

7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 1(94)

Январь 2022

Часть 1

Москва
2022

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звезда Марина Юрьевна, д-р физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мажидов Кахрамон Халимович, д-р наук, проф;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович, д-р техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 1(94). Часть 1.

М., Изд. «МЦНО», 2022. – 112 с. – Электрон. версия печ. публ. –

<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/194>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2022.94.1-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2022 г.

Содержание

Авиационная и ракетно-космическая техника	5
ПУТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШТУРМАНСКОЙ СЛУЖБЫ АВИАЦИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ Шевелёв Антон Анатольевич	5
Документальная информация	10
МОДУЛЬНО-КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В СОВРЕМЕННОМ ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ Нарбеков Нодир Нарматович	10
ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ Шарифбаева Халида Ядкарвна Абдурашидов Искандарбек Журъат угли Алимарданов Равшанжон Алимардан угли	13
Информатика, вычислительная техника и управление	16
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ УЗБЕКИСТАНА Атаева Гульсина Исроиловна Хамроева Холида Юлдашевна	16
ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ О НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКАЗОВ ПО КРИТЕРИЮ ПИРСОНА (КРИТЕРИЮ X ²) СРЕДСТВАМИ EXCEL Ковальчук Владимир Васильевич Бурзун Марина Сергеевна	19
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЕМ Микляев Евгений Михайлович Мкртычев Сергей Вазгенович	24
Машиностроение и машиноведение	29
МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЙКИ ВАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СВАРКИ Дадаханов Нурилла Каримович Каримов Рустамжон Ибрагимович	29
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН Иргашев Амиркул Ерлаков Шерали Жуманазарович Курбонов Шахзод Равшан угли	34
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗНАШИВАНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна	38
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ ISUZU В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ Хамроев Рамзжон Комилжон угли Самидинов Юсуф Ганишер угли Гафуров Диер Рустам Угли	43
Металлургия и материаловедение	46
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ МЕДИ ИЗ ОКИСЛЕННЫХ РУД АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГК» АГИТАЦИОННЫМ СЕРНОКИСЛОТНЫМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ Холикулов Дониёр Бахтиёрович Ниязметов Бахтиёр Ергашович Бекбутаев Алибек Нургалиевич Гайратов Бобур Гайратович	46
Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы	52
АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ОПТОЭЛЕКТРОННЫМИ ДАТЧИКАМИ Матбабаев Махмуд Мирзаевич Умаралиев Нурмамат	52

Процессы и машины агроинженерных систем	55
НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА ВОДЫ ПО БОРОЗДЕ С НЕСТАЦИОНАРНЫМ ДНОМ	55
Махмудов Илхомжон Эрназарович Мамутов Равшан Аминаддинович Эрназаров Азизбек Илхомжон угли Мусаев Шароф Мамаражабович	
Радиотехника и связь	60
АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭТАЛОННЫХ СИГНАТУР ДЛЯ СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ	60
Балтаев Жўшқин Болтабаевич Содиқов Шахзод Шавкат ўғли	
ИССЛЕДОВАННЫЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ СРЕДСТВ МНОГОКАНАЛЬНОГО СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА	66
Балтаев Жўшқин Болтабаевич Яронова Наталья Валерьевна Рахимова Хуржон Отахон қизи	
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	73
Кадиллов Артем Викторович	
Строительство и архитектура	78
МЕЖДУСЛОЕВЫЕ СДВИГИ ДВУХСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ БЕТОНОСТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ПЛИТ	78
Дусматов Абдурахим Дусматович Ахмедов Ахмедов Урмонжонович Маткаримов Шухрат Адхамович Мамажонов Ботиржон Алижон ўғли	
ОБ ИЗОЛИНИИ ВЫСОТ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ ГОРНЫХ УЧАСТКОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	83
Мирмахмудов Эркин Рахимжанович Олтибоев Жасур Махмуд угли Каримова Минзифа Зинуровна	
АНАЛИЗ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИХРАМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ЦЕРКВИ СВЯТОГО ГЕОРГИЯ В Г. ДАВИД – ГОРОДКЕ	87
Нилова Ольга Викторовна Блох Валентина Геннадьевна	
Транспорт	92
ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ДОРОГ С ОБЛЕГЧЁННЫМ ТИПОМ ПОКРЫТИЯ	92
Едгоров Жамолиддин Намазович Алимарданов Равшанжон Алимардан угли	
ИЗМЕНЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РЕМОНТЕ И ОБСЛУЖИВАНИИ АТС В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ДОРОГАХ С РАЗЛИЧНОЙ РОВНОСТЬЮ	95
Едгоров Жамолиддин Намазович Алимарданов Равшанжон Алимардан угли	
О БЛИЗОСТИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА ОТТО К ИДЕАЛЬНОМУ	98
Кодиров Нодир	
МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ	103
Тўхтаров Нодир Нормуродович Жураева Гулчехра Шодиевна	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ УПРОЧНЯЕМОГО БАНДАЖА	106
Файзибаев Шерзод Сабирович Соболева Ирина Юрьевна Нигай Родион Павлович Мамаев Шерали Иброхимович Абдирахманов Жамшид Абдигапбар угли	

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.12938

ПУТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ШТУРМАНСКОЙ СЛУЖБЫ АВИАЦИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ*Шевелёв Антон Анатольевич*

*начальник кафедры Управление воздушным движением и воздушной навигации,
Высшее военное авиационное училище Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: antoha-77@list.ru*

WAYS TO AUTOMATE THE ACTIVITIES
OF THE NAVIGATOR AVIATION CONNECTION SERVICES*Anton Shevelyov*

*Head of the department Air traffic control and air navigation,
the Higher Military Aviation School of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Karshi*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы автоматизации деятельности штурманской службы, связанной с планированием полетного задания для экипажей воздушных судов (групп тактического назначения), путем использования наземного автоматизированного комплекса подготовки полетного задания, позволяющего значительно повысить оперативность и достоверность выполняемых расчетов.

ABSTRACT

The article raises up the issues of automation of navigator's services, associated with the execution of calculations by the means of using a ground-based automated flight task preparation complex, which can significantly increase the efficiency and the accuracy of the calculations executed.

Ключевые слова: штурманские расчеты, средства автоматизации, геоинформационная система, комплекс планирования полетного задания.

Keywords: navigation calculations, automation tools, geoinformation system, flight task planning complex.

Введение

Исторически сложилось так, что работа штурманской службы как на земле, так и в воздухе всегда была связана с выполнением многочисленных и различных по своему характеру расчетов, объем, точность и сложность которых с годами непрерывно возрастает.

Штурманские расчеты имеют целью получить такие результаты, которые использовались бы непосредственно для поиска способа наилучшего выполнения всех элементов задания (взлет, построение и выдерживание боевого порядка, маневрирование, выбор маршрута, преодоление противовоздушной обороны противника, выход на цель и маневр в ее районе, выбор средств поражения, способ наиболее точного бомбометания и пуска ракет, десантирования и т.д.) [4].

В расчетах с использованием современных математических методов для нахождения оптимального решения среди многих возможных вариантов конечный результат по выбранному критерию выступает

как наилучший (минимальное время выполнения маневра, максимальная вероятность преодоления противовоздушной обороны (ПВО) противника, наибольшая эффективность поражения цели и т.д.) [3].

Именно такие расчеты во всех областях человеческой деятельности, базирующиеся на использовании электронно-вычислительных машин и появившихся многих новых математических методов представляют огромный интерес и для штурманской службы.

Внедрение наземного автоматизированного комплекса планирования полетного задания (НАК ППЗ) в деятельность штурманской службы позволит повысить оперативность и достоверность выполняемых расчетов по планированию выполнения полетного задания, как одиночными экипажами воздушных судов (ВС), так и группами тактического назначения (ГТН). Кроме того, взаимосвязь НАК ППЗ с комплексом тренажером (КТ) обеспечит качественную подготовку летного состава к предстоящему полету.

Основная часть

Возможности современных электронных вычислительных машин (ЭВМ) по производительности и объему памяти, наличие геоинформационных систем (ГИС) различного назначения и различных программных средств позволяют в значительной степени сократить время, затрачиваемое штурманской службой на выполнение вышеуказанных расчетов, а также повысить качество и достоверность выполняемых расчетов.

Анализ существующих средств автоматизации показывает, что вносимые новые информационные технологии приспособливают к структуре процессов управления в ее существующем виде. При этом происходит лишь локальная модернизация сложившихся методов работы. Это приводит к прямой автоматизации существующих функций, может быть и не нужных при применении данной информационной технологии [1].

Исследования возможных путей совершенствования средств автоматизации показали, что «традиционные» подходы недостаточно эффективны. Построение систем на основе существующей организации работы приводит к автоматизации по принципу «все оставить как есть, только чтобы компьютеры стояли», то есть система автоматизирует несовершенные процессы и дублирует, а не заменяет существующий документооборот.

Применение ЭВМ и геоинформационных технологий стало качественно новым этапом автоматизации работы штурманской службы. На смену навигационной линейке и бумажным картам приходят электронные полетные планшеты (ЭПП) и наземные автоматизированные комплексы подготовки полетных

заданий (НАК ППЗ), построенные на базе электронных карт, пространственных моделей местности и объектового состава.

НАК ППЗ предназначен для автоматизации штурманских расчетов при принятии решения на боевой вылет, подготовки полетного задания экипажам ВС и ГТН, на применение их прицельно-навигационного комплекса и авиационных средств поражения [2].

Существующие на вооружении ведущих государств мира НАК ППЗ позволяют готовить полетные задания, существенно повышая уровень обоснованности и оперативности принятия решений и планирования боевых действий авиации.

Мировая практика принятия на вооружение новых боевых самолетов и вертолетов свидетельствует о том, что в настоящее время обязательным стало требование о включении в состав их наземного обслуживания НАК ППЗ.

Для повышения качества штурманского обеспечения наибольший интерес представляют НАК ППЗ нового поколения. Это связано с необходимостью повышения надежности выполнения полетов по сложным пространственным траекториям, ведения групповых действий в ограниченном воздушном пространстве при непосредственном огневом и радиоэлектронном противодействии противника в условиях недостаточной информационной поддержки и высокой операционной напряженности работы экипажа в полете [2].

Кроме того, такой комплекс должен позволять моделировать варианты выполнения боевой задачи, проводить тренажи по готовым полетным заданиям на месте оператора или в кабине воздушного судна и обрабатывать полетную информацию от бортовых средств объективного контроля (рис. 1).

