ROS в качестве механизма их взаимодействия. Такая архитектура позволяет легко наращивать либо изменять функциональность системы путем добавления новых компонент и использовать большое число готовых модулей из состава ROS, включая навигацию, построение карты местности, техническое зрение. Система может использоваться не только для управления реальными роботизированными устройствами, но и для моделирования различных ситуаций в интегрированном с ROS симуляторе Gazebo.

УДК 62.529

УСТРОЙСТВО ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК ПРИ ОДНОКРАТНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ **Митюшов А.И., Островский К.А.**

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Развитие высокоточного оружия (ВТО) привело к необходимости интеграции средств разведки, управления, обеспечения и поражения в единые разведывательно-ударные комплексы (РУК). Необходимым условием функционирования таких комплексов является обмен информацией между средствами разведки и поражения. Как правило, передача информации происходит неконтактным способом при помощи радиоволн. Радиоканал подвержен воздействию различного рода помех как естественного, так и искусственного происхождения. Помехи искажают передаваемый сигнал. Это может привести к искажению содержащейся в нём информации и, в конечном счёте, к снижению эффективности комплекса ВТО. Поэтому задача исправления ошибок и повышения достоверности передачи информации является актуальной.

Известны два направления повышения достоверности полученной информации. Одно из направлений – контроль передачи данных, в этом случае при выявлении ошибки требуется повторная загрузка данных, что увеличивает время передачи сообщения. Второе направление – восстановление информации после приёма, т.е. исправление ошибок. В обоих случаях требуется кроме информационных разрядов передавать дополнительные контрольные разряды, причём для исправления ошибок количество контрольных разрядов больше. В настоящее время наибольшее распространение получил контроль передачи информации по модулю.

Однако, существуют ситуации, когда повторная передача невозможна. Например, при программировании боеприпасов в процессе выстрела время передачи данных составляет всего сотни микросекунд, а полоса пропускания линии связи ограничена.

С другой стороны, при достаточном отношении сигнал/шум вероятность большого количества ошибок за малое время передачи незначительна. Поэтому, использование в этом случае кода

Хэмминга с исправлением однократной ошибки может оказаться весьма эффективным, а исследования в данной области являются актуальными.

В работе проанализированы условия передачи сообщений, информационная ёмкость линии связи, вероятности возникновения однократных и двойных ошибок. Показано, что для рассматриваемых условий целесообразно использовать коды, исправляющие однократную ошибку.

Предложено устройство кодирования и устройство исправления ошибки. Для того чтобы сформированное контрольное число (контрольный код) указывало номер разряда, в котором произошла ошибка, необходимо специальное разбиение кода Хэмминга на K групп. Основная идея такого разбиения состоит в том, что в i -ю контрольную группу включаются те разряды кода Хэмминга, двоичный порядковый номер которых содержит в i -м разряде единицу. Для передаче закодированной информации в приемную часть длиной 11 информационных разрядов потребуется 4 контрольных разряда. Контрольные разряды формируются из 11 информационных разрядов. В конечном итоге на выходном регистре длина кода будет иметь 15 разрядов. Далее код поступает на приемную часть, где идет контроль и восстановления информации. Полученный код необходимо проверить на наличие ошибок. Для этого выполняется проверка контрольных разрядов полученного кода. Если в любом из разрядов произошла ошибка, то после дешифрации ошибочный разряд инвертируется, и код будет восстановлен.

УДК 004.67.004.046

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ

Мишина О.А., Попов А.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Дистанционное зондирование (ДЗ) – сбор информации об объекте или явлении с помощью регистрирующего прибора, не находящегося в непосредственном контакте с объектом или явлением.

Измерения в ДЗ обычно производятся с помощью приборов, установленных на спутниках или самолетах, и используются для определения характеристик поверхности Земли, моря или атмосферы.

Для обработки сигналов наиболее важными математическими инструментами являются методы преобразования Фурье и смежные понятия, матрицы, вероятности и статистика [1].

Использование различных областей электромагнитного спектра позволяет получать наиболее полную информацию об исследуемом объекте и учитывать специфику объекта. Например, радиолокационные снимки применяются для целей картографирования, особенно территорий, преимущественно закрытых облачностью. Инфракрасная съемка широко применяется в геологии.

Обработка данных ДЗ Земли (ДЗЗ) включает предварительную обработку, улучшение изображений и дешифрирование [ii] (рис.1).



Рисунок 1 - Обработка данных ДЗЗ

В процессе предварительной обработки из данных удаляются систематические радиометрические и геометрические ошибки, а также производится атмосферную коррекцию. Улучшение изображения позволяет преобразовать его в форму, наиболее удобную для визуального или машинного анализа. Для улучшения изображения обычно используют изменение яркости и контрастности, а также пространственную фильтрацию и преобразование Фурье.

Одна из категорий пространственного фильтра – фильтр низких частот (ФНЧ) – применяется для фильтрации высокочастотного шума. Частотная характеристика ФНЧ выражается как

$$K(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega}$$

где ω – частота среза НЧ-фильтра. Для фильтрации сигнала нужно вычислить частотный спектр сигнала с помощью преобразования Фурье, затем перемножить частотный спектр сигнала и частотную функцию фильтра и выполнить обратное преобразование Фурье.

В программном пакете Matlab был разработан модуль для улучшения изображения с помощью ФНЧ. Предложенный подход позволил подчеркнуть детали низкой частоты, чтобы сгладить шум и уменьшить ступенчатость изображения.

Финальным этапом становится дешифрирование – специальная процедура, позволяющая связать географические структуры на земной поверхности с их изображением на снимке. Оно может проводиться как визуальными (человеческая оценка), так и численными методами.

УДК 004.021:004.067

ОЦЕНКА РАЗДЕЛИМОСТИ ОБУЧАЮЩИХ ВЫБОРОК НА ОСНОВЕ ЕВКЛИДОВОГО РАССТОЯНИЯ В МЕТОДАХ ДЕШИФРИРОВАНИЯ СНИМКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Мишина О.А., Харитонов А.С.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Задача дешифрирования фотографий дистанционного зондирования Земли состоит в интерпретации снимка, прошедшего первичную обработку, то есть в обнаружении и распознавании запечатленных на снимке объектов. Конечным результатом дешифрирования является карта территории, представленной на исходном снимке, с нанесенными на ней дешифрированными распознанными объектами, где заранее было установлено, какие виды объектов должны быть выделены (легенда карты) [1].

Дешифрирование производится как визуальными методами, использующими знания, опыт и интуицию специалиста, так и машинными, включающими в себя обработку снимка специальными программными обеспечениями и автоматизированными алгоритмами. Задача классификации в данном случае заключается в разбиении некоторой группы объектов на классы на основе определенных требований (чаще всего – на основе принадлежности каждому классу объектов определяющего признака).

Для машинной классификации существуют алгоритмы, реализующие классификацию с обучением, то есть контролируемой (более трудоемкая, но также более точная) и без обучения, то есть неконтролируемой (где элементы изображения объединяются в группы по формальному признаку) [1, 2]. Одним из алгоритмов контролируемой классификации являются обучающие выборки.

Обучающие выборки – наборы пикселей, достоверно представляющие определенный образ (класс объектов). Здесь подобным классом выступает некая область на снимке, идентифицированная на основе истинных данных.

Одним из важнейших критериев использования обучающих выборок является условие их разделимости друг от друга. Оно основано на оценке статистического расстояния между выборками, чаще всего задаваемого как евклидово расстояние – спектральное расстояние между векторами средних значений каждой пары выборок:

$$R(M_{\omega_1}, M_{\omega_2}) = \sqrt{\sum_{l=1}^L (X_{lij} - X_{lmn})^2},$$

где $R(M_{\omega_1}, M_{\omega_2})$ – расстояние между классами ω_1 и ω_2 ; $M_{\omega_1}, M_{\omega_2}$ – средние значения выборок классов (центры классов в спектральном пространстве); X_{lij}, X_{lmn} – зональные координаты векторов средних значений классов; i и j , m и n – значения яркости пикселя в разных спектральных каналах, l – номер спектрального канала, L – число зон.

Если получившееся расстояние незначительно для любой пары зон, то различие двух выборок также незначительно, а, следовательно, успешная классификация не может быть проведена.

В программном пакете Matlab была разработана структура модуля для реализации способа проверки разделимости выборок. Что позволило производить дешифрирование в тех случаях, когда области значения яркости объектов пересекаются.

Библиографический список

1. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
2. Бучнев А.А., Пяткин В.П. Некоторые вопросы тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли. // VIII Международный научный конгресс и выставка «ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2012». 2012. С. 3.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ****Арипова О.В., Монастырских В.В.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

Модель информационной системы (ИС) включает в себя набор пользовательских интерфейсов и ресурсов системы: система идентификации, информационные ресурсы, ресурсы администрирования и экспертная база [1]. При этом пользователи наделены возможностями для формирования, изменения и дальнейшего развития ИС. Такая модель взаимодействия ИС с пользователем предполагает наличие несколькими видов пользователей. Для выбранной в рамках исследования ИС было выделено три вида пользователей и варианты их поведения: пользователь-разработчик, пользователь-эксперт и пользователь-пользователь.

Задачей пользователя-разработчика является создание корректно работающих ресурсов системы и интуитивно-понятного пользовательского интерфейса. Для пользователя-эксперта важным при работе с ресурсами системы является правильность выполняемых расчётов и получение корректных результатов [2]. Пользователь-пользователь является конечным пользователем и при обращении к ресурсам системы руководствуется желанием при минимальных затратах (временных, трудовых и др.) получить корректные результаты расчётов для дальнейшего их применения.

На этапе проектирования, разработки и отладки с программным обеспечением ИС взаимодействуют два вида пользователей: пользователь-эксперт и пользователь-разработчик [2]. На последних этапах отладки в информационную систему вводится пользователь-пользователь, основной задачей которого является непосредственное применение ресурсов системы на практике. При появлении ошибок в процессе использования ИС пользователь-пользователь может обратиться за помощью к пользователю-разработчику (сложности, связанные с работой ресурсов системы и удобством их использования) и к пользователю-эксперту (сложности, связанные с корректностью полученных результатов от ресурсов системы).

Рассматриваемые модели поведения могут быть применимы для различных ИС в рамках которых взаимодействуют три вида пользователей. Для более подробного исследования вопросов взаимодействия пользователей при разработке ИС и ее программного обеспечения эти процессы рассматриваются на примере разработки ИС для расчёта охлаждения камеры сгорания ракетного двигателя. В такой ИС используются следующие способы взаимодействия с пользователем:

- идентификация пользователя;
- задание пользователем исходных данных;
- корректировка пользователем полученных ресурсами системы значений;
- ввод дополнительных данных на основе полученных ресурсами системой значений;
- получение пользователем результатов расчётов;
- отправка сообщений другим пользователям.

Особенностью корректировки является то, что данные, используемые для дальнейшего расчёта, могут быть получены, как от ресурсов системы, так и от работающего с ним пользователя. В некоторых случаях пользователю предлагается ввести дополнительные данные, ориентируясь на графики и ранее полученные результаты. Помимо корректирующих форм используются формы ввода дополнительных данных, позволяющих с учётом уже проделанных ресурсами системы расчётов и графиков вводить дополнительные данные, необходимые для продолжения расчётов.

Для взаимодействия пользователей между собой в ИС предусмотрена возможность передачи сообщений и результатов расчётов на электронную почту каждому пользователю, что даёт возможность своевременно устранять возможные ошибки, возникающие при работе ИС.

Библиографический список

- 1 Арипова О.В., Михайлова Е.В. Использование информационных систем для эффективного управления образовательным процессом в техническом вузе// Научно-практический ежемесячный журнал «Инновации», №6 (188), июнь, 2014. – СПб.: ООО «Медиа-Принт», 2014. – С92-95. (ВАК – 2014 г.).

2 Арипова О.В. Разработка лично-ориентированного программного обеспечения [Текст]/ О.В. Арипова, В.В. Монастырских //Старт-2017: Тезисы докладов III Общероссийской молодёжной науч.-техн. конф. / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2017. - 72 с. – С. 40.

УДК 681.5

ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КАЛИБРОВКИ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ ПРИВОДОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ В НАЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ
Комаров К. А., Мягкий А. И.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В последние годы для обеспечения точного и прецизионного наведения, позиционирования и стабилизации бортовых приборов и устройств космического назначения применяются многостепенные механизмы с параллельной кинематикой типа гексапод и трипод. Одной из наиболее важных задач при создании линейных приводов гексапода является соблюдение точности и стабильности геометрических характеристик, как отдельных элементов, так и всей конструкции. Поскольку гексапод эксплуатируется в условиях глубокого вакуума и широком диапазоне тепловых нагрузок, то при его разработке обязательным является проведение испытаний по определению величины температурной деформации, проводимых в условиях термобарокамеры.

В процессе анализа возможных методов высокоточных измерений линейных размеров в условиях открытого было выявлено, что наиболее приемлемым методом является бесконтактный способ измерения посредством лазерного интерферометра. Высокоточная калибровка линейных приводов устройств параллельной кинематики, реализована в виде стенда, с целью отработки и корректировки оптической схемы, а также разработки и уточнения методов получения и обработки, интерпретации интерференционной картины.

Первый вариант разработанной компоновочной схемы, показал неудовлетворительные результаты. Это связано с тем, что не был учтен ряд факторов таких как: взаимные перемещения элементов конструкции, возникающие в результате воздействия температурных нагрузок; вибрации, возникающие в процессе перемещений штока линейного привода и при работе агрегатов термобарокамеры; деформация стенок и двери термобарокамеры.

На основе полученных данных была разработана новая компоновочная схема, которая учитывает недостатки предыдущей, что значительно повышает точность измерений. Полученные в процессе испытаний данные после обработки будут введены в систему управления гексаподом в виде поправочных коэффициентов, позволяющих приводам обрабатывать управляющее воздействие без обратной связи по положению в экстремальных условиях открытого космоса.

УДК 533.9.072

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ С ПЫЛЕВЫХ МАКРОЧАСТИЦ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОРОТКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Сементин В.В., Сергеев А.А

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Широкое распространение лазеров в экспериментальной физике, начиная с 1960-х годов, привело к появлению новых возможностей для решения научных и технических задач. Одна из таких задач состояла в исследовании эмиссии электронов с поверхности металла под действием коротких лазерных импульсов. Особый интерес представляет эмиссия электронов с пылевых макрочастиц. В результате эмиссии возникает пылевая плазма, которая в условиях микрогравитации и электростатического поля способна выстраиваться в определенные структуры и, будучи в агрегатном состоянии ионизированного газа, проявлять свойства твердых тел и жидкостей (эксперимент «Плазменный кристалл»). Данное обстоятельство открывает перспективы формирования наноматериалов с уникальными свойствами. Схема эксперимента «Плазменный кристалл» представлена на рисунке 1.

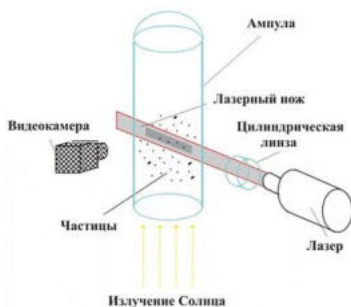


Рисунок 2 - Схема эксперимента "Плазменный кристалл"

В данной работе исследуются процессы эмиссии электронов с поверхности пылевых макрочастиц под действием коротких лазерных импульсов. Для этого был собран стенд, в состав которого входят: вакуумная камера, система подачи пылевых макрочастиц, лабораторный Nd:YAG-лазер, источник высокого напряжения.

Получение фото- и термоэлектронной эмиссии осуществлялось с помощью основной (1064 нм) и четвертой (266 нм) гармоник лазера, работающего в режиме модуляции добротности (длительность импульса 10 нс). Энергия в импульсе основной гармоники составляла 150 мДж, в четвертой – 1 мДж.

Зарядка пылевых макрочастиц производится между двумя плоскими электродами. Для регистрации тока используется измерительная схема, подключенная к этим электродам. Также к электродам подключен источник высокого напряжения (для ускорения эмитирующих электронов).

Полученные результаты представлены на рисунке 2.

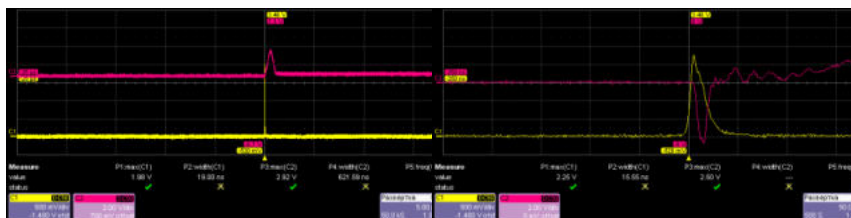


Рисунок 3

Слева - термоэлектронная эмиссия, справа – фотоэлектронная.
(желтый график – сигнал от лазера, розовый – сигнал с электродов)

Библиографический список:

1. Анисимов С.И., Бендерский В.А., Фаркаш Д. Нелинейный фотоэлектрический эффект в металлах под действием лазерного излучения. М.: Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау, 1977. 38с.
2. Морфилла Г.Е. Комплексная и пылевая плазма. Из лаборатории в космос. / под ред. Фортова В.Е. М.,2013. 444 с.

УДК 62-233.3/.9

**РАЗРАБОТКА РЕДУКТОРА НА ОСНОВЕ ПЛАНЕТАРНОЙ КОНИЧЕСКОЙ
ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРЕЦЕССИРУЮЩИМ САТЕЛЛИТОМ**

Симатов Д.С., Кудрявцев А.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Традиционные планетарные редукторы, несмотря на широкое распространение, имеют далеко не самые лучшие массогабаритные характеристики, особенно при больших передаточных отношениях. Поэтому при жестких ограничениях механизма по массе и размерам, например, для космических аппаратов, приходится обращаться к зубчатым передачам, функционирующим по

другим принципам. Для решения подобных задач предлагается использовать планетарные передачи с несколькими коническими колёсами. Особенность кинематики таких передач – движение сателлита, называемое прецессирующим. Оно возможно за счёт необычной формы входного вала, представляющим собой кривошип. Такие редукторы имеют конические передачи внутреннего зацепления, которые могут работать без интерференции профилей даже при разности чисел зубьев, равной единице.

Одноступенчатые редукторы такого типа позволяют получать передаточные числа приблизительно от 50 до 500, однако обладают недостатками, связанными со съёмом момента на выходе и со связью сателлита со статором. Большого внимания заслуживают двухступенчатые редукторы. Они позволяют получать передаточные отношения до $10^5 \dots 10^6$ и имеют конструкцию, лишённую проблем одноступенчатых механизмов. Основной недостаток рассматриваемой передачи – относительная сложность изготовления конических зубчатых колёс внутреннего зацепления. Однако с развитием технологий машино- и приборостроения, особенно аддитивных технологий, эта трудность становится преодолимой, что позволяет значительно расширить возможность применения таких устройств.

В качестве примера разработки двухступенчатого редуктора на основе планетарной конической зубчатой передачи с прецессирующим сателлитом предлагается предельно простой проект механизма космического назначения. Его конструкция позволяет решить конкретную техническую задачу и при этом обладает гораздо массогабаритными показателями, чем традиционные редукторы. Этот проект демонстрирует возможность изготовления и использования передач такого типа и редукторов на их основе в перспективе.

