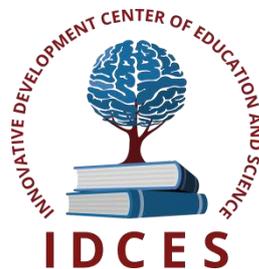


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Новые технологии и проблемы
технических наук**

Выпуск V

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 ноября 2018 г.)**

г. Красноярск

2018 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Новые технологии и проблемы технических наук. / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 5. г. Красноярск, – НН: ИЦРОН, 2018. 55 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г. Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г. Москва), кандидат технических наук Клюева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г. Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г. Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

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

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

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

© ИЦРОН, 2018г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
СЕКЦИЯ №2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	6
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК Голдовский Я.М., Еремеева А.Н.	6
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МНОГО МЕРНЫХ АППРОКСИМАЦИЙ ПО МЕТОДУ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ Каунг Мьят Хту, Довгаль В.М.	10
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ ЖЕСТОВОМУ ЯЗЫКУ Лукоянычев А.В.	12
КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Гайткулов Р.Т.	15
СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	18
СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	18
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГИБКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Бочарникова Г.В.	18
СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	21
СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	21
ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ И СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ НА ВЕЛИЧИНУ ШАГА ПЕРВИЧНОЙ ОСАДКИ КРОВЛИ Куберский С.В., Кизияров О.Л., Болотов А.П., Бизянов Е.Е., Коваленко Н.В.	21
СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	26
СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)	26
СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)	26

СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	26
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	26
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	26
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	26
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	26
РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	
ПРИ ПОВЕРКЕ ОПТИМЕТРА	
Матуев А.А., Соковикова А.В., Хамханова Д.Н.....	26
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	29
ОСОБЕННОСТИ НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ	
ЧАСТОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА	
Бутаков В.М., Уржумцев П.С., Адгамов Д.А.	29
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА,	
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	34
ОБОСНОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ ГРУЗОВ,	
ПЕРЕВОЗИМЫХ САМОСВАЛАМИ	
Дмитриев М.С., Хасанова М.Л., Руднев В.В.	34
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	40
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	
КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	40
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	40
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР	
Шолина И.С., Черников В.С.....	40
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	42
УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАБОТЕ	
В МУЛЬТИСЕРВИСНОМ РЕЖИМЕ	
Громов А.Н., Фадеев К.С., Шахов В.Г.	42

СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08).....	48
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД.....	49

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК

Голдовский Я.М., Еремеева А.Н.

РУТ (МИИТ), РФ, г. Москва

Развитие России как современной высокотехнологичной державы предусматривает превращение народного хозяйства в цифровую экономику, построение которой задано Президентом РФ Путиным В.В. в рамках послания Федеральному собранию 1 декабря 2016 года. Порядок построения цифровой экономики определен распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г, в котором приводится программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Важным условием построения цифровой экономики является построение единого информационного пространства в рамках транспортной отрасли, а в перспективе и в более широком масштабе, так как невозможно построить цифровую экономику в рамках отдельного предприятия.

Единое информационное пространство обеспечения перевозок — это пространство взаимодействия участников перевозочного процесса: сотрудников транспортных компаний, клиентов, органов власти и других сторон, заинтересованных в качественном выполнении перевозок и безопасности транспортной системы.

Своевременное получение информации о транспортной системе (будь то аэропорт, железная дорога, морской порт или любые другие ее участки) является важным фактором, обеспечивающим выработку оптимального решения по управлению и обслуживанию транспортом. Современные информационные технологии позволяют решить эту задачу и в любой момент времени иметь информацию о местоположении транспортного средства и его состоянии. Особенно важную роль эти технологии должны играть при принятии решений в экстремальных и аварийных ситуациях. Все более широкое распространение приобретает телематика - удаленное управление парковкой, развлекательные системы, информация о пробках в режиме реального времени и т. д.

Безопасность является в современной транспортной отрасли задачей номер один, поэтому одной из стратегических целей транспортной стратегии РФ до 2020 г., разработанной министерством транспорта, является повышение комплексной безопасности. При этом нельзя забыть и о безопасности современных информационных технологий, повышающих эффективность и конкурентоспособность транспортной системы России.

Рассмотрим существующие решения, пригодные для обеспечения информационной безопасности интегральной цифровой платформы обеспечения перевозок. Целый ряд производителей предлагает не только отдельные продукты, но и целостные концепции решения начиная от проектирования среды передачи данных в защищенном исполнении и заканчивая внедрением средств обнаружения и предотвращения несанкционированных действий, происходящих как изнутри транспортной системы, так и направленные на нее снаружи. В данной статье рассмотрим два наиболее характерных примера: решение от мирового лидера в области сетевых технологий - компания **Cisco Systems** и от отечественного бренда **Лаборатория Касперского**.

Решение Cisco Systems. Cisco Self Defending Network.

Компания Cisco System, предлагает своим заказчикам не точечные продукты для защиты отдельных участков информационной системы, решающей задачи железнодорожного, морского, автомобильного и авиационного транспорта, а комплексное решение, интегрируемое в инфраструктуру предприятия для обеспечения информационной безопасности бизнеса на всех уровнях. Self Defending Network (SDN — "само защищающаяся сеть") — стратегия компании Cisco Systems, нацеленная на защиту бизнеспроцессов в

условиях растущей угрозы со стороны вредоносных программ и злоумышленников, воздействующих на бизнес процессы транспортного предприятия изнутри и извне.

Стратегия SDN заключается в автоматизации процесса обеспечения информационной безопасности за счет обнаружения угроз, реагирования соответственно уровню критичности, изолирования зараженных или взломанных узлов, и реконфигурации сетевых устройств с целью предотвращения повторных атак. При этом решения, входящие в Self Defending Network одинаково эффективно защищают и распределенную инфраструктуру транспортного предприятия, и его корпоративную сеть.

Защита информационной сети предприятия и ее инфраструктуры в рамках стратегии Self Defending Network достигается за счет правильного применения совокупности трех основных элементов:

- **Защита от вторжений (Threat Defense).** Наиболее эффективная защита бизнес ресурсов предприятий транспортной отрасли от злоумышленников и вредоносных программ достигается только в случае эшелонированной обороны, распределенной по всей сети (включая и ее периметр, и ее внутренние сегменты), а не со средоточенной в одной точке. Стратегия Threat Defense System интегрирует различные защитные механизмы в маршрутизаторы и коммутаторы, предлагает выделенные защитные устройства для разграничения доступа (Cisco Pix Firewall и Cisco ASA 5500 Series), отражения атак и контроля Web контента (Cisco IPS 4200 и Cisco Content Engine), а также позволяет защищать конечные устройства, такие как сервера и рабочие станции от широкого спектра угроз (Cisco Security Agent).
- **Защищенное взаимодействие (Secure Connectivity).** Распределенность транспортной системы требует обеспечения защиты данных, передаваемых по открытым каналам связи (например, через Интернет). Сохранение конфиденциальности и целостности данных являются обязательным элементом современных бизнес-приложений. Это требование достигается за счет стратегии Cisco Secure Connectivity System, которая, используя механизмы аутентификации и скрытия передаваемой информации, одинаково эффективно защищает данные (например, от системы управления предприятием или от Web сервера), голос (например, от IP телефонии) и видео (например, от камер видеонаблюдения или в рамках видеоконференции), передаваемые как по проводным, так и по беспроводным соединениям. Составной частью Secure Connectivity System являются такие технологии, как IPSec, SSL, SSH, GRE и MPLS.
- **Идентификация и управление доверием (Identity & Trust Management System).** Прежде чем пользователь, приложение или устройство получит доступ к необходимым ресурсам, он должен быть опознан средствами защиты. Именно эту задачу на сетевом уровне решают технологии и средства входящие в стратегию Identity & Trust Management System — Cisco Secure Access Control Server (ACS), Cisco Secure User Registration Tool, 802.1x, Network Admission Control (NAC). Стратегия Trust and Identity Solution распространяется на все элементы информационной сети транспортного предприятия — коммутаторы и маршрутизаторы, ПК и IP телефоны, беспроводные точки доступа и клиенты и т.д.

Cisco Connected Transportation

- **Connected Station.** Многочисленные вокзальные сети и системы розничной торговли объединяются в стандартизованную IP-сеть. Коммерсанты и рекламодатели получают возможность напрямую работать с вокзалом, предоставлять информацию пассажирам, создавать новые бизнес-модели и открывать новые источники доходов. Благодаря точности определения местоположения с помощью объединенных данных сети и GPS быстрее появляются сообщения об изменениях в расписании, что помогает пассажирам планировать свое время. Расположенные на платформах камеры видеонаблюдения, объединенные системой управления, позволяют машинистам останавливать поезд на станциях в строго отведенном для этого месте, обеспечивать оптимальную высадку и посадку и оперативно решать вопросы, относящиеся к безопасности и здоровью пассажиров и персонала поезда.
- **Connected Trackside.** Речь идет об инфраструктурной IP-платформе в защищенном исполнении. Она предназначена для поддержки операционных сервисов, снижения затрат на эксплуатацию сети и уменьшения сложности устаревших закрытых (proprietary) сетей. Пользуясь данными, получаемыми от сенсорной сети и анализируемыми системой нечетких вычислений Cisco, машинист принимает продуманные решения, помогающие избежать происшествий. Системы нечетких вычислений (fog computing) способны в реальном времени выполнять анализ и решать, какие данные передаются обратно в облако, а какие отбрасываются или отправляются на хранение.

Благодаря тому, что машинист получает сигнал об отклонении данных от нормальных значений, сокращается время реакции, экономится полоса пропускания, улучшаются обзор и контроль.

- **Connected Train.** Высокоскоростная сеть Cisco Connected Train построена на базе малогабаритных коммутаторов и маршрутизаторов в промышленном исполнении, которые обеспечивают поддержку мобильных потребительских и бизнес-сервисов не в ущерб производительности и безопасности. Сеть также поддерживает систему видеонаблюдения с выделенными регистраторами в каждом вагоне, которые хранят архивы видео, получаемого с бортовых IP-камер. По запросу оператора изображение со всех камер может быть передано на центральный пункт управления.

Защита интегрированной сети

Одной из сложностей обеспечения эффективного управления транспортом является разрозненность систем, отсутствие которой снижает не только эффективность управления транспортными потоками, но и оперативность реагирования на возникающие проблемы.

Компания Cisco Systems помогает решить эту задачу путем объединения всех сервисов (включая IP телефонию, видеокамеры наблюдения, данные от систем управления предприятием, сигналы тревоги от средств информационной безопасности и т.п.) в рамках единой и защищенной инфраструктуры. Такая интеграция позволяет не только снизить затраты на создание и обслуживание сети передачи данных, голоса и видео, но и создать эффективно масштабируемое и управляемое решение для воздушного и железнодорожного, морского и внутреннего водного, автомобильного и городского электрического (включая метрополитен), а также промышленного транспорта.

Решение «Лаборатории Касперского».

Подход, применяемый «Лабораторией Касперского» предполагает создание для каждого корпоративного клиента комплекса информационной безопасности, включающего комбинацию нескольких компонентов:

- Защита рабочих мест
- Безопасный подключенный автомобиль
- Надежная защита сетей, серверов и рабочих мест с возможностью централизованного контроля и администрирования.

Системы железнодорожных и скоростных перевозок

Проверка защищенности и тестирование на проникновение

Программно-аппаратный комплекс защиты рабочих мест решает задачи выявления и предотвращения угроз, обеспечивает расширенный контроль рабочих мест. Конфиденциальность данных предполагается обеспечить полным шифрованием дисков и файлов по стандарту FIPS 140.2. Целостность данных обеспечивается, среди прочего, механизмами мониторинга целостности файлов и аудита журналов.

Особый интерес для создания интегральной цифровой платформы обеспечения перевозок представляет предлагаемый «Лабораторией Касперского» подход к проектированию транспорта с высокой степенью автоматизации управления. Этот подход базируется на следующих основных компонентах:

- Шлюз SCU обеспечивает безопасную передачу данных между встроенными блоками управления транспортным средством, а также блоков трансмиссии и других устройств с внешними сервисами и ресурсами.

- Операционная система KasperskyOS, обеспечивающая, по мнению «Лаборатории Касперского», безопасную работу программно-математического обеспечения и защиту от случайных программных ошибок, вредоносных файлов и нескольких типов сетевых атак. Она создана на базе специально разработанного с нуля микроядра, не является модификацией какой-либо из существующих ОС. Все процессы и доступные для них типы взаимодействий заранее настроены и выверены до начала работы системы.

- Встроенные службы обнаружения и предотвращения угроз информационной безопасности, выполняющие анализ потенциальных уязвимостей транспортной инфраструктуры.

Даже при использовании распределенной обработки данных и облачной архитектуры, на уровне отдельных компаний потребуются средства защиты сетей, серверов и рабочих мест с возможностью централизованного контроля и администрирования. На рынке подобных средств можно выделить платформу Kaspersky Anti Targeted Attack, которая защищает от целевых атак, а также продукты, позиционируемые как средства «цифровой криминалистики».

Kaspersky Anti Targeted Attack позволяет внедрить полностью интегрированный стратегический подход к противодействию целевым атакам, обнаружению и реагированию на угрозы.

Работает по принципу многоуровневого механизма обнаружения, который основан на технологиях машинного обучения. Сама платформа предлагает расширенные возможности обнаружения с использованием методов статического и поведенческого анализа, облачной репутационной оценки, песочницы и шаблонов поведения, а также позволяет сопоставлять полученную из разных источников информацию в единую цепочку событий с помощью анализатора целевых атак (Targeted Attack Analyzer).

Системы железнодорожных и скоростных перевозок

«Лаборатория Касперского» разработала также специализированные решения для скоростных и железнодорожных перевозок, совместимые с существующими автоматизированными системами управления (АСУ), включая системы управления подвижным составом и порталов онлайн-продажи билетов, например, АСУ «Экспресс-3». Особенностью современного подхода является внедрение средств обеспечения информационной безопасности на всех этапах их жизненного цикла информационной системы, предлагая комплекс мер от анализа угроз до подключения управляемых служб безопасности. Актуальность подобных разработок увеличилась после ввода в эксплуатацию систем контроля железнодорожного транспорта Communication Based Train Control (CBTC) и European Train Control Systems (ETCS), что потребовало от производителей и операторов транспортного оборудования еще большего внимания к безопасности автоматических систем в цехах, на поездах и вокзалах.

Проверка защищенности и тестирование на проникновение

Составной частью комплекса решений от «Лаборатории Касперского» является методика проверки информационной безопасности предприятия, предусматривающая:

- Проверку интерфейсов цифровой платформы, включающей бортовые системы управления двигателем ECU, системы управления трансмиссией и т.д.
- Тестирование исходного кода и архитектуры используемых приложений.
- Обнаружение уязвимостей в системах с облачной архитектурой
- Тестирование информационной безопасности ЦОД с телематикой
- Проверка безопасности на стороне телекоммуникационного клиента

Тестирование на проникновение выполняется путем симуляции взлома информационной системы предприятия как снаружи, так и изнутри.

Заключение

Цифровые технологии широко применяются на всех видах транспорта: для глубокого анализа статистики, для управления движением, для экономии топлива, для предотвращения пробок и, наконец, для повышения комфорта водителя и пассажиров. Массово используются бортовые компьютеры, взаимодействующие с внешними источниками данных, комплексами телеметрии, системами геопозиционирования и диагностики. Объединение подобных систем в интегральную цифровую платформу обеспечения перевозок может существенно повысить их эффективность за счет упрощения и унификации процесса обмена информацией. Интегральная цифровая платформа уязвима для кибератак. Для защиты современных транспортных систем требуется совершенно новый, целостный подход, при котором средства информационной безопасности встраиваются уже на этапе проектирования. Компания Cisco Systems и компания Лаборатория Касперского *выполняют важнейшую и злободневную задачу нового времени — обеспечению антитеррористической защищенности и устойчивости транспортной системы России. С точки зрения функциональных возможностей решения: от компании **Cisco - Self Defending Network u Connected Transportation**, а также комплекс решений предлагаемый «Лаборатория Касперского» - представляют равноценным, но имеют свои нюансы. Решение «Лаборатории Касперского» гарантирует полную конфиденциальность данных – анализ всех объектов производится локально, без передачи какой-либо информации за пределы периметра безопасности компании. Платформа в режиме реального времени загружает в IT-среду репутационные обновления, не нарушая при этом изоляцию корпоративных данных, которые помогают своевременно обнаруживать угрозы, которые приходят из вне, а не изнутри. Что не скажешь про компанию Cisco System. Она предлагает и помогает решить большинство возникающих в области информационной безопасности задач, начиная от проектирования среды передачи данных в защищенном исполнении и заканчивая внедрением средств обнаружения и предотвращения несанкционированных действий, которые происходят как изнутри транспортной системы, так и направленные на нее снаружи. Все продукты компании Cisco согласованно работают на то, чтобы ограничить свободу маневра киберпреступников и предоставить заказчикам высочайшие уровни обнаружения угроз и противодействия им.*

Учитывая, что транспортные предприятия относятся к критичным национальным инфраструктурам и их информационные системы подлежат обязательной защите с помощью сертифицированных решений. Так достоинством компании Cisco Systems является более комплексный подход, возможность предприятия приобрести единое комплексное решение, а достоинством решения от «Лаборатории Касперского» является его лучшая адаптация к современным российским условиям, в том числе, в условиях импортозамещения.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МНОГО МЕРНЫХ АППРОКСИМАЦИЙ ПО МЕТОДУ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Каунг Мьят Хту, Довгаль В.М.

(Каунг Мьят Хту /Kaung Myat Htoo - аспирант, Довгаль В.М. - профессор д.т.н.)
Кафедра ПОиАИС, КГУ, г. Курск, РФ

Аннотация

В работе представлен аппроксимативный метод итерационной линеаризации для развития общего подхода к математическому моделированию электромагнитных преобразователей энергии. Описан прием оптимизации алгоритма для разностного метода переменных направлений, который может быть использован для электромагнитных нелинейных многомерных краевых задачах в кусочно-неоднородных средах, на базе которых вычисляются все характеристики электромагнитной системы.

Annotation

The paper presents an approximate iterative linearization method for the development of a general approach to the mathematical modeling of electromagnetic energy converters. Described receiving an optimization algorithm for the difference method of alternating directions, which can be used for electromagnetic nonlinear multidimensional boundary value problems in piecewise inhomogeneous media, which are calculated on the basis of all the characteristics of an electromagnetic system.

Ключевые слова: электромагнитная система, линеаризация, алгоритм, метод наименьших квадратов, аппроксимация, краевая задача

Keywords: electromagnetic system, linearization, algorithm, least squares method, approximation, boundary value problem

Оптимизация рабочих процессов в электромагнитных системах (ЭМС) с распределенными параметрами приводит к задачам управления электромагнитными полями, тепловыми полями или другими явлениями переноса.

Применение классических аналитических методов для нелинейных задач оптимизации затруднено тем, что необходимо иметь аналитическое представление для потенциала переноса в пространстве и во времени. При использовании численных методов возникают осложнения вычислительного характера (особенно в трехмерном случае), причем для задач оптимизации вычислительные трудности усугубляются, поскольку эти задачи относятся к классу обратных [1].

В настоящее время в области создания и эксплуатации ЭМС практика выдвинула важную научно-техническую проблему – их оптимизацию и машинное проектирование. Одним из основных аспектов этой проблемы является необходимость повышения точности математических моделей и, в частности, одновременный учет нелинейности процессов переноса и краевых эффектов.

При расчете электромагнитного процесса следует по возможности увеличивать долю преобразований информации, совершаемых на аналитическом уровне. Это позволяет уменьшить искажение и накопление ошибок округления.

Устранение накопления ошибок дискретизации и округления и оптимизация вычислительных алгоритмов решения нелинейных многомерных краевых задач, заключается в перенесении линеаризующих итерационных циклов с финишной стадии алгоритма на начальную стадию. Причем задачи оптимального проектирования выдвигают дополнительное требование к методу их решения: метод должен по возможности быть общим и пригодным для решения всей сопряженной задачи. Это позволяет унифицировать отдельные блоки программы и экономить машинное время. Последнее существенно при

решении задач большой размерности и машинном переборе расчетных вариантов при поиске оптимальных решений [2,3].