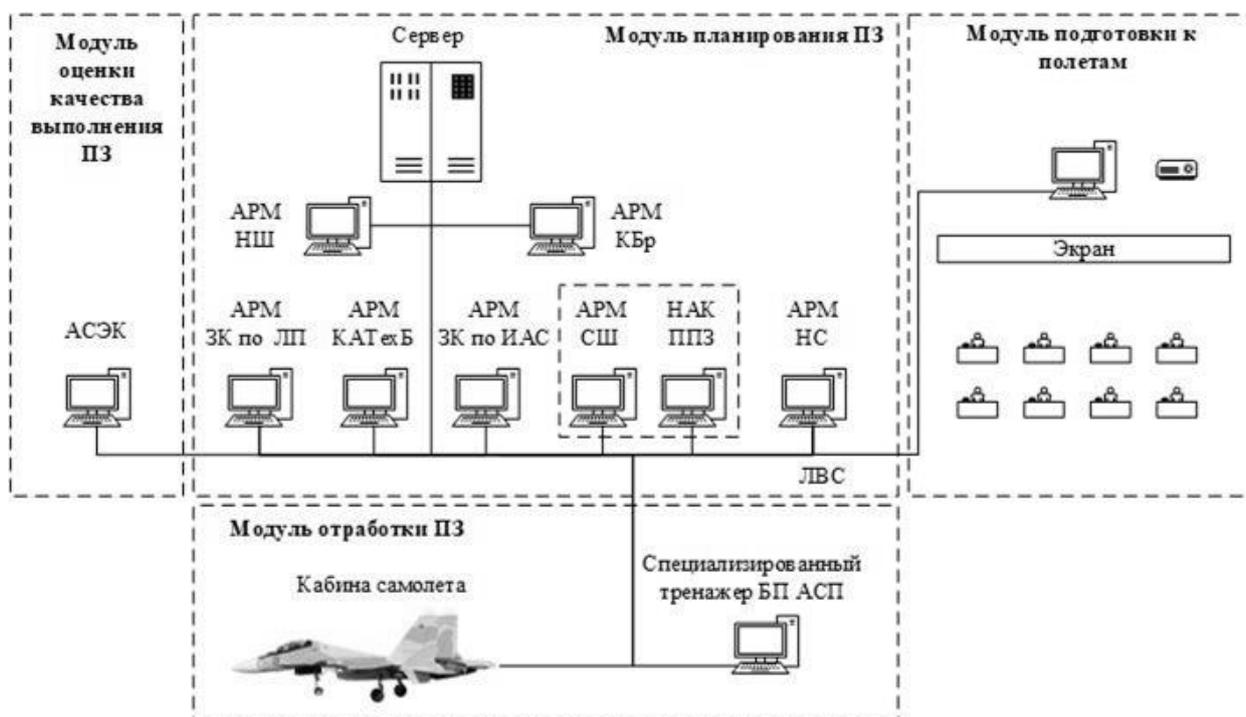


Рисунок 1. Блок-схема перспективного НАК ППЗ

В идеале НАК ППЗ должен состоять из следующих модулей:

базовый модуль планирования полетного задания предназначен для отслеживания оперативно-тактической информации (ОТИ) и аэронавигационной информации (АНИ), наращивания и поддержания базы данных, ведения рабочих электронных карт, выполнения штурманских расчетов и по полученным с автоматизированного рабочего места старшего штурмана (АРМ СШ) соединения вариантам выполнения боевой задачи (ВВБЗ) выработка полетных заданий экипажа каждой ГТН, на применение прицельно-навигационного комплекса (ПНК) и авиационных средств поражения (АСП), подготовка полетной документации и боевых документов по штурманской службе;

модуль подготовки к полету предназначен для выдачи экипажам ГТН материалов по порядку выполнения полетного задания, применения ПНК и АСП;

модуль отработки полетного задания предназначен для отработки в режиме тренажа или для более детального моделирования маловысотного полета, преодоления ПВО противника, выхода на объекты удара, ведения ближнего и дальнего воздушного боя. При этом при возникновении необходимости перепланирования полетного задания как летчикам ГТН, так и между ними по средствам обратной связи на АРМ СШ вносятся коррективы в полетное задание экипажей различных ГТН.

модуль оценки качества выполняемых полетного задания предназначен для оценивания качества выполнения полетного задания и порядка действий экипажа в полете.

ОТИ (информация о противнике, своих войсках и условиях боевых действий и полетов) вводится и накапливается в базе данных НАК ППЗ вручную с клавиатуры комплекса, с магнитных носителей (CD-ROM) и по межсетевому каналу связи единой автоматизированной системы управления Военно-воздушных сил (ЕАСУ ВВС) в соответствии с установленным протоколом обмена данными. Очевидно, что по каналам ЕАСУ ВВС в реальном масштабе временно получить всю необходимую для подготовки полетного задания ОТИ не представляется возможным как из-за ограничений по быстродействию сети обмена данными, так и по причине отсутствия многих параметров такой информации в вышестоящих штабах. Поэтому основной способ сбора и накопления ОТИ – это ручной ввод ее в комплекс из бумажных источников.

АНИ в комплекс может поступать автоматизировано при обновлении базы данных с помощью аппаратно-программного комплекса, по межсетевому каналу связи ЕАСУ ВВС или посредством электронной базы аэронавигационных служб и радионавигационных карт, а также вручную с клавиатуры, используя бумажные носители аэронавигационной информации, имеющиеся в авиационном соединении.

Метеорологическая информация района полета до полномасштабного развертывания ЕАСУ ВВС может, кроме ручного ввода с клавиатуры комплекса подготовки полетного задания, поступать в НАК ППЗ

по каналу автоматизированного доведения информации Узгидромета (г. Ташкент) с использованием метеорологического кода КН-04 либо в ГИС-метео. Наличие электронной почты в этих системах позволяет обмениваться информацией о прогнозах погоды по региону (району боевых действий), получать электронные версии кольцевых карт каждые три часа и карт изобарической поверхности АТ-300, -400, -500, -700, -850 мб каждые 12 часов.

В соответствии с задачами штурманского обеспечения планирования применения экипажей ВС (ГТН) авиационного соединения в НАК ППЗ необходимо предусмотреть решение следующих функциональных задач:

- сбор, хранение и отображение с использованием ГИС и ГИТ на электронной карте штурмана-программиста оперативно-тактической, аэронавигационной и полетной информации в районе боевых действий;
- формирование на основе автоматизированной оценки обстановки и замысла боевых действий возможных вариантов выполнения боевой задачи;
- оптимизация выбранных ВВБЗ по основным элементам штурманского обеспечения путем решения комплексов оперативно-тактических задач;
- автоматизированная разработка полетных заданий для одиночных экипажей ВС (ГТН), на применение их ПНК и оружия при выполнении всех боевых задач «своего» рода авиации;
- обмен информацией с АРМ СШ соединения в составе автоматизированной системы управления командного пункта (АСУ КП) авиационного соединения, с комплексным тренажером (подразделения) и классами технических средств подготовки летного состава;
- отработка боевых и полетных документов, включая полетные карты экипажа;
- запись полетных заданий на физические носители информации, хранение их в базе данных и обработка после выполнения боевых (учебно-боевых) задач;
- подготовка информационных кадров для бортовых автоматизированных систем информационной поддержки экипажей, представление исходных данных для настройки бортовых экспертных систем и систем управления групповыми действиями современных воздушных судов;
- проведение тренажей в классах технических средств обучения, на рабочем месте оператора НАК ППЗ или в кабине самолета в период подготовки к боевому вылету;
- отработка совместно с автоматизированной системой эксплуатационного контроля послеполетной информации, анализ и выдача заключения о работоспособности бортового оборудования воздушного судна и о действиях экипажа;
- анализ и оценка во взаимосвязи с автоматизированной системой эксплуатационного контроля качества воздушной навигации, результатов боевого применения АСП и уровня подготовки летного состава.

Исходя из этого, предлагается НАК ППЗ включить в состав комплекса средств автоматизации командного пункта (КСА КП) авиационного соединения, при этом на информационном уровне предусмотреть сопряжение с комплексом средств автоматизации

объектов ЕАСУ ВВС, автоматизированными системами повседневной деятельности (АС ПД) авиационного соединения и комплексным тренажером (рис. 2).

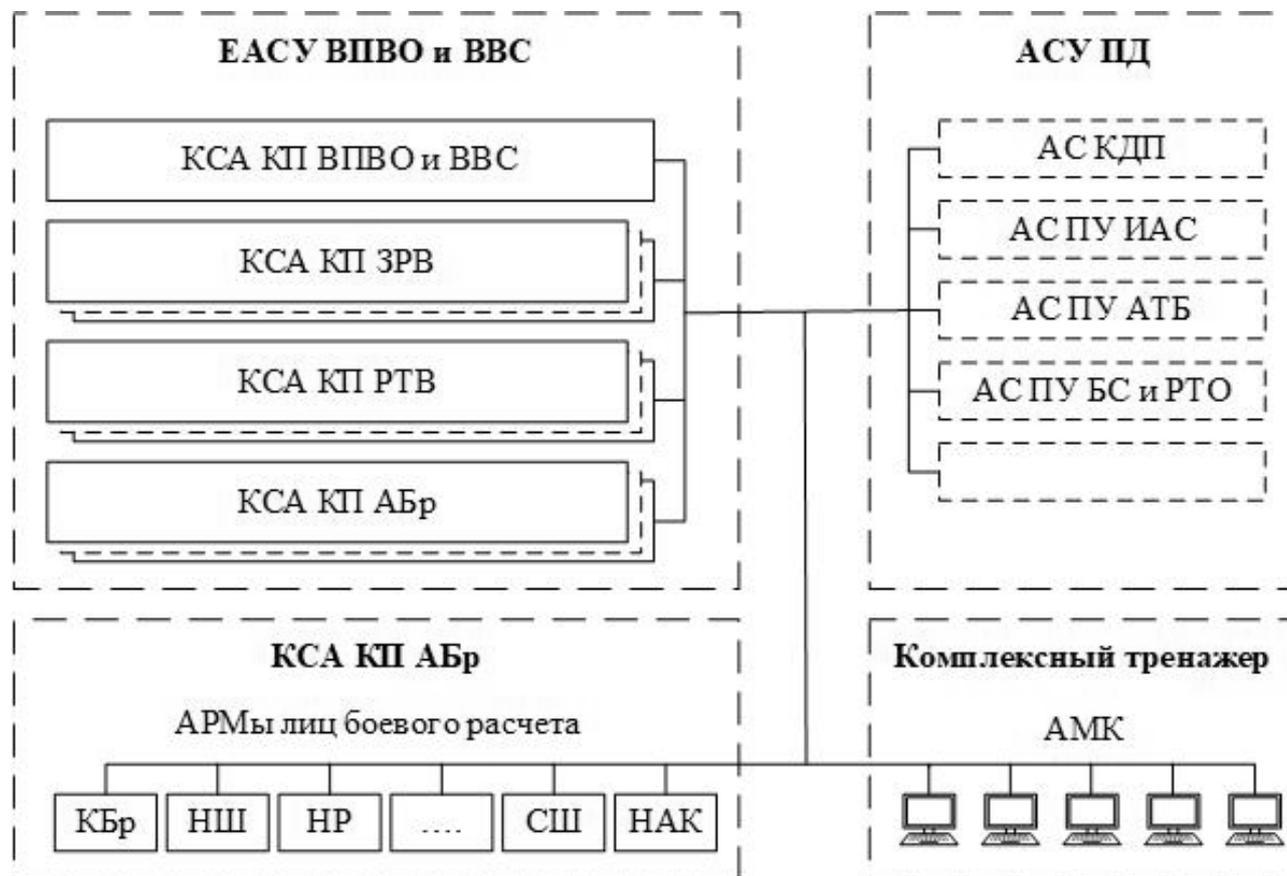


Рисунок 2. Схема взаимосвязей и место НАК ППЗ в системе управления авиационного соединения

Концепция функционирования комплекса в повседневной и боевой деятельности авиационного соединения при этом определится степенью развития ЕАСУ ВВС. В модели функционирования НАК ППЗ особое место будет занимать взаимосвязь с КСА КП авиационного соединения, с АРМ СШ из состава ЕАСУ ВВС, АС ПД и с комплексным тренажером (КТ), построенным с использованием электронных карт на базе пилотажного и авиационного моделирующего комплексов (АМК).

Состав и структуру программного обеспечения НАК ППЗ, применяемого в такой разветвленной ЕАСУ ВВС, предлагается иметь «облегченной» и размещенной на рабочем месте СШ авиационного соединения. При этом особенностью функционирования НАК ППЗ будет являться то, что основные потоки ОТИ и АНИ будут циркулировать в «стволе» штурманской службы ЕАСУ ВВС и АС ПД. Через АСУ будет осуществляться постановка задач на полеты, боевой расчет авиационного соединения будет принимать решение и планировать боевые действия (полеты). Модель функционирования НАК в этих условиях будет основана на том, что до получения боевой задачи (планирования летной смены) на

рабочих местах СШ и оператора НАК ППЗ будет отслеживаться ОТИ и АНИ, запоминаться и поддерживаться базы данных, вестись рабочие электронные карты и выполняться предварительные штурманские расчеты. Оперативная информация, изменения в базе данных и результаты предварительных штурманских расчетов будут передаваться по локальной вычислительной сети в НАК ППЗ и на КТС.