УДК 004.94

АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ **Смирнов М. Ю., Царева А. А., Задорина Н. А.**

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева

В современном мире происходит переход от индустриального общества к информационному. Все больше стран включаются в процесс информатизации и компьютеризации. Информация - важнейший ресурс в современном обществе. В связи с этим актуальна проблема защиты данных. Процесс обеспечения безопасности данных должен быть непрерывным, поскольку количество атак постоянно возрастает. Противоправные действия с информацией приводят к нарушению ее свойств, а именно конфиденциальности, достоверности, целостности, доступности.

Почти все виды противоправных действий могут быть реализованы при помощи вредоносного программного обеспечения (ПО).

Согласно социологическим исследованиям и мнениям программистов, занимающихся вопросами компьютерной безопасности, существует несколько типов «авторов» вредоносного ПО. Большое количество людей, хотя по каким-либо причинам написать свой, жизнеспособный в условиях современной системы обеспечения компьютерной безопасности, вирус, а в рамках изоляции людей друг от друга, нестабильной социальной и политической обстановки их становится все больше.

Задача противодействия распространению и созданию вредоносных программ имеет множество аспектов, одним из которых является моделирование и методы предсказания распространения вредоносного программного обеспечения. С помощью математических моделей можно изучить динамику числа зараженных компьютеров в компьютерной сети, оценить время и последствия распространения вредоносного программного обеспечения в сети, оценить степень защищенности сети от атак вредоносного ПО.

Для аналитического моделирования процесса распространения вредоносного ПО используются классические эпидемиологические модели, разработанные для изучения распространения инфекционных заболеваний (SI- модель, SIR-модель, SAIR- модель, PSIDR- модель).

Каждая из моделей представлена системой дифференциальных уравнений. Для решения каждой из систем дифференциальных уравнений используются численные методы: метод Рунге-Кутты, метод Адамса-Башворта-Мултона, метод Эйлера, метод трапеций. Рассмотрев данные методы, наиболее оптимальным для решения поставленной задачи был выбран метод Рунге-Кутты. Данный

выбор обосновывается тем, что метод является достаточно точным и при этом прост в реализации: метод Рунге-Кутты более точен чем, метод Эйлера и метод трапеции, которые дают большую погрешность, а метод Адамса-Башворта-Мултона сложен даже для программной реализации. Авторами статьи была разработана программа, основанная на методе Рунге-Кутты, выполняющая решение данных систем дифференциальных уравнений. Было произведено вычисление в программе математического моделирования MatLab для различных наборов параметров уравнений. Для решения систем дифференциальных уравнений, описывающих процесс распространения вируса в сети, была выбрана стандартная функция, описывающая метод Рунге-Кутты 3,4 порядков. Для улучшения визуального восприятия полученные данные были представлены в виде графиков. Данная проблема рассматривалась ранее в работах посвященных этой тематике, где было получено решение системы дифференциальных уравнений для аналитической модели PSIDR.

Авторами статьи было произведено сопоставление результатов, полученных разными методами. Согласно произведенному анализу, можно сделать вывод, что математические методы решения систем дифференциальных уравнений аналитических моделей процесса распространения вредоносного ПО в сети соответствуют теоретическим вычислениям с некоторой погрешностью. Для повышения точности результатов следует использовать полученные решения уравнений, но в случаях, когда решение уравнений получается громоздким, можно применять численные методы, т.к. выявленная погрешность достаточно мала. Для решения полученных систем следует использовать методы решения систем дифференциальных уравнений с высокой точностью. Например, методы Рунге-Кутты более высокого порядка. Несмотря на то, что аналитические модели дают достаточно грубую оценку при сопоставлении с реальными данными, использование аналитических моделей экономически обоснованно для прогнозирования процесса распространения вируса в сети Интернет с целью получения результата в кратчайшие сроки. Следовательно, имеет смысл повышать точность решения систем дифференциальных уравнений, чтобы погрешность оставалась допустимой при усложнении аналитической модели.

УДК 004.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В CASE-СИСТЕМАХ IBM RATIONAL И BPWIN.

Смоляков Р. А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В статье излагается сравнительный анализ двух CASE-систем IBM Rational Rose и BPwin, широко применяемых для моделирования бизнес-процессов.

IBM Rational помогает предприятиям автоматизировать и интегрировать бизнес-процесс по разработке программного обеспечения. Продукты, услуги и лучшие методы организации работ Rational лежат в основе IBM Software Development Platform – платформы для разработки и развертывания программного обеспечения в рамках бизнес-приложений, встроенных систем и программных продуктов. Это модульное и функционально законченное решение позволяет командам разработчиков использовать подход к разработке, учитывающий интересы бизнеса и основанный на открытых стандартах.[1]

Программные решения IBM Rational предназначены для автоматизации процессов разработки программного обеспечения на всех этапах его жизненного цикла. Для автоматизации этапа моделирования существует несколько пакетов из линейки IBM Rational: IBM Rational Software Modeler, IBM Rational Rose, IBM Rational XDE Modeler. Для сравнительного анализа был выбран пакет IBM Rational Rose.

BPwin является достаточно развитым средством моделирования, позволяющим проводить анализ, документирование и улучшение бизнес-процессов. С его помощью можно моделировать действия в процессах, определять их порядок и необходимые ресурсы. Модели BPwin создают структуру, необходимую для понимания бизнес-процессов, выявления управляющих событий и порядка взаимодействия элементов процесса между собой.[2].

При сравнении этих средств моделирования бизнес-процессов целесообразно рассмотреть их особенности по следующим группам функциональных возможностей:

- средства построения моделей бизнес-процессов;
- средства анализа моделей;
- средства оптимизации моделируемых систем по их моделям;
- поддержка библиотек типовых моделей;

- оформление регламентов и документации;
- поддержка разработки моделей баз данных и программных средств;
- интеграция с другими программными продуктами (CASE-средствами, ERP-системами, прикладными программами).

Библиографический список

1. «ITeam» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iteam.ru/publications/it/section_51/article_3023. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.03.2018).
2. «Менеджмент качества» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kpms.ru/Automatization/BPwin.htm>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.03.2018).

УДК 519.685.1

ВНЕДРЕНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА КАРАГАНДИНСКОМ ЛИТЕЙНО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЗАВОДЕ ТОО «MAKER»

Сычев В.С.

Карагандинский государственный технический университет

В современном обществе очень высока доля людей, которые профессионально используют системы автоматизированного проектирования в своей деятельности. Однако таких систем очень много, поэтому специалисты должны четко представлять, какую систему удобно использовать для решения таких профессиональных задач, как умение читать конструкторскую и технологическую документацию; выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на поверхности; выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов, узлов в ручной и машинной графике; выполнять графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике и многое другое.

В ходе использования САПР на предприятии ТОО «Maker»(Мэйкер) были выявлены преимущества и недостатки Компас-3D:

- + система очень легка в освоении, причем даже для конструкторов, не имеющих опыт общения с 3D редакторами;
 - + система имеет большое количество библиотек элементов стандартизированных по ГОСТ, норм ЕСКД;
 - + хоть система и платная - она имеет вполне приемлемую стоимость;
 - + имеются встроенные средства для трассировки трубопроводов, электрических кабелей, жгутов, электрических цепей;
 - + система обладает широкими возможностями для параметризации объектов(2D-модуль);
 - + наличие встроенной системы обучения и довольно удобного интерфейса;
 - отсутствие кинематического, упругого, прочностного, температурного и частотного анализа, эргономических расчетов;
 - система спецификации до конца не продумана, позиции задаваемые в 3D, часто не соответствуют на спецификации;
 - крайне медленное развитие системы, обновление версий происходит один раз в год;
 - весьма скромные возможности для создания фотореалистичных изображений;
 - сложность и дороговизна модифицирования системы под специализированные области машиностроительного производства;
 - слабая система поверхностного моделирования;
 - некоторые проблемы при импортировании моделей из других CAD;
 - затрудненное переобучение на другие, особенно «тяжелые» аналогичные системы;
- Полный набор средств для программирования станков с ЧПУ позволяет применять NX CAM в самых разнообразных отраслях. NX CAM успешно внедрен и используется в авиационно-космической и оборонной промышленности, автомобилестроении, машиностроении, производстве потребительских товаров, медицинского оборудования и многих других отраслях.
- Таким образом, в ходе внедрения NX на предприятии ТОО «Maker»(Мэйкер) были выявлены ряд преимуществ:

1. Мощные средства программирования для всех видов обработки, включая высокоскоростное фрезерование, 5-координатную обработку и поддержку многофункциональных станков (например, токарно-фрезерных обрабатывающих центров).
2. Функциональность системы предусматривает успешное программирование обработки даже для самых сложных деталей.

3. Пользователь получает комплексное решение, объединяющее в одном приложении широкий диапазон функций: программирование операций токарной обработки, операций сверления и фрезерной обработки (включая много осевую), автоматизация обработки на основе типовых элементов, возможность создания управляющих программ для многофункциональных и электроэрозионных станков.

4. Легкость использования. Интерфейс NX CAM прост в использовании, меню с графическими подсказками облегчает освоение и применение системы.

5. Встроенные вспомогательные средства. NX поставляется с трансляторами, встроенными средствами визуализации обработки, графическим редактором постпроцессоров.

6. Встроенные функции конструкторской САПР: черчение, твердотельное и поверхностное моделирование, создание сборок. Программист получает возможность полного контроля геометрии детали.

7. Усовершенствованная технология проектирования оснастки в NX автоматизирует и ускоряет разработку пресс-форм, штампов и приспособлений с целью повышения качества, снижения стоимости и ускорения цикла разработки. Для механической обработки NX предлагает широкие возможности САМ решений, позволяющих максимизировать окупаемость вложений в модернизацию станков. Связь NX с данными и процессами контроля помогает компаниям управлять информацией, повышая при этом производительность и улучшая слаженность производственных операций.

УДК 004.418

АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕЗАВЕРШЁННОГО ПРОИЗВОДСТВА В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ СИСТЕМЫ TECHNOLOGICS

Сюбаев А.А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

В условиях сильной конкуренции предприятий, решение производственных проблем в автоматизированной системе – наиболее быстрый и эффективный способ достигнуть успеха. Но, к сожалению, не на всех предприятиях автоматизированная среда является привычной для участников производственного процесса.

Одним из ключевых моментов производственного процесса является анализ и оценка незавершённого производства. Это позволяет своевременно получить информацию о наличии определённой номенклатуры и её количестве, что позволит избежать излишних затрат на производство продукции.

При анализе и оценке этой процедуры на данном предприятии была выявлена проблема, выраженная в виде нарушения сроков проведения процедуры инвентаризации вследствие медленного сбора данных. Также была выявлена некорректная отчётность, вызванная дефицитом времени на её оформление.

Решением этой проблемы является внедрение автоматизированной системы жизненного цикла изделия TechnologiCS на одно из предприятий оборонного комплекса в производственную область. Этим можно добиться более высокой эффективности процесса инвентаризации, а также обеспечить постоянный учёт движущейся номенклатуры в системе предприятия. Для этого необходимо автоматизировать алгоритм процесса инвентаризации, который включает в себя сбор данных, выраженный в определении фактического наличия номенклатуры, находящейся в производстве, определении фактической комплектности деталей, узлов, агрегатов, а также выявить остаток по незавершённому производству аннулированных заказов и заказов, выполнение которых приостановлено.

По сравнению с традиционной ручной инвентаризацией, проведение её в автоматизированной среде системы TechnologiCS оказалось наиболее продуктивным, так как процесс инвентаризации прошёл намного быстрее и качественнее. Также в процессе внедрения решены следующие задачи: повышение эффективности работы сотрудников, постоянный учёт материальных ценностей, и уменьшение трудоёмкости на процедуру инвентаризации.

УДК 004.94

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХЭТАПНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Царева А. А., Задорина Н. А., Барашков В. М.

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева

В настоящее время вредоносное программное обеспечение способно нанести огромный ущерб организациям и отдельным пользователям персональных компьютеров. Задача противодействия

распространению и созданию вредоносных программ очень сложна. Эта задача имеет множество аспектов, одним из которых является моделирование и методы предсказания распространения вредоносного программного обеспечения. С помощью математических моделей можно изучить динамику числа зараженных компьютеров в компьютерных системах, оценить время и последствия распространения вредоносного программного обеспечения, оценить степень защищенности от атак вредоносных программ.

Для описания процесса распространения вредоносного программного обеспечения чаще всего используют аналитические модели. Одной из таких моделей является двухэтапная математическая модель. Эта модель получила сокращенное название PSIDR. Согласно двухэтапной модели на первом этапе вредоносное программное обеспечение распространяется от одного первоначально инфицированного компьютера, заражая уязвимые, не встречая противодействия. На втором этапе распространению вредоносного программного обеспечения оказывается противодействие. Процесс распространения на первом и втором этапах описывается системами дифференциальных уравнений. Анализ второго этапа двухэтапной модели позволил получить явные выражения для $S(t)$ и $I(t)$, где $S(t)$ – количество работоспособных компьютеров, уязвимых для заражения, $I(t)$ – количество инфицированных компьютеров, факт заражения для которых установлен. Полученные выражения позволяют построить графики функций $S(t)$ и $I(t)$ при любых допустимых значениях параметров функций. Однако любое количество графиков не позволяет определить точки локального экстремума и сделать выводы о монотонности функций. В работе проведен анализ функций $S(t)$ и $I(t)$ методами математического анализа, получены уравнения, позволяющие найти локальный максимум функций, установлен характер поведения функций.

Приведенный в настоящей работе анализ величин $S(t)$ и $I(t)$ позволяет определить характер их изменений на втором этапе распространения вредоносного программного обеспечения двухэтапной модели, а также сделать вывод об изменении во времени количества инфицированных и количества уязвимых компьютеров в компьютерных системах.

УДК 004.383.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОЗАПРАВКИ В ВОЗДУХЕ

Цыганов М.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

На сегодняшний день для увеличения дальности полёта летательного аппарата или увеличения массы полезной нагрузки при взлёте используется система дозаправки летательного аппарата в воздухе. Система оснащена гибким топливопроводом на конце которого находится конус. Заправляемый летательный аппарат оборудуется приемной штангой. Перед дозаправкой, танкер распускает шланг и конус стабилизируется под действием скорости движения аппарата. Во время маневра танкер должен двигаться с постоянной скоростью, не меняя курса следования. Пилот заправляемого аппарата должен заправочной штангой попасть в конус. При попадании штанги в конус, закрывается магнитный замок, и далее происходит процесс передачи топлива. Маневр дозаправки в воздухе считается одним из самых сложных и опасных в авиации. Создание системы автоматизации наведения позволит снизить сложность маневра, увеличить безопасность его проведения, снизит требования к подготовке пилота заправляемого аппарата, уменьшит время выполнения состыковки.

Для осуществления автоматизации процесса дозаправки предлагается разработать систему помощи при наведении заправляемого аппарата. Предполагается установка на конус точечного источника инфракрасного света. На заправляемый летательный аппарат будет монтироваться оптическая система, отслеживающая положение источника относительно заправочной штанги. Пилоту на приборную панель будет выводиться информация о положении штанги относительно конуса. Опираясь на эту информацию и осуществляя визуальный контроль, пилот сможет вручную пристыковать летательный аппарат к танкеру. В дальнейшем предполагается возможность проведения маневра в полностью автоматическом режиме. Так же разрабатываемую систему возможно установить на беспилотные летающие аппараты для их дозаправки или подзарядки в воздухе.

В основе данной системы лежит многосекционный инфракрасный фотодиод. При попадании на фотодиод инфракрасного света, он начинает пропускать ток. Из-за того, что фотодиод изначально может быть освещён солнечным светом, перепад пропускаемого тока при попадании света от источника слишком мал для дальнейшего использования. Для усиления тока и напряжения, проходящего через фотодиод используются операционные усилители. Сигнал с операционного усилителя подается на аналого-цифровой преобразователь и далее на микроконтроллер. Такая система используется для каждого сегмента фотодиода.

В макетном варианте предполагается использование микроконтроллера *Arduino* модели *Nano*. Связано это с низкой стоимостью самого контроллера. Так же он имеет достаточное количество аналого-цифровых преобразователей. К достоинствам микроконтроллера можно отнести простоту написания программного кода, что позволяет сосредоточить внимание на отладке алгоритма системы, а также на создании основы интерфейса взаимодействия с бортовой системой. Недостатком контроллера является плохая оптимизация предустановленных библиотек и неудобная среда разработки программного обеспечения. Однако для создания макета перечисленные недостатки не являются критическими. Для разработки полномасштабной версии системы будет выбран другой микроконтроллер.

Таким образом, для решения задачи упрощения, а в последующем – полной автоматизации маневра дозаправки в воздухе предлагается разработать систему наведения. На данный момент разрабатывается прототип системы в виде функционирующего макета. Макет выводит информацию о положении источника сигнала на портативный монитор. В дальнейшем планируется создание программного интерфейса для работы с бортовой системой летательного аппарата, а также переход от макета к полноразмерной системе.

Библиографический список:

1. Дозаправка в воздухе. Часть 3 [Электронный ресурс] // Авиация, понятная всем, URL: <http://avia-simply.ru/dozapravka-v-vozdue-3/> (Дата обращения 20.03.2018)

УДК 004.383.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДОЗАПРАВКИ В ВОЗДУХЕ

Цыганов М.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Для упрощения наведения и частичной автоматизации процесса стыковки заправляемого летательного аппарата и самолёта-заправщика в воздухе разрабатывается оптическая система определения относительного положения элементов системы дозаправки. На заправочный конус, расположенный на танкере, устанавливается точечный источник инфракрасного излучения. На заправляемый летательный аппарат – оптическая система отслеживания положения ИК-источника относительно заправочной штанги. Информация об относительном положении элементов будет выводиться на приборную панель в кабине пилота. Получаемая информация, в совокупности с визуальным контролем, позволит осуществить стыковку летательных аппаратов быстрее и безопаснее, чем в полностью ручном режиме.

Для исследования работоспособности и возможности практической реализации предлагаемой системы была создана модель электрической схемы устройства в среде моделирования NI Multisim и проведено исследование протекающих процессов. В ходе работы схемы была проверена работоспособность устройства, установлены номиналы всех необходимых компонентов для работы устройства в условиях дневной освещенности. Моделирование работы системы в ночных условиях не проводилось, так как отсутствие шумов в виде солнечного света не нарушает нормальный режим работы устройства, а также способствует увеличению точности наведения.

По результатам моделирования планируется собрать функциональный макет оптической части рассматриваемого устройства. С помощью данного макета будут устанавливаться величины фокусных расстояний для обеспечения точной работы устройства на углах до 30° и дальностях до 2 метров.

В перспективе планируется дальнейшая проработка системы, в результате которой необходимо будет достичь возможности осуществления стыковки летательных аппаратов в воздухе в полностью автоматическом режиме. В данном случае встанет задача интеграции разрабатываемой системы наведения в систему автоматического управления заправляемого летательного аппарата. Также рассматривается возможность использования предлагаемой системы для автоматической дозаправки и подзарядки в воздухе беспилотных летательных аппаратов.