Ниже, на рис. 1 представлена блок-схема построения многомерных аппроксимаций по методу наименьших квадратов. Данный алгоритм позволяет одновременно обрабатывать несколько таблиц (матриц планирования) с несколькими целевыми функциями.

На рисунке приняты обозначения:

M и N – размерность матрицы (M – число строк, N – число столбцов);

B – матрица планирования;

X, A, C – вспомогательные расчетные матрицы, назначение которых видно из блок-схемы

Y – целевая функция

D – коэффициент регрессии;

S – остаточная сумма.

В конце в матрицу B записывается корреляционная матрица.

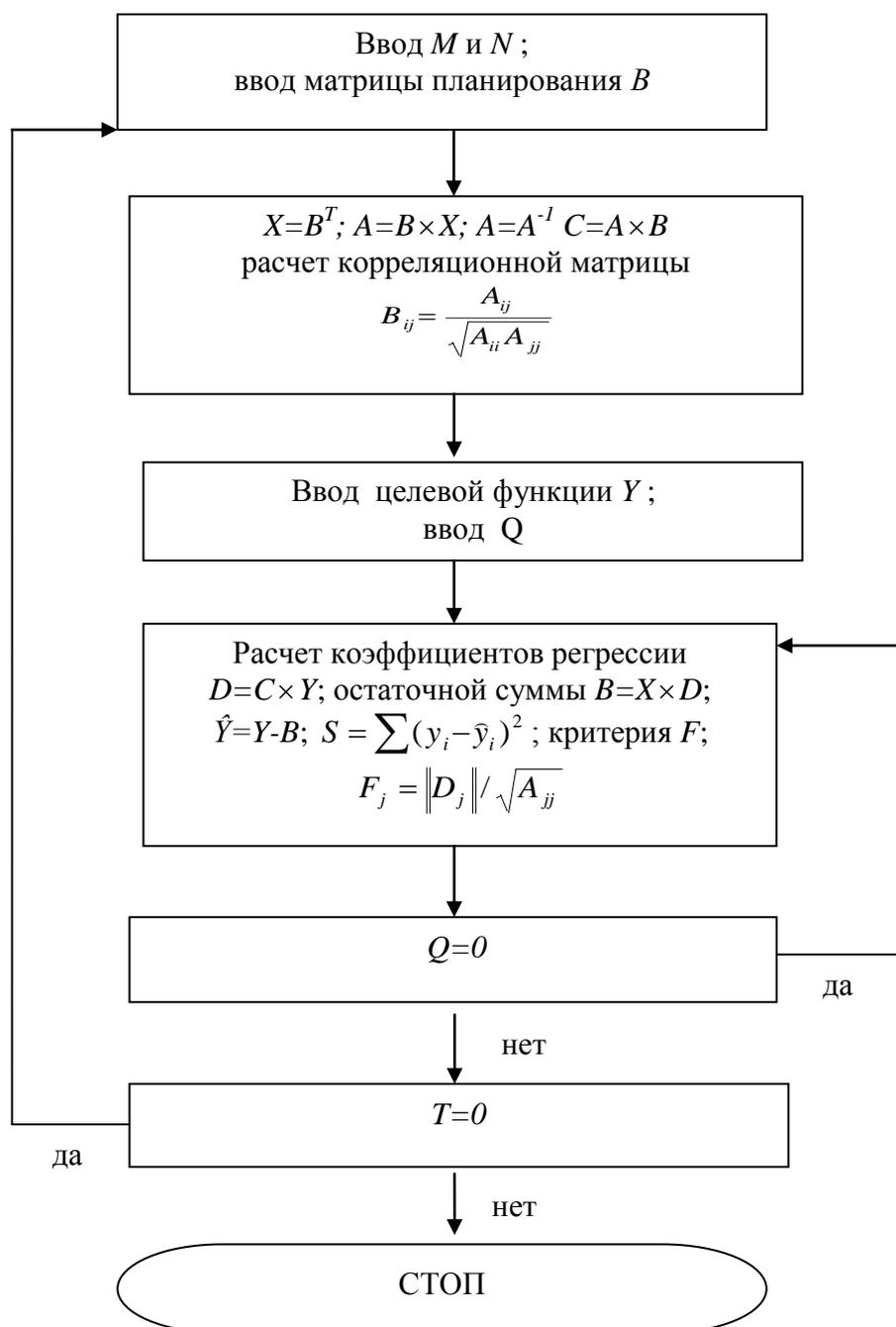


Рис. 1. Блок-схема построения многомерных аппроксимаций по методу наименьших квадратов

Согласно представленной схеме, аппроксимация осуществляется следующим образом. Производится ввод размерности массива, целого числа T , принимающего значения нуля или любого другого целого числа, а также ввод матрицы планирования. Затем производится обработка матрицы B по формулам матричной алгебры [4,5] и одновременно рассчитывается корреляционная матрица, устанавливающая статистическую связь между коэффициентами регрессии, которая выводится на печать. После получения матрицы C , позволяющей рассчитать коэффициенты регрессии, вводится целевая функция Y и некоторое число Q . Затем производится расчет коэффициентов регрессии, отклонений целевой функции от полученной в заданных точках остаточной суммы. Если введенные целые числа T и Q были равны нулю, то работа программы заканчивается. Если $T \neq 0$, $Q = 0$, то осуществляется переход на метку, обозначающую ввод новой целевой функции и числа Q . Таким образом, при этих сочетаниях T и Q осуществляется обработка и получение нескольких выходных характеристик, зависящих от одних и тех же факторов и от одних и тех же сочетаний до тех пор, пока Q не примет значение отличное от нуля. Если $T = 0$, то это означает, что нужно получить уравнение регрессии, зависящее от других факторов или от других их сочетаний, поэтому осуществляется переход на метку, обозначающую ввод новой матрицы планирования и, естественно, новых значений M и N . Процесс вычисления продолжается до тех пор пока новые T и Q не примут оба значения, равного нулю.

Представленный выше аппроксимативный метод итерационной лианеризации позволяет осуществить оптимизацию алгоритма решения задачи оптимального проектирования ЭМС, путем увеличения доли аналитических преобразований исходной модели по сравнению с ее численной переработкой и перенесения итерационных циклов с конечной на начальную стадию алгоритма.

Список литературы

1. Зарипов М.Ф., Элементы теории нелинейных электромагнитных систем с распределенными параметрами / М.Ф. Зарипов, С.А. Горбатков // М: Наука, 1979. - 225 с.
2. Сарапулов, Ф.Н. Математические модели линейных индукционных машин [Текст]: / Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, П. Шымчак // Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. - 236 с.
3. Булатов, Л.Н. Автоматизация проектирования асинхронных машин с использованием полевых динамических моделей [Текст]: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.12 / Л.Н. Булатов; - Иваново, 2013. - 139 с.
4. Virlan, B. Analysis of a Three-Phase Induction Motor for Multispeed Applications [Текст]: / B. Virlan, Al. Simion, L. Livadaru and others // Proceedings ICEM'12. - Marseille, 2012. - P. 409-415.
5. Sowmiya, M. IFOC of a Nine Phase Induction Motor Drive [Текст]: / M. Sowmiya, G. Renukadevi, K. Rajambal // International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT). - 2013. - Vol.2. - № 3. - P. 72-78.

©Каунг Мьят Хту(Kaung Myat Htoo),Довгаль В.М Профессор д.т.н 2018

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ ЖЕСТОВОМУ ЯЗЫКУ

Лукоянычев А.В.

НГТУ, РФ, г. Новосибирск

Согласно данным Всемирной федерации глухих (ВФГ), на сегодняшний день ВФГ объединяет более 70 млн. глухих людей из 123 стран мира. Всероссийское общество глухих объединяет более 90 тысяч граждан с нарушениями слуха. Многие люди, имеющие нарушения слуха, относят себя к представителям полноценного языкового и культурного сообщества и заявляют о своем праве общаться и получать образование на родном языке. Основным способом межчеловеческой коммуникации в обществе глухих и слабослышащих людей является жестовый язык (ЖЯ). Особенностью ЖЯ является использование другого канала передачи информации – носители этих языков осуществляют коммуникацию с помощью зрения, рук, движений лица и корпуса тела, тогда как звуковые языки пользуются звуковым каналом передачи информации. Согласно последней переписи населения 2010 г., в России насчитывается более 120 тысяч человек, владеющих русским ЖЯ. В 2012 г. Президент РФ подписал закон, определяющий официальный

статус русского ЖЯ в России как языка общения при наличии у людей нарушений слуха или речи, в том числе в сферах устного использования государственного языка РФ. В стране действует Государственная программа «Доступная среда» [1], ориентированная на решение многих важнейших задач по социальной интеграции в общественную жизнь людей с нарушениями слуха. Одной из важных задач является обучение жестовому языку слабослышащих и людей, контактирующими с ними.

Одним из самых эффективных средств обучения и взаимодействия являются мультимедийные компьютерные системы, поэтому создание информационных приложений, способных работать с ЖЯ, является одной из приоритетных задач при работе с глухими и слабослышащими людьми. Особый интерес в этой области представляют системы компьютерного синтеза жестового языка и речи. Современные компьютерные технологии позволяют использовать для демонстрации жестов трехмерные анимированные модели человека – аватара (avatar). Для реализации 3D модели сурдопереводчика был выбран мощный графический движок Unity3D, основным преимуществом которого является кроссплатформенность и доступность [6]. Этот движок имеет возможность сборки приложения под несколько популярных операционных систем, как на мобильных устройствах, так и на персональных компьютерах. Для управления аватаром используются символы жестовой нотации, описывая требуемые конфигурации рук и различные типы движений. Для описания жеста по его визуальным признакам существуют несколько различных систем нотации (HamNoSys, Sign Writing, Sign Script, Si5s, ASL-phabet, Berkeley, Димскис), позволяющих зафиксировать описание жеста [2]. Немногочисленные работы в России, которые посвящены компьютерному сурдопереводу, в основном используют нотационную запись HamNoSys [4,5]. Предлагаемые нотации имеют свои достоинства и недостатки [3]. Идеальной общепринятой нотации ЖЯ нет. По этой причине ведутся работы по применению всех рассмотренных нотаций. Для русского жестового языка (РЖЯ) перспективной является нотация, разработанная Л. Димскис [3]. В ее нотации выделяется более 50 конфигураций рук, около 50 характеристик места исполнения жеста и более 100 характеристик локализации.

На основе Unity3D и нотации Димскис разработана программная система для обучения РЖЯ. Система имеет два типа пользователей: «Разработчик» и «Обучающийся». Разработчикам доступны все модули системы, а обучающимся только модуль визуализации. Общая структура системы представлена на рис.1

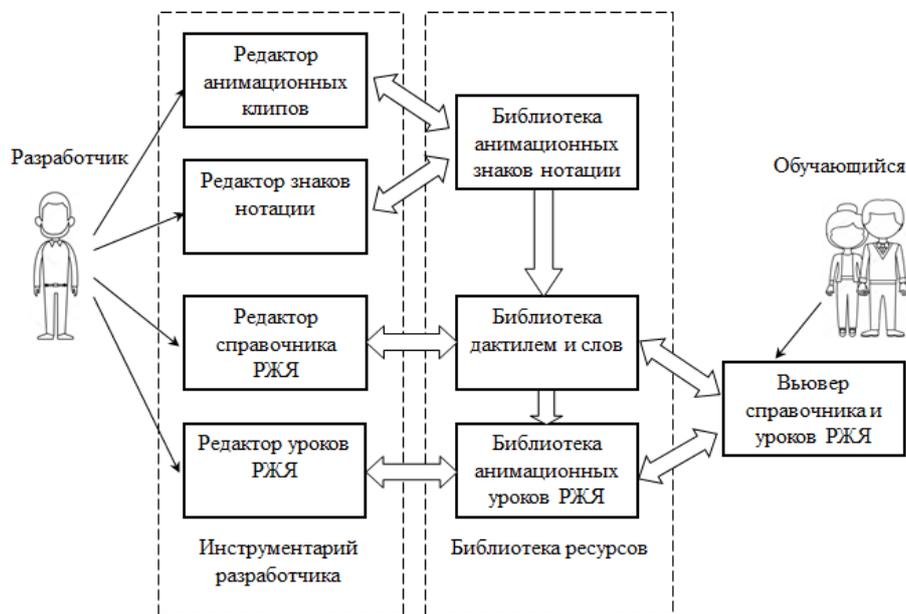


Рисунок 1 – Иерархическая структура программного комплекса

Инструментарий разработчика включает все необходимые модули для создания и демонстрации жестов, привязки разработанных клипов к нотации Димскис, создания полноценного мультимедийного справочника по РЖЯ и разработки уроков по обучению РЖЯ.

Основным модулем для разработки анимационных файлов (клипов) является «Редактор клипов». Использование Unity 3D позволяет, визуально управляя подвижными элементами аватара, создавать

сценарии для описания конфигурации и движения рук. Дополнительные средства редактора предназначены для упрощения и ускорения создания новых и текущих клипов. Они включают масштабирование аватара, паузу, повтор проигрывания клипа, точное установление координат подвижных элементов, редактирование сценария, загрузку нескольких уже созданных клипов для разработки на их основе нового и так далее. Разработка первоначальных («элементарных») клипов является наиболее ответственным и трудоемким процессом. Использование визуального управления движением подвижных элементов аватара значительно упрощает эту задачу.

Редактор знаков нотации, доступный разработчикам, позволяет визуально подобрать анимационный клип, соответствующий символу нотации Димскис, описать его для лучшего понимания и поместить его в нужный раздел для быстрого поиска. Созданные таким образом анимационные символы нотации помещаются в библиотеку. Работа по наполнению библиотеки анимационных символов нотации производится на локальных компьютерах разработчиков. Эти модули могут загружаться из сети Интернет.

Создание нотационной записи дактилем и слов на основе библиотеки анимационных символов можно производить и через сеть Интернет. На основе рекомендаций Димскис выбираются необходимые нотационные символы, соответствующие дактилеме или слову, и автоматически создается сценарий для демонстрации полученной записи (рис. 2). Проверяется качество записи, и, если необходимо, она редактируется. Это связано с тем, что нотация Димскис исходно была ориентирована на сурдопереводчиков, а не на компьютерную реализацию, которая требует четкого описания движения подвижных элементов (суставов). Например, символ нотации «касание уха» можно выполнить с отведенным или прижатым локтем. Для компьютерного анимированного персонажа надо четко указать, какие выполнять движения. Этот пример показывает, что, как и все используемые нотации, нотация Димскис также расширяется и дорабатывается.

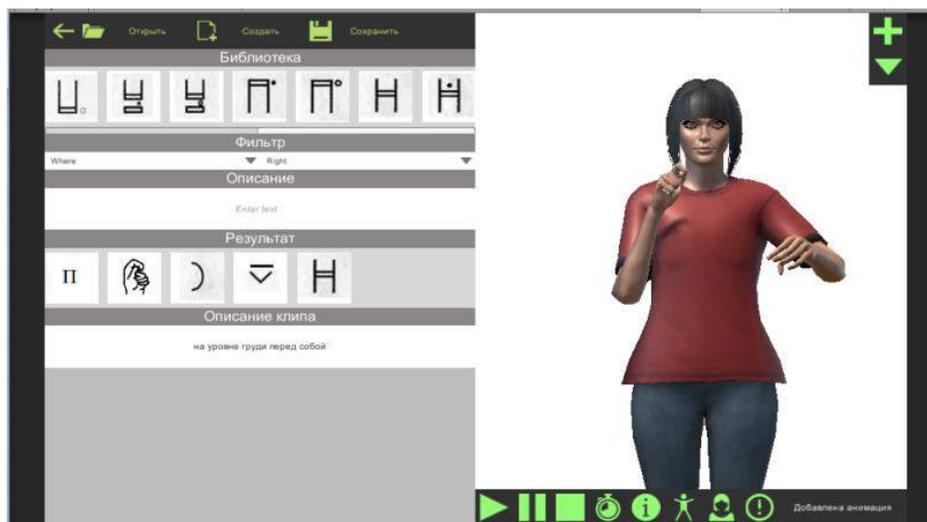


Рисунок 2 - Внешний вид редактора справочника

На основе библиотеки дактилем и слов создаются обучающие курсы в «Редакторе уроков». Для разработки сценариев обучения РЖЯ может использоваться стандартный текстовый редактор или редактор, встроенный в систему, который позволяет оперативно проверить и настроить урок. В отличие от справочника, где после демонстрации аватар возвращается в исходное положение, в уроках можно составлять сложные словосочетания, а для возврата в начальное состояние необходимо применять служебный символ.

Словарь РЖЯ составляет около 3000 слов, поэтому предусмотрен доступ разработчиков из сети Интернет к редакторам справочника и уроков. Этой возможностью могут воспользоваться сторонние специалисты в области жестового языка. Такой подход позволяет привлечь заинтересованных лиц к наполнению словаря и уроков.

Для изучения РЖЯ в режиме «Обучающийся» возможна загрузка на персональные компьютеры и мобильные устройства модуля просмотра библиотеки дактилем и слов, а также созданных уроков, или использование через сеть Интернет.

Для более наглядного представления правильности повторения словаря и уроков обучающемуся предоставляется возможность визуализации своих движений. Для этого предусмотрен захват видеопотока с

веб-камеры и демонстрация движений обучающегося на фоне аватара (рис. 3). Это позволяет сравнить идентичность выполнения жеста человеком и аватаром. Такая возможность предоставляется и разработчикам, но они могут вместо видеопотока с веб-камеры выводить фотографию или подключать видео-файл.

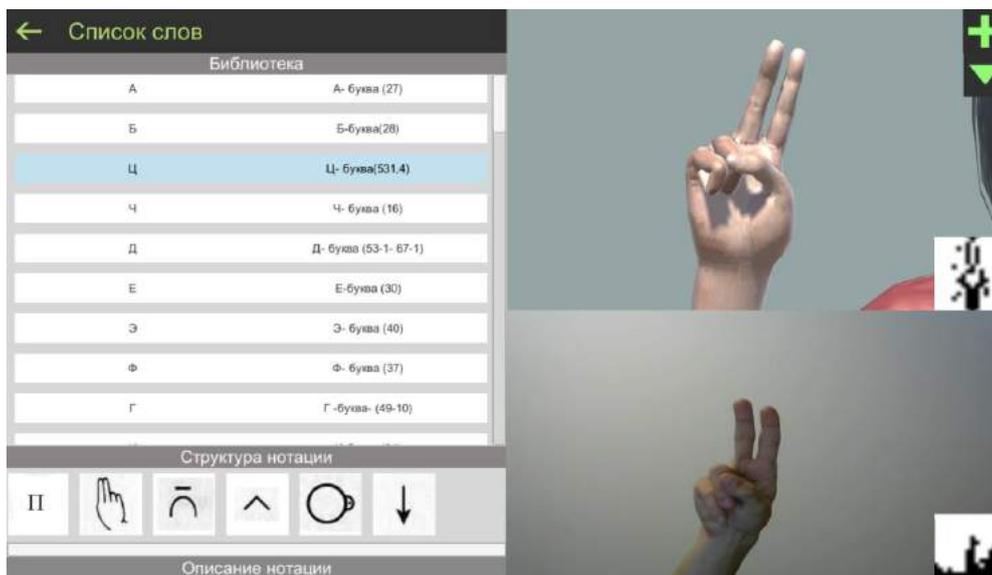


Рисунок 3 – Внешний вид системы при отображении видеопотока

Широкие возможности визуализации с помощью компьютерной графики и встроенного оборудования дают наглядность представления жестов РЖЯ, демонстрируемых системой, и обеспечивают обратную связь обучающегося с системой для сравнения правильности выполнения действий.