При таком функционировании в ЕАСУ ВВС НАК ППЗ будет предусмотрена реализация следующих технических решений:

- являясь элементом ЕАСУ ВВС, обеспечит централизованное управление каждым боевым воздушным судном и его боевой зарядкой с командных пунктов всех уровней и рангов;
- служит высокопроизводительным и эффективным средством разработки полетных заданий для экипажей ВС, на применение их ПНК и АСП, в котором используются разветвленные базы данных, комплексы оперативно-тактических задач, управляющая оболочка и логика взаимодействия оперативно-тактических задач;
- готовит бортовые электронные карты, матрицы высот рельефа местности; объектовую, ОТИ и АНИ

и выполняет загрузку их на физические носители самолета. Загрузка цифровой информации о местности и объектом составе обеспечит создание на борту современных ВС автоматизированных систем информационной поддержки экипажа, управления групповыми действиями в ограниченном воздушном пространстве, предупреждения столкновений с земной поверхностью, обеспечения безопасности маловысотного полета, корреляционно-экстремальной навигации по рельефу Земли и полям линейных ориентиров. Бортовыми формами представления ЦИМ при этом будут являться:

- а) электронные карты различных масштабов;
- б) матрицы высот рельефа местности;
- в) информационные кадры оперативно-тактической, аэронавигационной и полетной информации (навигационная информация района ведения боевых действий, аэродромная зона, пространственно-временной график полета, боевой порядок ГТН, взаимодействующие силы и обеспечивающие мероприятия, система огня средств ПВО противника, зоны радиоэлектронного подавления (рубежи РЭБ), преодоление ПВО, маловысотный полет, район цели, предпосадочный маневр), формируемые и отображаемые в виде «слоеного пирога»;

- посредством ЛВС поставлять готовые полетные задания на специализированные и комплексные тренажеры, в кабины самолетов для проведения тренажа летного состава авиационного соединения, а также в класс объективного контроля для анализа качества их выполнения, обеспечивая замкнутый цикл принятия решений, планирования боевых вылетов и оценки эффективности действий экипажей и надежности работы авиационной техники и оружия.

Список литературы:

1. А.В. Меньков, В.А. Острейковский. Теоретические основы автоматизированного управления, Москва, 2005. – 640 с.
2. А.М. Куликов. Применение шаблонов проектирования в программном обеспечении системы планирования полетных заданий // «Труды МАИ». Выпуск № 80 // Режим доступа: <http://www.mai.ru/science/trudy>.
3. Г.Ф. Молоканов. История штурманской службы Военно-воздушных сил России, Москва – 2004 г.
4. Наставление по штурманской службе государственной авиации Республики Узбекистан, Ташкент, 2019. – 80 с.

Заключение

Анализ вышеизложенного позволяет сделать следующие выводы:

1. Использование автоматизированных методик выработки вариантов выполнения боевой задачи позволит сократить, по сравнению с неавтоматизированными методами работы, продолжительность обработки информации, подготовки летного состава, что увеличит время, отводимое на планирование боевых действий.

2. Использование НАК ППЗ позволит повысить уровень автоматизации работы штурманской службы авиационного соединения. Кроме того, применение НАК ППЗ обеспечит значительное повышение уровня оперативности и обоснованности принятия решений по штурманской службе.

3. Применение НАК ППЗ позволит оперативно и качественно планировать боевое применение авиации, обеспечит повышение уровня автоматизации штурманских расчетов, позволит сократить время подготовки летного состава к боевому вылету и автоматизировать разработку боевой и полетной документации в авиационном соединении.

4. В концепции функционирования НАК ППЗ в авиационном соединении важно «вписать» его в информационные потоки эргатической системы: АСУ – командир – старший штурман соединения – летный состав, как в условиях боевой, так и мирной обстановки. При этом особое место должна занимать взаимосвязь данного комплекса с ЭПП, АРМ СШ соединения и с перспективными комплексными тренажерами соединения (эскадрильи), на которых необходимо предварительно отрабатывать полетные задания, являющиеся основой для тренажей и более детальной оптимизации вариантов выполнения боевой (учебно-боевой) задачи.

ДОКУМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

МОДУЛЬНО-КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД
В СОВРЕМЕННОМ ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ*Нарбеков Нодир Нарматович**ст. преподаватель,
Джизакский Политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизак
E-mail: kobilov.bekzot@mail.ru*

MODULAR COMPETENCE APPROACH IN MODERN HIGHER EDUCATION

*Nodir Narbekov**Senior Lecturer,
Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh*

АННОТАЦИЯ

Целью данной статьи является изучение влияния модульно-компетентностной технологии обучения как педагогического явления высшего образования на обеспечение качества подготовки современного выпускника.

ABSTRACT

The purpose of this article study the impact of modular competency – based learning technology as a pedagogical phenomenon of professional education to ensure the quality of training the modern graduate.

Ключевые слова: компетентностный подход, модульно – компетентностной технологии обучения, профессиональное образование, педагог высшего обучения

Keywords: competence-based approach, a modular competency – based learning technology, vocational education, teacher training

Современный рынок трудовых ресурсов, отличающийся повышенной инновационной изменчивостью, предъявляет многофакторные требования к педагогам высшего образования, реализующим основные образовательные программы в области менеджмента и управления персоналом в современных образовательных организациях. Мы считаем, что современная образовательная задача формулируется в проектировании особых образовательных результатов системы современного высшего образования – в необходимых профессиональных компетенциях. В ходе изучения зарубежной и отечественной парадигмы высшего образования одной из технологий обеспечивающей успешность данной образовательной траектории, является разрешение проблемы проектирования системы модульно – компетентностного образования в Узбекистане. На наш взгляд, на сегодняшний день не достаточно научных разработок по проектированию единой пространственной научно-методической и понятийно-терминологического фундамента модульно – компетентностного подхода в современном профессиональном образовании, которая смогла осуществить синергию преемственности

с дидактической системой, широко используемой в мировой педагогической практике.

Процесс изучения психолого-педагогической литературы по проблеме современного высшего образования (Л.П. Алексеевой, А.Е. Айзензон, Н.Ю. Корнеевой, Н.И. Надтока, А.Л. Пелевина, С.Н. Потемкина, Н.И. Стасюк и др.) определил векторность изысканий на фундаментальность и профессиональную идентификацию высшего образования современного мира, а также определил приоритетную реализацию системного подхода к анализу современных дисциплин высшего и гуманитарного циклов в конкурентоспособном, современном профессиональном образовании [1].

Проблема оптимизации современной системе обучения студентов педагогических образовательных организаций среднего и высшего образования посвящены диссертационные работы Е.А. Гнатышиной, Д.Н. Корнеева, Н.Ю. Корнеевой, Н.В. Увариной, Е.А. Шумиловой и др. [3].

Синергетическими ядрами профессиональной инновационной подготовки обучающихся должны стать компетенции, которые нами понимаются как необходимые знания, необходимые умения, владения

и опыт профессиональной деятельности, обязательные для разрешения практико-ориентированных задач современного высшего образования.

Компетентный подход – это основная ориентация субъектов и объектов образовательного процесса на идеальное описание результата их деятельности, который формируется, на основе потребностей современного общества в соответствии с определенным этапом его развития.

На наш взгляд результатом применения компетентного подхода должно рассматриваться не объемом усвоенной информации студентами, а способность индивидуума действовать качественно и мобильно в различных профессиональных ситуациях, обеспечивающих конкурентоспособность различных социально-экономических систем. На наш взгляд эффективным алгоритмом апробации компетентного подхода в профессиональном образовании по признанию также вышеперечисленных теоретиков и практиков теории и методики высшего образования представляется модульная технология.

Теоретико – методологическая диагностика изысканий по методологии компетентного и модульного подходов в профессиональном образовании показывает нам существующие тенденции интеграции концептуальных основ данных дефиниций и позволил анализ синергетического компонента современного образования — модульно – компетентного подхода.

Модульно – компетентный подход в современном профессиональном образовании характеризуется определенной моделью проектирования и организации современного образовательного пространства, в данной педагогической модели в качестве цели обучения выступает совокупность профессиональных компетенций обучающегося, в качестве средства ее достижения – модульное построение содержания и структуры высшего обучения. Данная проблема наиболее подробно решается в системе высшего образования в педагогических трудах (А.А. Гетманской, Э.Ф. Зеера, Н.Ю. Корнеевой, Г.В. Ярочкиной и др.) [4].

Реорганизация системы высшего образования на основе применения модульного подхода подразумевает: пропедевтическое глубокое метапредметное исследование содержания существующих образовательных программ с целью исключения дублирующих фрагментов из учебных дисциплин; проектирование необходимых образовательных траекторий в рамках высшего определенного модуля; создание системы апробации профессиональных модулей, которая потребует качественного обновления материально-технической, информационно-библиотечной базы образовательной организации; и др. [6].

Для реализации модульно-компетентного подхода в современный образовательный процесс профессиональных образовательных организаций необходим определенный алгоритм, который подразумевает специфическую подготовку педагогических

работников, проектирование предметных модулей, методического обеспечения, технологий и инструментов измерения качества эффективности модульного обучения, как для студентов, так и для педагогов. Теоретико-методологическим фундаментом в трансферте реализации модульного обучения в современный образовательный процесс должны синергироваться следующие педагогические компоненты: психологическая готовность педагога высшего обучения, определенное педагогическое мастерство реализации данного подхода, методическое обеспечение, педагогический мониторинг. Внедрение модульно – компетентного подхода в процесс высшего образования подразумевает проектирование следующих дидактических компонентов: структуры модуля, отражающей требования образовательного стандарта по дисциплинам учебного плана и одновременно планируемую профессиональную деятельность по специальности, определяемую работодателем; методического обеспечения образовательного процесса для студентов, методического обеспечения образовательного процесса для преподавателей на основе структуры модуля и предполагаемого уровня компетентности; системы внутреннего и внешнего контроля оценки качества модульного обучения. Архитектура модуля позволяет выделить рекомендации (в виде критериев) по изучению дисциплины и прохождению оценки компетентности. При этом учебное занятие носит практико-ориентированную форму. Предложенная нами модель на основе реализации модульно – компетентного подходов условиях современной образовательной организации высшего образования нами апробирована на технологическом уровне в методической системе высшего обучения, на основе созданного в ходе исследования учебно-методического обеспечения учебного процесса в рамках всех форм обучения.

Осуществленный теоретико-методологический анализ показал эффективность разработанной модели организации процесса обучения на модульно – компетентной основе. Полученные результаты свидетельствуют о том, что модульно – компетентное обучение способствует формированию предметных компетенций, а также общих и основных профессиональных компетенций.

Проведенное нами исследование не исчерпывает всех проблем методики высшего обучения студентов образовательных организаций высшего образования. Векторы перспективных исследований данной проблематики видятся нами в разработке специфических педагогических концепций и моделей, оптимизирующих развитие профессионально – значимых качеств личности педагога высшего обучения, обеспечивающих реализацию необходимых трудовых функций в сфере высокотехнологичных производств и обеспечивающих конкурентоспособность образования Республики Узбекистан.

Список литературы:

1. Гнатышина Е.А., Корнеева Н.Ю. «Система формирования инженерной культуры у педагогов высшего обучения в условиях модернизации высшего высшего образования» // Пропедевтика инженерной культуры обучающихся в условиях модернизации образования. Всерос конф 2015. С. 106-112.
2. Корнеев Д.Н. «Практико-ориентированная подготовка будущих менеджеров к профессиональной деятельности, диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук» // Магнитогорск, 2004.
3. Корнеев Д.Н., Корнеева Н.Ю., Алексеева Л.П. «Концептуальная модель формирования инженерной культуры обучающихся как трансферт модернизации российского образования» // Пропедевтика инженерной культуры обучающихся в условиях модернизации образования. Всерос конф 2015. С. 190-199.
4. Корнеева Н.Ю. «Подготовка будущих педагогов к управлению социально-педагогической поддержкой учащихся с ограниченными физическими возможностями» // Педагогическое образование в России. 2010. № 3. С. 92-97.
5. Корнеева Н.Ю. «Формирование готовности педагога высшего обучения к созданию инклюзивной среды образования» // Вестник Южно-Уральского государственного университета 2011. № 38 (255). С. 49-52.
6. Саламатов А.А., Корнеев Д.Н. «Проблемы профилактики конфликтов в теории менеджмента» // Инновационные проблемы высшего образования сборник научных статей. Челябинск, 2010. С. 233-237.
7. Narmatovich N.N. (2021). «Methodology Of Training Engineers For Professional Activity On The Basis Of Module-Competent Approach». Psychologyandeducationjournal, 58(2), 5719-5732.
8. Игамбердиев Х.Х., Нарбеков Н.Н. «Проблемы повышения эффективности обучения прикладной механике и их теоретически -практические решения» //вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований. – 2019. – с. 28-33.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Шарифбаева Халида Ядкарвна

канд. пед. наук, доцент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абдурашидов Искандарбек Журъат угли

докторант,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tdtu9444@gmail.com

Алимарданов Равшанжон Алимардан угли

ассистент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

POSSIBILITIES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MOBILE TECHNOLOGIES IN HIGHER TECHNICAL EDUCATION

Khalida Sharifbaeva

Candidate of pedagogical sciences, Associate professor,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Iskandarbek Abdurashidov

Doctoral student,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ravshanjon Alimardanov

Assistant,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются рост мобильных технологий и возможности мобильных технологий в высшем техническом образовании.