Библиографический список:

1. Дозаправка в воздухе. Часть 3 [Электронный ресурс] // Авиация, понятная всем, URL: <http://avia-simply.ru/dozapravka-v-vozdue-3/> (Дата обращения 20.03.2018)

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА
ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ – SSP_AI_3.0****Штеренберг С. И.**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича"

SSP_AI_3.0 (security stegano program – artificial illegence) – программно-аппаратный комплекс адаптивных систем защиты информации. Завуалированное название проекта берет начало из диссертационного исследования (работы) «Разработка метода цифровой стеганографии на основе самомодифицирующегося кода для защиты программного обеспечения». В диссертационном исследовании затрагивались актуальные проблемы современной цифровой стеганографии, решался вопрос о необходимости надежной защиты авторских знаков в приложениях и исполняемых файлах. SSP_AI_3.0 в свою очередь ни что иное как продолжение мыслей и идей двух не совсем удачных проектов RPA (rationable progression aggredi) и SSP_AI_1.0 + SSP_AI_2.0. Данные проекты были посвящены исследованиям в области ИИ и адаптивных систем в защите информации.

Планирование гипотетических крупномасштабных охранных роботизированных систем должно осуществляться, как правило, до их начала, что позволяло бы некоему центру оптимизировать действия всех подчиненных дронов и прочих роботизированных средств. Чаще всего в данном проекте имеется ввиду так называемое адаптивное групповое управление. В данной работе адаптивное групповое управление принимается в следующих вариантах:

1. Определение значений заранее неизвестных параметров для ввода их в управляющую программу системы. Здесь адаптивное управление является надстройкой над системой программного управления.
2. Выбор управляющей программы из готового набора программ или сборка ее из набора типовых подпрограмм, в том числе и в ходе выполнения операций на основе оценки текущей ситуации по сенсорной информации.
3. Изменение структуры системы управления, т.е. ее алгоритма, на основе оценки текущей обстановки.

Если мы имеем в виду что-то на подобие искусственного интеллекта, то это будет обязательно в нашем понимании некий софт. Первоначально речь о создании ИИ для RPA носила характер СЗИ. Теперь же SSP_AI_3.0 будет строиться на основе центрального элемента системы - программы Сегеб्रो SSP. Содержит такая программа модули специального назначения, которые предположительно должны будут иметь гибкие обновления и постоянное развития. В качестве дополнительных модулей на первое время представлены:

1. Нейро-генератор – проще говоря модуль генерации нейронных связей между тремя остальными модулями SSP_CIA;
2. SSP_IMIS – Модуль имитационного моделирования, предназначен прежде всего для моделирования окружающего пространства в различных состояниях (физическое, программное, аналоговое, моделирование сетей);
3. База данных «Fogum» - основное хранилище системы гибридная распределенная БД в составе SSP_AI_3.0.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ TEAMCENTER НА ПРЕДПРИЯТИИ**Юрченко В.В., Никонова Т.Ю., Ибрагимова А.А.***Карагандинский Государственный Технический Университет*

Рынок предъявляет все более жесткие требования к создаваемым изделиям. Это и сокращение времени выхода на рынок, и снижение стоимости, и повышенные требования к качеству создаваемого изделия, снижение затрат на его эксплуатацию. Использование технологий и методик, устаревших стандартов, инструкций, ориентированных на бумажный документооборот, существовавших ранее на машиностроительном предприятии, не позволяет сделать качественно новый скачок в разработке и создании изделия, а так же обеспечить его инновационность и сложность. Анализ сложившейся ситуации на предприятии, что существующая технология работы устарела и требует изменения, привел к тому, что нужно самим создать рынок за счет привлечения инвестиций. Машиностроительное предприятие поставило перед собой ряд задач - внедрить и реализовать Государственную программу индустриально-инновационного развития путем модернизации и обновления оборудования, создания рабочих мест. Модернизация машиностроительного

производства предприятия включает в себя: организацию полного цикла разработки и изготовления запасных частей, оборудования для горно-металлургической промышленности, с освоением новой машиностроительной продукции от 5 до 15 тысяч наименований. Для реализации проекта выбрано оборудование Чешских производителей и в рамках заключенного договора на поставку оборудования организован современный конструкторско-технологический центр на базе имеющегося, проведено обучение всего персонала, задействованного в программе модернизации. Для ускорения достижения целей основной акцент поставлен на то, чтобы: совместить работу участников процесса создания изделия; вести параллельную разработку изделий; сократить количество прототипов; проектировать правильно с первого раза; использовать накопленные знания и опыт, используемые на предприятии; произвести проектирование, диктуемое требованиями, предъявляемыми Заказчиками. В рамках программы цифровизации промышленности Индустрия 4.0, на предприятии внедрено программное обеспечение - интегрированный пакет решений **Teamcenter** от компании Siemens PLM Software, предназначенного для управления инженерными данными и производственными процессами на всем протяжении жизненного цикла изделия. **Teamcenter** – это PLM система высокого уровня (Product Lifecycle Management), обеспечивающая организацию коллективной работы сотрудников предприятия (группы предприятий) с данными об изделии и связанных с ним процессах на всех этапах его жизненного цикла. Совокупность этапов, через которые проходит изделие за время своего существования: маркетинговые исследования, техническое задание, проектирование, технологическая подготовка производства, изготовление, поставка, эксплуатация, ремонт, утилизация - все перечисленное представляет собой жизненный цикл изделия. Управление жизненным циклом изделия (PLM)- это стратегия производства промышленных изделий с применением комплексной компьютеризации, которая базируется на едином представлении информации об изделии (продукте) на всех стадиях его жизненного цикла. Рассмотрено применение **Teamcenter** на предприятии, его актуальность и современность. Разработка и оформление технологических процессов в системе Teamcenter является одной из ключевых задач при внедрении PLM системы на предприятии. Система Teamcenter при помощи приложений «Планировщик процессов сборки», «Планировщик процессов изготовления» и «Мой Teamcenter» позволяет создавать упорядоченную структуру технологического процесса, задавать необходимые для оформления технологического процесса атрибуты, осуществлять формирование отчетов согласно ГОСТ и обеспечивает удобный поиск детали или сборочной единицы. Выявлено, что внедрение **Teamcenter** представляющий собой цифровой инжиниринг, привело к оптимизации производственных процессов, повышению производительности труда, сокращению времени вывода новой продукции на рынок - все это значительно повысило эффективность и конкурентноспособность предприятия.

УДК 621.371

К ВОПРОСУ О ИМИТАТОРАХ АКТИВНЫХ ПОМЕХ**Балезин А.В.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова*

Для оценки способности изделий ракетной техники (РТ) выполнять поставленную задачу необходимо иметь достоверную информацию о том, как объект поведёт себя в реальной обстановке, когда предполагаемым противником задействованы средства радиоэлектронной борьбы (РЭБ), когда активны наши радиолокационные станции (РЛС), а также присутствуют естественные пассивные помехи. Информацию о поведении изделия РТ можно получить тремя способами:

1. проведение натуральных испытаний;
2. оценка изделия РТ на основе математического моделирования;
3. проведение полунатурных испытаний в специально созданных для этого условиях с использованием различных имитаторов.

Проведение натуральных испытаний, во-первых, связано с большими материальными затратами. Во-вторых, в мирное время действует запрет на использование собственных РЛС, чтобы исключить возможность их пеленгации вероятным противником. Кроме того, невозможно заранее предсказать, какие средства РЭБ могут быть задействованы противником. Вследствие вышесказанных факторов, проведение натуральных испытаний не всегда является целесообразным.

Математическое моделирование с помощью современных средств вычислительной техники позволяет провести оценку изделий РТ с минимальными материальными затратами. Однако создание математической модели связано с введением большого числа допущений, которые в совокупности с несовершенством программного обеспечения могут дать результаты значительно отличающиеся от действительных.

Третий способ – проведение полунатурных стендовых испытаний. Данный способ в той или иной мере сочетает в себе плюсы других способов, а также минимизирует их недостатки (относительно небольшая стоимость проведения испытаний, достоверность результатов, возможность оценки изделия РТ при использовании различных видов помех в специальных безэховых камерах).

Таким образом, при предпочтительном использовании полунатурных стендовых испытаний значительно возрастает роль имитаторов помех, с помощью которых становится возможным установить поведение изделия РТ и его способность выполнять боевую задачу при постановке вероятным противником любых видов пассивных, но что наиболее важно - активных помех. Техническим результатом является повышение эффективности изделия РТ при радиолокационном противодействии ещё на этапе изготовления опытного образца.

УДК 62-529

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОДУЛЯ PLC PLC/RF-МОДЕМА ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ**Беляев М.В., Сергушев А.Г.***Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
ОАО «Авангард»*

На сегодняшний день, во многих сферах деятельности остро стоит вопрос об автоматизации различных объектов и технологических процессов. Предлагается множество решений, каждое из них имеет как свои достоинства, так и недостатки. В качестве технологической основы систем автоматизации нередко применяются довольно дорогостоящие и не эффективные системы сбора и обработки информации. Перспективной архитектурой построения подобной системы сбора и обработки данных представляется распределенная одноранговая беспроводная сенсорная сеть. Такой подход позволяет также поставить вопрос об организации эффективной mesh – сети, создание которой требует использования устройств, обслуживающих сразу множество датчиков, а не одного.

Использование гетерогенных систем связи на основе беспроводных сенсорных сетей обладает рядом преимуществ, а именно, отсутствует необходимость в прокладке дорогостоящих кабельных сетей связи, простота монтажа, обслуживания и использования. Однако в условиях плотной городской застройки внутри как жилых, так и производственных зданий присутствует большое число разнородных элементов строительных конструкций (например, железобетонные перегородки), мешающих распространению радиосигнала. При таких условиях существенно снижается дальность

радиосвязи, что, приведет к ситуации, когда датчики в определенных местах помещения могут потерять связь с остальной сетью и ее целостность будет нарушена, что приведет, в свою очередь, к сбоям в работе всей системы.

Выход из описанной выше ситуации заключается в построении гетерогенной системы связи, позволяющей устройству передачи данных автоматически переключаться между разнородными разнородными каналами связи, выбирая наилучший по качеству обслуживания канал. В качестве такого канала передачи данных предлагается выбрать канал PLC, позволяющий обмениваться данными по имеющейся сети электропитания здания, что существенно снижает затраты на установку системы, упрощает ее эксплуатацию и позволяет устанавливать датчики в труднодоступных местах зданий.

Предложена модель формирования и анализа кадра канала связи типа PLC-G3, позволяющая оценить степень использования спектра и коэффициенты ошибок в канале связи PLC-G3. Моделирование канала связи PLC-G3 позволило провести расчеты частотных характеристик и оценить влияние многолучевого распространения сигнала на качество обслуживания канала связи PLC-G3. На основании моделирования, расчетов и оценки параметров канала связи PLC-G3 разработаны технические предложения по созданию модуля PLC PLC/RF модема гетерогенной системы связи.

УДК 351.814.331.3

ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Великанов Е.М.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В последнее десятилетие наблюдается возрастание интенсивности воздушного движения, а так же осложнение обстановки в воздушном пространстве Российской Федерации. В связи с этим возрастают требования, как к отдельным радиолокационным комплексам, так и в целом к системам контроля воздушного пространства и организации воздушного движения.

Перспективным направлением повышения качества контроля воздушного пространства и обеспечения безопасности его использования является построение активных многопозиционных систем радиолокационного наблюдения воздушного пространства, в составе которых передающее и приёмные устройства размещены в пространстве. Передающее устройство формирует зону подсвета воздушных объектов, приёмные устройства, связанные между собой в единую систему, принимают отраженные от этих объектов сигналы и осуществляют их обработку. Опыт разработки и применения активных разнесенных многопозиционных систем радиолокационного наблюдения воздушного пространства за рубежом, а так же современный уровень развития информационных технологий создали предпосылки для поиска путей построения таких систем в интересах наращивания дежурного радиолокационного поля над территорией страны. Такие системы обладают высокой надежностью и возможностью формирования сложной зоны обзора. Однако поле подсвета, создаваемое источником, не обеспечивает сплошное покрытие зоны обнаружения электромагнитным полем с плотностью потока мощности сигнала, при котором обеспечиваются требуемые характеристики обнаружения и измерения координат воздушных объектов. Улучшение характеристик обнаружения возможно при размещении источника подсвета на большой высоте – в космическом пространстве, а так же использовании принципа совместной обработки радиолокационных сигналов, принимаемых несколькими приёмными пунктами, т.е. при построении многопозиционной системы приёмных пунктов с совместной обработкой информации и источником подсвета космического базирования. При построении многопозиционной наземной системы приёмных пунктов могут использоваться методы пассивной радиолокации с суммарно-разностной, разностно-дальномерной или угломерно-разностно-дальномерной обработкой сигналов, отраженных от воздушных объектов.

Таким образом, создание многопозиционной системы радиолокационного наблюдения воздушного пространства с источником подсвета на высокой околоземной орбите способно решить глобальную проблему организации воздушного движения на всей территории Российской Федерации.

УДК 520.272.22

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ РЕФЛЕКТОРОВ

Гаврилова Ю. И.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Большая часть работ в аэрокосмической технике связана с созданием систем глобальной связи. В настоящее время, возникает необходимость в создании больших космических антенн, диаметр

которых достигает 100 метров и более. С увеличением мощности сигнала актуальным становится вопрос о создании крупногабаритных трансформируемых антенн. Их создание представляет большой интерес, как в России, так и в зарубежных странах.

С момента первых разработок до настоящего времени было предложено несколько типов рефлекторов крупногабаритных антенн: надувные, вантовые, зонтичные и ферменные.

Конструкция первого рефлектора обладает небольшими габаритами и массой в сложенном состоянии. Материал полотна покрывают канифолью, после отвержения которой, рефлектор наполняется газом. В основу конструкции вантовых рефлекторов входит периферийный жесткий обод, к которому крепятся ванты, натягивающиеся при раскрытии. Такие структуры бывают двух видов: радиально-кольцевые и треугольные. Конструкция зонтичных рефлекторов имеет жесткую центральную часть, к которой крепится система радиальных ребер. Отражающая поверхность крепится к системе ребер. Ферменные рефлекторы состоят из трехмерного пространственного каркаса, к которому крепится отражающая поверхность.

Сравнительный анализ крупногабаритных трансформируемых антенн позволяет определить конструкции представленных на данный момент рефлекторов, сравнить их достоинства и недостатки, а так же определить основной недостаток всех рефлекторов. Достоинством надувных рефлекторов является простота конструкции и высокая степень надежности раскрытия. Вантовые рефлекторы просты в проектировании. Зонтичные обладают высокой степенью раскрытия и возможностью свергывания рефлектора на орбите. Ферменные конструкции более устойчивы, обладают малым объемом и массой и имеют высокий коэффициент укладки. Недостаток надувных рефлекторов – сложность получения высокой точности отражающей поверхности. Вантовые конструкции неустойчивы. При увеличении рефлекторов зонтичного типа возникает необходимость увеличения количества спиц (ребер). Ферменные конструкции сложны в изготовлении и юстировке и имеют большое количество подвижных частей. Но, несмотря на вид отражающей поверхности, особенностью всех рассмотренных антенн является необходимость управления их формой во время подготовки к работе и во время их функционирования.

УДК 681.7

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ФОТОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ ПАНЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ЛИНЕЙНЫМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ

Гордеев Д.Д.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

На сегодняшний день стоимость изделий космического назначения остается по-прежнему крайне высокой. Одной из причин этого является применение редких материалов в фотоэлектрических преобразователях (ФЭП) солнечных батарей, в частности, золота, индия, германия и арсенида галлия.

К разрабатываемой панели заказчиком предъявляется ряд требований, как по конструкции, так и по электрическим характеристикам, таким как выходное напряжение и вырабатываемая мощность панели. Проведя анализ характеристик применяемого ФЭП, была установлена точка максимальной мощности для ФЭП, используемая при теоретическом расчете выходных характеристик. Исходя из полученных данных, была разработана оптимальная электрическая схема фотогенерирующей части (ФГЧ) панели. Данная схема позволяет максимально эффективно использовать рабочую площадь панели, комбинируя последовательное и параллельное соединение ФЭП, получая при этом требуемые характеристики. Панель состоит из нескольких секций, которые в свою очередь разбиваются на подсекции. При этом было учтено, что при частичном затенении поверхности панели солнечной батареи возникает разница в напряжении на разных краях панели, и в схему были включены блокирующие диоды, защищающие схему при параллельном соединении подсекций. Блокирующие диоды монтируются на свободные места установки ФЭП. Для рядов преобразователей, соединенных параллельно, были применены шунтирующие диоды, контролирующие направление течения тока. Из-за конструктивных особенностей строения панели, секции имеют различное количество ФЭП. Перенос части преобразователей из полных рядов в неполные позволит уравнивать их количество. Решено монтаж ФЭП производить на керамические подложки с толстополюсным проводящим покрытием, обеспечивающие отвод тепла на неосвещенную сторону платы, предохраняя ФЭП от перегрева. Между собой подложки соединяются короткими перемычками, позволяющими отказаться от использования длинных проводников.

Использование солнечной батареи с линейными концентраторами, выполненными на основе линз Френеля, позволяет уменьшить площадь ФЭП, выполненных из дорогостоящих материалов, но создает ряд сложностей при производстве и сборке ФГЧ панели.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО СЪЁМА АКУСТИЧЕСКОЙ (РЕЧЕВОЙ) ИНФОРМАЦИИ**Густов В.В.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова*

Защиты акустической (речевой) информации является одной из важнейших задач в общем комплексе мероприятий по обеспечению информационной безопасности технической защиты информации. Это связано с тем, что в процессе проведения конфиденциальных переговоров возможна утечка данных ограниченного доступа.

Технические каналы утечки информации разделяются на: обрабатываемые на электронно-вычислительной технике; передаваемые по каналам связи; каналы утечки аудио информации; каналы утечки визуальной информации.

В рассматриваемом канале методы хищения данных разделяются на акустические, виброакустические, параметрические, акустоэлектрические и оптико-электронные.

Акустическая защита – совокупность мер, направленных на исключение возможности утечки конфиденциальной информации за счет акустических полей.

Средства защиты бывают организационного характера и технические методы противодействия.

Организационные – архитектурно – планировочные, режимные и пространственные.

Технические – пассивные и активные.

К активным средствам относятся генераторы шума – технические средства, вырабатывающие шумоподобные электронные сигналы.

Создание маскирующих акустических и вибрационных помех, с целью уменьшения отношения сигнал/шум на границе контролируемой зоны до величин, обеспечивающих невозможность выделения информационного акустического сигнала средством разведки.

Электромагнитное подавление диктофонов в режиме записи.

Ультразвуковое подавление в режиме записи.

Создание прицельных радиопомех акустическим и телефонным радиозакладкам.

Подавление нарушения функционирования средств несанкционированного подключения к телефонным линиям.

Уничтожение и вывод из строя закладных устройств.

Ослабление акустических речевых сигналов осуществляется путем звукоизоляции помещения.

Ослабление информационных электрических сигналов в соединительных линиях ВТСС, имеющих в своем составе электроакустические преобразователи (обладающие микрофонным эффектом), до величин, обеспечивающих невозможность их выделения средствами разведки на фоне естественных шумов.

Исключение прохождения сигналов высокочастотного навязывания во вспомогательные технические средства, имеющие в своем составе электроакустические преобразователи, обладающие микрофонным эффектом.

В основе активных методов защиты акустической информации лежит использование различного типа генераторов помех, а так же применение других специальных технических средств.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ КОДИРОВАНИИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПОСТОЯННОЙ ЦВЕТОВОЙ ЯРКОСТИ**Жданов А.С. Сухов Т. М.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

В современных системах обработки видеoinформации при формировании цифровых телевизионных сигналов используется принцип постоянной яркости, предложенный при разработке аналоговой системы цветного телевидения NTSC. Данный метод не лишён недостатков. Проблемы ухудшения чёткости как в случае отдельных ахроматических областей, так и изображения в целом, при увеличении насыщенности цветов; неточное воспроизведение яркости насыщенных цветов, как возникающие провалы яркости в месте перехода от одного цвета к другому делают принцип постоянной яркости недопустимым для многих систем передачи видеoinформации, таких как, например, цифровые системы технического зрения в условиях низкой освещённости, или видеокамеры с моноцветным режимом работы. Кроме того, эффект искажения накладывается

применением прореживания цветоразностных компонентов (4:2:2, 4:2:0, 4:1:1) при кодировании видеоизображения.