Список литературы

1. **Государственная** программа Российской Федерации «Доступная среда» на 2011–2020 годы. URL: <http://www.gosmintrud.ru/docs/government/170> (дата обращения: 20.10.2018).
2. **Гриф М. Г., Лукоянычев А. В.** Мультимедийный словарь русского жестового языка на основе нотации Димскис // Вестник АГТУ, Сер. Управление, вычислительная техника и информатика, 2017. № 1(январь),– С.105-114.
3. **Димскис Л.С.** Изучаем жестовый язык: учебное пособие. – М.: Академия, 2002. 128 с.
4. **Карпов А.А., Кагиров И.А.** Формализация лексикона системы компьютерного синтеза языка жестов //Труды СПИИРАН. 2011. Вып. 1(16). – С. 123–140.
5. **Мануева Ю.С., Гриф М.Г., Козлов А.Н.** Построение системы компьютерного сурдоперевода русского языка //Труды СПИИРАН. 2014. Вып. 6(37). – С. 170-187.
6. **Smith M., Queiroz C.** Unity5.x Cookbook / Matt Smith. – Packt Publishing, 2015. 570 p.

КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ

Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Гайткулов Р.Т.

ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, РФ, г. Уфа

**Исследования поддержаны грантом РФФИ №16-08-00575 «Интеллектуальные методы многокритериальной диагностики состояний сложных технических систем и технологических процессов»*

Повсеместное использование средств вычислительной техники требует повышенного внимания к вопросам повышения качества программного обеспечения (ПО), которое достигается за счет применения инструментальных средств разработки и тестирования ПО, а также систем поддержки принятия решений, имеющих в своей структуре базу знаний (БЗ) [3]. Для повышения эффективности использования базы

знаний необходимо провести онтологический анализ прецедентов принятия решения, которые возникали в случае обнаружения ошибок в программном обеспечении в ходе тестирования. Онтологический анализ позволяет выявить наиболее существенные признаки проблемных ситуаций, классифицировать прецеденты по различным основаниям, обобщить и уточнить разрозненную, противоречивую и неполную информацию.

Одной из причин пропуска ошибок в программном обеспечении является отсутствие взаимодействия между различными участниками процесса разработки. Поэтому для создания базы знаний также необходима разработка динамической модели процесса тестирования программного обеспечения, с помощью которой становится возможным проектирование механизма взаимодействия участников процесса [1]. Одним из результатов динамического моделирования является матрица ответственности, отражающая распределение прав и обязанностей лиц, принимающих решения (ЛПР).

С помощью разработанной онтологии возможно описание прецедентов, которое содержит не только исчерпывающие сведения о них, но и способы успешного разрешения проблемных ситуаций. На практике данная онтология должна обеспечить обмен знаниями и их эффективное использование. Для этого необходимо разработать регламент использования представленной онтологической модели и её поддержание в актуальном состоянии. Динамическая модель, служащая основой для подобного регламента, представлена на рис. 1.

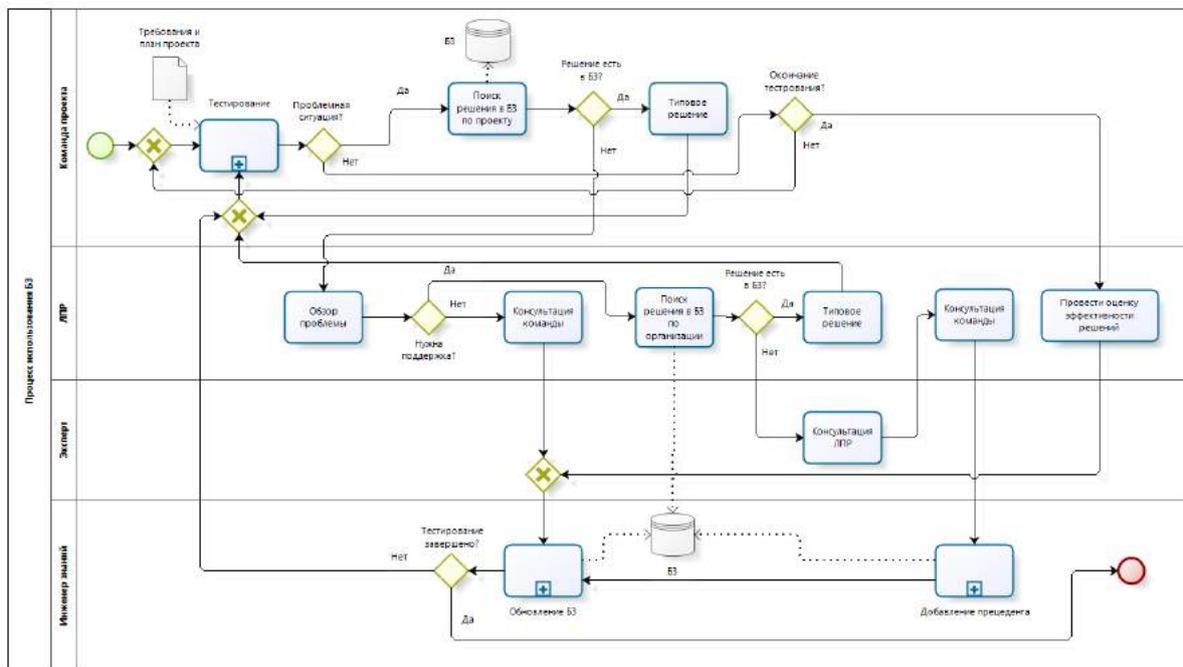


Рисунок 1– Процесс тестирования ПО с использованием базы знаний.

Участники процесса тестирования ПО должны обращаться к базе знаний при возникновении проблемной ситуации. Команда тестирования может получать информацию из базы знаний о текущем проекте, а лицо, принимающее решение (как правило, это руководитель направления разработки ПО) – по всем проектам организации. При отсутствии решения в базе знаний будет происходить её обновление путем добавления прецедента, что со временем сократит вероятность попадания участником процесса в ситуацию, для которой нет решения. Обновление базы знаний должно происходить при завершении этапов тестирования для её актуализации и сопровождения.

На основе разработанной динамической модели предложен контур управления (рис. 2), который содержит в себе три уровня управления: контур регулирования, контур адаптации и контур обучения.

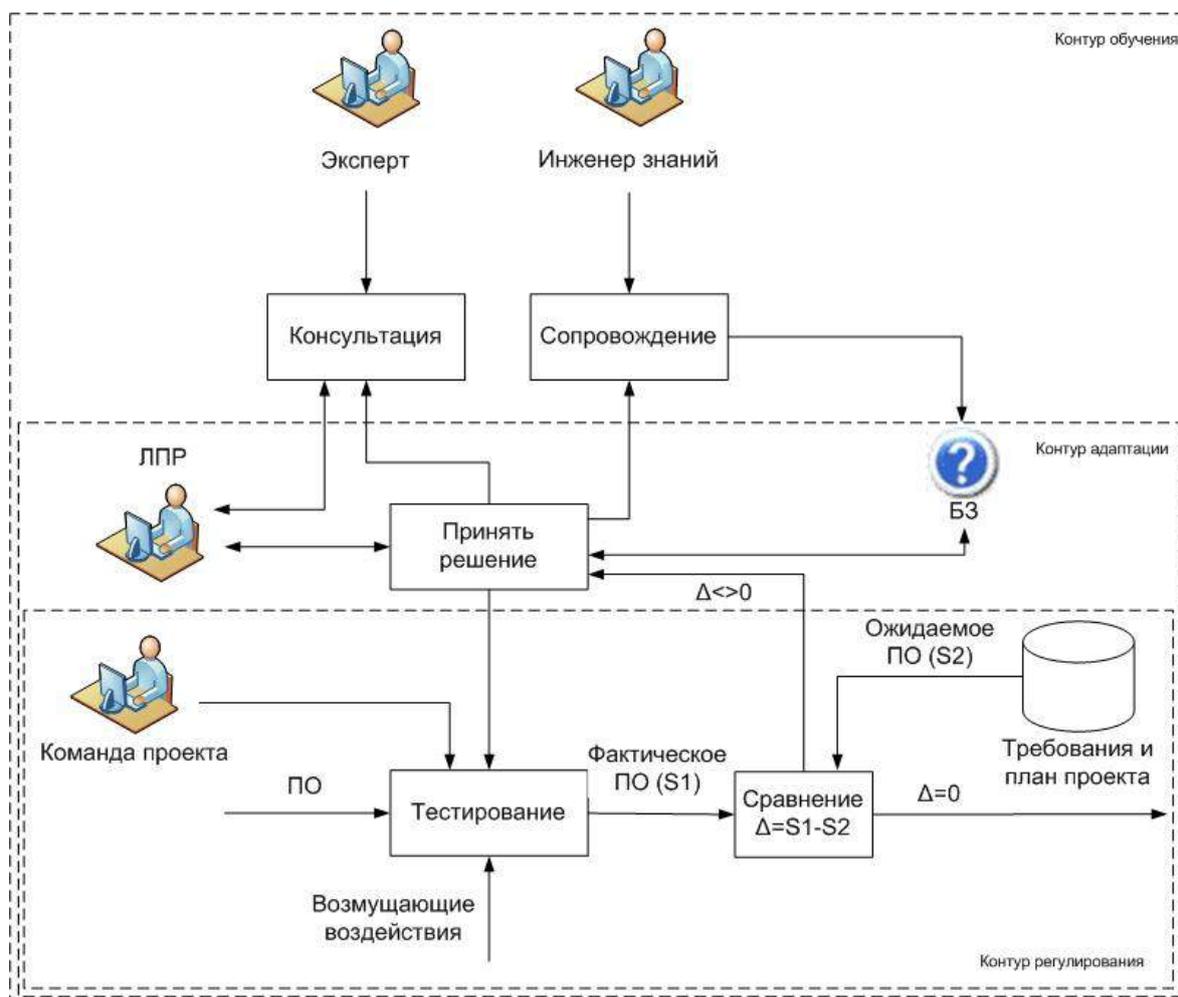


Рисунок 2 – Контур управления процессом тестирования с использованием базы знаний

Контур регулирования необходим для решения проблемных ситуаций силами команды разработки в силу достаточности компетенции и не критической важности принятия решения.

Контур адаптации необходим для решения существенных проблемных ситуаций, которые необходимо решать вместе с лицом, принимающим решения. На этом уровне ЛПР обращается к базе знаний для получения необходимых инструкций.

Контур обучения необходим в ситуациях, когда ЛПР не может решить проблему собственными силами и необходима консультация у эксперта данной области. В данном контуре происходит обучение базы знаний и архивация неактуальных правил и прецедентов.

Результаты онтологического анализа используются при формализации знаний об управлении деловыми процессами в базе знаний, в частности для определения терминологии суждений экспертов, описания прецедентов принятия решений и разработки правил диагностирования [3].

Одним из возможных направлений применения онтологии является поиск информации с использованием следующих видов запросов: реализация запросов для поиска информации на языке OWL на основе логической модели онтологии и реализация запросов на языке запросов SPARQL. Например, правило на естественном языке «Если ошибка имеет вид «Ошибка требований», компетенция «Заказчик», статус «Реализован», то решение «Новый функционал»» преобразуется в запрос вида «Заказчик(?с), Ошибка(?у), Проблемная_ситуация(?х), имеетРешение(?х, ?d), вид(?у, «Ошибка требований»)-> исполняет(?с, ?d), значение(?d, «Новый функционал»)».

В результате проведения эксперимента по оценке эффективности использования базы знаний был сделан вывод о том, что её использование в процессе диагностирования программного обеспечения уменьшит время поиска решений приблизительно на 15%. Максимальное сокращение времени поиска составило 28%. Сокращение времени на поиск решений приведет к ускорению процесса диагностирования программного обеспечения, что, в свою очередь, приведет к ускорению процесса разработки ПО без потери его качества.

При наполнении базы знаний информацией обо всех проектах, ведущихся в организации, и её сопровождении инженером знаний прогнозируется усиление достигнутого эффекта, что свидетельствует о целесообразности использования систем поддержки принятия решений в процессе тестирования программного обеспечения. Однако эффект будет проявляться не сразу, так как в ходе эксперимента было выявлено, что опыт использования поисковых запросов имеет существенное влияние на скорость работы с базой знаний.

В будущем возможно расширение базы знаний, введение в неё новых метрик и показателей (например: эффективность тестировщика по количеству заведенных актуальных дефектов), что позволит с её помощью осуществлять не только управление проектом разработки ПО, но и управление предприятием в целом [2].

Список источников

1. Никулина Н.О., Гайткулов Р.Т., Старцева Е.Б. Информационная поддержка процесса тестирования программного обеспечения на основе онтологической базы знаний // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве: труды XV Междунар. науч.-техн. конф. (Воронеж, 9-10 ноября 2017 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. Т. 1. С. 334-339.
2. Поддержка принятия решений при стратегическом управлении предприятием на основе инженерии знаний / Под ред. Л.Р. Черняховской. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 128 с.
3. Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Малахова А.И., Гайткулов Р.Т. Моделирование технологического процесса тестирования программного обеспечения для представления и обработки знаний в области диагностики ошибок // Информационные и математические технологии в науке и управлении: труды XXIII Байкальской Всеросс. конф. 29 июня-8 июля, Иркутск, Россия, 2018. Т. 2. С. 52-60.

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГИБКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Бочарникова Г.В.

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г. Белгород

Проблема использования уплотнительных устройств на горячем и холодном концах цементных вращающихся печей является актуальной [1...7]. Была поставлена задача по проведению исследования влияния высокой температуры, которая варьировалась в пределах от 250 до 300° С на гибкие элементы уплотнительного устройства, которое устанавливается на цементных вращающихся печах. При проведении экспериментов гибкие элементы уплотнительного устройства использовались с защитным поверхностным слоем, а также без покрытия.

Исследования проводились на трех образцах. Первый образец был изготовлен из стали Ст 3 без применения защитного покрытия (рис. 1). Второй образец был изготовлен из оцинкованной стали (рис.2). В качестве третьего образца был использован элемент, который был вырезан из одного лепестка уплотнительного устройства, которое находилось в эксплуатации, и было установлено на цементной вращающейся печи цементного предприятия г. Новороссийска. Исследуемое уплотнительное устройство эксплуатировалось в течении полутора лет (рис. 3).

В результате исследований было установлено, что первый образец имел явные нарушения поверхностного слоя (локальные и глубинные). Причем глубина дефектного слоя составляла до 10 мкм. Коррозия стали, не имеющей защитного слоя, была максимальной (рис. 4).

Второй образец, который был выполнен из оцинкованной стали, имел оцинкованный слой глубиной 50 мкм, и при исследовании никаких локальных объемных и глубинных дефектов обнаружено не было.

Третий образец, на поверхность которого был нанесен слой цинка, который имел толщину до 20 мкм, имел глубинные дефекты: на расстоянии до 20 мкм от поверхности наблюдалось явление диффузии цинка в основной металл (рис. 5).



Рис. 1. Неоцинкованная сталь

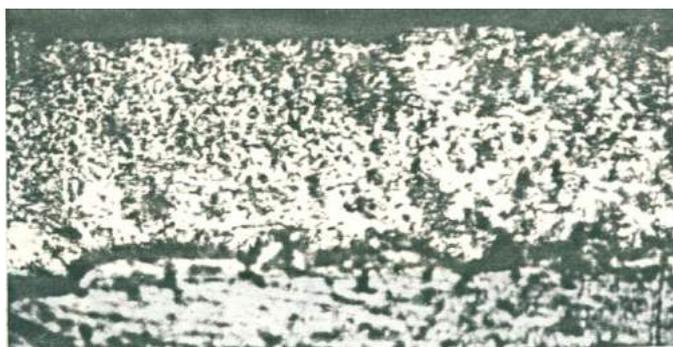


Рис. 2. Сталь, покрытая цинком

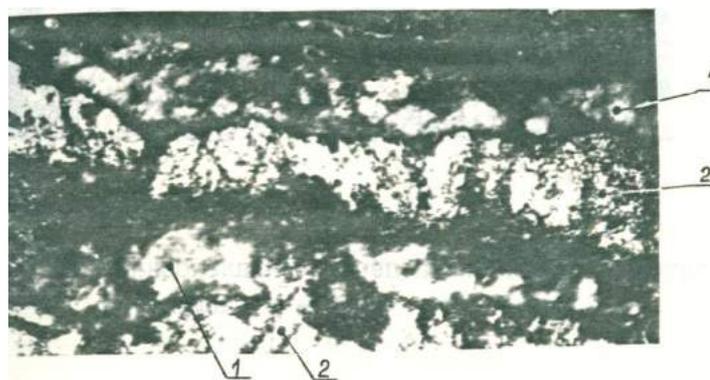


Рис. 3. Поверхность лепестка уплотнительного устройства, находившегося в эксплуатации 2 года (г. Новороссийск): 1 – цинк, 2 – сталь

При исследовании третьего образца, который являлся элементом уплотнительного устройства, было учтено, что на цементных вращающихся печах наблюдаются частые выбросы пламени под уплотнение, и в результате этих процессов уплотнительное устройство подвергается кратковременному нагреву до 500°C, что приводит к изменениям в структуре оцинкованного слоя.

Для определения причин, в результате которых произошло проникновение цинка в сталь, проводились эксперименты.

Исследования и анализ данных показали, что образцы, которые не имели защитного покрытия, имели глубинную коррозию до 50 мкм, на образце, который был подвергнут термической обработке, было обнаружено проникновение цинка на глубину до 40 мкм..

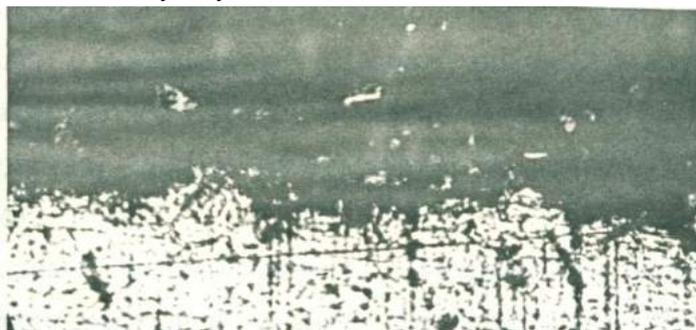


Рис. 4. Коррозия стали, не имеющей защитного слоя

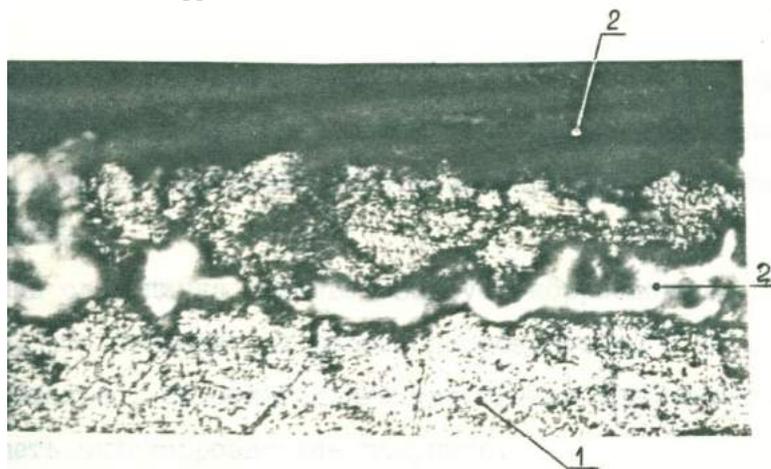


Рис. 5. Оцинкованный образец после термообработки:
1 – сталь, 2 – цинк

На основании экспериментальных исследований определено, что под действием перепада температур оцинкованный слой, который покрывает образец, выгорает не полностью. Он сохраняется на поверхности лепестка слоем глубиной до 20 мкм и одновременно проникает в основной металл. В случае отсутствия цинкового покрытия на поверхности лепестка уплотнительного устройства, происходит разрушение граничного слоя металла лепестка.

Образование окалины влечет за собой разрушение поверхностного слоя (ослабляются межатомные связи в металле, появляются микротрещины и т.д.). Применение оцинкованного металла (или оцинкованной стали) изменяет механизм коррозии. Окисление цинка (его пассивация) приводит к некоторому увеличению износостойкости поверхностного слоя. А в результате проникновения цинка в основной металл на глубину до 50 мкм повышается коррозионная стойкость материала.

Следовательно, экспериментально определено и удостоверено, что цинковое покрытие под влиянием высокой температуры отходящих газов полностью не выгорает, а часть расплавленного цинка проникает в основной материал лепестка уплотнения, создавая защитный слой.