ABSTRACT

The article analyzes the growth of mobile technologies and the possibilities of mobile technologies in higher technical education.

Ключевые слова: мобильные технологии, высшее техническое образование, перспектива развития.

Keywords: mobile technologies, higher technical education, development perspective.

Введение

В последние годы мобильные устройства получили беспрецедентное распространение, и их использование для поддержки преподавания и обучения в высших учебных заведениях становится все более популярным. Сегодняшнее поколение студентов уже в разной степени знакомо с различными видами

мобильных технологий [4,5,6]. Это поколение родилось в то время, когда использование компьютеров уже было распространено среди обычных пользователей, и когда большинство доступных сегодня цифровых технологий уже были частью повседневной жизни [2]. Для этого поколения традиционный способ обучения (ориентированный на учителя), когда учащиеся являются пассивным субъектом учебного

процесса, больше не приемлем [8]. Это поколение, наделенное широкими возможностями благодаря массовому использованию технологий, которые рассчитывают производить контент, а не просто поглощать его. Такой контент не ограничивается текстом, но включает в себя несколько носителей (звук, изображения, видео, анимация и т.п.) [2].

Быстрый рост информации и коммуникационные технологии (ИКТ) повлияли на все аспекты нашей жизни. Современные компоненты ИКТ, такие как смартфон, широкополосный Интернет и сети Wi-Fi, изменили способ поиска информации и обучения. Чтобы идти в ногу с прогрессом, высшие учебные заведения начали инвестировать в новые технологии. В настоящее время оборудование ИКТ, такое как различные типы (компьютеров, проекторы, интеллектуальные доски и т.п.). Интеграция новых технологий в учебные заведения открывает новые возможности для преподавания и обучения и предоставляет образовательным учреждениям возможность повысить энтузиазм студентов и улучшить результаты обучения [8]. Высшие учебные заведения, в частности технического направления, должны понимать потребности студентов, то, как они учатся, общаются, делятся идеями. Для эффективной самоорганизации студентами учебной деятельности студенту следует организовывать каждый день самостоятельные занятия по 4-5 часов, чтобы постоянно совершенствовать свои знания во всех изучаемых дисциплинах [11], т.к. многие студенты привыкли использовать технологические достижения в процессе обучения. В настоящее время они в значительной степени полагаются на мобильные технологии во всех аспектах своей жизни, включая образование [7].

Развитие мобильных и беспроводных технологий повлияло на все общество. Мобильные технологии - это термин, который включает беспроводные технологии и мобильные устройства [3]. Термин беспроводная связь относится к технологиям, которые обеспечивают связь без кабелей или шнуров, в основном за счет использования радиочастоты, Bluetooth или инфракрасных лучей [9]. Ресурсы M-Learning зависят от доступа к Интернету для обмена информацией. Есть несколько стандартов которые позволяют мобильным устройствам получать

доступ к сети без подключения к наземной линии связи. В настоящее время наиболее распространенным стандартом, используемым для этой цели, является стандарт беспроводной связи IEEE 802.11, обычно называемый Wi-Fi.

Независимо от того, какой стандарт используется, беспроводная сеть предоставляет учащимся возможность связываться с сокурсниками и преподавателями через онлайн-ресурсы. Второй ключевой технологический компонент мобильных технологий - мобильные устройства. Анализ применения мобильных технологий в образовательном процессе показал, что это возможно посредством трёх основных моделей:

- С поддержкой традиционного образовательного процесса.
- Мобильное обучение в полно объёмном режиме.
- Обучение смешанного характера [10,12].

Рост мобильных технологий открывает огромные возможности для передачи информации через смартфоны и планшеты. Новое поколение мобильных устройств позволяет студентам учиться, сотрудничать и обмениваться идеями друг с другом в любое время и в любом месте и стало важным компонентом образовательных технологий в высшем образовании. Использование цифрового мобильного телефона в образовательных целях известна как мобильное обучение.

Высшие учебные заведения внедряют мобильное обучение, чтобы обеспечить гибкость обучения. Ожидается, что с распространением беспроводных устройств и технологий эта тенденция сохранится. Следующее поколение мобильного лизинга будет повсеместным, а сами студенты будут более мобильными и смогут учиться с использованием нескольких устройств [1]. Чтобы в полной мере использовать потенциал этих новых технологий, представители высшего образования и преподаватели должны быть осведомлены о нынешнем отношении студентов к использованию мобильных технологий в других целях для разработки соответствующих учебных мероприятий.

Список литературы:

1. Ally M., & Prieto-Blázquez J. (2014). What is the future of mobile learning in education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 11(1), p. 142-151.
2. Brantes Ferreira J., Zanela Klein A., Freitas A., Schlemmer E. (2013). Mobile learning: definition, uses and challenges. In *Increasing student engagement and retention using mobile applications: Smartphones, Skype and texting technologies*. p. 47-82.
3. Caudill J. The growth of m-learning and the growth of mobile computing: Parallel developments. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2), p.1-13.
4. Henderson S., Yeow J. iPad in education: A case study of iPad adoption and use in a primary school. *45 th Hawaii International Conference on System Science (HICSS)*, 78-87.
5. Looi C.K., Lim K.F., Pang J., Koh A.L.H., Seow P., Sun D., Boticki I., Norris C., Soloway E. Bridging formal and informal learning with the use of mobile technology. *Future learning in primary schools*: Springer.
6. Pegrum M., Faulkner R. Schools going mobile: A study of the adoption of mobile handheld technologies in western Australian independent schools. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 66-81.

7. Pimmer C., Mateescu M., Grohbiel U. Mobile learning in higher education settings: A systematic review of empirical studies. *Computers in Human Behavior*, 63, 490–501.
8. Stanojević L., Randelović M., The effect of web-based classroom response system on students learning outcomes: results from programming course, *Megatrend review*, Vol. 15 (2), str. 213-232.
9. Wagner E. Enabling mobile learning. *EDUCAUSE Review*, 40(3), p. 40–53.
10. Шарифбаева Х.Я. Применение мобильных технологий в сфере образования // *Проблемы педагогики*. 2018. № 2 (34). С. 106-107.
11. Шарифбаева Х.Я., Тогаев Г.Н., Шамсиддинова Э.М. Внутренние факторы самоорганизации студентом учебной деятельности // *Научный журнал*. 2018. № 9 (32). С. 53-54.
12. Шарифбаева Х.Я., Абдурашидов И.Ж. Перспективы использования мобильных технологий в образовательном процессе // *Вестник науки и образования*. 2021. №17-2 (120). С. 85-87.
13. Шарифбаева Х.Я., Абдурашидов И.Ж. Условия совершенствования практической подготовки инженеров дорожно-строительной отрасли // *Наука и образование сегодня*. 2020. №2 (49). С. 53-54.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ УЗБЕКИСТАНА***Атаева Гультисина Исроиловна**ст. преподаватель,
Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: evrikiy@list.ru**Хамроева Холида Юлдашевна**магистрант,
Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара***ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING CLOUD TECHNOLOGIES
IN HIGHER EDUCATION IN UZBEKISTAN***Gulsina Ataeva**Senior Lecturer,
Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara.**Kholida Xamroeva**Master,
Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara***АННОТАЦИЯ**

В данной статье анализируются возможности использования облачных технологий в высшем образовании в Узбекистане. На основе принципов системного подхода в ней рассматриваются основные задачи облачных технологий, стратегические и тактические цели облачных вычислений, а также проблемы, возникающие при их внедрении в образовательный процесс.

ABSTRACT

This article analyzes the possibilities of using cloud technologies in higher education in Uzbekistan. Based on the principles of a systematic approach, it examines the main tasks of cloud technologies, strategic and tactical goals of cloud computing, as well as problems arising during their implementation in the educational process.

Ключевые слова: облачные технологии, высшее образование, широкополосный Интернет.

Keywords: cloud technologies, higher education, broadband Internet.

Каждый университет в Узбекистане, имеющий технические направления образования нацелен на подготовку специалистов по различным инженерным программам, проведение исследований и эффективное использование научного и человеческого потенциала университета для удовлетворения социально-экономических потребностей государства.

Однако существует противоречие между современным техническим образованием и уровнем развития современных технологий, особенно информационных технологий. Это произошло потому, что традиционное инженерное образование было

создано в условиях индустриального общества, хотя весь мир уже живет в информационном обществе.

Внедрение и широкое использование инновационных педагогических, информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), например, облачных технологий, является одним из путей эволюции высшего инженерного образования и успешной адаптации технических университетов к современным требованиям информационного общества, рыночной экономики, и интеграционные процессы в высшем образовании разных стран.

В данной статье рассматриваются следующие вопросы: анализ возможностей Узбекистана по использованию облачных технологий в высшем образовании (часть 2); принципы системного подхода к использованию облачных технологий в университетах Узбекистана (часть 3).

2. *Анализ возможностей Узбекистана по использованию облачных технологий в высшем образовании.*

Использование ИКТ обеспечивает университеты современным аппаратным и программным компьютерным оборудованием. В настоящее время характеристики компьютерных технологий меняются и совершенствуются с каждым днем. Однако узбекские университеты не могут обновить свое оборудование, чтобы догнать быстро изменение современных компьютеров. Такая же ситуация сложилась и с программным обеспечением и технологической поддержкой. Это объясняется высокими затратами на технологическое обеспечение образования.

Как показывает опыт развитых зарубежных стран, для эффективного решения вышеперечисленных задач необходимо внедрение в образовательный процесс «облачных вычислений». Чтобы решить эту проблему, развитые страны внедряют «облачные вычисления» в университетах. (Облачные вычисления — это не технология, а компьютерная модель. Она предполагает, что все серверы, сети, приложения и другие элементы, связанные с центрами обработки данных, доступны ИТ-службе и конечным пользователям через Интернет. Таким образом, можно покупать только те компьютерные сервисы, которые действительно необходимы клиенту, и в том объеме, который ему действительно нужен <https://www.osp.ru/cio>). В университетах Узбекистана до недавнего времени облачные сервисы использовались мало, только определенным кругом преподавателей, из-за недостаточной информации о них и отсутствия практических навыков их использования в образовательных целях. Только недавно студенческое сообщество и преподаватели узбекских университетов начали использовать инновационные ИТ-приложения, такие как Google Servise и другие.

Новые интернет-технологии не только меняют окружающую среду, но и активно влияют на форму и содержание образования на всех уровнях. Такие технологии позволяют мотивировать студентов, интенсифицировать обучение, способствуя качественному образованию. Для успешного использования этих технологий требуется соответствующая ИТ-инфраструктура. Согласно статистике средняя скорость широкополосного фиксированного интернета в Узбекистане составляет 49,8 Мбит/с, следует из данных Speedtest за ноябрь.

За год этот показатель вырос на 17,5 Мбит/с — это самый быстрый темп роста в Центральной Азии. Если в ноябре 2020 года Узбекистан находится на 94-й позиции в рейтинге, то сейчас он занимает 89-ю строчку (<https://www.spot.uz/ru/2021/12/28/broadband-internet/#!>). Еще одним важным фактором, обуславливающим необходимость развития облачных технологий в стране, является развитие дата-центров на ее территории. В настоящее время облачный

дата-центр UZTELECOM стал единственным в Узбекистане центром хранения и обработки данных, который имеет международный сертификат Tier III по классификации Uptime Institute. (Uptime Institute — это независимая сервисная организация без какой-либо привязки к определенному оборудованию или бренду). Учитывая все факторы, текущие национальные ресурсы ИТ-инфраструктуры в Узбекистане достаточны для применения новых веб-технологий в образовании.