Иной подход – преобразование цветовой информации с использованием метода постоянной цветовой яркости, которое позволяет повысить чёткость ахроматических деталей и изображений, предоставляет возможность более точного яркостного воспроизведения. В данной работе приведено описание методов кодирования видеоинформации в цифровых системах, приведены реализации алгоритмов кодирования видеоинформации. Проведён сравнительный анализ кодирования видеоизображения с помощью двух принципов: постоянной яркости (ПЯ) и постоянной цветовой яркости (ПЦЯ). Приведены результаты сравнения по уровню искажения цветových компонентов при кодировании и декодировании относительно разных кодеков цифрового видеопотока искомыми методами с применением прореживания цветоразностных компонентов (4:2:0) кодирования видеоинформации. Показано преимущество применения принципа постоянной цветовой яркости в цифровых системах кодирования видеоинформации, относительно имеющегося стандарта ПЯ.

Применение принципа постоянной цветовой яркости при кодировании видеоизображения в цифровых системах может способствовать повышению качества восстанавливаемых кодируемых изображений цветового пространства.

УДК 621.3

НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ВУ-6АД.

Каримов Д.Р., Садрисламов Н.С.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева – КАИ.

На летательных аппаратах для преобразования переменного тока в постоянный ток используются трансформаторно-выпрямительные блоки ТВП, либо установки, предназначенные для выпрямления переменного тока, которые подразделяют на регулируемые (управляемые) и нерегулируемые.

В состав выпрямительной установки входит трансформатор, который понижает напряжение переменного тока до требуемого значения и преобразующий число фаз, выпрямитель. Особенностью ВУ является то, что они допускают использование полуторкротной нагрузки (от номинальной), но должно быть не более 15 минут. Имеют достаточно высокий коэффициент полезного действия (0,8-0,85), коэффициент мощности $\cos\varphi=0,95\div 0,98$, выпрямленное напряжение на выходе имеет пульсацию не более 8% и масса - не более 2,5 кг/(кВ·А).

Первичная обмотка трансформатора имеют соединение треугольник или звезда. Вторичная обмотка имеет комбинированное соединение. Одна часть соединена в треугольник, другая - в звезду. Вследствие этого выходные напряжения сдвинуты друг относительно друга на 30 электрических градусов. В конечном итоге получаем ток с 4800 пульсациями в секунду. Это аналогично двенадцатифазному выпрямлению, позволяющему уменьшить довольно большое количество сглаживающих фильтров.

Выпрямительным элементом чаще всего используют кремниевые вентили.

Выпрямительное устройство ВУ-6А применяется для преобразования переменного трехфазного тока в постоянный и для питания вторичных сетей, использующих постоянный ток.

Технические данные:

Напряжение сети – 208 В.

Частота сети питания– 400 Гц.

Число фаз – 3.

Напряжение на выходе – 28,5 В

Ток на выходе – 200 А.

КПД – 0,82.

Применяют данное устройство:

При совместной работе с аккумуляторными батареями (АБ) и одиночном использовании.

При работе нескольких ВУ как с АБ, так и параллельно друг с другом. Конструктивно ВУ-6А в своем составе имеет силовой трансформатор, вентили, вентилятор, представляющий собой трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, расположенный в литом корпусе прямоугольной формы. Также имеются клеммные колодки переменного тока и контактные винты постоянного тока.

Стандартно выпрямитель изготавливают на напряжение питания 206 В, соответствующий положению I вилки клеммовой колодки. Если напряжение сети пониженное (202 В или 204 В), то необходимо снять крышку, которая закрывает клеммовую колодку и переключить вилку в положение II или III. Положение II соответствует напряжению 204 В, III - 202 В.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ В АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**Каюмов А. И., Вафин Р. И.***Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева – КАИ.*

Аннотация. В данной статье мы рассмотрели параллельную работу источников электроэнергии постоянного и переменного тока в авиационных системах электроснабжения. Положительные и отрицательные стороны данной работы источников электроэнергии. Также в данной статье рассматриваются условия параллельной и последовательной работы генераторов.

Ключевые слова: Генератор, авиационные системы электроснабжения, источник электроэнергии, постоянный ток, переменный ток.

Генераторы постоянного и переменного тока чаще всего используют совместно с другими генераторами или аккумуляторными батареями посредством их параллельного соединения. Если частота сети не постоянна, то работа производится раздельно. Параллельное соединение является преимущественным при работе в системах авиационного обеспечения. Уменьшается влияние нагрузочных элементов на другие приемники электрической энергии. Пиковая нагрузка становится более управляемой и легко устраняемой. Качество и эксплуатационный период генераторов повышается, так как нагрузка равномерно распределяется по всем генераторам.

Параллельная работа авиационных источников электроэнергии не обошлась без недостатков. Система электрообеспечения требует более тяжелого исполнения. Необходимы устройства, обеспечивающие совместное применение нескольких генераторов. В случае сбоя какой-либо части цепи из работы выходит вся система в целом. Переходные процессы имеют более длительный режим, а также происходит увеличение токов короткого замыкания. Требования к аппаратуре защиты становится более серьезной (достаточная избирательность, быстрдействие).

Несмотря на это, достоинства параллельного соединения генераторов в авиационных системах электроснабжения превосходят недостатки.

Условия параллельной работы генераторов постоянного тока:

- Равенство напряжений;
- Совпадение полярности основных клемм;

Необходимость постоянного статизма внешней характеристики. В случае астатизма внешней характеристики рассредоточение нагрузок становится случайным, т.е. работоспособность устройства теряется.

Для предотвращения астатизма в систему вводят мнимый статизм, за счет использования специальных устройств.

На практике допускается неравномерность нагрузок не более, чем на 20%.

Условия параллельной работы генераторов переменного тока:

- Эквивалентность напряжений каждого генератора с совпадением её кривой;
- Одинаковая очередность фаз и их равенство;
- Необходимость постоянного статизма внешней характеристики (выравнивание активных мощностей).

Если первое условие не выполнено, то по всей системе потечет реактивный ток начальной или высших гармоник. Этот реактивный ток пытается выровнять кривую напряжения за счет подмагничивающего или размагничивающего тока якоря.

При игнорировании второго условия в цепи протекает ток, который изменяет частоту вращения генераторов до того момента, пока она не станет постоянной.

В случае различного статизма механической характеристики всех генераторов, параллельно соединенные генераторы будут распределять на себя различную активную мощность.

Библиографический список

1. Власов Г.Д Проектирование систем электроснабжения летательных аппаратов / Г. Д. Власов. – Москва, 1967. – 415 с.
2. Доброленский Ю. П. Авиационное оборудование / под ред. Ю. П. Доброленского. – Москва, 1989. – 248 с.
3. Халютин С. П. Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов / С. П. Халютин, М. Л. Тюляев, В. В. Иванов – Москва, 2010. – 419 с.

При разработке систем, имеющих достаточно протяженные линии распространения оптического или высокочастотного радиоизлучения, часто приходится учитывать фактор временной задержки при прохождении электромагнитного импульса от источника к приемнику. При этом время задержки зависит не только от протяженности линии, но и от свойств тракта (оптического волновода, коаксиального кабеля) и частоты самого излучения. Особенно актуален этот вопрос для систем, строящихся на различных линиях задержки в оптическом и радиочастотном диапазоне.

Электромагнитная волна в среде, как известно, распространяется медленнее, чем в вакууме в n раз, где n – абсолютный показатель преломления. В случае оптического волновода (оптического волокна) вводится понятие эффективного показателя преломления N_{eff} , который в некотором смысле эквивалентен n для изотропной среды: он показывает во сколько раз скорость распространения светового импульса в оптическом волокне (для рассматриваемой моды) меньше скорости света в вакууме, однако по своей величине N_{eff} лежит между абсолютными значениями показателя преломления сердцевины волновода n_{core} и подложки n_{clad} . Объяснение этого явления возможно при рассмотрении распространения электромагнитной волны в ограниченном пространстве направляющей среды, однако для описания времени прохождения светового импульса по оптическому волокну длиной L можно пользоваться простым выражением:

$$t = L * N_{eff} / c$$

Данное выражение справедливо и для коаксиальных радиочастотных волноводов с той разницей, что вместо N_{eff} следует использовать некоторый эквивалентный коэффициент. N_{eff} не является константой и зависит как от свойств самого волновода (геометрические размеры, форма, диэлектрическая проницаемость и т.д.), так и от длины волны электромагнитного излучения (хроматическая дисперсия). Это приводит к тому, что:

- при одной и той же длине разные волноводы обладают различным временем задержки;
- разные частоты распространяются с разными скоростями n , соответственно, за разное время.

Рассматриваемый метод позволяет определить N_{eff} оптического волновода для различных длин волн (частот) излучения, однако применим и для радиочастотных коаксиальных кабелей. Схема установки приведена на рис.1.

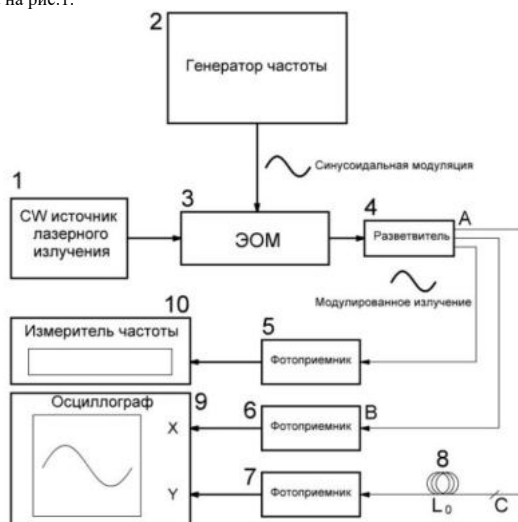


Рис.1 Схема установки для измерения N_{eff} оптического волновода

Излучение лазера 1 вводится в оптическое волокно и модулируется по амплитуде гармоническим сигналом частотой f_N с генератора частоты 2 посредством электрооптического модулятора 3, после чего поступает на разветвитель 4. Модулированное излучение лазера поступает на фотоприемники 5, 6 и 7, при этом длины выводов А-В и А-С должны быть одинаковы. Между фотоприемником 7 и выходом С разветвителя включается отрезок исследуемого волокна точно известной длины L_0 . Сигналы фотоприемников 6 и 7 поступают на осциллограф 9, где включаются во взаимно ортогональной развертке, а сигнал фотоприемника 5 заводится на поверенный измеритель частоты 10. Частота f_N выбирается таким образом, чтобы разность фаз сигналов с фотоприемников 6 и 7 была равна $2\pi N$, где N – целое число больше нуля. При этом в ортогональной развертке каналов осциллографа будет наблюдаться диагональная прямая линия в I и III четвертях при сдвиге фаз $2\pi N$ и во II и IV четвертях при $2\pi(N-1)$. При синфазности и противофазности сигналов N_{eff} легко определяется из простого соотношения:

$$N_{eff} = \frac{Nc}{L_0 * f_N}$$

Как следует из формулы, точность определения N_{eff} зависит от точностей измерения длины эталонного образца волокна, частоты генератора, обнаружения фазы на осциллографе. Все эти параметры могут быть измерены с учетом накопления и статистической обработки достаточно точно. Реальные эксперименты подтвердили работоспособность метода, погрешность определения N_{eff} составила менее 1%.

УДК 004.4'277

АНАЛОГОВЫЙ СИНТЕЗ ЗВУКА И АНАЛОГОВАЯ ОБРАБОТКА ЗВУКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Лосев А. П.

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

Такое понятие, как синтез звука, не является в современном мире новинкой, так как первые устройства для синтеза звука появились более сотни лет назад. Открытие электричества ознаменовало настоящую революцию во всех сферах человеческой жизни, включая музыку, радиосвязь, радиолокацию, а позже и телевидение. Однако если для телевидения в современном мире цифровое вещание (включая цифровую обработку и синтез звука) стало стандартом, а аналоговое телевидение стало атрибутом прошлого, то в музыкальной сфере до сих пор ценятся аналоговые синтезаторы, преобразующие при помощи осцилляторов электрические сигналы в звуковые волны. А усилительные каскады гитарных усилителей до сих пор строятся на различных типах радиоламп. Почему в наши дни такая сильная разница в способах обработки звукового сигнала? В чём достоинства и недостатки каждого из методов синтеза звука? Попробуем разобраться.

Аналоговый синтез звука появился ещё в конце XIX – начале XX века, однако наибольшее распространение получил в 70-х годах прошлого столетия. Принцип работы аналогового синтезатора заключается в том, что генератором сигнала выступает осциллятор – прибор, генерирующий сигнал с определённой формой волны. Этот сигнал обрабатывается частотными фильтрами, которые оставляют только те частоты, которые требуются. Вместе с обработкой частотными фильтрами сигнал может обогащаться низкими частотами, благодаря дополнительному осциллятору низких частот (LFO). Полученный сигнал поступает на усилительный каскад схемы синтезатора, и, после этого, выводится на динамики для преобразования в звуковую волну. Однако схемы таких синтезаторов построены на компонентах, которые из-за различных действий электрического тока меняют свои характеристики, а со временем приходят в негодность.

Аналоговому синтезу противопоставляют цифровой способ получения звукового сигнала, который получил широкое распространение в 1980-х годах. При таком способе в роли осциллятора выступает цифровой процессор, который, получая код частоты, преобразует его в цифровой сигнал в форме синуса. Далее этот сигнал поступает в ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) и обрабатывается фильтром низкой частоты. Полученный сигнал выводится на звуковоспроизводящую аппаратуру. При данном виде синтеза параметры элементов всегда остаются стабильными, так как не подвержены тепловому или иному действию электрического тока. Но цифровой синтез имеет множество разновидностей, и нередко его предназначение – имитировать либо аналоговый синтез, либо уже существующие акустические процессы. И именно поэтому в таких случаях выбирают оригинал, а не цифровую копию. Несмотря на это, цифровые технологии развиваются, поэтому не исключено, что в будущем будет выгоднее использовать цифровую эмуляцию естественных акустических процессов.

Практически на каждом производственном предприятии установлено технологическое оборудование которое по своим техническим возможностям не отвечает современным требованиям. Но при этом некоторые его узлы и механизмы ещё не выработали свой ресурс и могут прослужить многие годы и десятилетия. Замена подобного оборудования на современные аналоги зачастую является невозможным в силу ограниченности финансовых средств, и единственным решением данной проблемы является модернизация оборудования.

Главное преимущество модернизации прессов это сравнительно невысокие затраты по сравнению с покупкой нового оборудования.

По этим причинам одно из Белорусских предприятий решил провести модернизацию вулканизационного гидравлического пресса 250-600 2Э.

Данная модель пресса предназначена для изготовления формовых армированных и неармированных резинотехнических и асбестотехнических изделий с возможностью принудительного разёма пресс-форм непосредственно в прессе.

Перед началом модернизации необходимо было провести диагностику гидравлической части пресса. Проведя диагностику гидравлической части пресса было установлено какие узлы необходимо заменить, а какие исправны.

Модернизация заключалась в замене станции гидропривода и усовершенствовании системы управления прессом. И в первую очередь была направлена на повышение эксплуатационных параметров оборудования – производительности, надёжности, точности, повышения безопасности эксплуатации, простоты обслуживания и продления срока службы. Более подробно остановимся на системе управления прессом.

До процесса модернизации станок имел управление, основанное на релейной логики. Кроме того, что такое управление устарело, так ещё релейная логика не является надежным элементом управления, это выражается залипанием и окислением контактов. Процедура замены этого узла релейной логики на устройство, в основе которого лежит контролер приведет к уменьшению простоев, к снижению потребления электроэнергии, к увеличению времени технологического цикла обработки выпускаемого продукта предприятием. Исходя из этих преимуществ для управления прессом было разработано устройство, структурная схема которого представлена на рисунке ниже.

Как было сказано выше в основе разработки лежит микроконтроллер, в который необходимо записать программу для успешного функционирования управляющего устройства.

Также стоит отметить, что полученная при начальной диагностики информация была учтена при написании программы, так как многие проблемы можно устранять программно, написав в программном коде те или иные поправки и корректирующие установки. Что сильно скажется на точности остановки, существенно снизит последующий износ гидравлики.



Рисунок 1. Структурная схема управляющего устройства

В соответствии с программой устройство предусматривает работу в двух режимах: ручном и автоматическом. Ручной режим предполагает работу непосредственно с пультом управления, то есть действия происходят по нажатию кнопок оператором станка. Автоматический режим позволяет оператору не участвовать в процессе прессовки, а наблюдать за происходящими действиями со

стороны. Выбор режима зависит от того, каким должен быть уровень контроля над проводимыми работами: к примеру, чтобы видеть до какой степени спрессовываются изделия и с какой силой, рекомендуется использовать ручной режим.

Стоит также отметить, что Неправильные действия оператора блокируются системой с выводом сообщения на экран. При сбое (остановке, отказе) на экран выводится информация о причине сбоя (остановки, отказа).

Из основных реализованных функций устройства можно выделить следующие:

- Обеспечение согласования временных задержек;
- Автоматический подъём пресса с задержкой в верхней точки для подпрессовки и слежением за уровнем давления;
- Возможность работы с выключением двигателя при выдержке под давлением;
- Плавное опускание пресса, после выполнения задачи.

Подводя итог можно сказать, что правильная модернизация станков существенно снижает эксплуатационные расходы и расходы на электроэнергию.

УДК 672

ПОДХОДЫ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Сахарова А. В., Никонов А. А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Метод селективного лазерного сплавления (SLM) наиболее активно развивается на рынке аддитивных технологий в России на данный момент.

Технология SLM, а также ряд других технологий (SLS – селективное лазерное спекание, SLA – лазерная стереолитография и пр.) относится к технологии, при которой подвод отверждающей энергии идет на заготовленный заранее слой материала, называемой «Bed Deposition». В качестве строительного материала технология SLM предусматривает металлический порошок. Наиболее часто используется нержавеющей сталь, так как является наименее требовательным к особым условиям наплавки материалом, а также получаемые изделия имеют высокие прочностные характеристики.

Основным требованием к используемому сырью – металлопорошку – является его сферичность. Такая форма частиц позволяет обеспечить «текучесть» всей композиции, это свойство очень важно при формировании однородного тонкого слоя. Более того, определенная масса порошка в форме шариков уложится в меньший объем, нежели та же самая масса порошка в любой другой изготавливаемой форме. Селективное лазерное сплавление предусматривает использование порошка фракцией 1-100 мкм.

В качестве источника энергии применительно для технологии SLM применяются одна или две лазерные установки, в основном, иттербиевые волоконные. Использование второго лазера преследует сразу несколько целей:

- увеличивается производительность SLM-машины за счет работы сразу в двух областях;
- граничные области изделия и сердцевина имеют разные термические условия плавления, есть возможность установить на лазеры два различных по параметрам режима излучения;
- прогревание области сканирования одним лазером до определенной температуры и последующее плавление другим для улучшения сплаваемости с подложкой или предыдущим слоем;
- повторная проплавка, если это необходимо.