Защитный слой цинка препятствует коррозионному разрушению лепестков уплотнительного устройства, что увеличивает их работоспособность на срок до пяти лет.

Таким образом, элементы уплотнительных устройств цементных вращающихся печей должны иметь антикоррозионное покрытие.

Список литературы

1. [Clinker dust emissions elimination in atmosphere](#). Fedorenko M.A., Bondarenko J.A., Sanina T.M., Smirnykh A.P. [Advances in Environmental Biology](#). 2014. Т. 8. № 13. С. 84-88.

2. [Модернизация вращающихся агрегатов для сушки и обжига сыпучих материалов](#). Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Дуганов В.Я., Антонов С.И. [Технология машиностроения](#). 2015. № 8. С. 32-34
3. [Проблемы энергосбережения и снижения пыления цементных печей](#). Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Антонов С.И. [Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова](#). 2015. № 5. С. 156-161.
4. [Технологии ремонта некоторых узлов вращающихся цементных печей и их модернизация](#). Бондаренко Ю.А., Федоренко М.А., Маркова О.В., Антонов С.И. [Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова](#). 2015. № 5. С. 193-197.
5. [Конструкционный и технологический анализ уплотнительных устройств, устанавливаемых на горячем конце вращающейся печи](#). Харин Н.П., Бондаренко Ю.А. В сборнике: [Юность и знания – гарантия успеха](#) Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: Разумов М.С.. 2014. С 444-447.
6. Анализ некоторых особенностей применения уплотнений вращающихся печей. Бондаренко Ю.А., Антонов С.И. В сборнике: Научные технологии инновации Юбилейная международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, XXI научные чтения. 2014. С. 207-211.
7. Проблемы повышения эффективности и работоспособности вращающихся агрегатов непрерывного цикла. Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Аулов В.Г., Маркова О.В., Антонов С.И. [Технология машиностроения](#). 2014. № 11. С. 46-49.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ И СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ НА ВЕЛИЧИНУ ШАГА ПЕРВИЧНОЙ ОСАДКИ КРОВЛИ

Куберский С.В., Кизияров О.Л., Болотов А.П., Бизянов Е.Е., Коваленко Н.В.

Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск

Основным направлением повышения эффективности угледобычи является увеличение концентрации горных работ за счет применения высокопроизводительных очистных забоев. В процессе выемки угля происходит перераспределение напряжений в горном массиве, вызывающее расслоение, трещинообразование и разрушение пород. На определенном этапе отхода лавы от монтажной камеры происходит интенсивное обрушение основной кровли – первичная осадка. В условиях залегания прочных слоев песчаников (сланцев) и известняков зависание основной кровли может осуществляться на больших площадях, при этом первичная осадка сопровождается резким увеличением нагрузки на крепь очистного забоя, а в ряде случаев приводит к посадке секций крепи на жесткую базу и завалам лав. Большинство существующих методов прогноза шага первичной осадки учитывают такие факторы, как предел прочности пород, степень нарушенности и мощность основной кровли, глубину разработки (например, работы [1, 8-10] и др.). В работе [4] в качестве влияющего фактора предлагается использовать комплексный показатель разработки Ω , пропорциональный отношению глубины разработки H к пределу прочности пород на одноосное сжатие. Одним из факторов, влияющих на первичный шаг осадки основной кровли, является длина очистного забоя. В работе [2] приведены зависимости шага осадка основной кровли от длины лавы, полученные по результатам натурных исследований в 38 очистных забоях угольных шахт Кузбасса. Однако в

данном случае исследования проводились без комплексного учета горно-геологических факторов. В большинстве случаев этот фактор не учитывается, что может быть объяснено низкой степенью его влияния на шаг осадки при длине лавы 200 - 300 м, однако, при меньших значениях протяженности очистного забоя доля влияния данного фактора существенно выше и требует дальнейших исследований.

Общеизвестно, что скорость подвигания очистного забоя оказывает существенное влияние на величину шага осадки основной кровли, что отображено в работах [2-4]. Это вызвано в первую очередь тем, что предел прочности пород зависит от времени нагружения [7, 5, 11]. Кроме того, при выемке угля происходят реологические процессы, изменяющие напряженно-деформированное состояние углепородного массива. В большинстве работ прогнозный шаг первичной осадки кровли получен по результатам статистической обработки шахтных данных. К недостаткам данного подхода следует отнести невозможность индивидуального изменения исследуемого фактора.

В настоящее время все большее распространение получает численное моделирование, позволяющее варьировать исследуемыми факторами в широком диапазоне значений, что и использовано в данной работе.

Цель исследований – на геомеханической основе установить закономерности влияния длины очистного забоя и темпов его подвигания на величину первичного шага осадки труднообрушаемой кровли в лаве.

Для достижения поставленной цели в работе поставлены следующие задачи:

- разработка численной модели углепородного массива и обоснование граничных условий;
- исследование влияние рассматриваемых факторов на шаг первичной осадки кровли;
- анализ полученных результатов, сравнение с результатами натурных исследований, а также предложения и рекомендации по их применению.

При составлении численной модели использован метод конечных элементов, реализованный в программе Ansys. Для решения поставленных задач разработана параметрическая объемная модель углепородного массива, расчетная схема которой представлена на рисунке 1-а, а схема разбивка на конечные элементы – на рисунке 1-б.

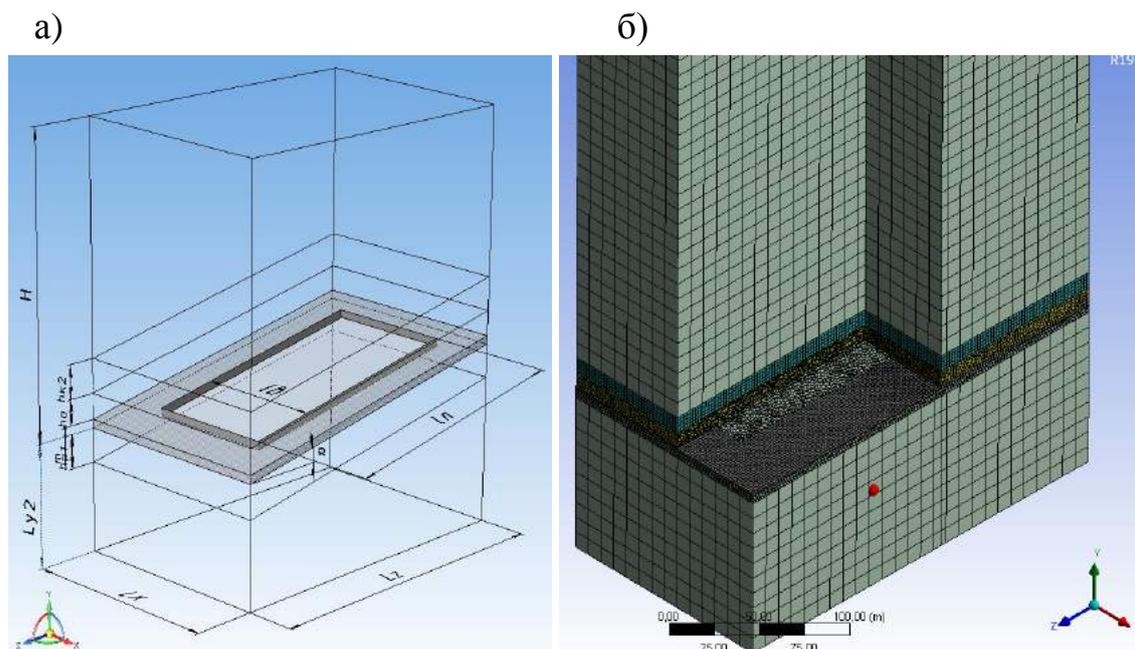


Рис. 1. Схема модели: а – расчетная; б – разбивка на конечные элементы (фрагмент)

На рисунке 1-а представлено: H – глубина разработки; L_x, L_z – размеры модели по простиранию и падению, соответственно; L_y – расстояние от пласта до основания модели; h_{p1} – мощность первого слоя почвы; a и m – угол падения и мощность угольного пласта, соответственно; l_b – ширина выработанного пространства; l_d – длина лавы; h_o – мощность основной кровли.

Задача решалась в физически и геометрически нелинейной постановке. Размеры конечных элементов в модели составляли 1,0...20,0 м. Описание задания граничных условий, а также физико-механические свойства боковых пород приведены в работе [6]. Процесс выемки моделировался путем

позатупного удаления полосы конечных элементов угольного массива. На определенном этапе наблюдалось разрушение пород труднообрушаемой кровли и дальнейшее перемещение отслоившихся блоков в выработанном пространстве на почву.

Первоначально исследовано влияние основных горно-геологических факторов на шаг первичной осадки основной кровли $Ш_{0\infty}$ при длине лавы, во много раз превышающей первичный шаг осадки кровли, т.е. $l_{л} \gg Ш_{0}$ (в рассматриваемом случае $l_{л} = 1000$ м). После статистической обработки результатов численного моделирования получено следующее уравнение

$$Ш_{0\infty} = 46,9 \cdot \left(\frac{\sigma_{сж} \cdot h_0}{H} \right)^{0,15}, \text{ м}, \quad (1)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород основной кровли на одноосное сжатие, МПа (диапазон варьирования $\sigma_{сж} = 60 \dots 180$ МПа);

h_0 – мощность основной кровли, м (диапазон варьирования $h_0 = 5 \dots 50$ м);

H – глубина разработки, м (диапазон варьирования $H = 600 \dots 1400$ м).

Далее рассмотрено влияние длины очистного забоя ($l_{л} = 100 \dots 350$ м) на шаг первичной осадки основной кровли. На рисунке 2 приведены графики зависимости шага первичной осадки от длины очистного забоя.

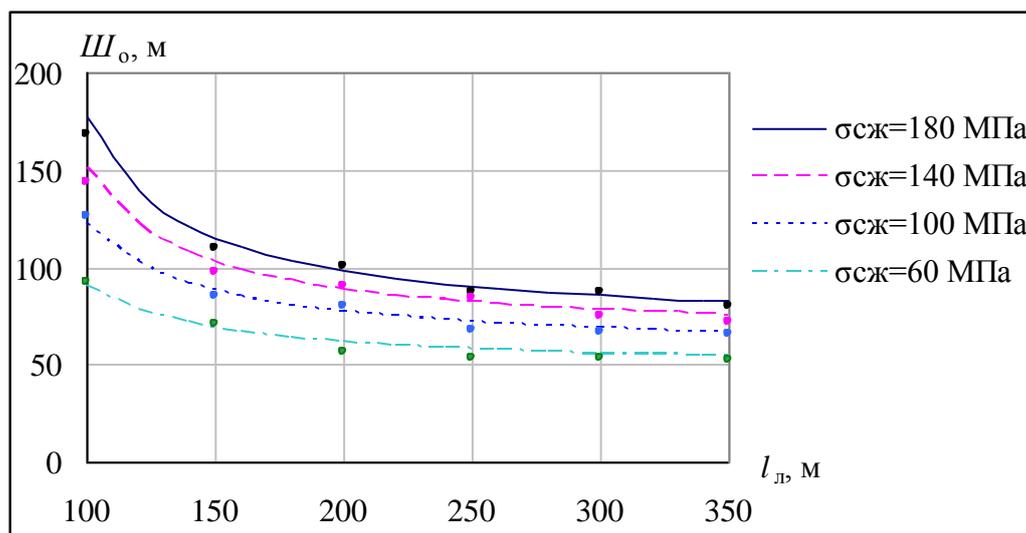


Рис. 2. Графики зависимости шага первичной осадки основной кровли от длины очистного забоя при различных значениях $\sigma_{сж}$

Как видно из рисунка 2, наибольшее влияние длина очистного забоя во всем диапазоне предела прочности массива кровли оказывает при значениях до 150 м. В этом случае, первичный шаг осадки в 1,4 - 1,9 раз больше, чем при длине лавы 300 м. Существенно меньшее влияние лавы сказывается при ее длине 150...200 м. При протяженности очистного забоя 200...250 м шаг осадки основной кровли изменяется не более, чем на 10%. При дальнейшем увеличении длины очистного забоя величина шага осадки кровли практически не изменяется.

Согласно работы [1], обрушение кровли произойдет при условии

$$l_3 = \frac{a \cdot b}{a + b} > Ш_{0\infty}, \text{ м}, \quad (2)$$

где l_3 – эквивалентный пролет по В.Д. Слесареву, м;

a и b – длины сторон обнажения кровли, м; в нашем случае $a = l_{л}$; $b = l_{в} = Ш_{0}$.

Подставив значения и преобразовав выражение (2) получим

$$\frac{l_l \cdot \text{Ш}_0}{l_l + \text{Ш}_0} > \text{Ш}_{0\infty} \Rightarrow \text{Ш}_0 = \frac{l_l \cdot \text{Ш}_{0\infty}}{l_l - \text{Ш}_{0\infty}}, \text{ м.} \quad (3)$$

Полученная зависимость хорошо согласуется с результатами моделирования, о чем свидетельствует высокий уровень коэффициента детерминации ($R^2 = 0,95$).

На следующем этапе исследовано влияние скорости подвигания очистного забоя на величину шага первичной осадки труднообрушаемой кровли. В соответствии с результатами работы [7], прочность пород $\sigma_{сжt}$ в момент времени t может быть определена по формуле

$$\sigma_{сжt} = \sigma_{\infty} + (\sigma_{сж} - \sigma_{\infty}) \cdot \exp(-t/t_0), \text{ МПа,} \quad (4)$$

где σ_{∞} – длительная прочность пород, МПа; для крепких пород $\sigma_{\infty} = 0,7 \dots 0,9 \cdot \sigma_{сж}$ [7];

t_0 – реологическая постоянная, зависящая от конкретного типа пород, с^{-1} (данное значение может быть определено по результатам лабораторных испытаний; ориентировочные значения для песчаников и известняков определены на основании результатов работы [11]).

Предел прочности пород на сжатие в численной модели задан функционально в соответствии с зависимостью (4). Скорость подвигания очистного забоя $v_{оч}$ варьировалась от 20 м/мес (один добычной цикл в сутки) до 180 м/мес (три цикла в смену).

На рисунке 3 приведены графики зависимости первичного шага обрушения кровли от скорости подвигания очистного забоя.

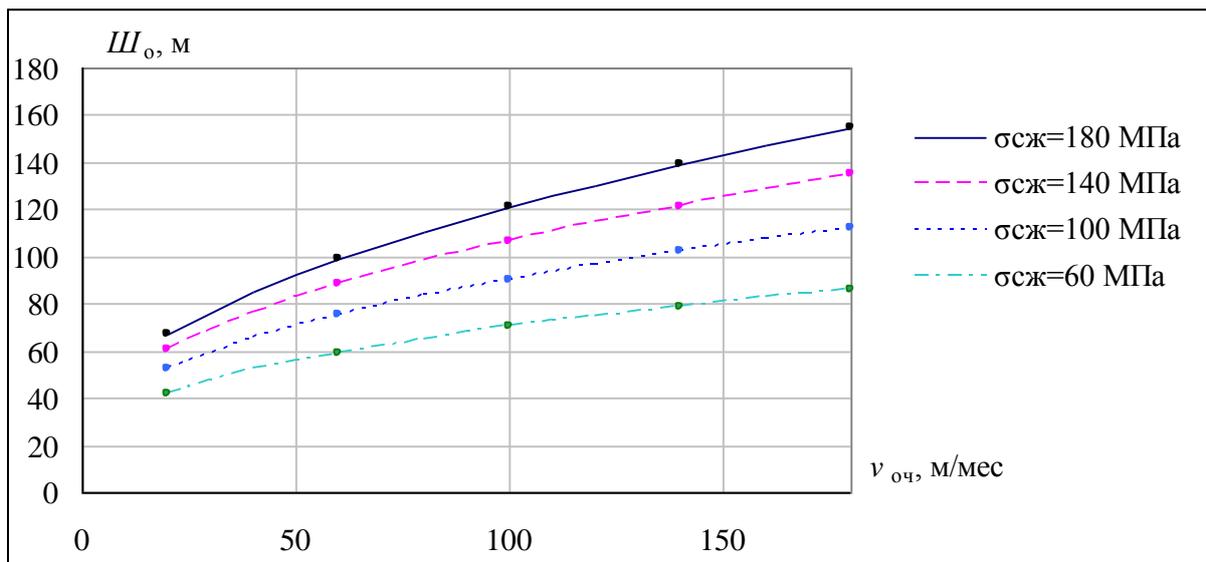


Рис. 3. Графики зависимости шага первичной осадки основной кровли от скорости подвигания очистного забоя при различных значениях $\sigma_{сж}$ и длине лавы $l_l = 200$ м

Как видно из рисунка 3, степень влияния скорости подвигания очистного забоя на шаг первичной осадки кровли существенно выше, чем длина лавы. Полученные кривые удовлетворительно описываются степенной функцией.

На основании проделанных расчетов, после преобразования уравнения (3) получим обобщенную зависимость для нахождения шага первичной осадки кровли с учетом скорости подвигания очистного забоя

$$\text{Ш}_0 = \frac{1}{0,05 \cdot v_{оч}^{-0,25} \left(\frac{H}{\sigma_{сж} \cdot h_0} \right)^{0,15} - l_l^{-1}}, \text{ м.} \quad (5)$$

Данная зависимость может быть дополнена с учетом структурного ослабления массива кровли (за счет трещиноватости), а также ослабления пород за счет влаги по аналогии с результатами работы [8]

$$Ш_0 = \frac{1}{0,05 \cdot v_{оч}^{-0,25} \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{H}{\sigma_{сж} \cdot k_c \cdot k_b \cdot h_0} \right)^{0,15}} - I_{л}^{-1}, \text{ м}, \quad (6)$$

где k_c – коэффициент структурного ослабления пород кровли;

k_b – коэффициент ослабления прочности пород кровли за счет влаги;

α – угол падения пласта, град.

Для оценки достоверности полученных результатов произведено сравнение фактических данных (69 лав СП "Ровенькиантрацит" и "Свердловантрацит" [9]) с прогнозными, рассчитанными согласно зависимости (5). Результаты сравнения показали, что полученные зависимости удовлетворительно согласуются с шахтными данными, при этом отклонение составляет не более 30-40%.

Выводы. Длина очистного забоя оказывает существенное влияние на шаг первичной осадки кровли лишь при длине очистного забоя менее 150 м. Скорость подвигания очистного забоя оказывает значительно большее влияние, чем его длина. Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования шага первичной осадки труднообрушаемой кровли в очистном забое на стадии разработки паспортов выемки угля, крепления и управления кровлей в лаве, а также заблаговременного принятия мероприятий по разупрочнению кровли при необходимости.

Список литературы

1. Борисов, А.А. Механика горных пород и массивов [Текст] / А.А. Борисов — М.: Недра, 1980. — 360 с.
2. Ботвенко, Д.В. Исследование процессов, обуславливающих устойчивость и периодичность обрушения пород кровли в очистных забоях на пластах пологого падения при современной технологии угледобычи [Текст] / Д.В. Ботвенко // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 2012. — № 2-2012. — С. 84–89.
3. Зюков, Ю.Е. Влияние скорости подвигания очистного забоя на обрушение пород основной кровли в лавах [Текст] / Ю.Е. Зюков // Уголь Украины. — 2007. — № 1. — С. 16–18.
4. Иванов А. С. Закономерности изменения устойчивости подготовительных выработок угольных шахт с учетом скорости подвигания забоя лавы [Текст] : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.15.09 «Геотехническая и горная механика» / А.С. Иванов. — Днепропетровск, 2011. — 18 с.
5. Иванов, А.С. Моделирование влияния скорости горных работ на прочность пород и устойчивость выработки [Текст] / А.С. Иванов, Е.А. Сдвижкова, А.Н. Шашенко // Gornictvo i Geoinzynieria. — 2010. — Т. 34, № 2. — С. 307–314.
6. Кизияров, О.Л. К вопросу определения первичного шага осадки основной кровли в лаве [Текст] / О.Л. Кизияров, С.И. Касьян, А.П. Болотов // Материалы Международной конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности – 2017», посвященной 20-летию ВУО МАНЭБ : Сб. науч. трудов. — Алчевск, ВУО МАНЭБ, ДонГТУ, 2017. — С. 151–157.
7. Литвинский, Г. Г. Кинетика разрушения и деформирования пород вокруг горной выработки [Текст] / Г. Г. Литвинский // Сб. науч. трудов ДонГТУ. — Алчевск : ДонГТУ, 2018. — Вып. 10 (53). — С. 5–16.
8. Мартовицкий, А.В. Обрушение пород кровли в лавах при отработке пологозалегающих пластов [Текст] / А.В. Мартовицкий, Н.В. Хозяйкина // Уголь Украины. — 2015. — № 1, 2. — С. 18–21.
9. Медяник, В.Ю. Прогнозирование шага первичной осадки труднообрушаемой кровли при отработке пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами [Текст] / В.Ю. Медяник, А.П. Болотов // Науковий вісник НГУ. — Днепропетровск, 2013. — № 5. — С. 36–42.
10. Панфилова, Д.В. Анализ методик расчета горного давления, возникающего при ведении очистных работ: [Текст] / Д.В. Панфилова, А.В. Ремезов // Вестник КузГТУ. — 2005. — №4.1. — С. 48–52.
11. Скипочка, С.И. Влияние скорости нагружения на прочностные характеристики горных пород [Текст] / С.И. Скипочка, Т.А. Паламарчук, А.А. Яланский // Геотехническая механика: науч.-техн. зб. — Днепропетровск, 2016. — Вып. 126. — С. 116–127.