3. *Принципы системного подхода, позволяющие использовать облачные технологии в университетах.*

Однако наличие доступных и потенциально мощных технологий не гарантирует их эффективного использования в какой-либо области. Повышение эффективности современного университета, как сложной социальной системы, проектирование и совершенствование существующих систем управления в современных условиях должно осуществляться на основе научных подходов, в частности системного подхода, и обеспечивать формирование основных принципов управления университетом, определение функций управления в соответствии с основными стратегическими целями и задачами университета; построение эффективной организационной структуры, создание и внедрение новых информационных технологий в управлении образованием.

Наиболее распространенным научным подходом к управлению образованием является системный подход в современных концепциях педагогического менеджмента. Системный подход заключается в рассмотрении объекта как целостного множества элементов вместе с взаимосвязями и связями между ними. Это означает, что объект исследования рассматривается как система. Рассматривая системный подход, мы обсуждаем метод организации действий, охватывающий любой вид деятельности, выявляющий закономерности и взаимосвязи для их эффективного использования.

Комплексное применение основных принципов научного подхода (целостность, иерархическая структура, структурирование, множественность, последовательность) в современном университете с широким использованием ИКТ, включая облачные технологии, должно обеспечить его целостное и перспективное развитие как образовательной системы.

Основной задачей использования облачных технологий в университете является создание благоприятных условий для обучения студентов, подготовка молодежи к поступлению в университет, повышение квалификации преподавателей и студентов, переподготовка профессорско-преподавательского состава с использованием современных информационных, коммуникационных, психолого-педагогических технологий.

Стратегической целью внедрения облачных технологий в университете является внедрение современных технологий в образование, чтобы помочь обеспечить информационное общество высококвалифицированными специалистами, а также расширить информационное и образовательное пространство университета и внедрить принципы непрерывного образования для всех категорий людей.

Тактической целью внедрения облачных технологий в университете является широкое использование современных информационных, коммуникационных и педагогических технологий в образовании и научных исследованиях. Это способствует интенсификации учебы, активизации учебно-познавательной деятельности студентов, стимулированию их

творческого потенциала, повышению самостоятельной, индивидуальной и коллективной роли труда.

Поставленные цели и задачи обеспечивают механизм разработки программы реализации использования и развития облачных технологий в университете, которая обеспечит их широкое внедрение в образование в различных формах и уровнях.

Список литературы

1. Атаева Г.И., Асадова О.А. Проблемы и решения в преподавании информатики// ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ: сборник статей XX Международной научно-практической конференции – Т.1.- 2021/12 – С.169-171.
2. Атаева Г.И., Ядгарова Л. Дж. Оценка прикладных свойств обучающей платформы Moodle в Бухарском государственном университете // Universum: техническая наука. 2020. №6-1(75). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prikladnyh-svoystv-obuchayuschey-platformy-moodle-v-buharskom-gosudarstvennom-universitete>.
3. Буронова Г.Ё., Дониёров Л.С. Дидактические возможности облачных технологии в образовательном процессе // Вестник магистратуры. 2019, №11-4(98). С. 62-64.
4. Клементьев И.П., Устинов В.А. Введение в облачные вычисления/ Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" - 2016 – 310 с.
5. Савельев А.О. Введение в облачные решения Microsoft / Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" - 2016 – 230 с.

**ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ О НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ЗАКОНА
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКАЗОВ ПО КРИТЕРИЮ ПИРСОНА (КРИТЕРИЮ X²)
СРЕДСТВАМИ EXCEL**

Ковальчук Владимир Васильевич

*проф. кафедры математики, информационных систем и программного обеспечения
Мурманского государственного технического университета,
РФ, г. Мурманск
E-mail: vl-kovalchuk@yandex.ru*

Бурзун Марина Сергеевна

*аспирант кафедры математики, информационных систем и программного обеспечения
Мурманского государственного технического университета,
РФ, г. Мурманск
E-mail: burzun_m@mail.ru*

**EXAMPLE OF VERIFICATION OF THE HYPOTHESIS OF CONSISTENCY OF THE ASSUMED
LAW OF DISTRIBUTION OF FAILURES ACCORDING TO THE PEARSON CRITERION
(CRITERION X²)**

Vladimir Kovalchuk

*Professor,
Department of Mathematics, Information Systems and Software,
Murmansk State Technical University,
Russia, Murmansk*

Marina Burzun

*Graduate student,
Department of Mathematics, Information Systems and Software,
Murmansk State Technical University,
Russia, Murmansk*

АННОТАЦИЯ

В статье описан пример оценки показателей надежности безотказной работы системы и проверки гипотезы о непротиворечивости предполагаемого закона распределения отказов по критерию Пирсона. Расчет основных показателей произведен средствами VBA.

ABSTRACT

The article describes an example of evaluating the reliability of the system's failure-free operation and testing the hypothesis of consistency of the assumed law of failure distribution according to the Pearson criterion. The main indicators were Calculated using VBA tools.

Ключевые слова: доверительный интервал, закон распределения, испытания, надежность, число отказов.
Keywords: confidence interval, distribution law, tests, reliability, number of failures.

Для утверждения вида неизвестного распределения используют статистические модели. Для количественной оценки согласованности теоретического и эмпирического распределений применяют критерий Пирсона (критерий χ^2).

Для построения статистического ряда время испытаний разбивают на интервалы (разряды). Задавшись теоретическим законом распределения и определив

параметры надежности, находят для каждого разряда вероятность отказа q_i . При экспоненциальном распределении q_i подсчитывалось по формуле (1), а при нормальном законе распределения отказов – по формуле (2).

При экспоненциальном законе распределения отказов

$$q_i = e^{-t_{i-1}\lambda}(1 - e^{-\Delta t_i\lambda}) \quad (1)$$

При нормальном законе распределения отказов

$$q_i = \Phi\left(\frac{t_i - T_{cp}^*}{\sigma^*}\right) - \Phi\left(\frac{t_{i-1} - T_{cp}^*}{\sigma^*}\right) \quad (2)$$

Для каждого разряда определяются также мера расхождения

$$\chi_i^2 = \frac{[n^*(\Delta t_i) - Nq_i]^2}{Nq_i} \quad (3)$$

На основании этих расчетов определяется суммарная мера расхождения:

$$\chi_i^2 = \sum_{i=1}^r \frac{[n^*(\Delta t_i) - Nq_i]^2}{Nq_i} \quad (4)$$

Число степеней свободы равно

$$R = k - S, \quad (5)$$

где k – число разрядов статистического ряда;

S – число связей, наложенных на экспериментальные данные.

Связи, накладываемые на экспериментальные данные:

1. Совпадение математических ожиданий теоретического и статистического распределений $M = M^*$ ($T_{cp} = T_{cp}^*$).

2. Совпадение значений среднеквадратического отклонения теоретического и статистического распределений $\sigma = \sigma^*$ и т. д [3, с. 65].

Производят расчет параметров надежности испытаний, проведенных в течение 100 часов на 100 деталях, 34 из которых вышли из строя.

Время испытаний разбивают на заданное число разрядов (интервалов). Число разрядов, на которые следует группировать статистический материал, не должно быть слишком большим (тогда ряд распределения становится невыразительным, и часто в нем обнаруживаются незакономерные колебания), с другой стороны, оно не должен быть слишком малым (свойства распределения при этом описываются статистическим рядом слишком грубо) [2, с. 14]. В данном примере количество разрядов равно 10 (продолжительность 10 часов). Для каждого интервала производят расчет, и результаты заносят в таблицу.

Для практических расчетов важно знать вид функции распределения вероятности показателей надежности, сделать обоснованный выбор закона распределения, лучше всего согласующегося с эмпирическими данными.

Наиболее распространенной вероятностной моделью надежности является экспоненциальная модель распределения времени до отказа. Нормальный закон является наиболее универсальным.

Результаты вычислений представлены в таблице Excel (Таблица 1).

Таблица 1.

Результаты расчета основных показателей испытаний

Параметр	Разряды									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
n*	5	3	5	2	2	3	3	3	5	3
q_{iэ}	0,042	0,041	0,039	0,037	0,036	0,035	0,033	0,032	0,03	0,029
q_{ин}	0,015	0,018	0,022	0,025	0,030	0,036	0,038	0,042	0,045	0,048
χ²_э	0,152	0,295	0,310	0,781	0,711	0,071	0,027	0,013	1,333	0,003
χ²_{ин}	8,371	0,8	3,778	0,115	0,306	0,106	0,160	0,323	0,060	0,657
χ²_э	3,697934414									
χ²_н	14,67585717									

Листинг фрагмента программы расчета показателей при экспоненциальном и нормальном законах распределения:

```

'Заполним 36 строку таблицы (38) =====X2э
СтрокаТаблицы = 38
СтолбецТаблицы = 4
b = 0
For n = СтолбецТаблицы To (КоличествоСтолбцовТаблицы + СтолбецТаблицы - 1)
b = b + Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(25, n).Value
Next
Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(СтрокаТаблицы, 4).Value = b
Sheets("ОсновнаяТаблица").Range(Cells(СтрокаТаблицы, 4), Cells(СтрокаТаблицы, n - 1)).MergeCells = True
Sheets("ОсновнаяТаблица").Range(Cells(СтрокаТаблицы, 4), Cells(СтрокаТаблицы, n - 1)).HorizontalAlignment = xlCenter
    
```

```

'Заполним 37 строку таблицы(39)=====qin
СтрокаТаблицы = 39
СтолбецТаблицы = 4
For n = СтолбецТаблицы To (КоличествоСтолбцовТаблицы + СтолбецТаблицы - 1)
  If n = СтолбецТаблицы Then
    x1 = Abs((Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(3, n).Value - Тср) / Сигма)
    x2 = Abs((0 - Тср) / Сигма)
  Else
    x1 = Abs((Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(3, n).Value - Тср) / Сигма)
    x2 = Abs((Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(3, n - 1).Value - Тср) /
Сигма)
  End If
  ' найдем уменьшаемое
  СтрокаТаблФункцЛапласа = 2
  ' проверим попадают ли входные данные в значения таблицы
  While Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value <> ""
    СтрокаТаблФункцЛапласа = СтрокаТаблФункцЛапласа + 1
  Wend
  If x1 <= Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(2, 1).Value Then
    ф1 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(2, 2).Value
    GoTo далее
  End If
  If x1 >= Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа - 1,
1).Value Then
    ф1 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа - 1,
2).Value
    GoTo далее
  End If
  СтрокаТаблФункцЛапласа = 2
  While Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value <> ""
    If Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value = x1 Then
      ф1 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
2).Value
      GoTo далее
    End If
    If x1 < Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value And x1 > Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа
- 1, 1).Value Then
      If Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value - x1 < x1 - Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа
- 1, 1).Value Then
        ф1 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
2).Value
      Else
        ф1 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа
- 1, 2).Value
      End If
      GoTo далее
    End If
    СтрокаТаблФункцЛапласа = СтрокаТаблФункцЛапласа + 1
  Wend
далее:
' найдем вычитаемое
  СтрокаТаблФункцЛапласа = 2
  ' проверим попадают ли входные данные в значения таблицы
  While Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value <> ""
    СтрокаТаблФункцЛапласа = СтрокаТаблФункцЛапласа + 1
  Wend
  If x2 <= Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(2, 1).Value Then

```

```

        ф2 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(2, 2).Value
        GoTo далее1
    End If
    If x2 >= Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа - 1,
1).Value Then
        ф2 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа - 1,
2).Value
        GoTo далее1
    End If
    СтрокаТаблФункцЛапласа = 2
    While Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value <> ""
        If Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value = x2 Then
            ф2 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
2).Value
            GoTo далее1
        End If
        If x2 < Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value And x2 > Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа
- 1, 1).Value Then
            If Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункцЛапласа,
1).Value - x2 < x2 - Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункц-
Лапласа - 1, 1).Value Then
                ф2 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункц-
Лапласа, 2).Value
            Else
                ф2 = Sheets("Таблица функции Лапласа").Cells(СтрокаТаблФункц-
Лапласа - 1, 2).Value
            End If
        End If
        GoTo далее1
    End If
    СтрокаТаблФункцЛапласа = СтрокаТаблФункцЛапласа + 1
Wend
далее1:
Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(СтрокаТаблицы, n).Value = -(ф1 - ф2)
Next

'Заполним 38 строку таблицы(40)=====X2 in
СтрокаТаблицы = 40
СтолбецТаблицы = 4
For n = СтолбецТаблицы To (КоличествоСтолбцовТаблицы + СтолбецТаблицы - 1)
Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(СтрокаТаблицы, n).Value = (Sheets("ОсновнаяТаб-
лица").Cells(4, n).Value - КоличествоЭлементов * Sheets("ОсновнаяТаб-
лица").Cells(39, n).Value) ^ 2 / (КоличествоЭлементов * Sheets("ОсновнаяТаб-
лица").Cells(39, n).Value)
Next

'Заполним 39 строку таблицы(41)=====X2n
СтрокаТаблицы = 41
СтолбецТаблицы = 4
b = 0
For n = СтолбецТаблицы To (КоличествоСтолбцовТаблицы + СтолбецТаблицы - 1)
b = b + Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(40, n).Value
Next
Sheets("ОсновнаяТаблица").Cells(СтрокаТаблицы, 4).Value = b
Sheets("ОсновнаяТаблица").Range(Cells(СтрокаТаблицы, 4), Cells(СтрокаТаблицы, n -
1)).MergeCells = True
Sheets("ОсновнаяТаблица").Range(Cells(СтрокаТаблицы, 4), Cells(СтрокаТаблицы, n -
1)).HorizontalAlignment = xlCenter [4]

```

Суммарная мера расхождения составила для экспоненциального закона $\chi_3^2 = 3,69$ и для нормального закона $\chi_n^2 = 14,67$.