Решающими параметрами, обуславливающими пористость в металлическом изделии, полученном с помощью SLM, являются мощность лазерного излучения, скорость сканирования, толщина слоя, а также стратегия наплавки. Для достижения наименьшего значения пористости необходимо подобрать такой режим, который бы обеспечивал количество теплоты, достаточное для полного расплавления металлопорошка, при условии, что луч постоянно движется. Необходимо предпринять множество попыток, варьируя параметрами сплавления, прежде чем найти оптимальный режим.

Аддитивные технологии постепенно проникают в различные области человеческой деятельности: авиа- и ракетостроение, машиностроение, медицина и др. Метод селективного лазерного сплавления позволяет создавать изделия из металлов и сплавов недостижимой ранее формы с уникальной внутренней структурой, которую невозможно достичь традиционными методами металлообработки.

Библиографический список

1. М.А. Зленко. Аддитивные технологии в машиностроении. Пособие для инженеров/ М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. // – М: НАМИ, 2016. – 218 с.
2. Панов Д.О. Металлографический анализ поверхности стали 65Г после электроэрозионной обработки / Панов Д.О., Абязт Т. Р., Абросимова А.А. // – Пермь: ПНИПУ, 2016. – 6 с.
3. Килина П.Н., Морозов Е.А., Порозова С.Е., Солнышков И.В. исследование металлического порошка на основе титана для селективного лазерного плавления // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2.
URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22870> (дата обращения: 21.02.2018)

УДК 62-787.1

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ВЕТРОВЫХ КОГЕРЕНТНЫХ ДОПЛЕРОВСКИХ ЛИДАРОВ

Сахарова А. В., Никонов А. А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

В основе определения сдвига ветра лежит оперативный высокоточный мониторинг текущей ветровой обстановки, в частности величины и направления скорости ветра, а также степени турбулентности в зоне контроля воздушного пространства. Все дистанционные методы, предназначенные для оценивания скорости ветра, подразделяются на четыре класса: радиолокационные, акустические, радиоакустические и лидарные. В настоящее время большое распространение получают системы дистанционного зондирования, которые служат для определения параметров структуры поля скоростей ветра. Лидарные системы обладают несравнимо большей оперативностью, информативностью и точностью, так же достаточно высокая частота посылок зондирующего импульса лазера делает возможным отслеживание быстроменяющихся вариаций исследуемых параметров атмосферы. Пространственное разрешение, зависящее от длительности зондирующего импульса, позволяет с высокой степенью детализации определить структуру поля скоростей ветра. Использование волн оптического диапазона позволяет сделать приёмно-передающую аппаратуру лидара малогабаритной по сравнению с аналогичными радиотехническими средствами.

Принципиальные отличия отдельных устройств LIDAR заключаются в реализации функции измерения расстояния. В системе LIDAR обычно используется один из двух режимов, определяющих метод измерения расстояния: импульсный режим или режим непрерывной волны.

С физической точки зрения в основе функционирования ветрового когерентного доплеровского лидара (ВКДЛ) лежат явления когерентности электромагнитных волн и эффект Доплера при отражении лазерного сигнала от атмосферных аэрозолей. При распространении в атмосфере лазерного луча происходит рассеяние электромагнитной волны на частицах аэрозоля, увлекаемых ветровым потоком. По доплеровскому сдвигу частоты регистрируемого сигнала обратного рассеяния тем или иным способом извлекается информация о характеристиках скорости ветра.

В составе информационного обеспечения ВКДЛ важную роль играют методы и алгоритмы обработки информации. Наибольшее распространение в системах обработки получили спектральные методы. В соответствии со спектральным подходом методом Фурье-преобразования принятого лидарного сигнала находится его амплитудно-частотная характеристика. Затем определяется положение максимума и ширина полученной амплитудно-частотной характеристики. Алгоритмы получения Фурье-спектра для различных типов системы LIDAR отличаются. В статье рассмотрены основные методы обработки сигналов в системе LIDAR и их особенности.

Библиографический список

1. А. С. Борейшо, М. А. Коняев, А. В. Морозов, А. В. Пикულიк, А. В. Савин, А. В. Трилис, С. Я. Чакчир, Н. И. Бойко, Ю. Н. Власов, С. П. Никитаев, А. В. Рожнов. Мобильные многоволновые лидарные комплексы. Квантовая электроника, 35, №12, 2005.
2. Д. Н. Васильев, М. А. Коняев, М. С. Пенкин, В. Р. Ахметьянов, Я. А. Тезадов, И. В. Шаталов, И. Ф. Ширяевю. Методы и алгоритмы обработки данных ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра с коническим сканированием. Журнал радиоэлектроники №10, 2013
3. Васильев Д.Н., Ахметьянов В.Р., Клочков Д.В., и др. Доплеровский лидарный профилометр для измерения параметров ветра // Измерительная техника. - 2013. - №6. - С. 35-39.

ПОЛУНАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭМС ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В СРЕДЕ MATLAB**Перепелкин В.М., Веселов О.В.***Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)*

Как известно, во время работы привода при нагрузках и частотах вращения валов, регламентированных технологией производства, происходят динамические процессы, зависящие от погрешностей изготовления и монтажа узлов привода, качества их сборки, степени изношенности механизмов и передач, качества материала, из которых выполнены узлы системы.

В настоящей работе рассматривается диагностирование электромеханической системы, включающей в себя двигатель постоянного тока и исполнительный механизм, представляющий собой эквивалент исполнительного органа станка. Исполнительный механизм перемещается с использованием передачи винт-гайка. В свою очередь, ходовой винт приводится в движение за счёт косозубой передачи от двигателя постоянного тока через ременную передачу.

Рассматривая вышеуказанный комплекс, можно выделить перечень источников, влияющих на снижение качественных параметров движения, и разделить его на две группы. Первая группа, это источники, вызванные механической частью: перекос, износ и растяжение ремня передачи; износ подшипниковых узлов; износ и дефекты направляющих, попадание в них посторонних предметов; ухудшение затяжки винтовых и болтовых соединений в результате вибраций и знакопеременных нагрузок; неточность изготовления резьбы ходового винта, приводящего в движение исполнительный механизм; температурные деформации всех узлов механизма. Вторая группа - источники, вызванные электрической частью системы: искажение магнитной системы двигателя электродвигателя; износ щёточно-коллекторного узла электродвигателя; пульсации и низкое качество питающего напряжения.

Первой задачей при решении вопросов диагностики параметров, влияющих на качество движения механической системы – неравномерности, величины зазора зубчатой передачи и натяг ремня передачи, является, непосредственно, сам процесс записи скорости в реальном времени. Исходя из особенностей исследуемой системы, данная задача может быть решена двумя способами: путём записи сигнала с тахогенератора двигателя и путём записи сигнала с датчиков углового положения, установленных непосредственно на вращающихся частях механизма.

При записи сигнала с тахогенератора на низких скоростях, в связи с высоким уровнем шумов, наводимых силовой частью привода и сетью, его использование затруднительно. Таким образом, с высоким уровнем огрубления, данный сигнал может быть пригоден только для проверки достоверности второго способа – с применением датчиков углового положения.

В свою очередь, способ, связанный с применением датчиков углового положения, можно реализовать двумя путями: путём вычисления угла поворота и деления его на советующий промежуток времени, за которой велся подсчёт, либо путём дифференцирования сигнала по заданной временной постоянной.

Разработана структурная схема измерительного комплекса, включающая в себя датчики угловых перемещений, набор аналоговых и цифровых устройств ввода/вывода, виртуальную модель и программу приёма, обработки и отображения результатов диагностики вышеописанных параметров.

Программа, выполняющая функции сбора и обработки информации в реальном времени, построена в среде компьютерного моделирования Matlab/Simulink, и применяется для получения данных для обработки и отладки виртуальной модели.

Виртуальная модель позволяет имитировать различного рода дефекты, определять их величину и на основании полученных данных отлаживать блоки обработки и формирования диагностических заключений, работающих с применением нечеткой логики, которые, в свою очередь, интегрируются в модель сбора и обработки.

Котроллер, работающий на базе нечеткой логики, использует минимальный набор входной информации и показывает высокую скорость работы и высокую точность.

Разработанный комплекс прошёл успешные испытания на реальной электромеханической системе и позволил выявлять дефекты с высокой степенью точности и быстродействия. При его высокой эффективности, сохранена простота и понижены требования к вычислительным ресурсам и квалификации обслуживающего персонала, что является её главным преимуществом.

На ЛА генератор работает совместно с аккумуляторной батареей и параллельно с другими генераторами постоянного тока. После запуска авиадвигателя Э.Д.С. генератора, по мере увеличения частоты вращения, возрастает. Однако, подключение генератора к сети должно осуществляться лишь тогда, когда его ЭДС станет равной или несколько большей напряжения сети. В противном случае из сети к генератору потечет ток, называемый обратным током. Обратные токи могут возникать и в процессе остановки авиадвигателя, когда частота вращения якоря генератора снижается так, что ЭДС генератора становится ниже напряжения сети, а также при потере возбуждения из-за обрыва цепи обмотки возбуждения генератора. В этих случаях подключенный к сети генератор должен автоматически отключаться.

Величина обратного тока:

$$I = \frac{(U_c - E_g)}{\sum R}$$

где:

U_c -напряжение сети

E_g -ЭДС генератора

$\sum R$ -сопротивление обмотки якоря и соединительных проводов.

Величина обратного тока может достигать больших величин. Например, если у генератора ГС-12Т, работающего параллельно с аккумуляторной батареей $U_c = 24$ В, понизится напряжение до 14В, то при внутреннем сопротивлении генератора $R_g = 0,004$ Ом и сопротивление проводов $R_{пр} = 0,001$ Ом обратный ток составит:

$$I = \frac{(24 - 14)}{(0,004 + 0,001)} = 2000 \text{ А}$$

Следовательно, генератор должен включаться в сеть только тогда, когда напряжение на его зажимах будет равно или больше напряжения сети, и автоматически отключаться, когда через него протекает обратный ток, превышающий допустимую величину. Эти функции на ЛА выполняет специальное автоматическое устройство, называемое минимальным реле.

По принципу работы минимальные реле делятся на две группы - включающие и дифференциальные. Включающие минимальные реле подключают генератор к сети при достижении определенного значения напряжения, приблизительно равного напряжению сети. Дифференциальные минимальные реле включают генератор, при определенном минимальном превышении напряжения генератора над напряжением сети.

Принципиальная схема простейшего минимального реле имеет две обмотки ($W1$ - параллельную и $W2$ - последовательную) и замыкающий силовой контакт. При возрастании напряжения генератора до напряжения включения под действием М.Д.С., обмотки $W1$ реле напряжения срабатывают подключая генератор к сети. Протекающий при этом ток нагрузки создает $W2$ М.Д.С., действующую согласно с М.Д.С. основной обмотки, $W1$, и помогает удерживать контакты в замкнутом состоянии. При снижении напряжения в системе под действием уравнительных обмоток происходит перераспределение нагрузок между параллельно работающими генераторами: нагрузка генератора с малым током возбуждения уменьшается, а остальных - увеличивается. При некотором снижении тока возбуждения (или частоты вращения) ток генератора изменит знак - в генератор из сети потечет обратный ток. М.Д.С. обмотки $W2$ также изменит знак и уже будет вычитаться из М.Д.С. обмотки $W1$. При этом общая м.д.с. уменьшится, и при каком-то значении обратного тока реле разомкнет свои контакты и отключит генератор.

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ
С ПРАКТИЧЕСКИ РАВНОМЕРНЫМ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ
ДЛЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Сердюков А.Ю.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В настоящее время проектирование современных радиотехнических систем и комплексов достаточно дорогостоящим, времязатратным и трудоемким процессом. Имитационное моделирование позволяет сэкономить как на времени проектирования, так и на затратах, необходимых для его выполнения. Имитационное моделирование – это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью, описывающей реальную систему с целью получения информации об этой системе.

При моделировании радиотехнических систем на вход их моделей подаются случайные величины или процессы с различными законами плотности распределения вероятности. Их основой при моделировании являются случайные числа с равномерным законом распределения. Для генерации равномерно распределенных случайных чисел в основном используются программно реализованные генераторы псевдослучайных последовательностей, в основе которых лежат различные методы, такие как мультипликативно-конгруэнтный метод, регистры сдвига, метод Фибоначчи и другие. Однако, на практике числа, полученные этими способами, не всегда удовлетворяют заданному закону распределения плотности распределения вероятности. Поэтому существует необходимость разработки новых генераторов с практически равномерным законом распределения.

В данной работе предложен метод генерации практически равномерно распределенных случайных чисел. Моделирование сводится к двум этапам: моделированию дискретной случайной величины, соответствующей некоторому интервалу, и непосредственному формированию псевдослучайного числа, равномерно распределенного внутри выбранного интервала. Качество генератора псевдослучайных чисел оценивается по гистограмме распределения заданного количества последовательностей сгенерированных случайных чисел заданной размерности N . При этом обеспечивается равновероятность попадания случайных чисел в каждый из интервалов при гистограммировании.

Приведены результаты моделирования и оценки эффективности предложенного генератора псевдослучайных чисел с практически равномерным их распределением.

**АЛГОРИТМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ,
СОПРОВОЖДАЕМЫХ РАЗЛИЧНЫМИ РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ СТАНЦИЯМИ, НА
ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТРАЕКТОРНЫХ ДАННЫХ.**

Шевцова Ю.О.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В информационно-управляющих системах (ИУС) судов и кораблей полноту, достоверность и точность получаемых данных о положении и характере различных объектов, а также непрерывность и стабильность поступления информации по целям, можно значительно повысить при комплексировании данных от различных источников информации (ИИ). Отождествление информации – это процесс принятия решений о принадлежности или непринадлежности данных в целях (формуляров целей), поступивших от разных ИИ, одним и тем же реальным объектам.

Полнота, достоверность и точность получаемых данных ключевым образом влияют на правильность принятия решения о принадлежности данных о целях, поступивших от разных источников, объектам. Поэтому при проектировании и разработке радиолокационного комплекса (РЛК), в состав которого входят несколько РЛС, необходимо уделить особое внимание выбору алгоритмов отождествления данных целей объектам.

Разработка и анализ алгоритмов отождествления выполняются для корабельного многофункционального радиоэлектронного комплекса (МФ РЛК), разрабатываемого предприятием АО «ЗАСЛЮН». Основными задачами данного комплекса являются поиск, обнаружение и сопровождение воздушных, малоразмерных низколетящих целей, а также автоматическое распознавание и классификация сопровождаемых целей.

Широкое применение в работах находит такой алгоритм как прямой перебор всех возможных гипотез отождествления [1,2]. Но в конкретной задаче его практическое осуществление сложно

реализуемо в связи с большим объемом вычислений, так как по тактико-техническим характеристикам МФ РЛК обладает возможностью одновременного сопровождения 200 целей. Поэтому целесообразно рассматривать другие алгоритмы отождествления, учитывая особенности комплекса.

В ходе работы по совокупности наиболее часто встречающихся сочетаний процедур обработки сигналов были выделены и рассмотрены такие разновидности алгоритмов отождествления как:

-алгоритмы вероятностного сличения данных в сочетании с многоальтернативными алгоритмами сопровождения;

-алгоритмы, основанные на использовании дополнительных источников информации;

-алгоритмы отождествления, основанные на использовании нейросетей;

-алгоритмы, основанные на статистических свойствах оценок координат и параметров целей.

Проведена сравнительная оценка эффективности использования рассмотренных алгоритмов применительно к МФ РЛК, на основании чего для данного комплекса был предложен алгоритм пространственного отождествления объектов на основе анализа траекторных данных.

Библиографический список

1. Кузьмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации – М.: Сов. радио, 1974. – 432 с
2. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М: Мир, 1984. – 510 с.
3. Рудельсон Л.Е. Программное обеспечение автоматизированных систем управления воздушным движением. Часть II. Функциональное программное обеспечение. Обработка радиолокационной информации – М.: МГТУ ГА, 2006.- 103 с.

УДК 004.9

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЭКСТРУЗИИ В 3D ПЕЧАТИ МЕТОДОМ FDM**Арбиев А.М.***Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

В 1984 году впервые была разработана технология изготовления трехмерных физических объектов методом послойного наплавления. До 2006 года развитие 3д печати затрудняла высокая стоимость и малая производительность станков что было связано с низкими вычислительными мощностями процессоров существующих в то время. На сегодняшний день 3д печать вошла в обыденную жизнь и уже не является диковинкой какой была еще несколько лет назад, но в промышленности развитие 3д печати сильно затрудняет малое количество материалов которыми пригодных для печати, и малые скорости печати. Связано это с ограничениями экструдеров по температуре которые колеблются от 0 до 700 градусов. Для того чтобы повысить температуру печати необходимо разработать новый метод экструзии.

Подробный анализ недостатков текущих конструкций экструдеров так же позволяет определить проблемы потери качества печати. В ходе анализа были разработаны 2 экструдера отличных по методу экструзии и конструкции от существующих на данный момент. Для достижения необходимой температуры проблема возникает только в используемых материалах экструдера, основная же проблема заключается в ретракции материала после печати необходимого слоя детали.

Библиографический список

1. "Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development" 2013г. Международный центр теоретической физики (МЦТФ) Абдус Салам, Триесте (Италия)
2. "Технология станкостроения" Новиков В.Ю. , Схиртладзе А.Г. Машиностроение 1990 г.

УДК 004.41

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ГЕКСАПОДА****Акулов О.И., Романенко И.А., Целищев И.А., Ширококов О.В.***Балтийский Государственный Технический Университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

В Балтийском Государственном Техническом Университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва ведётся совместная разработка устройства высокоточного позиционирования навигационных объектов – гексапода. НИОКР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в организации Головного исполнителя НИОКР ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, договор от 01.12.2015 г. № 02.G25.31.0160.

Гексапод является мехатронной системой с параллельной кинематикой. Несмотря на многочисленные достоинства, изделие обладает и недостатками — кинематическая сложность конструкции и относительная сложность алгоритмов управления.

С учетом широкого диапазона параметров, характеризующих условия испытаний, формируется обширный объем определяемых характеристик изделия. При этом требуется проведение испытаний как гексапода в целом, так и его отдельных сборочных единиц. С учетом необходимости управления в рабочем режиме гексаподом с помощью устройства верхнего уровня, во время испытаний встает необходимость эмулировать подобное устройство на базе компьютера. С учетом этого, а также необходимости регистрации величин определяемых характеристик возникает потребность в разработке программного обеспечения (ПО), соответствующего данным требованиям.

При проведении испытаний гексапода ПО, в первую очередь, обеспечивает прием и передачу данных. С учетом того, что обмен производится по мультиплексному каналу обмена, был реализован протокол, обеспечивающий обмен информацией. В программном интерфейсе имеется индикация актуальных значений различных параметров — линейное и угловое положение платформы гексапода, линейные перемещения приводов, величины напряжений питания и потребляемого тока.

Помимо этого, в программе реализована подвижная трехмерная графическая модель гексапода, которая отражает желаемое положение механизма при выполнении задаваемых команд для сравнения с отработанным положением реального механизма. Для работы модели применяется скриптовый файл на языке С, выполняющий решение задачи обратной кинематики. Файл был разработан на базе исследований, проведенных в пакете математического моделирования Matlab.