**СЕКЦИЯ №7.
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)**

**СЕКЦИЯ №8.
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**

**СЕКЦИЯ №9.
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

**СЕКЦИЯ №10.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)**

**СЕКЦИЯ №11.
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)**

**СЕКЦИЯ №12.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)**

**СЕКЦИЯ №13.
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

**СЕКЦИЯ №14.
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

**РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ
ПРИ ПОВЕРКЕ ОПТИМЕТРА**

Матуев А.А., Соковикова А.В., Хамханова Д.Н.

ВСГУТУ, РФ, г. Улан-Удэ.

Одним из обязательных требований к аккредитации измерительных лаборатории является оценка неопределенности измерений, при проведении калибровки и (или) поверки средств измерений лабораторией [3]. И сегодня оценка неопределенности измерений при поверке средств измерений является неотъемлемой частью поверочных и калибровочных работ. На практике оценка неопределенности измерений вызывает ряд трудностей.

Целью данной работы является ознакомление широкого круга заинтересованных лиц с расчетом неопределенности измерения при поверке оптиметра вертикального проекционного ИКВ- 3.

В соответствии с избранной целью решались следующие задачи:

- определить источники неопределенности при поверке оптиметра;

- рассчитать неопределенность измерений при поверке оптиметра.
- Основными источниками неопределенности при поверке оптиметра являются:
- погрешность оптиметра;
 - погрешность эталона;
 - погрешность метода передачи размера от эталона рабочим средствам измерений;
 - погрешность оператора.

Для расчета неопределенности на оптиметре вертикальном проекционном ИКВ- 3 были проведены 10-кратные измерения концевых меры с номинальными размерами 10; 20,5 и 40 мм.

В статье приведен расчет неопределенности измерений концевой меры с номинальным размером 10 мм (табл. 1).

Таблица 5 – Результаты измерения концевой меры на оптиметре

Номинальный размер (x_n), мм	Действительный размер (x_d), мм	Измеренное значение (x_{i3}), мм	Вычисленная погрешность $\Delta x_i = x_d - x_{i3}$, мм
10	9,9998	10,0006	0,0008
		10,0007	0,0009
		10,0006	0,0008
		10,0007	0,0009
		10,0005	0,0007
		10,0005	0,0007
		10,0006	0,0008
		10,0007	0,0009
		10,0007	0,0009
		10,0006	0,0008
		$\bar{x}_3 = 10,00062$	$\bar{\Delta x} = 0,00082$

Среднее арифметическое значение результатов измерения длины концевой меры составило $\bar{x}_3 = 10,00062$ мм, средняя арифметическая погрешность измерения составила $\bar{\Delta x} = 0,00082$ мм.

Среднее квадратическое отклонение (СКО), рассчитанное по формуле (2) составило: $S = 0,00027$ мм.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i - \bar{\Delta x})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

где Δx_i - погрешность -го измерения;

$\bar{\Delta x}$ - средняя арифметическая погрешность измерения;

n - число измерений.

Следовательно, стандартная неопределенность по типу А равна:

$$U_A = S = 0,00027 \text{ мм.}$$

Для вычисления стандартной неопределенности по типу В использованы следующие данные:

- данные, основанные на опыте оператора (поверителя) исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих (подобных) средств измерений и материалов;

- сведения, из протокола поверки эталонной концевой меры, т.е. погрешность эталона, равная $x_4 = 0,0002$ мм;

- данные, основанные из опыта поверителя, т.е. погрешность оператора принимаем равной половине цены деления шкалы измерительного устройства оптиметра, равной 1 мкм: $x_1 = \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ мкм} = 0,5 \text{ мкм} = 0,0005$ мм;

- данные из эксплуатационной документации оптиметра, т.е. погрешность оптиметра принимаем равной пределу допускаемой основной погрешности измерительного устройства оптиметра: $x_3 = 0,3 \text{ мкм} = 0,0003$ мм;

- данные из государственной поверочной схемы для средств измерений длины [1], т.е. погрешность метода передачи размера единицы от эталона рабочим средствам измерений находим из ГОСТ Р 8.763-2011: $x_2 = 0,3 \text{ мкм} = 0,0003$ мм;

- сведения о предполагаемом вероятностном распределении значений величин, из литературных источников.

Неопределенности этих данных представлены в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. При постулировании равномерного закона распределения возможных значений этой величины в определенных границах для i -ой входной величины стандартную неопределенность по типу В находят по известной формуле для среднеквадратического отклонения результатов измерений, имеющих равномерный закон распределения:

$$u(x) = \frac{b_{i+} - b_{i-}}{2\sqrt{3}} = \frac{\Delta x_i}{2\sqrt{3}} \quad (2)$$

где b_{i-} - нижняя граница;

b_{i+} - верхняя граница;

Δx_i - погрешность -го источника неопределенности.

Следовательно, стандартная неопределенность каждого источника неопределенности будут равны:

$$U_{B1} = \frac{\Delta x_1}{2\sqrt{3}} = 0,00014 \text{ мм.}$$

$$U_{B2} = \frac{\Delta x_2}{2\sqrt{3}} = 0,0000866 \text{ мм.}$$

$$U_{B3} = \frac{\Delta x_3}{2\sqrt{3}} = 0,0000866 \text{ мм.}$$

$$U_{B4} = \frac{\Delta x_4}{2\sqrt{3}} = 0,0000577 \text{ мм.}$$

Суммарная неопределенность по типу В рассчитываем по формуле:

$$U_B = \sqrt{U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2} \quad (3)$$

где U_{Bi} – неопределенность -го источника.

$$U_B = \sqrt{0,000144^2 + 0,0000866^2 + 0,0000866^2 + 0,0000577^2} = 0,000197 \text{ мм.}$$

Суммарной неопределенности определяется по формуле:

$$U_c = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} \quad (4)$$

где U_A – неопределенность по типу А;

U_B - неопределенность по типу В.

$$U_c = \sqrt{0,00027^2 + 0,000197^2} = 0,00033 \text{ мм.}$$

Расширенную неопределенность находим по формуле:

$$U = kU_c \quad (5)$$

где k - коэффициент охвата;

U_c – суммарная неопределенность.

Коэффициент охвата зависит от числа степеней свободы ϑ_{eff} , определяемой по формуле:

$$\vartheta_{eff} = (n - 1) \left(\frac{U_c}{U_A} \right)^4 \quad (6)$$

где n – количество измерений;

U_c – суммарная неопределенность;

U_A – неопределенность по типу А.

$$\vartheta_{eff} = 9 \cdot \left(\frac{0,00033}{0,00027} \right)^4 = 20,084 \approx 20.$$

Значение коэффициента охвата находим по таблице распределения Стьюдента [2] в зависимости от заданной вероятности P и числа степеней свободы.

При $P=0,95$ и $\vartheta_{eff} \geq 10$ $k = 1,96$.

Следовательно, расширенная неопределенность равна:

$$U = 1,96 \cdot 0,00033 = 0,00065 \text{ мм.}$$

Результат измерения запишется следующим образом: расширенная неопределенность при вероятности, равной 0,95 составляет 0,00065 мм ($U = 0,00065$ мм при $P=0,95$).

Список источников

1. ГОСТ Р 8.763-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \times 10_{-9}$ до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм. М.: Стандартинформ, 2013.
2. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. М.: Стандартинформ, 2012.
3. Приказ Министерства экономического развития РФ №326 «Об утверждении критериев аккредитации перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации».

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

ОСОБЕННОСТИ НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЧАСТОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Бутаков В.М., Уржумцев П.С., Адгамов Д.А.

КГЭУ, РФ, г. Казань

Задачей исследования является синтез регуляторов для настройки системы стабилизации частоты синхронного генератора (ССЧСГ), структурная схема динамической модели (ССДМ) которого показана на рис.1, на оптимум по модулю (ОМ) и симметричный оптимум (СО), и сравнительный анализ полученных результатов.

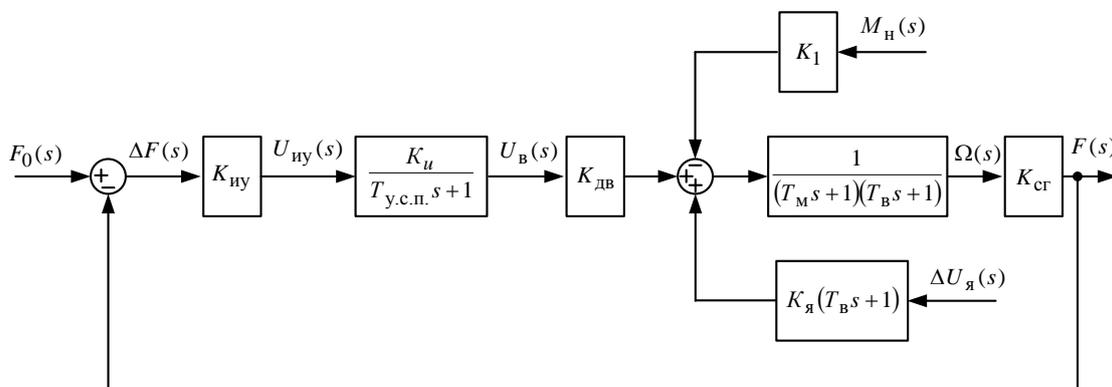


Рис. 1. ССДМ системы стабилизации частоты синхронного генератора

($K_{иу} = 5$ В/Гц; $K_u = 4,22$; $T_{у.с.п.} = 0,0125$ с; $K_{дв} = 1,706$ рад/В·с; $T_M = 0,4$ с; $T_B = 0,02$ с; $K_{сг} = 0,48$ Гц·с/рад; $K_1 = 10$ 1/Н·м·с; $K_я = 227$ рад/В·с; $M_H = 0,2$ Н·м; $f_0 = 500$ Гц; $\Delta U_я = 2$ В)

Задающим воздействием ССЧСГ является номинальное значение частоты f_0 , выходной координатой – фактическая частота синхронного генератора $f_{сг}$, а возмущающими воздействиями – отклонение напряжения на якоре $\Delta u_я$ и момент нагрузки M_H . Отклонение частоты от номинального значения $\Delta f = f_0 - f_{сг}$ является ошибкой системы.

С целью определения структуры регулятора для настройки ССЧСГ на ОМ необходимо рассчитать передаточную функцию разомкнутой ССЧСГ с учётом включенного последовательно с усилителем регулятора частоты и сопоставить полученное выражение с известной передаточной функцией контура, настроенного на ОМ [1]

$$W_{pч}(s) \frac{K_{иу} K_u K_{дв} K_{сг}}{(T_{у.с.п.}s + 1)(T_M s + 1)(T_B s + 1)} = \frac{1}{2T_\Sigma s(T_\Sigma s + 1)},$$

где $T_\Sigma = T_{у.с.п.} + T_B$ – суммарная малая постоянная времени.

Тогда передаточная функция регулятора частоты

$$W_{pч}(s) = \frac{(T_{у.с.п.}s + 1)(T_M s + 1)(T_B s + 1)}{2T_\Sigma s(T_\Sigma s + 1)K_{иу} K_u K_{дв} K_{сг}} \approx \frac{T_M s + 1}{2K_{иу} K_u K_{дв} K_{сг} T_\Sigma s} = \frac{0,4s + 1}{1,123s}.$$

Полученное выражение соответствует передаточной функции ПИ-регулятора.

ССДМ системы стабилизации частоты синхронного генератора, настроенной на ОМ, представлена на рис. 2.

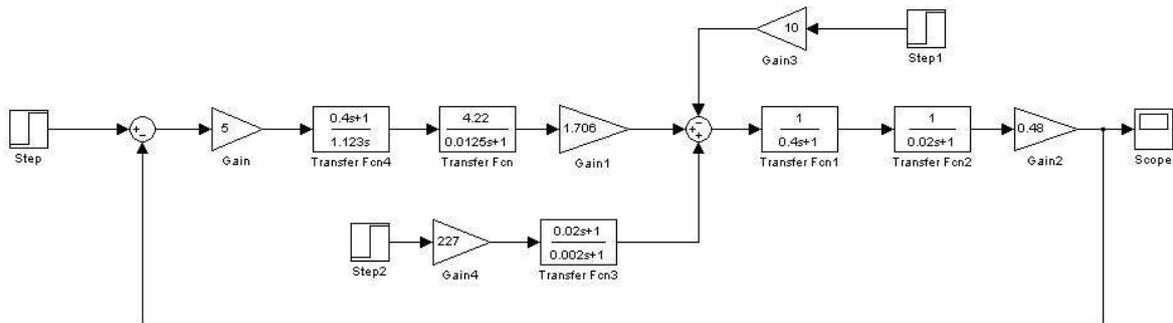


Рис. 2. ССДМ, системы стабилизации частоты синхронного генератора, настроенной на ОМ

Полученные в результате моделирования переходные характеристики показаны на рис.3, рис.4 и рис.5.

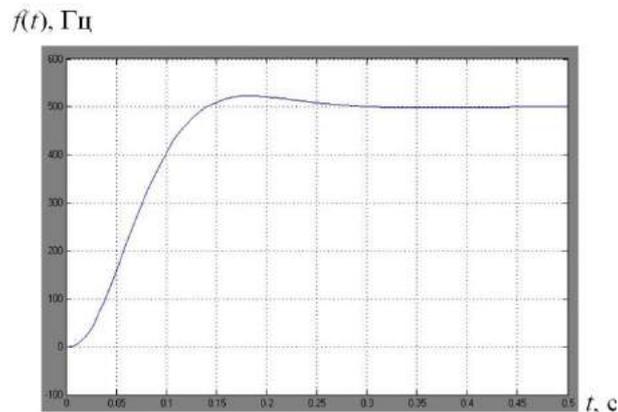


Рис. 3. Переходная характеристика ССЧСГ по задающему воздействию f_0

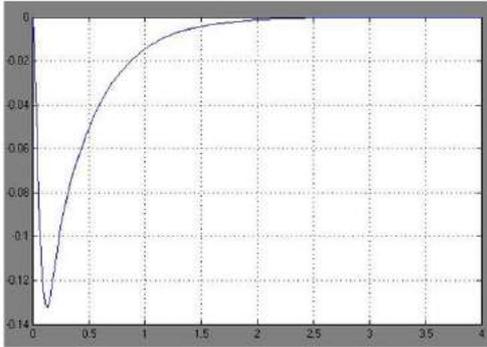
$f(t), \text{Гц}$ 

Рис. 4. Переходная характеристика ССЧСГ по моменту нагрузки M_n

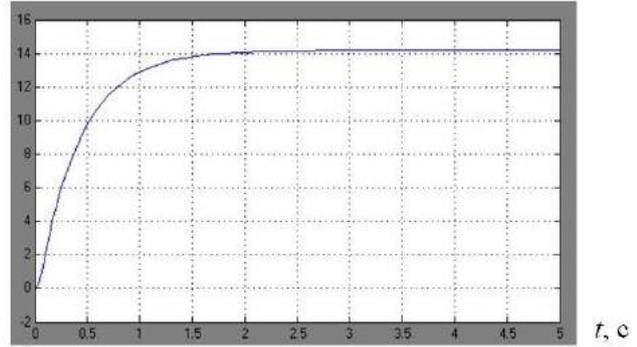
 $f(t), \text{Гц}$ 

Рис. 5. Переходная характеристика ССЧСГ при обработке линейно возрастающего напряжения на якоре $\Delta \dot{U}_{\text{ят}}$

По переходной характеристике ССЧСГ по задающему воздействию f_0 (см. рис. 3) определяется максимальное значение частоты ($f_{\max} = 523 \text{ Гц}$) и установившееся значение частоты ($f_{\text{уст}} = 500 \text{ Гц}$) синхронного генератора и рассчитывается перерегулирование

$$\sigma = \frac{f_{\max} - f_{\text{уст}}}{f_{\text{уст}}} \cdot 100 \% = \frac{523 - 500}{500} \cdot 100 \% = 4,6 \%$$

Время нарастания t_H составляет

$$t_H = 0,14 \text{ с.}$$

Полученное значение соответствует требованиям настройки на ОМ

$$t_H \cong 4,7T_{\Sigma} = 4,7 \cdot 0,0325 = 0,15 \text{ с.}$$

Из анализа переходной характеристики ССЧСГ по моменту нагрузки M_n (см. рис. 4) следует, что при воздействии неизменного по величине момента нагрузки M_n моментная составляющая ошибки $\Delta f_{\text{СТ}}^M$ примерно через 2 с становится равной нулю. Увеличение точности обусловлено наличием в структуре регулятора частоты интегральной составляющей.

Однако при воздействии на систему линейно возрастающего напряжения на якоре $\Delta \dot{U}_{\text{ят}}$ появляется ошибка регулирования $\Delta f_{\text{СТ}}^{\Delta u} = 14,16 \text{ Гц}$ (см. рис. 5).

С учётом регулятора частоты передаточная функция замкнутой ССЧСГ по ошибке $\Delta f(s)$ относительно возмущающего воздействия $\Delta U_{\text{я}}(s)$ примет вид

$$\Phi_{\Delta f}^{\Delta u}(s) = - \frac{2T_{\Sigma} K_{\text{я}} K_{\text{СТ}}^2 K_{\text{иу}} K_u K_{\text{дв}} (T_{\text{у.с.п.}} s + 1) (T_{\text{в}} s + 1) s}{2T_{\Sigma} K_{\text{иу}} K_u K_{\text{дв}} K_{\text{СТ}} (T_{\text{у.с.п.}} s + 1) (T_{\text{м}} s + 1) (T_{\text{в}} s + 1) s + K_{\text{иу}} K_u K_{\text{дв}} K_{\text{СТ}} (T_{\text{м}} s + 1)}$$

Расчетное значение ошибки регулирования совпадает с результатами моделирования.

$$\Delta f_{\text{СТ}}^{\Delta u} = \lim_{s \rightarrow 0} s \Phi_{\Delta f}^{\Delta u}(s) \frac{\Delta \dot{U}_{\text{я}}}{s^2} = -2T_{\Sigma} K_{\text{я}} K_{\text{СТ}} \Delta \dot{U}_{\text{я}} = -14,16 \text{ Гц,}$$

Передаточная функция разомкнутой ССЧСГ с учётом компенсации

$$W(s) = \frac{1}{2T_{\Sigma}(T_{y.c.п.}s + 1)(T_B s + 1)s} = \frac{1}{1,625 \cdot 10^{-5} s^3 + 2,11225 \cdot 10^{-3} s^2 + 0,065s}$$

Графики ЛЧХ разомкнутой ССЧСГ с учётом компенсации, построенные в программе MatLab, представлены на рис. 6.