Из таблицы квантилей χ^2 – квадрат распределения находят, что вероятность непротиворечивости статистических данных экспоненциальному закону составила менее 1 % (число степеней свободы – 10), а нормальному закону – около 2,3 % (число степеней свободы – 9)[1].

Причины расхождения результатов эксперимента и теоретических характеристик могут быть вызваны малым объемом выборки, неудачным способом группировки наблюдений, ошибками в выборе

гипотезы о виде распределения генеральной совокупности и др.

Определение показателей надёжности необходимо для формулирования требования по надёжности к проектируемым устройствам или системам.

Поскольку отказы и сбои элементов являются случайными событиями, то теория вероятностей и математическая статистика являются основным аппаратом, используемым при исследовании надёжности, а сами характеристики надёжности должны выбираться из числа показателей, принятых в теории вероятностей [5, с. 13].

Список литературы:

1. ГОСТ 27.002-89 Надёжность в технике (ССНТ). Основные понятия. Термины и определения.
2. Методы расчета и анализа надёжности технических систем : метод. пособие / сост. Л.Н. Герасимов. – Иркутск: ИрГУПС, 2013. – 51 с.
3. Коваленко В.Н. Надёжность устройств железнодорожной автоматики, телемеханики : учеб. пособие / В.Н. Коваленко. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2013. – 87, [1] с.
4. Программирование на VBA MS Excel: учебное пособие / Н.Г. Кудрявцев, 116 с.– Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2015 –Д.В. Кудин, М.Ю. Беликова.
5. Федотов А.В. Основы теории надёжности и технической диагностики: конспект лекций / А.В. Федотов, Н.Г. Скабкин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010 – 64 с.

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.13002

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЕМ**Микляев Евгений Михайлович**

магистрант,
Тольяттинский государственный университет,
РФ, г. Тольятти
E-mail: e.mikljaev@gmail.com

Мкртычев Сергей Вазгенович

д-р техн. наук, профессор,
Тольяттинский государственный университет,
РФ, г. Тольятти

CLOUD COMPUTING AND ITS APPLICATION FOR EDUCATION MANAGEMENT**Eugene Mikljaev**

Master,
Togliatti State University,
Russia, Togliatti

Sergey Mkrtychev

Professor, Doctor of Technical Sciences,
Togliatti State University,
Russia, Togliatti

АННОТАЦИЯ

В данной статье будут рассмотрены облачные вычисления и их применение для управления образованием.

ABSTRACT

This article will discuss cloud computing and its application for education management.

Ключевые слова: Облачные вычисления, облачные технологии, информационные технологии.

Keywords: Cloud computing, cloud technology, information technology.

Облачные вычисления – это база облачных технологий, которые предлагают построение определенных облачных архитектур и привлекающих для этого определенную инфраструктуру [1, с. 103].

Как определение облачные вычисления появились в 2000 годах, но стали популярными они относительно недавно. Данные технологии функционируют на старых технологиях, используемых и ранее, только раньше они не были объединены в единое коммерческое решение [2, с. 220].

Слово «Облако» (cloud) применялось и ранее для обозначения Глобальной сети (Интернет). Идея облачных технологий была сформулирована Джоном Мак-Карти¹ в 1960 году, который предположил, что вычисления будут предоставляться за отдельную плату, и уже в 1993 году был применен термин «облако» в коммерческих целях. Данный термин описывал крупные сети, задействующие технологии высокоскоростной одновременной передачи трафика всех видов в сетях с коммутируемыми каналами.

Технологии и подходы, которые лежат в основе облачных вычислений представлены на рисунке 1.

¹ Джон Мак-Карти – это американский информатик, который является автором термина «искусственный интеллект», также он изобрел языка Лисп, и основоположник функционального программирования, лауреат Премии Тьюринга

за огромный вклад в область исследований искусственного интеллекта [4]

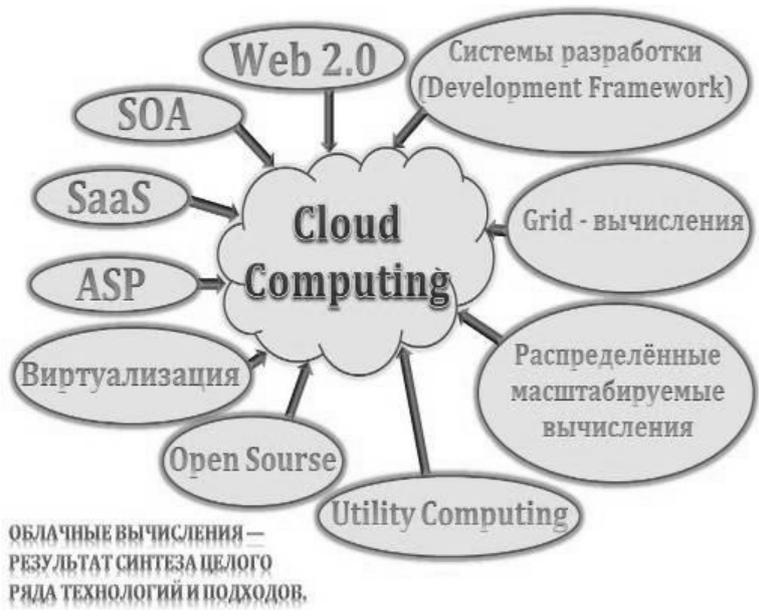


Рисунок 1. Технологии и подходы

Основные виды облачных технологий представлены на рисунке 2.

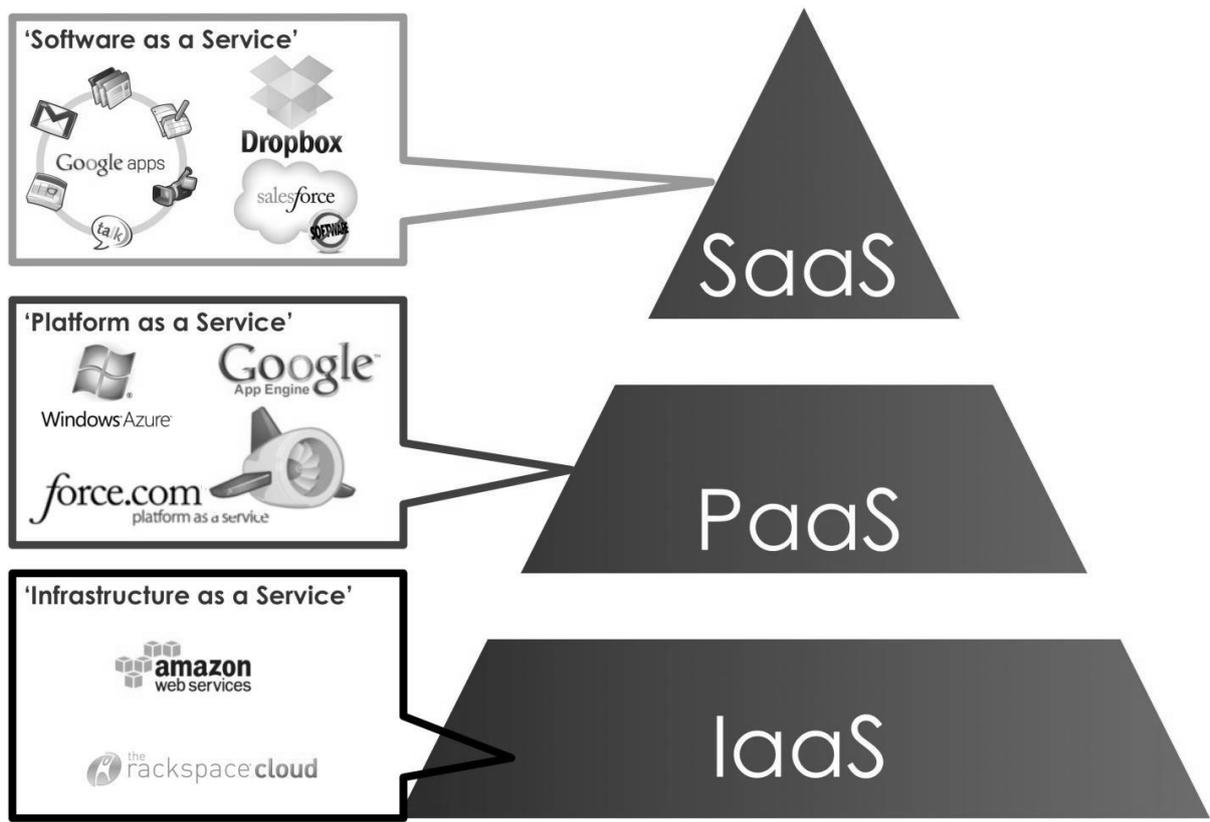


Рисунок 2. Виды облачных технологий

Распределение ответственности поставщиков для различных типов облаков показано на рисунке 3.

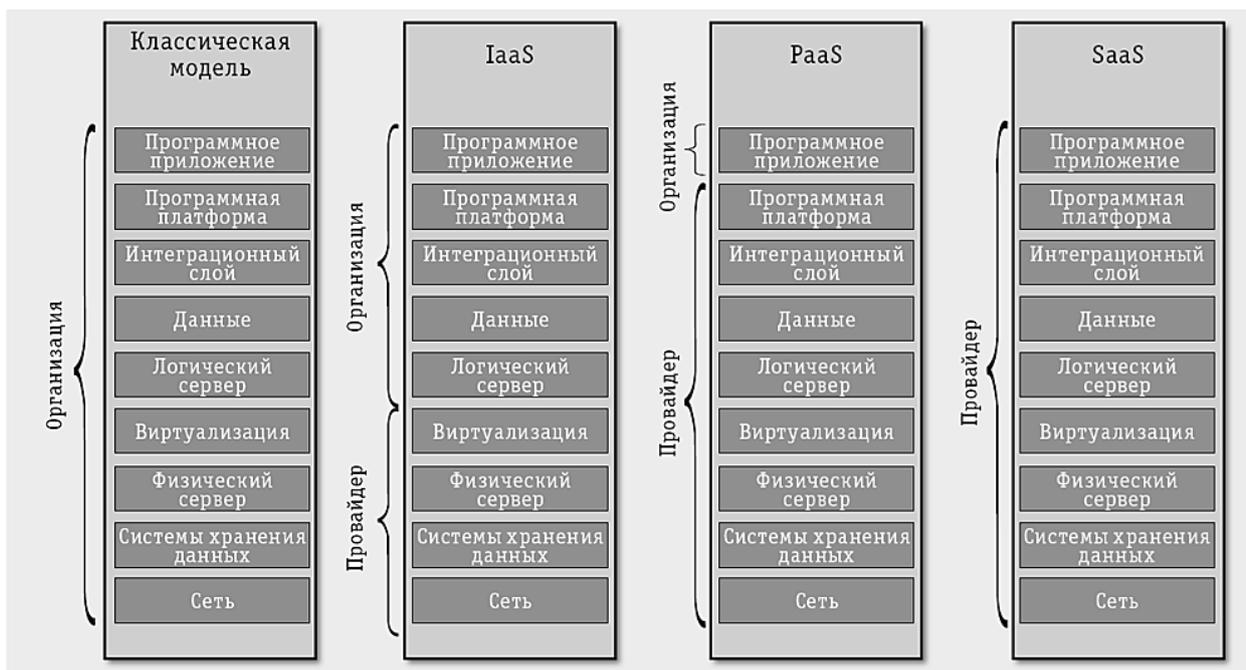


Рисунок 3. Распределение ответственности по поддержке уровней облаков

Сервисы, которые предоставляют такие технологии, делятся на: публичные сервисы; частные сервисы; гибридные сервисы.