УДК 681.5
ЛИНЕЙНЫЙ ПРИВОД ГЕКСАПОДА С ФУНКЦИЕЙ АКТИВНОГО ВИБРОГАШЕНИЯ
Алексеев А.А., Коротков Е.Б., Слободзян Н.С., Горбунов А.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва ведётся совместная разработка устройства высокоточного позиционирования навигационных объектов – гексапода. НИОКТР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в организации Головного исполнителя НИОКТР ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, договор от 01.12.2015 №02.G25.31.0160.

Известны примеры применения систем с параллельной структурой для наведения, стабилизации и виброгашения бортовых приборов и устройств в авиации и космонавтике.

Проблема виброзащиты бортовых приборов космических аппаратов (зеркал антенн, солнечных батарей) возникает при сверхвысоких требованиях точности наведения и стабилизации. При этом с учетом низкой частоты собственных колебаний телескопов нового поколения, их значительных масс и широкого диапазона внутренних и внешних механических возмущений пассивная виброзащита является неэффективной и требуется применение пространственной системы активной низкочастотной виброзащиты и высокоточного наведения. При этом предлагается применение гексапода как системы высокоточного наведения и, одновременно, активной виброзащиты прецизионной полезной нагрузки космического аппарата (КА).

Основной задачей системы виброгашения является изоляция полезной нагрузки (ОЭБ) от источника пространственных вибраций (корпус носителя). Несмотря на все конструктивные отличия возможных вариантов суть системы гашения вибраций одинакова. Она состоит из пассивной и активной частей.

Активная система виброизоляции при упрощенном рассмотрении состоит из пары: измеритель колебаний (акселерометр) и линейный привод-компенсатор (электромагнитный, пьезоэлектрический, магнитострикционный и др.).

Особенностью и преимуществом применения гексапода как устройства виброзащиты является возможность пространственного (по 6 координатам) активного виброгашения нагрузки на платформе в достаточно компактном конструктивном исполнении.

Также, как и система позиционирования платформы предлагаемая система виброгашения состоит из основания и подвижной платформы, соединенных между собой подвижными опорными штангами, оснащенными линейными приводами. Пространственное (угловое) перемещение нагрузки в этих механизмах осуществляется изменением длины опорных штанг (ног), оснащенных линейными приводами (актуаторами).

Т.О. она хорошо комплексирована с системой наведения гексапода, т.к. легко и логично встраивается в существующую конструкцию гексапода.

Основным элементом устройства активного виброгашения является активный комбинированный линейный актуатор, обеспечивающий перемещение платформы стабилизации с одновременным виброгашением по схеме с кинематической обратной связью с последовательным включением виброактуатора по сигналам обратной связи от датчиков микронавигации, установленных на платформе. Актуаторы могут быть выполнены на пьезоэлементах, что позволяет сохранить требуемую жесткость конструкции гексапода

Управление линейным актуатором осуществляется микроконтроллером, который вырабатывает команды для управления линейными приводами штанг исполнительного механизма-гексапода (трипода) по сигналам обратной связи с датчиков ускорения (силы). Математические модели и алгоритмы управления гексаподом и триподом проработаны для устройств позиционирования и стабилизации приборных устройств подобного класса и разрабатываются для управления активным виброгашением нагрузки разрабатываемой платформы.

УДК 621.833.1

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОЛЕБАНИЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
Бабичев А.В., Спиридонов Д.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Зубчатые передачи являются наиболее широко используемыми элементами механических приводов. Они подвержены статическим и динамическим нагрузкам. Согласно нормативной документации, учёт динамических факторов производится с помощью коэффициента динамичности.

Такой подход является недостаточно точным, чтобы учитывать реальное динамическое нагружение зубчатых передач.

Для более точного моделирования зубчатых передач использовались их компьютерные 3D-модели. Конечно-элементное моделирование производилось с помощью пакета инженерного анализа ANSYS. Модальный анализ позволил оценить собственные частоты колебаний отдельных зубчатых колёс. Колебания вращающихся деталей зубчатой передачи имеют характер крутильных и поперечных колебаний, причём существенное влияние на значения собственных частот механизма оказывают жёсткости соединений звеньев.

Также с помощью моделирования методом конечных элементов определялась переменная жёсткость зацеплений, возникающая вследствие смещения точек контакта зубьев и изменения количества зубьев, одновременно находящихся в зацеплении. Данный расчёт проводился в квазистатической и динамической постановке. Использование конечно-элементных моделей всех звеньев передачи для динамического анализа является нецелесообразным вследствие наличия большого количества контактных пар с переменной областью контакта. Предпочтительным является применение полноразмерных моделей только для определения динамических характеристик отдельных звеньев и их соединений.

Составление полной динамической модели передачи осуществлялось в форме уравнений движения системы с сосредоточенными параметрами. В пакете компьютерных вычислений MATLAB был произведён анализ поведения цилиндрической зубчатой передачи. В качестве возмущающих воздействий принимались случайные отклонения шага зубьев от его номинального значения. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования моделей с распределёнными и сосредоточенными параметрами при анализе колебаний зубчатых передач.

УДК 62.5

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Баталов А. В., Немонтов В. А.

*Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых*

Одной из основных задач, решаемых при проектировании систем управления мобильных роботов, является разработка систем оцифровки данных из внешней среды. Так как данные необходимы для последующего анализа, они должны быть достаточно информативны, содержать информацию о наличии в окружающем пространстве препятствий и предметов, при этом время их вычисления необходимо сводить к минимуму.

В подобных системах сбор данных чаще всего сводится к многократному измерению расстояния до предметов, а затем анализу полученного массива точек. Для перемещения датчика используется вращающаяся платформа. Для измерения расстояния - дальномеры. Подобные устройства разделяют на 2 типа: активные и пассивные, работающие соответственно по принципу излучения собственного сигнала или приему естественного. К наиболее известным относятся: лидары, камеры, радары и ультразвуковые датчики расстояния. Последние, имея ряд недостатков для подобных систем, используются редко. Однако, обладая несколькими весомыми преимуществами, доминирующим из которых является их цена, после некоторых доработок конструкции они вполне могут быть использованы в подобных системах.

В работе рассматривается задача адаптации систем кругового обзора к ультразвуковым датчикам. Также, необходимо максимально оптимизировать цикл сбора данных с каждого из датчиков.

После решения большинства проблем совместимости, для проверки результата был изготовлен прототип подобной системы.

Для решения одной из основных проблем, заключающейся в низкой частоте измерений (являющейся, по большей части, следствием относительно невысокой скорости звука), предложена 4-х канальная система сбора данных на поворотной платформе с практически одновременным (в данном классе точности) опросом каждого из каналов (рис. 1), что позволило уменьшить время ожидания данных в 4 раза по сравнению с одноканальной системой (не учитывая время t_{oc} на опрос системы, в худшем случае составляющее $t_{oc}=32 \mu s$ и вносящее погрешность определения $D=10mm$).

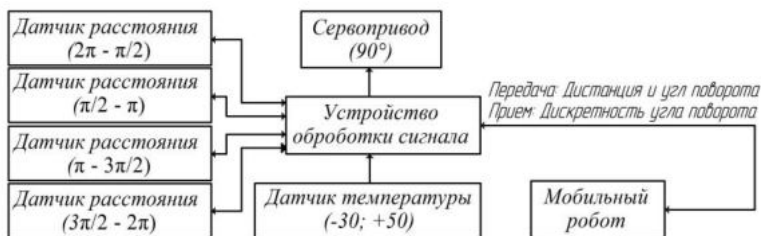


Рис. 1. 4-х канальная система сбора данных на поворотной платформе.

Поскольку скорость звука сильно зависит от температуры среды распространения, была введена динамическая коррективка его значения, по формуле:

$$V \approx 20\sqrt{t + 273,15},$$

где: V – скорость звука в воздухе;

t – температура воздуха в градусах Цельсия.

По результатам макетирования удалось создать устройство со следующими характеристиками:

- частота повторения одного цикла измерений – 32 Гц;
- частота построения карты окружения – (0.35 – 3.15) Гц;
- шаг угла поворота платформы – (1 – 9) град.;
- диапазон измерения расстояний до препятствий – (1 – 400) см;
- среднеквадратическое отклонение при динамическом измерении (600 значений) – 2.1мм.

УДК 543.27.-8, 543.27.05

РАЗРАБОТКА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ОПТИЧЕСКОГО ТИПА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ CO₂

Батенькин В. В.¹, Коновалов Г.Г.²

¹Балтийский государственный университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

²Физико-технический институт им. Иоффе РАН

Дыхание является важнейшим физиологическим процессом, гарантирующим течение метаболизма. Для комфортного существования человеку необходимо дышать воздухом, состоящим из 21,5% кислорода и 0,03 – 0,04% углекислого газа. Порядка 78,1% атмосферного воздуха приходится на двухатомный газ азот, оставшаяся часть – на примеси (аргон, гелий, криптон и т.д.).

При концентрациях углекислого газа свыше 0,1% в окружающем воздухе у человека возникает общий дискомфорт, слабость, значительное снижение концентрации внимания, головная боль, что, в свою очередь, приводит к хронической усталости и повышенной заболеваемости людей.

Разработка портативных газоанализаторов и детекторов CO₂ является актуальной задачей, имеющей важное прикладное значение в таких областях, как оптимизация промышленных процессов, совершенствование медико-биологических методов, охрана здоровья человека и т.д.

Традиционные методы детектирования CO₂ в окружающем воздухе, такие как механические, тепловые, акустические и химические, применяемые сегодня, не позволяют обеспечить соответствующий аналитический контроль CO₂ в атмосферном воздухе для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека. Промышленные приборы, используемые для детектирования CO₂ указанными методами, имеют ряд недостатков: высокая инерционность, внушительные габаритно-массовые характеристики и, в ряде случаев, невозможность определять концентрацию исследуемого газа в режиме реального времени.

Для реализации газоаналитических измерений оптическим методом светопропускания, соответствующим современным требованиям анализа, был разработан лабораторный макет оптического газоанализатора для определения концентрации CO₂ в атмосферном воздухе, основанный на методе светопропускания излучения на длине волны, соответствующей спектральной полосе поглощения молекулы CO₂. Данный прибор включает в себя светоизлучающий диод, максимальный спектр излучения которого соответствует длине волны 4,3 мкм ($\lambda_{max} = 4,3$ мкм), и фотодиод с широкой спектральной полосой чувствительности ($\lambda = 2,5 - 4,9$ мкм). Оптоэлектронные компоненты (светоизлучающий диод и фотодиод) разработаны и созданы в лаборатории

инфракрасной оптоэлектроники ФТИ им. Иоффе РАН на основе гетероструктур узкозонных полупроводниковых соединений типа A^3B^5 . В качестве основы для роста гетероструктур применялась подложка InAs. Активной областью светоизлучающего диода является твердый раствор InAsSbP, а активной областью фотодиода – твердый раствор InAsPb.

Для обеспечения питания светодиода и возможности выбрать рабочий режим с заданной длительностью импульсов, частотой повторений и величиной тока в данном газонализаторе используется соответствующий драйвер. Преобразование фототока в напряжение с последующим усилением, детектирование полученного сигнала и его индикация осуществляется с помощью усилителя для фотодиода. Данные электронные изделия предоставлены компанией ООО «АИБИ».

Оптико-измерительная кювета была изготовлена из химически неактивного стекла. Данная кювета имеет два исполнения: для измерения CO_2 в проточном газе, для измерения CO_2 в окружающем атмосферном воздухе. Предполагаемая длина оптического пути в данных кюветах равна 50 мм ($l = 50$ мм).

УДК 681.2.082

СТЕНД ДЛЯ ОТРАБОТКИ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЯ СТРАГИВАНИЯ ШТОКА ЛИНЕЙНОГО ПРИВОДА

Глухих А.И., Желтышев О.И., Зыбина В.В., Турбов А.О.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

В Балтийском Государственном Техническом Университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва ведётся совместная разработка устройства высокоточного позиционирования навигационных объектов – гексапода. НИОКР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в организации Головного исполнителя НИОКР ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, договор от 01.12.2015 г. № 02.G25.31.0160. Гексапод состоит из неподвижного основания, шести линейных приводов, обеспечивающих высокоточное позиционирование подвижной платформы, системы управления. Система управления обеспечивает контроль положения линейного привода. Для высокоточного управления необходимо создание математической модели гексапода в целом и линейных приводов. Математическая модель учитывает коэффициент трения покоя и скольжения элементов линейного привода. Для контроля текущего положения штока используются датчики угла поворота вала. Для контроля крайних положений штока используются оптические датчики. Преимуществом оптических датчиков является высокая точность и бесконтактный способ измерения.

В линейном приводе используются торлоновые линейные подшипники, преимуществом которых является высокая удельная прочность, химическая стойкость и низкая теплопроводность, позволяющая применять торлоновые линейные подшипники в устройствах, предназначенных для работы в открытом космосе. Для уточнения математической модели, проверочных расчётов движения исполнительных механизмов, необходимо определить трение покоя и скольжения в линейных подшипниках. Оптические датчики для контроля начального и конечного положения передают в систему управления сигналы о достижении штока линейного привода крайних положений, для обеспечения высокоточного измерения необходима тарировка датчиков и отработка измерительных сигналов. Для измерения трения в линейном подшипнике и отработке оптических датчиков разработан стенд, совмещающий решение обеих поставленных задач в одной конструкции. Стенд оснащён измерительной системой, датчиком усилия, используемым для определения трения в линейном подшипнике, и установочными отверстиями, позволяющими обрабатывать осевое и торцевое расположение оптических датчиков.

УДК 681.5

СИСТЕМА БЕЗДАТЧИКОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

Гончаров В.О., Коротков Е.Б., Слободзян Н.С., Четвертухин А.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,

В Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ведётся совместная разработка системы мониторинга и диагностики устройств исполнительных автоматик космических платформ связи. ПНИЭР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы, соглашение от 26.09.2017 г. № 14.577.21.0270, уникальный

идентификатор работ RFMEF157717X0270. Индустриальным партнером является АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва

Учитывая специфику эксплуатации устройств исполнительной автоматики космических платформ связи необходима реализация системы бездатчикового управления вентильным приводом.

Вентильный привод обычно строится на базе двигателя переменного тока, позволяет обеспечить минимальные пульсации вращающего момента и имеет небольшие массогабаритные характеристики, что важно для изготовления прецизионной системы. Отсутствие щеточно-коллекторного узла и датчиков угла положения ротора при реализации бездатчикового управления позволяет уменьшить вероятность отказа системы.

В двигателях переменного тока ротор синхронно вращается вслед за вращающимся полем статора. Для вращения поля статора необходимо переключать фазные обмотки статора в такой последовательности, чтобы вектор магнитного потока статора был ортогонален вектору магнитного потока ротора.

В случае бездатчикового управления поддержание взаимного расположения векторов потоков статора и ротора производится следующим образом. Микроконтроллер системы управления с помощью аналого-цифрового преобразователя получает значение напряжения в неподключенной фазе ротора и исходя из этих данных формирует сигналы управления ключами, которые и обеспечивают включение и отключение ключей и соответствующих фаз в нужной последовательности.

Особенностью бездатчиковой системы является пуск вентильного привода, так как в положении покоя и на малых оборотах напряжение в свободной фазе двигателя незначительны. Для запуска привода используется метод определения текущего положения ротора (и его вектора магнитного потока, соответственно) основанный на обнаружении нелинейностей в обмотках статора двигателя. В разных положениях ротора постоянные магниты по-разному воздействуют своим магнитным полем на зубья статора. Соответственно, магнитное насыщение зубьев статора будет разным при разных положениях магнитов ротора. Чтобы определить уровень насыщения на обмотки подают импульсы напряжения, замеряют импульсы напряжения на средней точке. Сравнивая результаты измерений после подачи импульсов на разные фазы, можно оценить положение ротора.

Далее система управления по этой информации подключает соответствующие фазы статора и осуществляет разгон ротора, при вращении двигателя в фазе ротора, на которую в данный момент не подается питание, наводится электродвижущая сила, по направлению и величине которой можно определить, в какой момент времени и в каком порядке необходимо выполнить переключение фаз.

Управление системой привода и ее отладка осуществляется с компьютера, к которому подключена управляющая плата. Расчет системы проводился с помощью пакета математического моделирования MATLAB.

УДК 531.391

МАНИПУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА Григорьев И.О.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Доклад посвящен теории расчетов манипуляторных устройств необитаемых подводных аппаратов (НПА). Актуальность данной темы определяется широким применением данных типов устройств для выполнения подводно-технических работ в условиях высокого риска использования водолазов.

В докладе приведены результаты применения одного из способов проведения кинематических и кинестатических расчетов звеньев, входящих в состав манипулятора, для задания требуемых характеристик манипулятора НПА. В частности, приведено описание порядка расчета задающего усилия привода механизма исходя из требуемого усилия рабочего органа манипулятора и реакций, возникающих в его звеньях. Эти расчеты могут быть использованы при выборе привода, вида сочленений механизма и материалов из которых изготавливается манипуляторное устройство.

При проведении расчетов применен метод замкнутых векторных контуров, который используется для определения траекторий, скоростей и ускорений звеньев и точек звеньев механизмов. А также метод проекций для определения сил, возникающих в сочленениях устройства. В целях повышения эффективности и точности при проведении расчетов использовалась рабочая среда Matlab.

Описанный в докладе способ проведения кинематических и кинестатических расчетов может быть использован при разработке методики проектирования манипуляторов для НПА.

**НАГРУЖАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ЛИНЕЙНЫХ ПРИВОДОВ**

Гришкевич И. О., Мухамедов С. Н., Плохотнюк А. И., Савельев Б. Н.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

В Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва ведётся совместная разработка устройства высокоточного позиционирования навигационных объектов – гексапода. НИОКТР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в организации Головного исполнителя НИОКТР ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, договор от 01.12.2015 №02.G25.31.0160.

Применение устройств с параллельной кинематикой является одним из перспективных направлений развития современных мехатронных и робототехнических систем. Подобные устройства имеют ряд преимуществ перед механизмами, не использующими структуру с параллельной кинематикой, и применяются как в различных системах наземного базирования, так и составе космических летательных аппаратов. Высокоточное наведение бортовых радиотелескопов осуществляется механизмом с параллельной кинематикой с шестью степенями свободы — гексаподом. Такой гексапод предназначен для работы в условиях открытого космоса. Устройство состоит из двух платформ (неподвижной и подвижной) и шести линейных приводов (ЛП), осуществляющих позиционирование подвижной платформы, при этом возникает нагрузка на каждый линейный привод. С учетом анализа основных воздействий на ЛП и условий их эксплуатации сформулированы технические требования к приводам и их элементам.

Разработка приводов, работающих в условиях влияния космических воздействий, неразрывно связана с комплексом их испытаний. Сравнительный анализ различных видов испытаний применительно к рассматриваемому объекту испытаний (ОИ) показал, что по финансовым, энергетическим и временным затратам предпочтительными являются стендовые испытания с искусственным воспроизведением воздействий. Были определены основные воздействия на ЛП и проанализированы условия их эксплуатации. Работа приводов в космическом пространстве характеризуется невесомостью, неравномерностью солнечной засветки, широким диапазоном рабочих температур, различными видами излучений. Изучив факторы, влияющие на эксплуатационный режим работы ЛП, были сформулированы технические требования к стендовому нагрузочному устройству, а именно автоматическое воспроизведение нагрузочного усилия на ОИ. Кроме того, нагрузочное устройство должно выдерживать широкий диапазон рабочих температур и работать в условиях глубокого вакуума. При этом конструкция должна иметь малые габариты с целью размещения ее в объекте, воспроизводящие комплекс условий эксплуатации: термо- и барокамеры, вибрационные стенды.