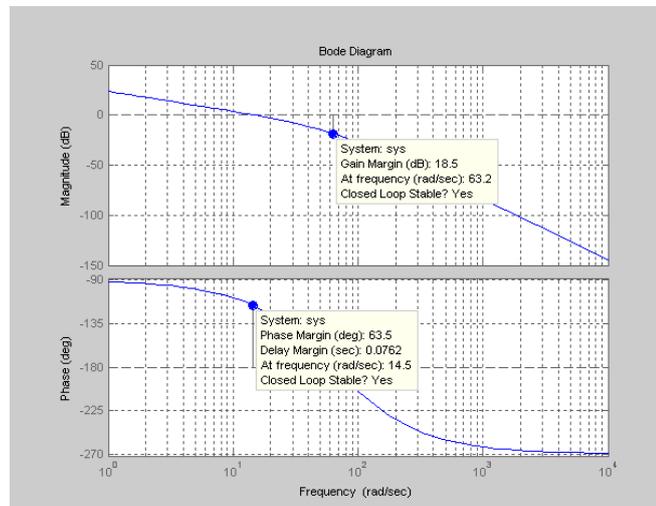


Рис. 6. ЛЧХ ССЧСГ, настроенной на ОМ

Запасы устойчивости по фазе и амплитуде составляют $L_3 = 18,5$ дБ (Gain Margin) и $\theta_3 = 63,5^\circ$ (Phase Margin) соответственно.

Результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что настроенная на ОМ ССЧСГ при отработке линейно возрастающего воздействия по цепи якоря имеет значительную величину погрешности. Для её устранения необходимо повысить порядок астатизма системы, применив настройку на СО.

Для определения структуры регулятора для настройки ССЧСГ на СО необходимо рассчитать передаточную функцию разомкнутой ССЧСГ с учётом включенного последовательно с усилителем регулятора частоты и сопоставить полученное выражение с известной передаточной функцией контура, настроенного на СО [2]

$$W_{pч}(s) \frac{K_{iy} K_u K_{дв} K_{сг}}{(T_{y.c.п.}s + 1)(T_M s + 1)(T_B s + 1)} = \frac{(4T_{\Sigma} s + 1)}{8T_{\Sigma}^2 s^2 (T_{\Sigma} s + 1)},$$

где $T_{\Sigma} = T_{y.c.п.} + T_B$ – суммарная малая постоянная времени.

Тогда передаточная функция регулятора запишется как

$$\begin{aligned} W_{pч}(s) &= \frac{(4T_{\Sigma} s + 1)(T_{y.c.п.}s + 1)(T_M s + 1)(T_B s + 1)}{8T_{\Sigma}^2 s^2 (T_{\Sigma} s + 1) K_{iy} K_u K_{дв} K_{сг}} = \\ &= \frac{(T_M s + 1)(4T_{\Sigma} s + 1)}{8T_{\Sigma}^2 K_{iy} K_u K_{дв} K_{сг} s^2} = \frac{0,052s^2 + 0,53s + 1}{0,146s^2}. \end{aligned}$$

Из полученного выражения следует, что структура регулятора частоты представляет собой последовательное соединение двух ПИ-регуляторов.

ССДМ системы стабилизации частоты синхронного генератора, настроенной на СО, представлена на рис. 7.

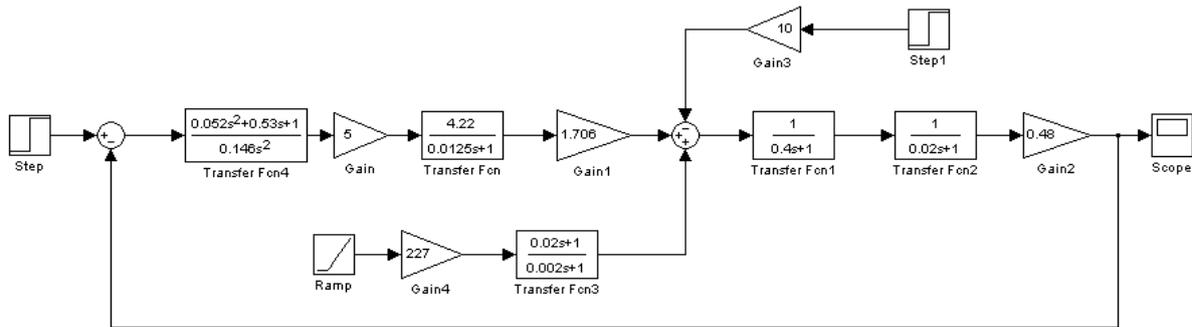


Рис. 7. ССДМ системы стабилизации частоты синхронного генератора, настроенной на СО

В результате моделирования получены: график переходной характеристики ССЧСГ при обработке задающего воздействия $f_0 = 500$ Гц (рис. 8), график переходной характеристики ССЧСГ при обработке линейно возрастающего напряжения на якоре $\Delta \dot{U}_я = 2$ В/с (рис. 9) и графики ЛЧХ (рис. 10).

$f(t)$, Гц

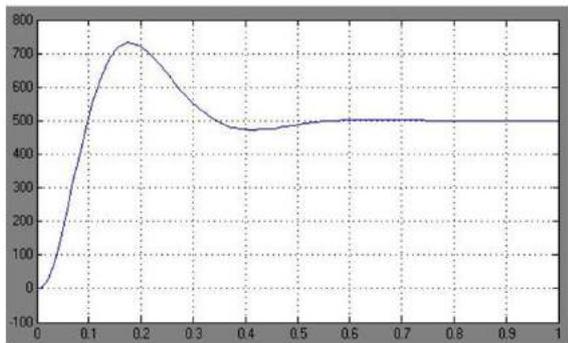


Рис. 8. Переходная характеристика ССЧСГ по задающему воздействию f_0

$f(t)$, Гц

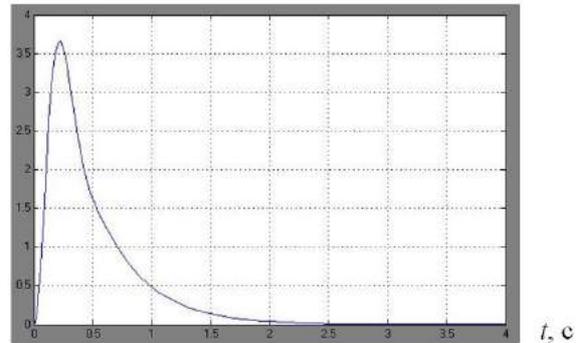


Рис. 9. Переходная характеристика ССЧСГ при обработке линейно возрастающего напряжения на якоре $\Delta \dot{U}_я t$

воздействия (см. рис. 8), появление в структуре ССЧСГ, настроенной на СО, дополнительного интегрирующего звена по сравнению с ССЧСГ, настроенной на ОМ, увеличило перерегулирование

$$\sigma = \frac{f_{\max} - f_{уст}}{f_{уст}} \cdot 100 \% = \frac{523 - 500}{500} \cdot 100 \% = 46 \%$$

и уменьшило время нарастания до величины $t_H^{КС} = 0,1$ с, соответствующей расчётному значению

$$t_H^{КС} \cong 3,1T_{\Sigma} = 3,1 \cdot 0,0325 = 0,1 \text{ с.}$$

Из графика переходной характеристики ССЧСГ при обработке линейно возрастающего напряжения на якоре $\Delta \dot{U}_я t$ (см. рис. 9) видно, что за время 2,5 с составляющая ошибки становится равной нулю. Это свидетельствует о том, что система, настроенная на СО, стала точнее, чем система, настроенная на ОМ.

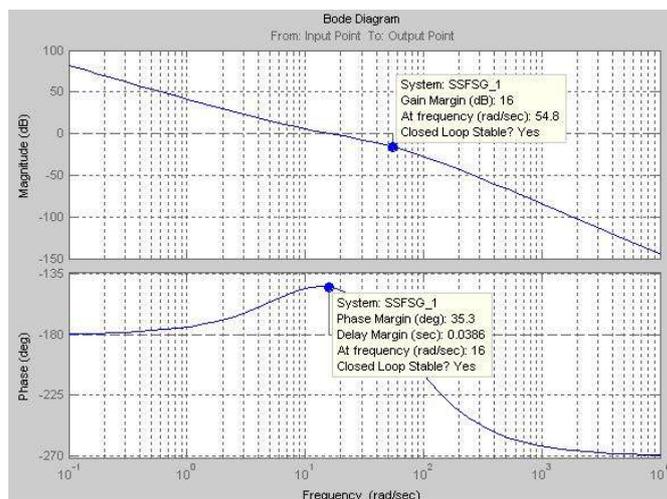


Рис. 10. ЛЧХ ССЧСГ, настроенной на симметричный оптимум

Запасы устойчивости по фазе $\theta_3 = 35,3^\circ$ (Phase Margin) и амплитуде $L_3 = 16$ дБ (Gain Margin), полученные на основе анализа графика ЛЧХ ССЧСГ (см. рис. 10) подтверждают правильность расчёта параметров регулятора частоты.

Список литературы

1. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Павлов С.В. Стандартные настройки и их применение // Актуальные вопросы науки и техники: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. – Самара, 2016. – С. 141–144.
2. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Хрисанов А.А. Настройка замкнутого электропривода на симметричный оптимум // Проблемы и достижения в науке и технике: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. – Омск, 2016. – с. 175–177.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

УДК 629.11

ОБОСНОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ ГРУЗОВ, ПЕРЕВОЗИМЫХ САМОСВАЛАМИ

Дмитриев М.С., Хасанова М.Л., Руднев В.В.

(д.т.н. Дмитриев М.С., к.т.н. Хасанова М.Л., к.т.н. Руднев В.В.)
ЮУрГГПУ, г. Челябинск

Аннотация

В статье рассматривается решение задачи сокращения количества переездов, связанных со взвешиванием грузов, заключающееся в разработке устройства для определения массы груза, монтируемого непосредственно на самосвале. Работа предлагаемого устройства основана на принципе использования гидравлических датчиков в качестве чувствительных элементов. Принцип работы гидродатчиков устройства для взвешивания грузов аналогичен работе силового гидроподъемника.

Представлены зависимости, позволяющие определить основные параметры указанного устройства.

Предлагаемое устройство в сочетании с приспособлением для фиксации массы перевозимого груза может найти широкое практическое применение. Его использование позволит сократить маршрут перевозок и, следовательно, повысить эффективность и безопасность транспортно-технологических процессов.

Ключевые слова

Безопасность транспортно-технологических процессов, взвешивание грузов, самосвал, гидравлические датчики.

Транспортные работы являются одной из важнейших составляющих любого производственного процесса. Грузовыми автомобилями транспортируется большое количество различных материалов. При этом существует необходимость взвешивания грузов, перевозимых автомобилями. С этой целью водителям приходится совершать переезды на стационарные пункты взвешивания, которые зачастую располагаются на значительном расстоянии от места проведения работ. Это обстоятельство оказывает неблагоприятное влияние, приводя к снижению производительности труда, увеличению расхода топлива, повышению износа узлов и деталей машин и т.д. Кроме того, необходимость осуществления дополнительных перевозок отрицательно сказывается на общем уровне безопасности труда водителей, так как увеличение количества операций вызывает повышение утомляемости операторов мобильной техники [1]. Утомление может быть непосредственной причиной дорожно-транспортного происшествия или неблагоприятным условием, затрудняющим действия водителя в аварийных ситуациях [2].

На наш взгляд, оптимальное решение задачи сокращения количества переездов, связанных со взвешиванием грузов, заключается в разработке устройства для определения массы перевозимого груза, которое может быть установлено непосредственно на автомобиле.

Авторами предлагается устройство для взвешивания груза, перевозимого самосвалом [3]. Работа данного устройства основана на принципе использования гидравлических датчиков в качестве чувствительных элементов.

Устройство (рис. 1) состоит из гидравлических датчиков 1 правого лонжерона надрамника, гидравлических датчиков 13 левого лонжерона надрамника, системы маслопроводов высокого давления 2 гидравлических датчиков, маслопровода высокого давления 9 гидроподъемника, протарированного (в весовых единицах) масляного манометра 12, трехходового распределительного крана 10, гидроподъемника самосвала 8, масляного насоса 3 с краном управления 4, масляного бака 7, маслопровода низкого давления 5, сливного маслопровода 6 и клапана двустороннего действия 11.

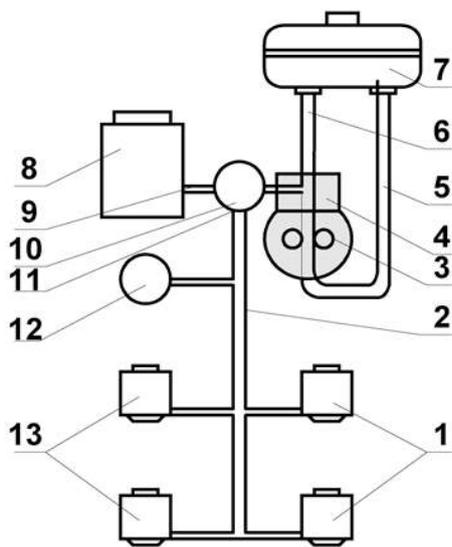


Рис.1. Принципиальная схема устройства для взвешивания грузов:

1 – гидравлические датчики правого лонжерона надрамника, 2 - система маслопроводов высокого давления гидравлических датчиков; 3 - масляный насос; 4 - кран управления; 5 -маслопровод низкого давления; 6 - сливной маслопровод; 7 - масляный бак; 8- гидроподъемник самосвала; 9 - маслопровод высокого давления; 10 - трехходовой распределительный кран; 11 - клапан двустороннего действия; 12 - масляный манометр; 13 - гидравлические датчики левого лонжерона надрамника

Гидравлические датчики левого и правого лонжеронов подрамника подключаются к маслопроводу высокого давления гидроподъемника параллельно через трехходовой распределительный кран и клапан двухстороннего действия. Принцип работы гидродатчиков устройства для взвешивания грузов аналогичен работе силового гидроподъемника.

Перед взвешиванием груза кузов самосвала должен быть приподнят силовым гидроподъемником с целью свободного выхода штоков гидродатчиков на их максимальную высоту. Для этого распределительный кран ставится в положение I (рис. 2). Затем включается коробка отбора мощности, в результате чего масло из бака по маслопроводу низкого давления поступает в насос. Отсюда по трубопроводам высокого давления оно нагнетается в силовой гидроподъемник и гидравлические датчики. При максимальном выходе штоков гидравлических датчиков трехходовой кран устанавливается в положение II. Коробка отбора мощности выключается, масляный насос перестает работать. В случае превышения давления в системе гидродатчиков масло циркулирует через предохранительный клапан высокого давления крана управления.

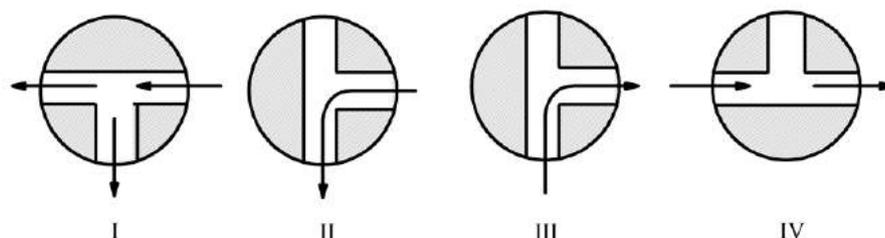


Рис. 2. Положения трехходового крана

Минимальное давление в системе гидродатчиков, соответствующее «нулевой» отметке на шкале масляного манометра, устанавливается автоматически с помощью клапана двустороннего действия (положение III).

После того, как стрелка масляного манометра установится в нулевое положение, распределительный кран переводится в положение IV. В этом случае объем масла, находящийся в системе гидродатчиков, остается постоянным.

Под действием веса кузова масло из силового гидроподъемника через трехходовой распределительный кран, маслопровод высокого давления и сливной маслопровод вытесняется в масляный бак. В крайнем нижнем положении кузов опирается в четырех точках на торцах поднятых штоков гидравлических датчиков.

Давление, указываемое стрелкой масляного манометра, соответствует весу порожнего кузова. После загрузки кузова на шкале манометра аналогично фиксируется давление, соответствующее его весу. Для установки кузова в транспортное положение распределительный кран переводится в положение III. Под действием веса кузова масло вытесняется из гидравлических датчиков и поступает в масляный бак. Перед загрузкой автомобиля трехходовой кран устанавливается в положение IV, и подъем кузова осуществляется в обычном порядке.

Для равномерного распределения веса кузова при его установке на весовом устройстве в конструкцию места соединения кузова с надрамником вносится изменение (рис. 3).

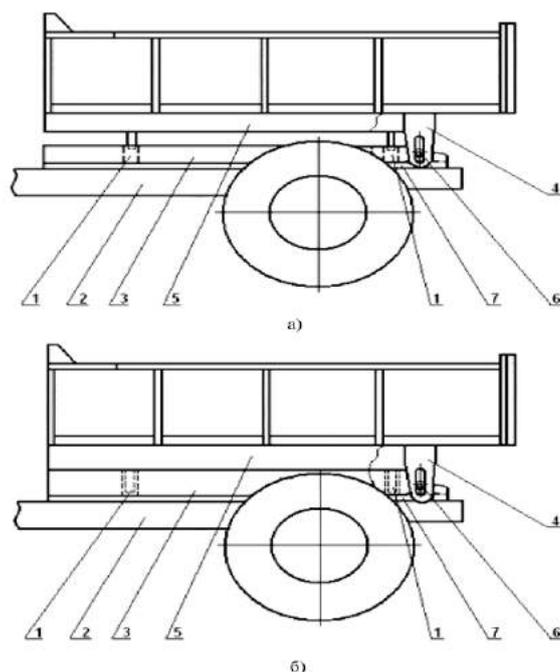


Рис. 3. Схема кузова при взвешивании (а) и в транспортном положении (б):
 1 – гидравлические датчики; 2 – рама автомобиля; 3 – надрамник; 4 – кронштейн; 5 – кузов; 6 – ось опрокидывания кузова; 7 – деревянная прокладка

Отверстие в кронштейне оси опрокидывания выполняется овальным. Вследствие указанного конструктивного изменения при движении автомобиля могут возникать вертикальные перемещения задней части кузова относительно надрамника. Для их устранения ось опрокидывания дополнительно крепится автоматическим замковым устройством.

Эффективная работа предлагаемого устройства будет зависеть от ряда конструктивных параметров. В частности, необходимо определить внутренний диаметр маслопроводов для подвода жидкости к датчикам левого и правого лонжеронов в соответствии с пропускаемым количеством рабочей жидкости, числом Рейнольдса и потерями давления во всех элементах и магистралях.

Рекомендуются следующие скорости (u) движения жидкости: во всасывающих трубопроводах – 1,0 ... 2,0 м/с; в нагнетательных – 3,0 ... 6,0 м/с; в сливных – 2,0 м/с [4]. В данной системе принимается, что трубопровод (маслопровод) нагнетательный, и скорость выбирается из соответствующего диапазона.

Внутренний диаметр маслопроводов (d) определяется из условия:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi u}}, \text{ м} \quad (1)$$

где Q – расход жидкости на данном участке маслопровода, м³/с.

Для рассматриваемой схемы расход во всех линиях будет одинаковым и равен подаче насоса.

Расчётная сила на штоках одного гидродатчика с учётом потери мощности на трение в цилиндре:

$$F = \frac{F_{\text{п}}}{\pi \cdot \eta_{\text{мех}}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{п}}$ – полный вес кузова с грузом, Н;

$\eta_{\text{мех}}=0,95$ – механический коэффициент, учитывающий потери мощности на трение между поршнем и цилиндром.

Указанная сила также определяется из следующего выражения:

$$F = p \cdot A, \quad (3)$$

где p – гидравлическое давление в цилиндре, создаваемое насосом, Па;

A – площадь поршня, м².

Используя формулы (2) и (3), получим зависимость для определения диаметра цилиндра одного гидродатчика:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot p}} = \frac{4F_{\Pi}}{\pi^2 \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot p} \quad (4)$$

Окончательное значение диаметра принимается из стандартного ряда по ГОСТ 6540-68.

Так как устройство для взвешивания грузов монтируется к штатной системе гидроподъемника автомобиля, то необходимо выполнить расчет, позволяющий проверить, обеспечит ли имеющийся насос нужные параметры гидросистемы. Для этого следует определить напор, производимый насосом.