Публичные. Публичное «облако» используется многими организациями и сервисами. В данном случае, пользователи не управляют и не обслуживают облако, это осуществлять может только владелец «облака». Абонентом публичного «облака» может

стать любая компания. Данный вид предоставляет недорогой и простой способ разворачивать веб-сайты либо бизнес-системы с широкими возможностями масштабирования, которые не доступны в других «облаках».

Схема доступа к публичному «облаку» показана на рисунке 4.



Рисунок 4. Схема доступа к публичному «облаку»

Частные. Частное «облако» представляет собой вид «облако», которое контролирует только одна организация. Абонент может управлять «облаком» самостоятельно или через внешнего подрядчика. Инфраструктура для предоставления технологии может быть, как в помещении компании, так и у внешнего оператора, или же часть может быть у компании и часть у внешнего оператора. Схема доступа к частному «облаку» показана на рисунке 5.

Работать такой вид технологии может как в закрытом режиме, так и в открытом. При открытом режиме облако лежит не на сервере компании и доступ к нему можно получить как по локальной сети или беспроводному интернету, так и через интернет удалённым способом – рисунок 6. В закрытом режиме «облако» полностью изолировано от внешнего доступа из сети Интернет – рисунок 7.

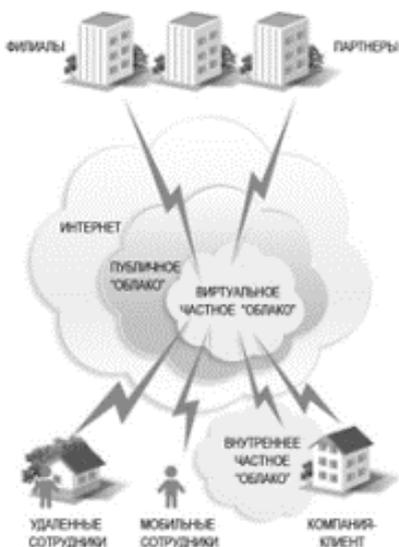


Рисунок 5. Схема доступа к частному «облаку»

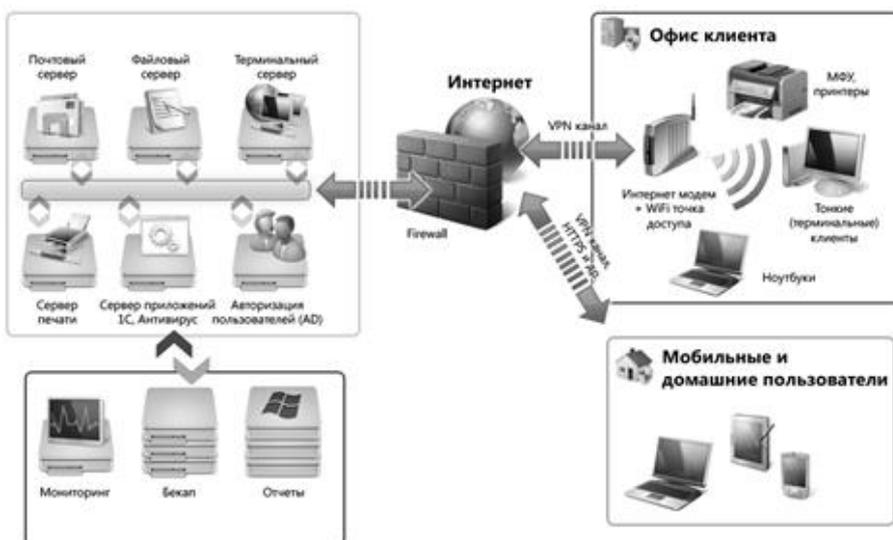


Рисунок 6. Открытая модель частного «облака»



Рисунок 7. Закрытая модель частного «облака»

Гибридные. Данный вид использует в себе достоинства публичного и частного «облаков». Абонентами таких сервисов являются компании, которые имеют сезонные периоды активности. В данном случае

доступ к ресурсам компании осуществляется через публичное «облако».

Схема доступа к гибриднему «облаку» показана на рисунке 8.

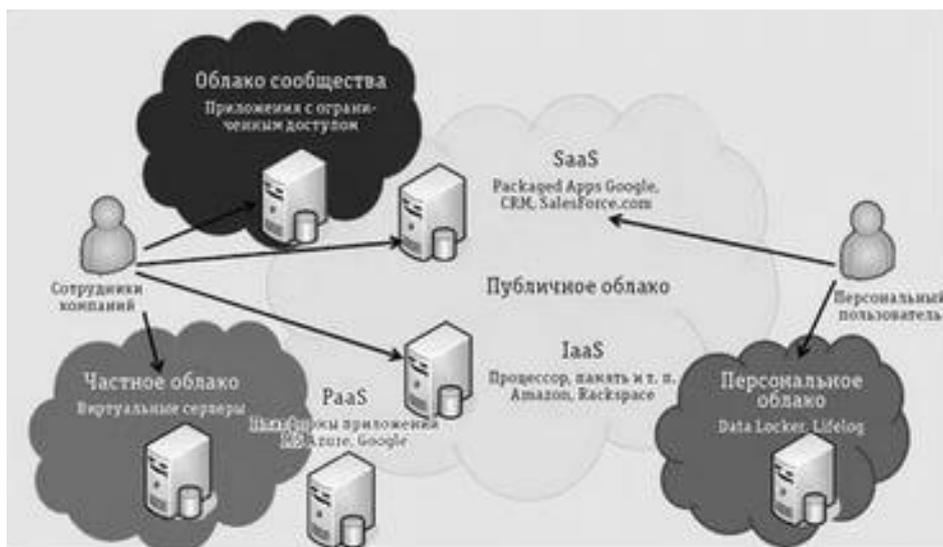


Рисунок 8. Схема доступа к гибриднему «облаку»

В «облаке» можно единые бизнес-отделы разделить на самоорганизующиеся команды специалистов.

Несмотря на то, что «облако» дает широкие возможности для изменений, только культура организации определяет результаты применения.

Организации, предоставляющие облачные технологии:

- Google;
- Amazon LCC;
- Akamai Technologies;
- Salesforce.com, inc;
- GoGrid / ServePath LLC;
- Rackspace US, Inc.

Рассмотрим достоинства и недостатки облачных вычислений.

Достоинства:

- Увеличение эффективности ИТ инфраструктуры и уменьшение затрат;
- Не нужно покупать дорогие рабочие станции, и нет необходимости дополнительно закупать CD-диски и USB – накопители, так как вся информация хранится в «облаке»;
- Программное обеспечение постоянно обновляется;
- Обслуживание занимает меньше денежных средств и практически не доставляет проблем;

- Неограниченный объем хранимой информации;
- Увеличение доступных вычислительных мощностей;
- Совместимость с операционными системами;
- Уменьшение затрат на приобретение программного обеспечения;
- Рост производительности рабочих станций пользователей, так как большая часть приложений запускается удалено;
- Повсеместный доступ к документам;
- Сокращение расходов на ресурсы;
- Экономия ресурсов;
- Доступность с различных устройств;
- Устойчивость к потере информации;
- Устойчивость к краже информации и оборудования.

Недостатки:

- Облачные сервисы будут плохо работать при низком интернет-соединении;
- Сервисы доступны только при постоянном подключении сети Интернет;

Как видно достоинств больше чем недостатков, однако в каждой конкретной ситуации они имеют большую важность или, наоборот, не имеют никакого значения.

Список литературы:

1. Щербаков В.В. Автоматизация бизнес-процессов в логистике / В.В. Щербаков, А.В. Мерзляк, Е.О. Коскур. – СПб.: Питер, 2016. – 464с.
2. Варфоломеева А.О. Информационные системы предприятия / А.О. Варфоломеева, А.В. Коряковский, В.П. Романов. – М.: Инфро-М, 2013. – 283 с.
3. Редькина, Н. С. «Библиотеки в облаках», или Возможности использования перспективных информационных технологий / Н. С. Редькина // Научные и технические библиотеки. – 2011. – № 8. – С. 44–53.
4. Васильков, А. Облачные вычисления как альтернатива суперкомпьютерам / А. Васильков // Компьютерра [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: [http:// www.computerra.ru/87677/cycle-computing-hits-pflops/](http://www.computerra.ru/87677/cycle-computing-hits-pflops/). – Дата доступа: 24.04.2017.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЙКИ ВАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СВАРКИ

*Дадаханов Нурилла Каримович**канд. техн. наук, доцент,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: nurilla28@mail.ru**Каримов Рустамжон Ибрагимович**ассистент,
Андижанский Машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

RECOVERY METHODS USING WELDING

*Nurilla Dadakhanov**Ph.D., Associate Professor,
Namangan Institute of Engineering and Technology,
Republic of Uzbekistan, Namangan**Rustamjon Karimov**Assistant,
Andijan Machine Building Institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

Изучено структурной изменения разности температуры при неравномерной распределения теплоты сварочной работы типа валов. Исследовано изменения размеров вала в восстановления сваркой. Предложен способ сварки изношенной части валов с меньшим изгибом.

ABSTRACT

The structural change of the temperature difference was studied with an uneven distribution of heat of welding work such as shafts. Investigated the change in shaft dimensions in recovery by welding A method of welding a worn part of shafts with a smaller bend is proposed.

Ключевые слова: вал, износ, сварка, изгиб, электрод, поверхность, металл, условия труда, композитные материал, восстановления.

Keywords: shaft, wear, welding, bending, electrode surface, metal, conditions of work, composite material recovery.

Износятся валы, шкивы, шестерни и другие детали на установочных поверхностях, пазах под шпонки, резьбе и других местах. В результате поверхности трения становятся овальными, коническими, бочкообразными или седловидными, пазы под шпонки расширяются, резьба изгибается, срезается и удлиняется. Изношенные валы можно отремонтировать разными способами.

Метод ремонта выбирается из следующих условий:

1. Размер шкалы: при съедании более 2 мм металл покрывается разжижением или металлизацией; При небольшом износе (до 0,15-0,2 мм) применяется метод гальванического покрытия металла или передела на размер ремонта детали.

2. Условия эксплуатации вала: если вал работает при ударной нагрузке, металлизация будет иметь ограниченное применение; Слой хрома формируется на поверхности вала, работающего в агрессивной среде, для вала, работающего в агрессивной среде, покрытие из расплава наносится с использованием марганцевого или хромированного электрода.

3. В зависимости от наличия ремонтного инструмента: при отсутствии в ремонтно-механическом цехе оборудования для металлизации, плавки используются ремонтные кольца (втулки).

4. В зависимости от наличия ремонтных систем калибровки: если компания разработала ремонтную систему калибровки, обычно изношенный вал переходит на следующий ремонтный размер шлифованием или шлифованием.

5. С экономической точки зрения: метод ремонта в тех же других условиях выбирается исходя из стоимости ремонта и срока службы детали.

Сегодня существует множество технологий для ремонта изношенных деталей валов. Например, изношенные детали заполняют электродуговой сваркой, нанесением покрытия расплавленным металлом, покрытием из металлополимеров и композиционных материалов, поверхностным покрытием с помощью различных других методов сварки, а затем ремонтируют путем механической обработки.

При сварке деталей валкового типа в основном металле происходят различные структурные изменения из-за неравномерного распределения тепла. К тому же из-за неравномерного нагрева металла размеры вала меняются неравномерно.