Для имитации нагрузок ЛП разработано нагрузочное устройство, удовлетворяющее этим техническим требованиям и позволяющее определить основные параметры ОИ: кинематическую погрешность позиционирования, осевую жесткость, усилие, развиваемое ЛП. В докладе приведена функциональная схема, отображающая работу всего стендового оборудования. В его состав, кроме нагрузочного устройства, входят средства измерения, обработки и управления данными. Для съема экспериментальных данных использованы датчик нагрузочного усилия и датчик положения исполнительного органа ОИ, с помощью которых определяются основные параметры ЛП.

МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ГЕКСАПОДОМ

Желтышев О.И., Тимофеева В.И., Джамалде Г.Т.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

В Балтийском Государственном Техническом Университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва ведётся совместная разработка устройства высокоточного позиционирования навигационных объектов – гексапода. НИОКТР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в организации Головного исполнителя НИОКТР ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, договор от 01.12.2015 г. № 02.G25.31.0160. Гексапод обеспечивает позиционирование подвижной платформы относительно неподвижного основания с помощью шести линейных приводов. Обеспечение управления движением линейных приводов и положением подвижной платформы осуществляется с помощью блока управления. Гексапод предназначен для работы в условиях открытого космоса, поэтому должен отвечать индивидуальным требованиям. Одним из требований является устойчивость конструкции

блока управления к возникновению резонанса в заданном диапазоне частот. При выводе на околоземную орбиту, блок управления гексаподом подвергается вибрационным воздействиям, в результате которых возможно возникновение резонанса, приводящего к разрушению блока управления и выходу из строя гексапода.

Для определения устойчивости конструкции к возникновению резонанса в заданных условиях транспортировки и эксплуатации проводится модальный анализ конструкции, направленный на определение собственных частот. Блок управления состоит из 16 печатных плат, обеспечивающих управление положением подвижной платформы, установленных в составном корпусе с изолирующими прокладками и нагревательными элементами. Расчёт значений собственных частот производится методом конечных элементов с помощью САПР. Исходными данными для расчёта являются массы всех элементов блока управления, условия закрепления компонентов на печатных платах и плат в корпусе. Для обеспечения устойчивости блока управления к резонансу, первая собственная частота конструкции должна быть более 450 Гц для обеспечения трехкратного запаса. В данной работе проведен модальный анализ блока управления гексаподом в сборе и его составных элементов в отдельности, подтверждена устойчивость блока управления к возникновению резонанса при выводе его в составе спутника на околоземную орбиту, получены данные для динамического анализа блока управления.

УДК 681.5

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕКСАПОДОМ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Жигулина Ю.В., Киев А.В., Киселев А.А., Надежин М.И.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва ведётся совместная разработка устройства высокоточного позиционирования навигационных объектов – гексапода. НИОКТР выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в организации Главного исполнителя НИОКТР ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, договор от 01.12.2015 г. № 02.G25.31.0160

Гексапод состоит из неподвижного основания и подвижной платформы, шарнирно соединённых между собой посредством шести идентичных звеньев – ног (штанг, стоек). При изменении длин ног осуществляется пространственное перемещение платформы по шести степеням свободы.

Система управления гексаподом имеет сложную структуру, т.к. должна адекватно выполнять свои функции в любых условиях, в том числе – в космических. Вследствие сложных условий эксплуатации устройства, необходимы технические решения, которые обеспечат надёжность всех составляющих системы управления на протяжении всего периода эксплуатации.

Программная часть системы управления гексаподом состоит из программного обеспечения, в основе которого лежит решение задач кинематики. Положение и ориентация подвижной платформы описываются вектором из шести координат: три линейных координаты и три угловых. Решением обратной задачи кинематики гексапода является нахождение обобщённых координат – длин ног – для каждого вектора положения и ориентации. Решением прямой задачи кинематики является нахождение положения и ориентации по заданным обобщённым координатам. Для механизма с параллельной кинематикой решение прямой задачи кинематики гораздо сложнее и в своём алгоритме использует решение обратной задачи кинематики.

Решение задач кинематики гексапода реализовано в пакете математического моделирования MATLAB. По результатам оценок сформированы алгоритмы управления и разработано программное обеспечение высокого уровня.

Аппаратно система управления состоит из блока управления гексаподом, модуля управления линейным приводом для каждой ноги гексапода (всего шесть модулей управления), интерфейсов связи и вспомогательной аппаратуры (преобразователи питания, система обогрева и др.). Блок управления гексаподом постоянно обменивается данными с шестью модулями управления вследствие чего блок управления обладает информацией о текущей длине каждого линейного привода, температуре, усилки на нём и токах в обмотках исполнительного двигателя. Текущие длины всех ног при этом пересчитываются (при решении прямой задачи кинематики) в текущее положение подвижной платформы. Помимо этого, блок управления гексаподом может передавать на любой модуль управления линейным приводом информацию о требуемой длине ноги гексапода и настройках регулятора привода.

Внешнее задающее устройство обменивается данными с блоком управления гексаподом по магистральному интерфейсу последовательной системы электронных модулей (ГОСТ Р 52070–2003). При необходимости задающее устройство может считать любую информацию, хранящуюся на блоке управления гексаподом (например, текущее положение подвижной платформы или температуру ног гексапода). Для перемещения подвижной платформы задающее устройство передает в блок управления гексаподом её требуемые координаты, где они пересчитываются (посредством решения обратной задачи кинематики) в требуемые длины ног гексапода. Информация о необходимой длине передается на соответствующий модуль управления линейным приводом, который начинает её обрабатывать.

С целью увеличения надёжности системы управления гексаподом предусмотрено наличие резервных блока управления гексаподом, модуля управления линейного привода и интерфейсов связи. В случае выхода из строя основного модуля (канала) устройство более высокого уровня (для модуля управления линейным приводом – блок управления гексаподом, для блока управления гексаподом – задающее устройство) автоматически передает управление резервному.

УДК 531.7

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ.

Заворохин С.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Система подвески влияет на множество эксплуатационных качеств автомобиля: плавность хода, устойчивость движения, долговечность как самой машины, так и целого ряда ее узлов и деталей. В тяжелых дорожных условиях именно возможности подвески, а вовсе не мощность двигателя, определяют средние и максимальные скорости движения.

Эксплуатация грузовых автомобилей показывает, что на неровных дорогах средняя скорость движения падает, расход топлива увеличивается, уменьшается межремонтный пробег. При этом производительность автотранспорта снижается, а стоимость перевозок возрастает. Следует учесть потери, обусловленные перерасходом металла, топлива, резины и затратами рабочей силы. Для уменьшения этих потерь можно или улучшать дороги, что дорого, или совершенствовать подвески автомобиля, что еще дороже, но в массовом производстве оказывается дешевле.

Для более обширной сферы транспортных услуг, предъявляемых видов перевозок и способов перевозок товаров приобретает важность создание силовых оболочковых бесштоковых пневмоцилиндров (СОБЩ). Также, экономически важна стоимость их создания с учетом аналогичных систем. Более перспективным будет создать систему с активной стабилизацией объекта управления и уменьшить энергозатраты на нее. Предлагаемая система способна удешевить реализованные системы путем внедрения замкнутой системы пневмопитания, исключить такие факторы как частая замена фильтров и осушителей воздуха, адаптироваться к климатическим условиям, уменьшить потери воздуха в распределительных устройствах системы, продлить работу оборудования и уменьшить расходы на обслуживание.

УДК 669.713

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О РОБОТОТЕХНИКЕ У ДЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ С КОНСТРУКТОРАМИ LEGO WEDO 1.0, LEGO WEDO 2.0

Загородний И.А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Компания Lego имеет не только классические линейки развивающих конструкторов, но и обладает обширной базой образовательных робототехнических конструкторов. Робототехнические конструкторы сбалансированно выстроены в «вертикаль». Переходят от простого к более сложному, как в моделировании, так и в программировании, алгоритмизации. Данная система на каждом из своих уровней открывает для обучающихся новые области и способы изучения, увеличиваются функциональные возможности создаваемых моделей, совершенствуется программное обеспечение.

Первыми в линейке робототехнических конструкторов являются Lego Education WeDo 1.0, Lego Education WeDo 2.0. Первый набор фокусирует внимание обучающихся на инженерных особенностях конструкции робота, ученики знакомятся с принципами действия ременных передач, зубчатых колес, червячных пар, кулачков и тд. Учащиеся отслеживают, как та или иная конструктивная особенность повлияет на работу всей модели. Функциональный аппарат Lego

Education WeDo 2.0 направлен в основном на изучение учащимися физических явлений, их возникновения и изменения, например: способ контроля скорости автомобиля или результат действия уравновешенных сил на объект. Также этот набор дает детям представление о естественных науках: окружающем мире, геодезии. Учащиеся на примере моделей, пробуют выработать решения реальных естественных задач по очистке океана от мусора, сортировке городских отходов.

Возникает вопрос, зачем использовать робототехнику для образования подрастающего поколения? Анализируя оба вышеприведенных конструктора, в чем-то их сравнивая и выделяя особенности, приходишь к ответу. Наше время характеризуется очень стремительным развитием технологий, появлением все новых технических приспособлений в промышленности и бытовой индустрии. С помощью робототехники можно помочь детям интегрироваться в новый высокотехнологичный мир, подготовить их к научным открытиям. На примере функциональных возможностей моделей показать, как в современном мире пользоваться благами общества, но при этом не забывать о природе, о том, что мы — люди должны ее беречь, и восстанавливать ее ресурсы.

УДК 004.896

ОЧУВСТВЛЕНИЕ И ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ АНТРОПОМОРФНЫМ РОБОТОМ НА БАЗЕ РЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ И АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Зайцев А.А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

Тема работы – проектирование и очувствление антропоморфного робота-марионетки. Идея работы состоит в создании управляемого робота, способного максимально точно воспроизводить человеческие движения. В дальнейшем, на его основе планируется создать миниатюрное театрализованное представление, со всеми присущими ему атрибутами (музыкальное сопровождение, активные декорации и т.д.).

Для расширения круга решаемых задач, было решено в качестве механизма управления роботом, использовать сенсорную перчатку, в основе которой планируется применение гибких датчиков и акселерометров, для распознавания сложных движений кисти и пальцев.

Для создания наиболее реалистичного проекта, помимо реализации движений марионетки, необходимо обеспечить ее движение (и движение декораций) по осям x и y в плоскости Oxy . Для реализации этих перемещений была спроектирована и построена подвижная платформа (Рисунок 1).



Рисунок 1. Основная платформа

Движение кареток с платформой осуществляется по двух парным рельсовым направляющим. Данный тип передачи позволяет обеспечить требуемую точность и бесшумность работы. Контроллеры шаговых двигателей и блоки питания выведены на отдельную панель для удобства обслуживания и подключения.

В качестве аппаратной платформы для рассматриваемого проекта была выбрана платформа – Arduino. Ее программных и аппаратных возможностей достаточно для решения поставленной задачи, а доступность и разнообразие возможных компонентов позволяет без труда собрать реальный функционирующий макет.

В настоящее время идеи по созданию человекоподобных роботов набирают все большую популярность. Широкую известность в данной области обрел французский проект – inMoov. Его отличительными особенностями являются:

- все элементы корпуса изготовлены методом печати на 3D-принтере.
- доступность исходного кода
- достаточно широкие возможности, при относительно простой реализации

Основными недостатками данного проекта является:

- низкая точность изготовления составных элементов
- в качестве датчиков положения конечностей робота используются оптические трубки и резистивные датчики, что сильно уменьшает точность обрабатываемых движений

В данной работе рассматривается управление кистью робота с помощью акселерометров (GY-521) и резистивных пластин. Особенностью данного типа акселерометров является отсутствие необходимости в повторной калибровке при отключении питания.

Информация, получаемая с датчиков, обрабатывается с помощью фильтра Калмана. После преобразования мы получаем информацию о скорости и ускорении каждого из элементов кисти по 3-м осям. На основе этих данных можно с высокой точностью (погрешность позиционирования составляет не более 0,15°) определить положение любого элемента кисти в пространстве. Данные с акселерометров постоянно сравниваются с данными от резистивных пластин (резистивных датчиков), для исключения влияния сторонних помех на обработку требуемых движений. Движение элементов осуществляется при системе шаговых приводов.

Основная проблема, возникшая в ходе решения поставленной задачи – обработка информации с датчиков и получение требуемых значений ускорений с заданной точностью. Частично проблема решена аппаратно путем применения вышеупомянутого фильтра Калмана и оптимизации алгоритмов вычисления.

УДК 004.896

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТРОПОМОРФНЫХ РОБОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛОВЫХ ОБОЛОЧКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кабанен И.В.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова

На сегодняшний день существует множество различных видов робототехнических систем, в которых применены разные типы приводов и не столь разные кинематические схемы. В то же время разработчики этих систем не очень активно применяют в своих разработках новые виды приводов, предпочитая им традиционные. Такая ситуация значительно замедляет появление на рынке новых разработок. Современные требования к проектированию антропоморфных роботов давно пришли к противоречию, с возможностями традиционных приводов (электромеханических, гидравлических, пневматических). В электромеханических приводах применение редукторов становится затруднительным или не возможным для обеспечения работы степеней подвижности, при которых обеспечивались бы мощностные и габаритные условия. Гидравлические приводы и пневматические имея высокую удельную мощность не могут преобразовать поступательное движение во вращательное достаточно просто, что требует особых конструктивных решений. Данная конфликтная ситуация может быть успешно разрешена в связи с появлением в конце прошлого века значительного числа исследований посвященных силовым оболочковым элементам (СОЭ), которые практически копируют работу мышц человека и не нуждаются в применении редукторов для преобразования вида движения и его скорости. Данные СОЭ по существу, представляющие силовую часть исполнительного двигателя, являются силовыми оболочковыми бесштоковыми пневмоцилиндрами (СОБПЦ) тянущего типа. СОБПЦ вместе с золотниковым дроссельным распределителем представляет собой высоко динамичный исполнительный двигатель. На базе этих СОБПЦ можно компоновать исполнительный двигатель двустороннего действия и одностороннего с возвратной пружиной, которые могут обслуживать одну степень подвижности.

Одним из основных достоинств СОБПЦ является отсутствие объемных потерь в отличие от классических пневмоцилиндров, что позволяет создать замкнутую по расходу систему питания, не требующую потребления воздуха из атмосферы и сброса отработанного в неё, что означает возможность применения робота в вакууме, загрязненных средах и подводой. Исследования выполненные в Балтийском государственном техническом университете "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф. Устинова на кафедре "Мехатроники и робототехники", позволили получить линеаризованные математические модели СОБПЦ различных типов с учётом особых свойств сжатого газа необходимых для выполнения динамического синтеза системы управления на основе СОБПЦ. Данные разработки ориентированы на специалистов прикладников, хотя и выполнены с учётом

различных допущений, являются высоко достоверными, что подтверждено экспериментальными исследованиями.

Для задания исходных данных при проектировании антропоморфного робота был выполнен антропологический и морфологический поиск типовых параметров человека, с целью составления технического задания, отобрано оптимальное количество степеней свободы. На основании этих данных выполнен статический расчёт по выбору параметров пневмоэлементов СОБПЦ, реализован динамический синтез и проведено математическое моделирование.

УДК 004.896; 62-503.57

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СИСТЕМАХ С КОМПЛЕМЕНТАРНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Кобзев А. А., Лекарева А. В., Сидорова О. С.

Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых

Актуальность разработки адаптивных регуляторов с применением нейронной технологии в системах автоматического управления траекторными перемещениями технологических объектов определяется следующим: сложность математического описания объектов управления; наличие геометрически-силового взаимодействия соседствующих пар координат кинематической цепи робототехнических устройств; переменные динамические нагрузки со стороны объекта или выполняемого технологического процесса; отсутствие адаптации к переменным внешним условиям, включая наличие неопределенных внешних возмущений; неточность базирования объекта манипулирования или неопределенность расположения технологической траектории в пространстве.

Исследование, проводимое коллективом авторов настоящего доклада, направлено на рассмотрение возможности применения методов интеллектуального управления в рамках проблемы управления технологическими объектами траекторного типа и задач синтеза регуляторов в системах с каналом коррекции управляющего воздействия.

В качестве базовых авторами принимаются структуры систем управления траекторными перемещениями технологических объектов с комплементарной коррекцией. Предполагается реализация нейроконтроллера двумя методами. Первый метод подразумевает проектирование регулятора на базе нейронных сетей. Во втором методе предлагается использовать теорию нейронечёток систем. При этом в качестве элементов обучающей выборки могут выступать пары «ошибка, пропорциональная внешнему неопределённому возмущению – ошибка обработки системой задающего воздействия относительно эталонной модели». Выходной сигнал (и отклонения его от желаемого), формируемый контроллером непосредственно, не используется для обучения нейронной сети. Цель обучения – минимизация ошибки в контуре системы.

Данное исследование по существу является развитием результатов, полученных в ходе поискового исследования алгоритмов комплементарной коррекции в системах автоматического управления траекторными перемещениями технологических объектов. В основе данного метода лежит модификация положений четвертой формы инвариантности. Реализация модифицированной формы инвариантности обеспечивается применением адаптивного управления, исключающего необходимость определения производных от возмущающего воздействия. Формирование корректирующих поправок для закона управления выполняется методом последовательных приближений. В систему управления вводится контур коррекции.

Выделяются два способа реализации комплементарного управления. Первый способ подразумевает введение автономной дополнительной составляющей в уже сформированное управление. Второй способ состоит в коррекции задающего воздействия на стадии его формирования.

Применение такого управления в мехатронных, робототехнических и других технологических системах обусловлено следующими факторами: 1) существование взаимосвязи по управляемому и возмущающему воздействию; 2) векторная ошибка располагается на траектории и не оказывает влияния на выполняемый технологический процесс; 3) программное движение детерминировано.

Результаты исследований свидетельствуют о необходимости применения в контуре формирования дополнительного управления звена с переменным коэффициентом передачи, параметры которого зависят от ряда факторов, что обуславливает целесообразность применения в данном контуре адаптивного нейроконтроллера. На вход нейроконтроллера подается сигнал ошибки, пропорциональной внешнему неопределённому возмущению, полученный путем выделения из суммарной ошибки системы детерминированных составляющих. На выходе регулятора формируются дополнительная составляющая управляющего воздействия. Обучение нейроконтроллера производится в реальном времени.

Результаты исследования контура коррекции с нейросетевым регулятором подтверждают работоспособность предложенного подхода. Однако, при изменении параметров возмущающего

воздействия наблюдается увеличение ошибки обработки задающего сигнала при постоянных значениях параметров нейронной сети. Уменьшение времени дискретности существенно снижает рассогласование выходных величин объекта управления и эталонной модели. Поэтому целесообразно косвенное определение параметров возмущения, на основании ошибки, пропорциональной данному воздействию, для разработки алгоритма определения оптимальных параметров и дискретности нейросети.

В дальнейшем авторы планируют получить следующие научные результаты: структурное и формализованное описание адаптивных систем автоматического управления траекторными перемещениями технологических объектов с каналом коррекции управляющего воздействия и интеллектуальным регулятором; методика синтеза адаптивного интеллектуального регулятора для систем автоматического управления рассматриваемого типа; обоснование структуры и алгоритма работы адаптивных регуляторов; обоснование работоспособности синтезируемых адаптивных систем при наличии возмущающих воздействий и вариации параметров объекта.