Напором называется полная удельная (отнесенная к единице веса) энергия, создаваемая насосом [5].

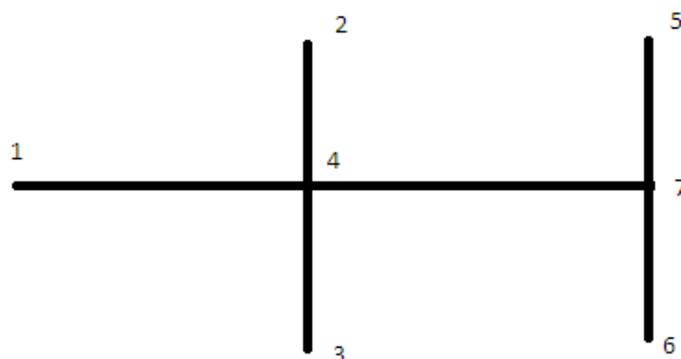


Рис. 4. Расчетная схема гидравлической системы устройства для взвешивания грузов

Напоры для каждой точки расчетной схемы (рис.4) определяются следующим образом:

$$H_1 = H_4 + \sum h_{1-4}; \quad (5)$$

$$H_4 = H_7 + \sum h_{4-7}; \quad (6)$$

$$H_4 = H_2 + \sum h_{2-4} + H_3 + \sum h_{4-3}; \quad (7)$$

$$H_7 = H_6 + \sum h_{1-4} + H_5 + \sum h_{5-7}. \quad (8)$$

Тогда:

$$H_1 = H_2 + \sum h_{2-4} + H_3 + \sum h_{4-3} + H_6 + \sum h_{1-4} + H_5 + \sum h_{5-7} + \sum h_{4-7} + \sum h_{1-4}. \quad (9)$$

Учитывая, что длины маслопроводов $l_{2-4} = l_{4-3} = l_{5-7} = l_{4-7}$, потери напора на участках равны $\sum h_{2-4} = \sum h_{4-3} = \sum h_{5-7} = \sum h_{4-7}$.

Так как давления на гидроцилиндрах датчиков равны $H_2 = H_3 = H_5 = H_7$, то:

$$H_1 = 4(H_2 + \sum h_{2-4}) + \sum h_{1-4} + \sum h_{4-7}. \quad (10)$$

Потери напора ($\sum h$) на участке гидравлической системы определяются по формуле:

$$\sum h = (\xi_{mp} + \sum \xi_M) \cdot u^2 / 2g, \text{ м}; \quad (11)$$

где u – средняя по сечению скорость движения жидкости, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\sum \xi_M$ – сумма коэффициентов гидравлического сопротивления стыковых соединений, соединительных частей, принимаемых по паспорту заводов-изготовителей либо по данным, аналогичным проектируемым системам, приближенные значения ξ можно принимать по приложению СП 40-108-2004 (для каждого из узлов распределения расхода – 4 и 7 на расчетной схеме $\xi_M = 3$);

ξ_{mp} - коэффициент потерь напора на трение:

$$\xi_{mp} = \lambda \cdot l / d \quad (12)$$

Безразмерный коэффициент λ называют коэффициентом Дарси (гидравлического трения). Его можно рассматривать как коэффициент пропорциональности между потерей напора на трение и произведением относительной длины трубопровода на скоростной напор [5].

Коэффициент гидравлического трения рассчитывают по формулам таблицы 1 в зависимости от значения числа Рейнольдса.

Число Рейнольдса вычисляется по формуле:

$$Re = \frac{ud}{\nu}, \quad (13)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с.

Таблица 1

Порядок расчета коэффициента гидравлического трения

Режим движения		Число Рейнольдса	Определение λ
Ламинарный		$Re < 2320$	$\lambda = 64 / Re$
Переходный		$2320 \leq Re < 4000$	Проектирование трубопроводов не рекомендуется
Турбулентный	1-я область	$4000 \leq Re < 10^5$	$\lambda = 0,316 \cdot Re^{0,25}$
	2-я область	$10^5 \leq Re < 9,2 \cdot 10^5$	$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$
	3-я область	$9,2 \cdot 10^5 \leq Re$	$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}$

Таким образом, полученные зависимости позволяют определить необходимый напор, сравнить его с напором стандартного насоса, установленного в системе, и сделать выводы о необходимости переоборудования.

Предлагаемое устройство в сочетании с приспособлением для фиксации массы перевозимого груза (счетчиком) может найти широкое практическое применение. Его использование позволит сократить маршрут перевозок и, следовательно, повысить эффективность и безопасность транспортно-технологических процессов.

Список литературы

1. Горшков, Ю.Г. Исследование влияния условий труда на утомляемость операторов мобильных колесных машин сельскохозяйственного назначения [Текст] / Ю.Г. Горшков, М.С. Дмитриев, Д. В. Потемкина и др. // «Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии»: Сб. материалов III Всероссийской науч.- практ. конф. – Челябинск : ЮУрГУ, 2006. – С. 255–259.
2. Горшков, Ю.Г. Определение уровня безопасности операторов мобильных средств сельскохозяйственного назначения [Текст] / Ю.Г. Горшков, А.В. Богданов, М.С. Дмитриев и др. // Безопасность жизнедеятельности. – М., 2006 - №5. – С. 2–6.
3. Горшков, Ю.Г. Устройство для взвешивания грузов, перевозимых самосвалами [Текст] / Ю.Г. Горшков, М.С. Дмитриев, Д.В. Потемкина // Материалы XLVI международной науч. – тех. конф. «Достижения науки - агропромышленному производству». – Челябинск, 2007. – Ч. 3. – С. 136 -139.
4. Кукис, В.С. Гидравлические и пневматические системы автомобильной техники [Текст] / В.С. Кукис, М.Л. Хасанова, В.В. Руднев. – Челябинск: Изд-во Челяб. Гос. Пед. Ун-та, 2011. – 191 с.
5. Лапшев, Н.Н. Гидравлика. Учебник для ВУЗов / Н.Н. Лапшев. – М.: Академия, 2007. - 269 с.

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР

Шолина И.С., Черников В.С.

СПбГЭТУ "ЛЭТИ", г. Санкт-Петербург

Проведение экспериментов современной научно-технической области становится все более затратным вследствие громадной разницы между наноразмерными объектами и объектами макромира. Очень часто, когда постановка прямого эксперимента затруднительна или невозможна (отсутствие соответствующего оборудования, финансирования, квалифицированного персонала), незаменимым методом исследования является компьютерное моделирование, которое даёт возможность понять степень значимости тех или иных факторов и особенности поведения исследуемой системы. Поскольку моделирование основывается на базовых физических законах, то это позволяет обнаружить новые особенности поведения модельной системы – в этом отношении моделирование схоже с реальным экспериментом [1-3].

Компьютерное моделирование является важным компонентом при оптимизации различных наноструктур и наноматериалов под заданное приложение – рассчитывая параметры и характеристики исследуемых объектов без необходимости их поэтапного реального синтеза, а ограничиваясь экспериментальной проверкой полученных моделированием выводов и рекомендаций. Моделируя физические, химические, составные и другие реальные процессы, можно добиться необходимых характеристик системы, но при этом получить новые соединения, структуры и свойства [4,5].

Компьютерное моделирование процессов синтеза наноразмерных частиц и наноразмерных пленок достаточно широко используется для попыток понимания сущности нерегулярных процессов зарождения и роста наноструктур, особенно на начальном этапе их зарождения [6,7]. При этом результат состоит не только в более подробном исследовании прежде изученных процессов и структур (случайные блуждания, линейные молекулы полимеров, металлические кластеры, различные покрытия), но обеспечивает и более глубокое проникновение в явления, которые было бы невозможно понять с использованием традиционных методов. Применение поэтапного моделирования образования наноразмерных структур позволяет осуществлять компьютерное моделирование процессов синтеза наноразмерных структур, образующихся в ходе химических взаимодействий, с учетом входных управляемых факторов технологических процессов и особенностей строения молекул исходных компонентов [8-10].

Компьютерные эксперименты позволяют эффективно изучать различные структуры, отделяя те, которые имеют очевидные дефекты и недостатки. Даже скудная информация и модель слабой предсказательной силы может помочь в проектировании наносистем. Известного подхода экспериментальных проб и ошибок нередко вполне достаточно для разработки надежных устройств, если проводимые пробы проходят достаточно быстро и стоят сравнительно дешево. Поэтому моделирование даже с ограниченными средствами обеспечивает рациональную конструкцию, которая включает накопленную экспериментальную информацию и позволяет конструировать реальные и работоспособные системы [11,12].

Модифицируя имитационным моделированием конструкцию и оптимизируя структуру, можно синтезировать нанообъект с приемлемыми характеристиками, что пока невозможно путем проведения физических экспериментов из-за высокой стоимости необходимого лабораторного оборудования и

медленного протекания экспериментальных процессов. Компьютерное моделирование может многократно "сжимать" время физического эксперимента. Поэтому моделирование и компьютерные расчеты принято называть вычислительным экспериментом, так как исследователь, выполняющий такие расчеты, непосредственно контролирует силы взаимодействия, которые могут влиять на структуру, свойства и динамику наносистем, и может систематически изучать любые прямые и обратные воздействия. Точность таких вычислительных экспериментов будет зависеть от исследуемых численными методами математических моделей и используемых алгоритмов моделирования. Если точность вычислительной схемы гарантируется, то ее можно использовать для исследования различных нелинейных взаимодействий, результаты которого могут быть совершенно неожиданными и непредсказуемыми. Численное моделирование и компьютерные модели помогут развивать теоретические основы нанотехнологии [13,14].

Многие объекты, встречающиеся в природе, имеют форму, которая не описывается обычными геометрическими объектами [15]. Основное свойство таких объектов – самоподобие, т.е. похожесть объекта на самого себя при рассмотрении его на разных масштабах. Такие объекты называются фракталами. Компьютерные модели, использующие определенные алгоритмы для описания движения и слипания твердых частиц и кластеров в процессе роста фрактального кластера, позволяют сконструировать фрактальный кластер и проанализировать как его свойства, так и характер роста. Исследования фрактальных кластеров, проведенные с помощью компьютерных методов, составляют основу представлений об этих объектах.

Первая реализация модели по принципу ограниченной диффузией агрегации (ОДА) сочеталась со следующими модельными допущениями: в качестве затравки использовалось неравномерное локальное распределение электрического поля над поверхностью подложки или нерегулярность поверхности подложки, сопоставимая с дефектом или дислокационным выходом. Моделировался рост пленки при фиксированном положении затравки и при возможности ее миграции по поверхности подложки, а также при поступлении атомов из одного источника или нескольких и разных алгоритмах их взаимодействия. Принцип модели состоит в том, что затравочное зерно агрегата находится в определенном объеме, а другие частицы последовательно помещаются в этот же объем, после чего совершают случайное перемещение.

Исходная задача была усложнена: до определенного момента рассматривалось броуновское движение, а далее моделировалось движение частицы, как движение в информационном поле воздействия затравки, причем по мере продвижения частицы к затравке характер воздействия менялся: чем меньше расстояние от фиксированной затравки до блуждающей частицы, тем более весомую составляющую по направлению к затравке приобретал вектор смещения.

Был смоделирован процесс поликонденсации продуктов гидролиза тетраэтоксисилана. Реализованная модель достаточно адекватно описывает процесс образования наночастиц в реальной химической реакции. Разработанное программное обеспечение позволяет визуально наблюдать за динамикой роста кластера. По результатам вычислительного эксперимента определена зависимость среднего числа молекул кластера, при которых образуется замкнутая структура, от параметров системы: угла отклонения, возникающего при стыковке молекул и коэффициента, определяющего степень линейности роста кластера.

Список литературы

1. Жабрев В.А., Калинин В.Т., Марголин В.И., Николаев А.И., Тупик В.А. Физико-химические процессы синтеза наноразмерных объектов. СПб.: Изд-во "Элмор", 2012. 328 с.
2. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А., Аммон Л.Ю. Методы синтеза наноразмерных структур. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. 287 с.
3. В.И. Грачев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин, В.А. Тупик Основы синтеза наноразмерных частиц и пленок.- Ижевск, Изд-во "Удмуртия", 2014. 480 с.
4. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы Нанотехнологии: Учебник, М.: Изд-во "Бином. Лаборатория знаний", 2014.- 397 с. гриф УМО
5. Марголин В.И., Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию: Учебник, - СПб.: Издательство "Лань", 2012.- 464 с. гриф УМО
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015610052 Компьютерное моделирование процесса роста тонких пленок в потенциальном поле (Рост тонких пленок), Марголин В.И., Чу Чонг Шы, дата гос. регистрации 12.01.2015 по заявке № 2014661296 от 05.11.2014.

7. Грачёв В.И., Марголин В.И., Тупик В.А. Роль физических эффектов при переходе к наноразмерным структурам // Norwegian Journal of development of the International Science No 6/2017.- С. 91-95.
8. Аммон Л.Ю. Моделирование фрактальных структур органо-неорганических гибридов // Материалы международного конкурса научных работ молодых ученых в области нанотехнологий. Международный форум по нанотехнологиям, Москва, 3-5 дек. 2008. – 2008 г. – С. 516 - 518.
9. Аммон Л.Ю., Марголин В.И. Моделирование роста наноразмерных пленок в вакуумных технологиях // Вакуумная техника и технология. – 2009, т.19, № 3. – С. 159 - 164.
10. Аммон Л.Ю. Компьютерное моделирование процесса образования наночастиц при золь-гель синтезе // Нанотехника. – 2011 г., №2. – С. 93 - 96.
11. Аммон Л.Ю., Марголин В.И., Жабрев В.А. Моделирование процесса синтеза фрактальных наноразмерных пленок для фрактальных антенн и устройств нанорадиоэлектроники // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". – 2009 г., №6. – С. 3 - 10.
12. Аммон Л.Ю., Жабрев В.А. Компьютерное моделирование процесса зарождения наноразмерных частиц при золь-гель синтезе // Известия СПбГЭТИ(ТУ). – 2012 г., №16(42) – С. 78 - 80.
13. Аммон Л.Ю., Жабрев В.А., Марголин В.И., Чуппина С.В. Факторы, определяющие состав и строение наночастицы // Нанотехнологии. Экология. Производство. – 2010 г., №1(3) – С. 110 - 121.
14. Марголин В.И., Шишов С.Е. Перспективы и проблемы нанотехнологий // О национальной доктрине развития в Российской Федерации нанотехнологий. Аналитический сборник.- М.: 2006.- Издание Совета Федерации.- С. - 54 – 63
15. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. - 656 с.

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАБОТЕ В МУЛЬТИСЕРВИСНОМ РЕЖИМЕ

Громов А.Н., Фадеев К.С., Шахов В.Г.

Омский государственный университет путей сообщения

В настоящее время в работе информационных систем, включая локальные и корпоративные компьютерные сети и Интернет, все большее значение приобретает *мультисервисный режим*, который включает в себя передачу обычной текстовой информации, графическую информацию (статический и динамический режим), аудиосвязь и их комбинации. В частности, трансляция видеофильмов или связь по скайпу, а также видеоконференции предполагают одновременную передачу изображения и речи, передача по факсу документов может сопровождаться речевое взаимодействие. Понятно, что вид информации оказывает заметное влияние на объем передаваемого трафика, так же, как работа в реальном времени.

Независимо от вида информации, она передается пакетами - специально организуемыми блоками цифровых данных, формируемых по определенным стандартам.

Наиболее популярной моделью анализа и проектирования топологии компьютерных сетей является трехуровневая иерархическая модель [1]. Ее упрощенная схема приведена на рис. 1.

Как видно из рисунка, компьютерная сеть разбивается на три иерархических уровня:

- уровень ядра (core layer) сети отвечает за высокоскоростную передачу сетевого трафика;
- уровень распределения (distribution layer) отвечает за суммирование маршрутов и агрегацию трафика;
- уровень доступа (access layer) отвечает за формирование сетевого трафика, выполняет контроль точек входа в сети.

Основной задачей маршрутизаторов уровня ядра является высокоскоростная коммутация пакетов. Для выполнения этой задачи вводится запрет на реализацию сетевых правил на устройствах этого уровня.

Под агрегацией сетевого трафика поднимется объединение большого числа низкоскоростных каналов в небольшое число широкополосных, связывающих маршрутизаторы уровня ядра и уровня доступа. На уровне доступа решаются следующие задачи:

- формирование сетевого трафика;
- контроль доступа к сети;
- выполнение других функций пограничных устройств.

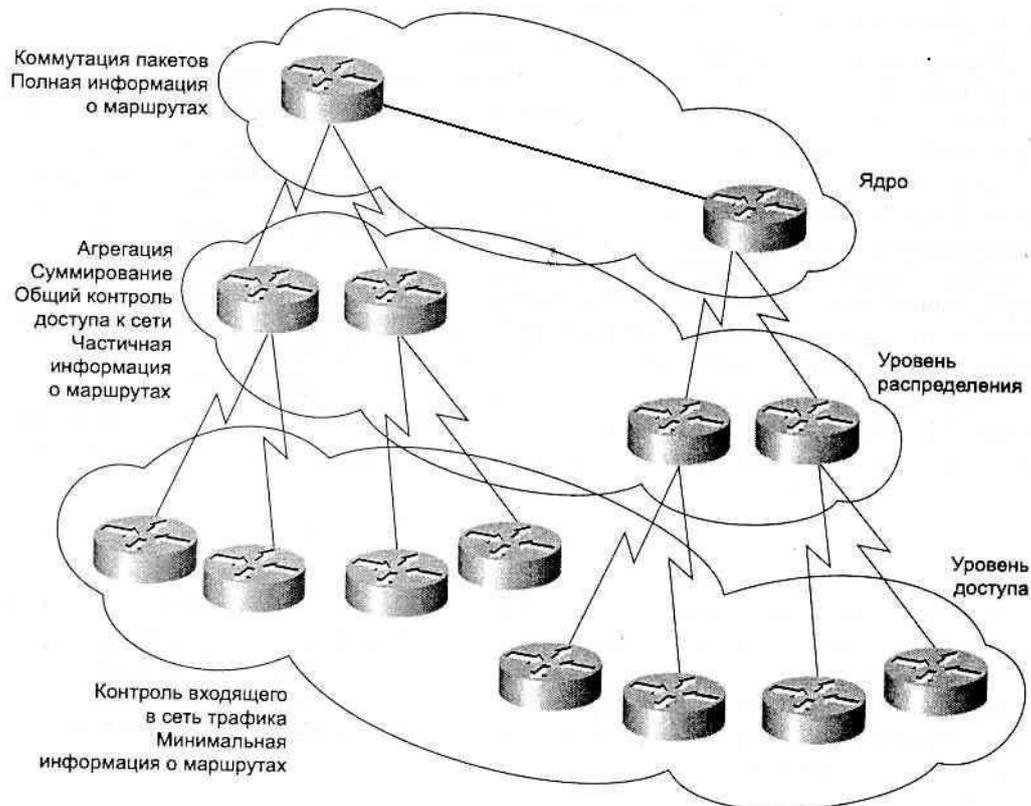


Рисунок 1 – Трехуровневая модель проектирования информационных сетей

Такой подход удобен при изучении работы сетевых устройств. Их рассмотрение начинается с относительно простой модели, когда маршрутизатор выполняет только функцию маршрутизации пакетов.

Существуют различные типы сетевых устройств, каждое из которых может быть настроено различным образом. В виду этого, во многих случаях, рассматриваемую модель можно представить в упрощенном виде. Например, уровень фильтрации трафика часто не используется. В таком случае соответствующий блок можно убрать, соединив его вход и выход.

Для решения этой проблемы предлагается трехуровневая модель протоколов маршрутизации, которая позволяет разбить эти протоколы на три части, для каждой из которых относительно просто определить вычислительные затраты [2]. Аналогично предыдущей модели, ее применение не ограничивается оценкой эффективности маршрутизации. Ее схема приведена на рис. 2. На нижнем уровне возможны и другие алгоритмы оптимизации потоков, о чем пойдет речь ниже.