Результаты могут найти практическое применение для повышения точностных характеристик систем автоматического управления технологическими объектами различного назначения, подверженных влиянию внешних неопределенных возмущений, внутренних возмущений в виде перекрестных связей, а также изменению внутренних параметров, обусловленных динамическими нагрузками со стороны выполняемого технологического процесса или объекта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».

УДК 004.942:531.16

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РУКИ ОПЕРАТОРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

А. А. Кобзев, О. С. Сидорова, А. В. Лекарва

Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых

Проблема согласования характеристик биологического (человек-оператор) и технического (динамический объект) сегментов по-прежнему остается одной из ключевых проблем теории человек-машинных систем. Решение этой проблемы осложняется отсутствием адекватных математических моделей, описывающих процессы, протекающие в контуре "оператор – органы управления – динамический объект – внешняя среда».

Важнейшим этапом при разработке математической модели человека-оператора является рассмотрение математического представления его конечностей, которые выступают в роли основного управляющего органа, оказывающего непосредственное воздействие на поведение технического объекта. Манипуляции, осуществляемые при управлении рабочими органами, являются недоопределенными движениями, которые можно разделить на: а) осуществление нажатия кнопки на пультах управления пальцами руки; б) переключение тумблеров; в) осуществление захвата и управляющих операции посредством джойстика.

Простейшая биомеханическая модель руки человека состоит из трех твердых тел (плечо, предплечье, кисть), соединенных идеальными шарнирами, моделирующими плечевой, локтевой и лучезапястный суставы. Биомеханическая модель руки человека с учетом пальцев кисти представляет собой 18-тизвенный механизм с 18 шарнирами и с 27 степенями свободы звеньев. Моделирование перемещения руки оператора в целевую точку представляет собой определение конечной конфигурации модели руки, в которой его кисть находится в целевой точке, что представляет собой обратную задачу о положениях в робототехнике (антропоморфный манипулятор представляет собой многозвенную систему, сложенную по структуре с рукой). Входными данными при решении обратной задачи кинематики для руки оператора является информации о положении и ориентации целевой точки в пространстве (координаты кнопок, тумблером на пульте управления, заданные относительно базовой системе координат манипулятора, расположение и ориентация джойстика в конфигурационном пространстве оператора). Для упрощения корпус оператора полагается закрепленным относительно опорной точки, т.е. в любой момент времени координаты плеча в системе координат оператора четко фиксированы. Неподвижность тела при выполнении операций руками в общем случае является довольно сильным ограничением движения человека, однако в большинстве случаев при работе оператор задействует только руки для выполнения управляющих операций, следовательно, при моделировании действий оператора данное ограничение вполне допустимо. Для описания вращательных связей используется матричный метод последовательного построения систем координат Денавита-Хартенберга, который описывает положение системы координат каждого звена относительно системы координат предыдущего звена.

Рука человека даже без учета кисти и пальцев имеет кинематическую избыточность – одному положению запястья в целевой точке соответствует множество положений локтевого сустава. Из множества допустимых положений локтевого сустава необходимо выбрать наиболее соответствующее реальному движению человека. В качестве критерия оптимизации предлагается использовать принцип нижайшего локтя, описанный Э. Накано применительно к решению задачи позиционирования антропоморфного манипулятора. Данный критерий определяет такое конечное положение локтевого сустава, при котором расстояние от локтевого сустава до плоскости пола минимально. Критерий оптимизации положения локтевого сустава по принципу нижайшего локтя построен на той идее, что любая система стремится перейти в состояние с наименьшей энергией. Более низкому положению локтя соответствует меньшая потенциальная энергия системы. Обоснованность применения данного критерия при моделировании движения руки человека подтверждается положениями эргономики, согласно которым человек-оператор стремится совершать такие движения, при реализации которых его утомляемость будет минимальной. Для выбора из множества возможных положений локтевого сустава положения, соответствующего принципу нижайшего локтя, на решение обратной задачи накладываются ограничивающие условия, учитывающие максимальные углы вращения в суставах плеча, локтя и запястья.

В работе рассматривается решение прямой и обратной задачи кинематики для верхних конечностей человека. При решении обратной задачи применяется метод обратных преобразований в сочетании с критерием нижайшего локтя. Представлены математические модели верхних конечностей в программе MatLab. С целью проверки работоспособности разработанных виртуальных контроллеров управления рукой, проведено исследование ошибок положения и ориентации руки оператора при подведении ее в заданную целевую позицию.

Разработанная математическая модель верхних конечностей оператора может быть использована для дальнейшего построения полной модели оператора и исследования воздействий на него со стороны внешней среды. Результаты, полученные авторами, могут быть также применены для разработки антропоморфного манипулятора, с кинематикой близкой к верхним конечностям человека.

УДК 62-5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Коптелова К.В, Мишулин Ю.Е.

*Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых*

Мобильные технологические роботы в настоящее время получают все большее распространение, как для решения общепромышленных задач, так и для задач МЧС и военной техники. Одним из актуальных вопросов является управление движением мобильного робота (МР) по пересеченной местности, в том числе как известной, неизвестной, так и с препятствиями. В настоящей работе представлено моделирование динамики гусеничного мобильного робота при движении по пересеченной местности.

При разработке математической модели МР, как транспортной системы рассмотрены режимы движения с постоянной скоростью и режим экстренного торможения.

В установленном режиме, т.е. при движении с постоянной скоростью, учтены динамические свойства системы, а также реакция каждого катка на МР с учетом силы сопротивления движению. Сила тяги при моделировании рассчитывается с учетом тягово-скоростной характеристики МР

Моделирование проводилось в приложении Simulink среды Matlab. В результате моделирования определены максимальные углы подъема при различных коэффициентах сопротивления движению (сухая укатанная дорога, сухой песок и др.).

При формировании профиля дорожной поверхности учитываются такие составляющие, как макропрофиль, микропрофиль и шероховатости, что обусловлено различным воздействием их на МР. Макропрофиль, состоящий лишь из длинных плавных неровностей (длина волны 100 м и более), практически не вызывает колебаний МР на подвеске, но заметно влияет на динамику МР, режим работы двигателя и трансмиссии. Микропрофиль состоит из неровностей (длина волны от 10 см до 100 м), вызывающих заметные колебания МР на подвеске, но не содержит длительных спусков и подъемов, изменяющих режим работы двигателя. Шероховатости (длина волны менее 10 см) сглаживаются шинами или гусеницами и не вызывают ощутимых колебаний, но влияют на работу шин (сцепление, износ и т. п.). При моделировании влияние шероховатости исследоваться не проводилось.

Задавать профиль поверхности для моделирования наиболее удобно с помощью гармонических сигналов. Целью моделирования профиля поверхности является определение сил

реакции поверхности на МР. Сила реакции зависит от многих динамических факторов, определяемых поведением системы.

На основе расчетной схемы гусеничного МР и используя теоремы об изменении количества движения и момента количества движения тела в проекциях на оси OXYZ, получена система уравнений динамики РТКГМ:

$$m\dot{V}_{Cx} + m(\omega_y V_{Cz} - \omega_z V_{Cy}) = G_x + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^2 (N_{ij}^x + F_{ij}^x + R_{fij}^x);$$

$$I_x \dot{\omega}_x + \omega_y \omega_z (I_z - I_y) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^2 (M_x(N_{ij}) + M_x(F_{ij}) + M_x(R_{fij}))$$

При движении МР по пересеченной местности вследствие разности скоростей гусениц возникает угловая скорость разворота мобильного робота и возможен уход с траектории движения. Это обусловлено воздействием внешней среды, которое порождает возмущения в виде неравномерности рельефа местности под правой и левой гусеницами т.е. взаимодействием МР с поверхностью трассы. В результате наблюдается уход с траектории.

В результате моделирования были определены углы качания подрессоренной массы и суммарной силы реакции, действующей на МР. По результатам моделирования можно сделать следующие выводы: в вертикальном направлении при движении по неровной дороге действуют силы реакции поверхности, зависящие от скорости движения машины и характера профиля неровности дороги.

УДК 621.865.8

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Туркина Н. Р., Гунченко С. А.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова

На сегодняшний день накоплен достаточно большой опыт применения ультразвукового метода для целей эксплуатационного контроля конструкций военной техники. Несмотря на это, в каждом конкретном случае приходится составлять рабочую методику проведения контроля, которая учитывает особенности материала заданного объекта, характер ожидаемых дефектов, условия проведения работ, технические возможности аппаратуры и другие факторы, влияющие на эффективность ультразвукового контроля.

В настоящей работе была поставлена задача разработки прибора для диагностики участков конструкций, характеризующиеся нулевой прочностью склеивания. Оптимальным решением задачи неразрушающего контроля клеевых соединений является сочетание методов выявления непрочностей с методами диагностики прочности. При этом неразрушающими методами должен проводиться полный контроль для выявления непрочностей, а диагностика прочности склеивания без разрушения может рассматриваться как дополнительный контроль, применяемый для оценки клеевых соединений в определенных зонах клеевой конструкции (например, в наиболее нагруженных точках).

Для решения задачи предлагается создать прибор на основе ультразвукового эхометода, позволяющий диагностировать прочность клеевых соединений. Метод использует корреляционную связь между прочностью склеивания и характеристическим импедансом клея. Характеристический импеданс определяется по коэффициенту отражения продольной волны на границе верхний слой-клей и коэффициенту отражения на границе клей-внутренний слой. Коэффициенты отражения определяют по амплитудам первых полуциклов недетектированного отраженного сигнала по экрану эхоимпульсного дефектоскопа. Структурная схема разрабатываемого в работе прибора приведена на рисунке 1.

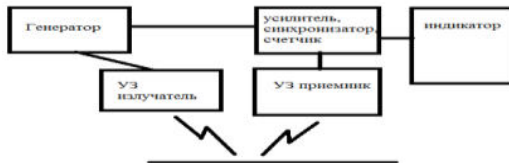


Рисунок 1. Примерная структурная схема прибора

Сигналы на экране, пересекающие зону контроля, оцениваются по времени прихода для определения координат дефектов или толщины материала изделия. При пересечении зоны для оценки может использоваться либо фронт сигнала (т.е. точка пересечения порога зоны с фронтом импульса), либо пик сигнала (точка с максимальной для зоны амплитудой).

В настоящий момент в данной работе осуществляется выбор типа искательной головки. При контроле деталей относительно простой конфигурации с дефектами типа «расслоения» (раковины, рыхлоты, включения и т.д.) обычно применяют продольные УЗК, которые вводят прямой искательной головкой. Направление ввода УЗК при этом выбирают перпендикулярно к плоскости ожидаемого дефекта. Для выявления дефектов, плоскость которых ориентирована под углом к поверхности ввода менее 45°, применяют поперечные УЗК, которые вводят при помощи призматических искательных головок. Поверхностные УЗК применяют для выявления дефектов, локализирующихся в поверхностных слоях материала детали (трещины, сварочные швы на тонкостенных конструкциях лопатки ГТД и т.д.). Отличительной особенностью поверхностных волн является то, что они распространяются в поверхностном слое материала, повторяя рельеф детали на значительных расстояниях от места ввода.

Таким образом, в ходе данной работы разработан алгоритм для разработки прибора ультразвуковой диагностики, сейчас осуществляется выбор типа искательной головки. В дальнейшем планируется собрать оборудование для проведения диагностики дефектов и контроля образцов военной техники.

УДК 338.1

ЗНАЧЕНИЕ РОБОТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Уварова Н.А.

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

В настоящее время развитию робототехники уделяется особое внимание, поскольку важным элементом современных экономических отношений в трудовой сфере являются показатели производительности труда и эффективности производства. Основная задача промышленных роботов заключается в замене малоэффективного рутинного человеческого труда и замене человека на различных опасных производствах и, что самое главное для малых предприятий, повышение уровня конкурентоспособности. Ожидается, что такая замена приведет к положительному экономическому эффекту, так как имеются следующие причины автоматизации и роботизации производства малого предприятия:

- повышение качества продукции за счет использования в промышленном производстве роботов;

- снижение себестоимости продукции.

Сейчас область применения промышленных роботов достаточно широка, однако в России уровень внедрения робототехники в промышленное производство малых предприятий ниже по сравнению с другими странами, поскольку имеется ряд существенных проблемы.

Так, важным принципом при внедрении робототехники в промышленное производство малого предприятия является принцип необходимости и целесообразности, то есть роботы должны использоваться там, где это перспективно, необходимо и экономически эффективно. В противном случае, ресурсы будут распределены невыгодно и, соответственно, потеряны, что для малого бизнеса является большим риском с точки зрения финансовой составляющей. Также перед непосредственной роботизацией производства требуется специальная технологическая подготовка, которая включает в себя комплекс работ по обеспечению необходимого количества технологического оборудования, проектированию технологических процессов и средств технологического оснащения, расчету различных технически обоснованных нормативов и т.д. Такая подготовка и последующая эксплуатация робототехники требует большого количества ресурсов, в том числе и человеческих. А именно, согласно практике руководители производств наблюдают дефицит кадров в данной области, требуется высокая квалификация обслуживающего технического персонала. Помимо этого, имеются следующие проблемы распространения робототехники в промышленном производстве малого предприятия:

- отсутствие заинтересованности инвесторов, которое связано с опасениями по окупаемости этих вложений и неуверенностью в перспективности направления;

- высокая стоимость импортного оборудования при действующих процентных ставках по кредиту;

- слабая осведомленность технического менеджмента предприятий о возможностях, связанных с роботами.

Как правило, основной потребитель робототехники – это автомобильная промышленность, где интегрируются роботизированные комплексы различной сварки и покраски, однако, роботы также интегрируются и в отраслях металлургии, электротехники, электроники, в пищевой промышленности, в производстве пластмассы и в иных отраслях. Чаще всего назначение роботов касается забора заготовки с конвейера заготовок и её последующая установка в обрабатывающий станок. Или, например, робот извлекает готовую деталь, перемещает на конвейер с готовой продукцией, или забирает с конвейера готовые изделия, затем упаковывает их. Здесь такой параметр, как повторяемость действий имеет большое значение при выборе промышленного манипулятора, поскольку от этого будет зависеть точность исполнения и, соответственно, длина технологического цикла. Так, по характеру выполняемых операций робототехнику можно разделить на технологическую, вспомогательную и универсальную. Также роботов различают по степени специализации: многоцелевые, специализированные, специальные.

Таким образом, процесс внедрения робототехники в производство весьма длительный и дорогостоящий. Для решения существующих проблем в сфере роботизации необходимы меры по финансовой поддержке, организации целевых программ подготовки и переподготовки специалистов, распространению технических решений путем различных мероприятий. При рациональном использовании ресурсов и целесообразном применении робототехники в производстве рассматриваемый процесс может привести к высоким положительным результатам, что благоприятно скажется на конкурентоспособности отдельного предприятия в своем сегменте рынка.

АВТОРЫ СБОРНИКА

- Акулов О.И.
Алексеев А.А.
Алексеева М.В.
Алпаров А.У.
Антипова С.А.
Антропов Н.Р.
Арипова О.В.
Ахмадеев Р.Д.
Бабич Н. А.
Бабичев А.В.
Балагурин П. С.
Балезин А.В.
Барашков В. М.
Баталов А. В.
Батенькин В. В.
Беляев М.В.
Бондарев Е. С.
Вафин Р. И.
Великанов Е.М.
Веселов О.В.
Вильданов Р.Р.
Волошин М. И.
Гаврилова Ю. И.
Гаврютин Н.Н.
Гаврютина А.А.
Глухих А.И.
Гончаров В.О.
Горбачев А. А.
Горбунов А.В.
Гордеев Д.Д.
Григорьев И.О.
Мишулин Ю.Е.
Монастырских В.В.
Муфаздалов И.Р.
Мухаммедов С. Н.
Мягкий А. И.
Надежин М.И.
Немонтов В. А.
Никитин А.В.
Мишулин Ю.Е.
Никонов А. А.
Никонова Т.Ю.
Островский К.А.
Перепелкин В.М.
Петров А.А.
Плавник Г.Г.
Никонов А. А.
Плохотнюк А. И.
Поначевная И.Ф.
Попов А.В.
Рамзаев Е.В.
Романенко И.А.
Савельев Б. Н.
Садрисламов Н.С.
Сахарова А. В.
Сементин В.В.
Семяшкина М.А.
- Гришкевич И. О.
Гунченко С. А.
Гусейнов В.Г.
Густов В.В.
Денеев М.К.
Денисенко А.И.
Джатамадзе Г.Т.
Докучаева А. Н.
Долгова Т.В.
Ермоленко А. И.
Ершов А. Ю.
Ефремов Н. Ю.
Жданов А.С.
Желтышев О.И.
Жигулина Ю.В.
Заворохин С.В.
Загородный И.А.
Задорина Н. А.
Жданов А.С.
Зайцев А.А.
Зенченко М.В.
Зорин С.Д.
Зыбина В.В.
Ибрагимова А.А.
Иванов В.Ю.
Иванов И.А.,
Иноземцев С.А.
Кабанен И.В.
Канаев А. К.
Каримов А.Р.
Карпов С.А.
Сергеев А.А.
Сергушев А.Г.
Сердюков А.Ю.
Сидоренков Д.В.
Сидорова О. С.
Симатов Д.С.
Слободзян Н.С.
Смирнов М. Ю.
Смоляков Р. А.
Спиридонов Д.В.
Субботин Д. В.
Сухов Т. М.
Сычев В.С.
Сюбаев А.А.
Тимофеева В.И.
Толстых А.В.
Турбов А.О.
Туркина Н.Р.
Тяпкин В. Н.
Уварова Н.А.
Харитонов А.С.
Хюннев Ф.А.
Царева А.А.
Целищев И.А.
Цыганов М.В.
Чернухин К.В.
- Каюмов А. И.
Киев А.В.
Ким А.А.
Кимсанбаев К.А.
Киселев А.А.
Кисляков И. А.
Кобзев А.А.
Ковалев В.С.
Комаров К. А.,
Кондрашина Е.С.
Коновалов Г.Г.
Коптелова К.В.
Коротков Е.Б.
Коскин Д.В.
Кудрявцев А.В.
Кузнецов А.В.
Кумарин А.А.
Лагуткин Н.С.
Лекарева В. В.
Лодято А.П.
Ломаев Ю.С.
Лосев А. П.
Магомедов И.Н.
Макарьянц Г.М.
Мальцев А. С.
Мамонова К. Е.
Марков А.В.
Милевский П.А.
Митюшов А.И.
Михайлов В.А.
Мишина О.А.
Четвертухин А.В.
Шевцова Ю.О.
Широбоков О.В.
Штеренберг С. И.
Щекочихин Т. П.
Юрченко В.В.



Издательство Инфо-Да

Лицензия ИД №04720 от 08.05.2001

Главный редактор Сушков А. В.

Подписано в печать 12.04.2018. Заказ № 673

Формат 60x90 1/16. Гарнитура Times New Roman

Усл. печ. л. 5,9. Бум. кн.-журн.

Репрография. Тираж 120 экз.

ISBN 978-5-94652-577-0

ISBN 978-5-94652-575-6

Подписано к печати 12.04.2018. Формат бумаги 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 4. Тираж 120 экз. Заказ № 673.
Балтийский государственный технический университет

Издательство Инфо-да
191186, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова 27
Тел.: (812) 314-72-78

Отпечатано в СКБ БТУ «Военмех»
С.-Петербург, 1-я Красноармейская ул., 1