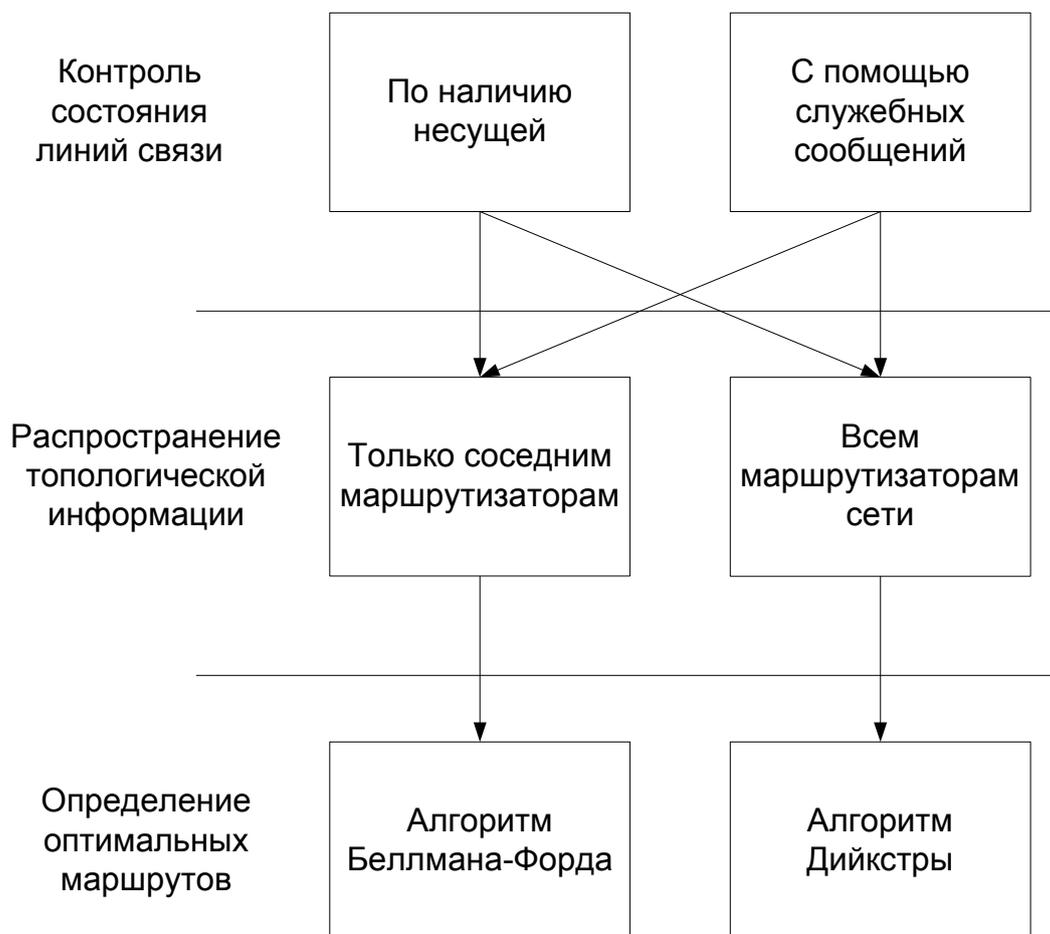


Рисунок 2 – Обобщенная модель протоколов маршрутизации

Работу протоколов маршрутизации можно условно разбить на три части:

- *Контроль состояния линий связи;*
- *Распространение маршрутной информации;*
- *Нахождение оптимальных маршрутов.*

Для описания работы протоколов маршрутизации используется теория графов [3], являющаяся основой топологического анализа. В терминах теории графов сетевые устройства являются вершинами графа, а линии связи (или информационные потоки) - ребрами. Вес ребра определяет стоимость линии связи (или метрику, в зависимости от того, в терминах какого протокола маршрутизации анализируется сеть). В любом случае желательно провести сравнительную количественную оценку вариантов маршрутизации пакетов, в соответствии с которой определяются качество работы информационных систем.

Главное в количественных оценках – выбор *целевой функции*, т.е. желательного результата. От выбора функции зависят и методика решения, и результаты, и способы реализации.

Существует несколько критериев оценивания качества транспортировки информации. Простейший – минимум времени задержки. Он и наиболее очевиден для любых систем связи. С математической позиции задача формулируется так. Есть набор пакетов информации. В простейшем виде пакеты имеют одинаковые приоритеты. Необходимо обеспечить своевременную доставку пакетов адресату с учетом многообразия возможных маршрутов и по критерию минимума времени передачи:

$$C_{\text{опт}} = \min_{\forall I, J} \sum_{\forall I, J} C_{IJ} \quad (1)$$

где символ \forall означает «для любого I, J»; C_{IJ} – вес данного маршрута (время транспортировки). Функции маршрутизации возлагаются на операторов сети, которые в принципе не обладают необходимыми знаниями в этой области.

Классическая формулировка предполагает простейшие варианты коммутации пакетов, из которых наиболее популярны виртуальный и дейтаграммный подходы. Они к настоящему времени не являются оптимальными и требуют совершенствования по критерию (1).

Второй критерий оптимизации – обеспечение максимальной прибыли владельцам сети. Существуют стандартные протоколы взаимодействия в сетях, описываемые, например, в протоколах IP – сеансов. Тогда в качестве весов дуг используются стоимости пересылки данных, а критерий оптимизации приобретает противоположную форму:

$$C_{\text{опт}} = \max_{\Pi} \sum_{I,J} C_{\Pi} |V_{I,J}, \quad (2)$$

где C_{Π} - цена трафика.

С позиций провайдеров и сетевых операторов вторая оценка более значима.

Задачи типов (1) и (2) должны решаться с учетом ряда ограничений. Одно из них – приоритеты клиентов. Согласно протоколам взаимодействия, любой клиент может иметь приоритеты обслуживания. С математической точки зрения, учет приоритетов намного усложняет правила решения и приводит варианты к задачам нечеткой логики [4].

Второе усложнение – учет времени. Сформулированные выше задачи должны в качестве переменных рассматривать функции времени. Это, в свою очередь, тянет за собой проблемы выяснения и доказательства стационарности, эргодичности, однородности и т.д. [5].

Упомянутые вопросы сопрягаются с описанием объектов информационного сопровождения технологических объектов. В качестве примера можно привести информационное сопровождение железнодорожных перевозок на примере одного из управлений дороги, приведенное на рис.3.

Показана типичная структура информационной системы обеспечения технологического процесса. Она может быть описана количественными характеристиками по любому из вышеприведенных вариантов (время задержки, стоимость транспортировки, потери информации). В любом случае производится количественная оценка объекта информационного сопровождения.

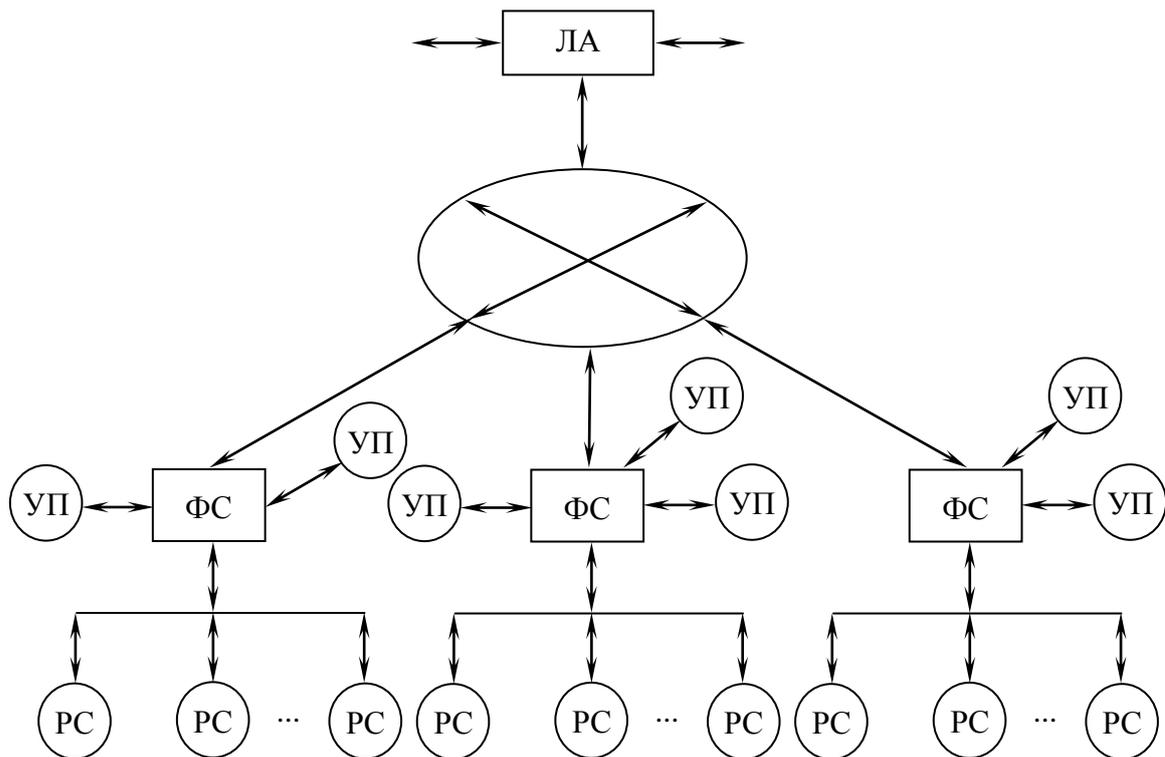


Рисунок 3 – Структура информационной системы

ЛА – линейная аппаратура; РС – рабочие станции; М – маршрутизатор; ФС – файловые серверы; УП – удаленные пользователи

Второй пример – топология структурированной сети высокого уровня, изображенной в виде направленного графа, изображенного на рис.4. Здесь вершина 4 – каналобразующее оборудование высокоскоростной магистрали, вершины 2 и 3 - основной и дублирующий серверы, 1 – главный сервер сети с дублирующей памятью, 9 и 19 – узлы транспортной сети; 5,...,8 - узлы сетей нижнего уровня.

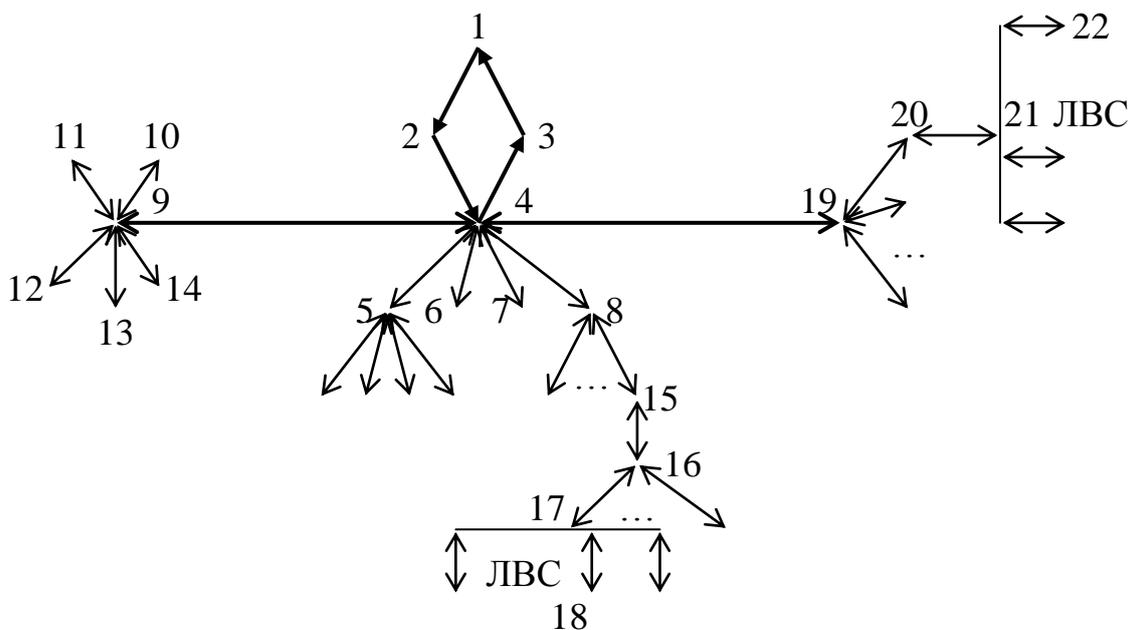


Рисунок 4 - Топологический граф информационной сети

Каждая из дуг приведенного графа может иметь количественные оценки, после чего можно вычислять эффективные траектории транспортировки информации.

Приведем типичную конфигурацию корпоративной сети и ее анализ. Типичная структура вычислительной сети уровня отделения дороги включает в себя большое количество вычислительной техники. Локальная вычислительная сеть имеет следующие характеристики:

а) 300 – 500 персональных электронных вычислительных машин (ПЭВМ), соединенных между собой с помощью сетевых технологий Ethernet, Fast Ethernet;

б) в качестве основного протокола используется стек протоколов TCP/IP;

в) сеть использует фиксированные адреса протокола IP, назначаемые вышестоящими организациями и отличающиеся последним сегментом адреса (как правило, это адрес шаблона `**.*.*.*.001 - *.*.*.*.256`). Представленная отделению сетка адресов позволяет реализовать технологию VPN (виртуальных адресов), повышающую секретность обменов, и обеспечить равномерную загрузку сетевого оборудования;

г) сеть построена на концентраторах и коммутаторах, для выхода в интрасеть используется маршрутизатор;

д) в сети имеются следующие серверы:

- сервер предприятия IVCSERVER;
- сервер электронной почты;
- серверы рабочих групп.

Объединение ЛВС предприятий необходимо, потому что они активно обмениваются информацией, а также для функционирования электронной почты. Единая сеть позволяет снизить расходы на эксплуатацию и обслуживание ЛВС.

Конфигурация физических связей отделенческой сети (физическая топология) определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от конфигурации логических связей между узлами сети (логической конфигурации). Логические связи представляют собой маршруты передачи данных между узлами сети и образуются путем соответствующей настройки коммуникационного оборудования.

Выбор топологии электрических связей существенно влияет на многие характеристики сети. Например, наличие резервных линий связи повышает надежность сети и делает возможным балансирование загрузки отдельных линий (каналов) связи. Присущая некоторым физическим топологиям простота присоединения новых узлов делает сеть легко расширяемой (масштабируемой). Экономические соображения часто приводят к выбору топологий, для которых характерна минимальная суммарная длина линий связи.

Подобно физическим, основными логическими топологиями ЛВС являются “кольцо”, “шина”, “звезда” и “дерево”. Самой простой для управления является логическая топология “дерево”, то есть иерархическая структура.

Практически во всех современных технологиях локальных сетей определено устройство, которое имеет несколько равноправных названий - концентратор (hub), повторитель (repeater). В зависимости от области применения этого устройства в значительной степени изменяется состав его функций и конструктивное исполнение. Неизменной остается только основная функция - это повторение кадра либо на всех портах (как определено в стандарте Ethernet), либо только на некоторых портах, в соответствии с алгоритмом, определенным соответствующим стандартом.

Процесс контроля работы сети обычно делят на два этапа – мониторинг и анализ. На этапе мониторинга выполняется более простая процедура – процедура сбора первичных данных о работе сети: статистики о количестве циркулирующих в сети кадров и пакетов различных протоколов, состоянии портов концентраторов, коммутаторов и маршрутизаторов и т. п.

Далее выполняется этап анализа, под которым понимается более сложный и интеллектуальный процесс осмысления собранной на этапе мониторинга информации, сопоставления ее с данными, полученными ранее, и выработки предположений о возможных причинах замедленной или ненадежной работы сети.

Задачи мониторинга решаются программными и аппаратными измерителями, тестерами, сетевыми анализаторами, встроенными средствами мониторинга коммуникационных устройств, а также агентами систем управления. Задача анализа требует более активного участия человека и использования таких сложных средств, как экспертные системы, аккумулирующие практический опыт многих сетевых специалистов.

На графах составляются маршруты взаимодействия, из которых выбираются оптимальные в соответствии с одним из алгоритмов оптимизации потоков.

Наиболее эффективным, вероятно, является создание библиотеки типовых сетевых конфигураций, по которым уже проведена оптимизация, а разработчики выбирают из нее наиболее подходящий вариант, подставляя в качестве входных данных количество клиентов, веса дуг, критерий оптимизации и некоторое количество дополнительных данных.

В принципе, конфигурацию сети в таком моделирующем пакете можно задавать и самому пользователю. Для этого в качестве полнодоступного задается полнодоступный граф, а для приведения к реальному графу веса отсутствующих дуг задаются крайними значениями (для задач типа (1) это бесконечность, а типа (2) – ноль). Такие программы составляются сравнительно просто.

Топологические алгоритмы полезны на этапе модернизации информационных сетей. Для этого введем понятие *длины маршрута* L :

$$L = \sum_{I=1}^S W_{IJ}, \quad (3)$$

где W_{IJ} – вес дуги IJ , S – длина маршрута (количество входящих в него дуг).

Если существуют альтернативные маршруты, для дальнейшего анализа оставляют кратчайший, т.е. с наименьшей длиной. После определения длин всех маршрутов (их должно быть столько, чтобы охватить всех конечных пользователей) ищется маршрут с наибольшей длиной. Он и является критическим. После этого приступают ко второму этапу – модернизации сети. Для этого возможны следующие варианты:

1. Попытки изменения весов дуг. Это можно пытаться решать несколькими способами: варьированием тарифной политики, изменением коммутационных матриц, введением буферной памяти для откладывания сообщений с меньшим приоритетом.

2. Модернизация сети введением дополнительных дуг (т.е. практически добавлением дополнительных линий связи или расширением полосы частот).

Возможны и другие варианты, например, разнесение клиентов во времени (в частности, той же тарифной политикой), аренда каналов связи у сторонних организаций.

После модернизации можно повторно проводить анализ.

Аналогично можно отыскивать и *критические узлы*. Для этого введем понятие *веса узла* как суммы весов дуг, к нему примыкающих:

$$P = \sum_{I=1}^Q W_{IJ}. \quad (4)$$

Здесь Q – количество вершин, примыкающих к данному узлу.

Критическим называется узел с наибольшим весом. Алгоритм модернизации сети похож на алгоритм по маршрутам. Вычисляются веса всех вершин графа, после чего ищется критический узел и разрабатываются мероприятия по снижению его веса, после чего процедура повторяется.

Авторами разработаны алгоритмы, основанные на методах Дейкстры и Беллмана и внедренные на компьютерных сетях Западно-Сибирской железной дороги филиала ОАО РЖД.

Список литературы

1. *Кульгин М.* Технология корпоративных сетей. Энциклопедия. – С-Петербург: Питер, 1999. – 704 с.
2. *Альтман Е.А. и др.* Вопросы эффективной коммутации пакетов на уровне протоколов маршрутизации / Е.А. Альтман, Д.В. Головин, Ким Ен Нам // Матер. междунар. научн.-техн. конф – Жилина (Словакия), 2004.
3. *Романцев Ю.В. и др.* Защита информации в компьютерных системах и сетях / Ю.В. Романцев, П.А. Тимофеев, В.Ф. Шаньгин. – М.: Радио и связь, 2001. – 378 с.
4. *Карлов Н.В., Кириченко Н.А.* Колебания, волны, структуры. – М.: Физматлит, 2003. – 496 с.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД

Январь 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2018г.

Февраль 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2018г.

Март 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2018г.

Апрель 2018г.

V Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2018г.

Май 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2018г.

Июнь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2018г.

Июль 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г. **Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2018г.

Август 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г. **Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2018г.

Сентябрь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г. **Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2018г.

Октябрь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г. **Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2018г.

Ноябрь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**», г. **Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2018г.

Декабрь 2018г.

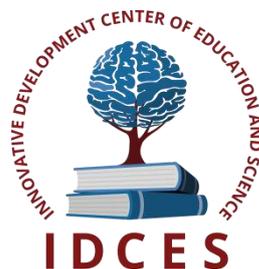
V Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**», г. **Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2019г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

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



**Новые технологии и проблемы
технических наук**

Выпуск V

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 ноября 2018 г.)**

г. Красноярск

2018 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.11.2018.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 4,9.
Тираж 250 экз. Заказ № 113.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.