Среди российских экспертов были С.А. Богатырев, Ю.А. Демченко, Ф.Я. Родик. В своей работе при ремонте валов сначала нагревают изношенную деталь до размягчения, а затем прижимают подготовленную колбу [1]. Этот метод можно выполнять только при наличии специального оборудования. Т.В. Вигерина в своей исследовательской работе он ремонтировал коленчатые валы путем напыления и нанесения покрытия на металл.

Этот метод можно выполнять только при наличии специального оборудования. Т.В. Вигерина в своей исследовательской работе он ремонтировал коленчатые валы путем напыления и нанесения покрытия на металл [2, 3, 4].

В.В. Мешков в своей исследовательской работе он рекомендует тангенциальный метод обработки поверхности валов с покрытием [5]. По его словам, если к покрытой поверхности применить правильный метод, то ее качество улучшится. В зависимости от твердости добавляемого в покрытие материала

выбираются скорость резания, тяга, толщина. Рекомендуется правильно выбирать передний и задний углы фрезы.

Е.Г. Григорьева, Д.А. Чинахов в своей научно-исследовательской работе рекомендовали использование двухпоточного газа CO₂ при нанесении покрытий на легированные стали.

Улучшает механические свойства свариваемой детали [6, 7].

Целью подготовки поверхности валов к металлическому покрытию является устранение геометрических дефектов поверхности (овальность, бочкообразная форма и т. д.) И увеличение шероховатости. При подготовке поверхности вала нарезается нарезанная на поверхности резьба (шаг 0,8-1,2 мм, глубина 0,5-0,8 мм). На поверхности не должно быть масляных пятен и других загрязнений, поэтому резьба нарезается один раз за проход, а затем обрабатывается в потоке песка.

Если цапфа съедена конической, то покрытая металлом поверхность должна быть ступенчатой (рис. 1, в), чтобы не снижалась прочность цапфы, и хорошо сохранился покрытый слой.

Для защиты конца вала от напряжений защитные выступы ориентируют, приваривают (рис. 1, ж, г) или ориентируют прорези.

0,4-0,6% углеродистой (сталь 50) стальной проволоки (d 1,5 мм) для металлической наплавки валов и шейки и 0,1 для наплавки шкивов и шестерен Проволока из низкоуглеродистой стали с содержанием углерода -0,2% (Таблица 10, Таблица 20) использовал. Пистолет с металлическим покрытием крепится к опоре автомата или к специальному устройству на расстоянии 75-80 мм от вала. Геометрическая ось потока металл-воздух (конус рассеивания) должна быть немного выше оси центральной линии станка.

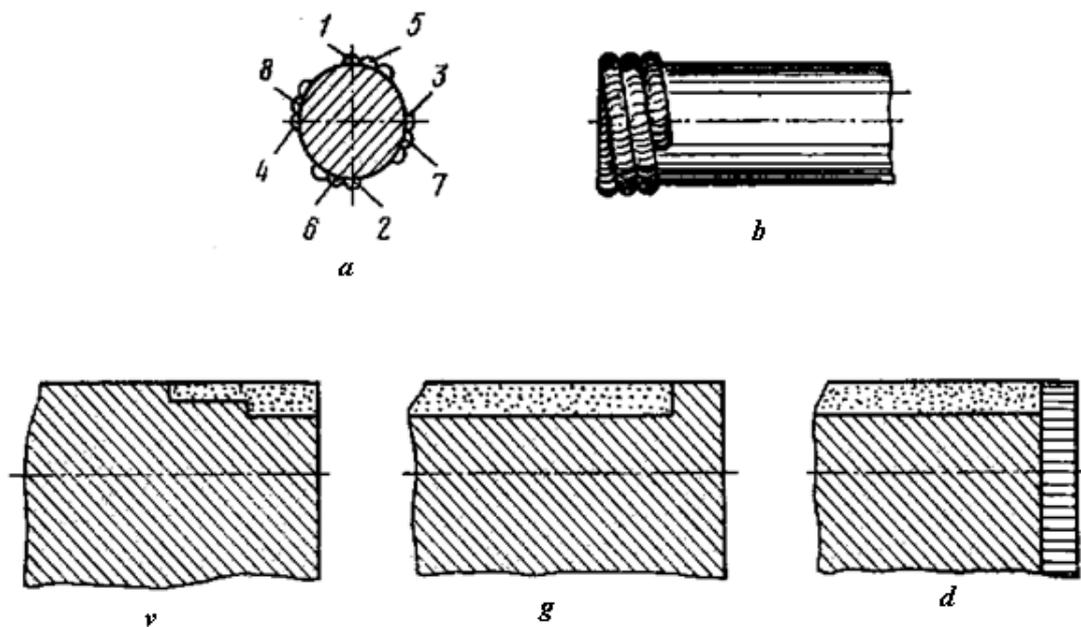


Рисунок 1. Сварка изношенных валов (а, б) и восстановление с использованием металлизации (v-d)

Изнюшенная часть вала перед ремонтом подвергается механической обработке. В зависимости от конструкции детали выбираются начальные этапы обработки. В нем также должны быть отражены дополнительные процессы, связанные с прочностью вала.

Необходимо на определенную глубину вырезать проеденную часть вала. Подбирается в зависимости от диаметра вала, например, если диаметр вала 12,5 - 25 мм, глубина пропила 1,5 - 2 мм; Если он 25-75 мм, его направляют на глубину 2,5-3 мм.

Сегодня существует множество технологий для ремонта изношенных деталей валов. Например, изношенные детали заполняют электродуговой сваркой, нанесением покрытия расплавленным металлом, покрытием из металлополимеров и композиционных материалов, поверхностным покрытием с помощью различных других методов сварки, а затем ремонтируют путем механической обработки.

Если износ шлицевых поверхностей вала составляет от 0,1 до 0,2 мм, их наращивают электросваркой, а затем шлифованием доводят зубья прорези до нужного размера. Если поведение с пазами на ценности износы и раздавлены, то поверхность заполняется расплавленным металлом, а затем пазы с пазами снова открываются. Если отверстия на валу и резьбовые поверхности изношены, их можно отремонтировать таким же образом. Если резьбовое соединение не несет большой нагрузки, можно уменьшить его на один размер.

В настоящее время механические цеха хлопкоочистительных заводов, текстильных предприятий и других малых предприятий региона не имеют современного оборудования. Поэтому при ремонте валов сваривают поверхности электродуговой сваркой. В основном они используют методы оси вала и спирали. Квалификация сварщика и машиниста не выше 4 разряда, поэтому качество ремонта низкое.

В связи с вышеизложенным, мы поставили перед собой цель, выбрать в данном случае более качественный ремонт. Для этого было изготовлено 4 вала

диаметром 25 и 30 мм из наиболее широко применяемого материала Ст 30. Для ее перекрытия был взят паз шириной 55 мм и глубиной 2 мм (рис. 2). Чтобы определить дефекты на поверхности валов, его разделили на 4 равные части. Мы обозначили валы цифрами от 1 до 4. С помощью индикатора по часовой стрелке мы измерили «биение» на поверхности вала. Эти результаты необходимы для изучения влияния изгиба вала на покрытие. Результаты тестирования показаны на рисунке 3. В этом случае знак «+» означает выступ, а знак «-» впадину.

Анализ литературы показывает, что при ремонте валов покрытие получают осевым и спиральным методами. Мы также определили, как покрыть каждый вал:

Вал 1 - по оси (→);

Вал 2 - спиральный (↑);

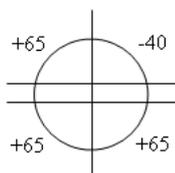
Вал 3 - первый слой осевой, второй слой спиральный (→↑);

Вал 4 - первый слой спиральный, второй слой осевой (↑→).

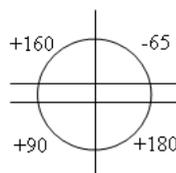


Рисунок 2. Подготовка валов к ремонту

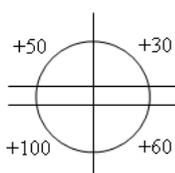
1-вал



2-вал



3-вал



4-вал

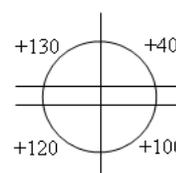


Рисунок 3. Состояние поверхности вала, в мкм

Для заливки использовался электрод 3 мм марки ЦЗЭ 422, который сейчас широко применяется. Покрытие было получено на аппарате дуговой сварки, на переменном токе. Диаметр валов (рис. 4) проверили на измерительном приборе, чтобы убедиться, что они охлаждаются на воздухе и не гнутся от тепла. Результаты измерений показаны на рисунке 5. Сравнивая его с результатом предыдущего измерения, можно увидеть, что вал 2 сильно изгибается. При ручной сварке процесс медленный, поэтому выделяющееся тепло не рассеивается быстро, в результате чего вал быстро расширяется, что приводит к его изгибу.

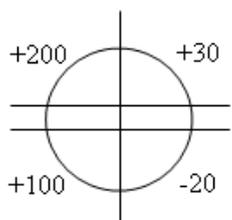
4-вал также имеет относительный изгиб, только меньший из-за размера диаметра и тонкости спирального покрытия. Изгиб валов при осевом способе покрытия незначительный.

Заключение. Из этого можно сказать, что при ручной сварке в электрической дуге мы рекомендуем использовать первый и третий методы. Если покрытие получают на автоматическом сварочном аппарате, можно использовать второй метод, поскольку он имеет высокую скорость нанесения покрытия и медленное накопление тепла на одной стороне вала.

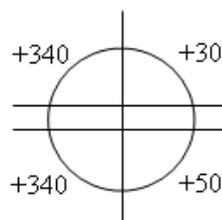


Рисунок 4. Внешний вид полученного покрытия

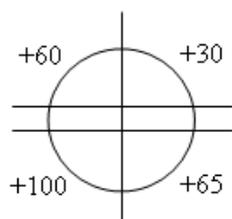
1-вал



2-вал



3-вал



4-вал

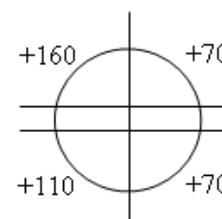


Рисунок 5. Состояние поверхности вала после сварки, в мкм

Список литературы:

1. Богатырев С.А. и др. Патент RU 2132762.
2. Вигерина Т.В. Технологии восстановления коленчатых валов двигателей из высокопрочного чугуна и поверхностным пластическим деформированием. Автореферат на соискание к. т. н. – Минск. 2013 г.
3. Дадаханов Н.К., Каримов Р.И. Усовершенствование конструкции рифленой цилиндра.// UNIVERSUM: Технические науки. -Москва, 2021. № 2(83-2), с. 34-38.
4. Дадаханов Н.К., Бобоев У.А. Исследование оптимального метода ремонта изношенной части валов с помощью сварки. // Научно-технический журнал НамИТИ. -Наманган, 2019 г. № 2. с. 143-149.
5. Мешков В.В. Совершенствование технологии нанесения и тангенциального точения наплавочных покрытия рабочих поверхностей деталей с обоснованием рациональных режимов. Автореферат на соискание к. т. н. – Саратов. 2012 г.
6. Григорьева Е.Г., Чинахов Д.А. О возможности использования разработанного способа сварка с двухструнную газовой защитой для восстановления изношенные поверхностей деталей. Труды Всероссийской научно - практические конференция. 9-11 ноябрь. - Новокузнецк. 2012 г.
7. Иванов В.П. Повышение качества восстановления деталей с нанесением покрытие. // Горная техника. -М. 2009 г. № 4. с. 80-87.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН

Иргашев Амиркул

*д-р техн. наук, проф.,
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: hamroyevr@mail.ru*

Ерлаков Шерали Жуманазарович

*магистр,
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Курбонов Шахзод Равшан угли

*магистр,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

DETERMINATION OF THE PERMISSIBLE CONCENTRATION OF ABRASIVE PARTICLES IN THE OIL OF MACHINE UNITS

Amirqul Irgashev

*doctor of technical Sciences, Professor
Tashkent state technical university
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Sherali Yerlakov

*Master,
Tashkent state technical university
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Shaxzod Kurbonov

*Master,
Tashkent state technical university
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Одним из многочисленных факторов, наиболее существенно влияющих на результаты расчета и экспериментального определения износостойкости материалов шестерен, является определение допустимой концентрации абразивных частиц в масле агрегатов.

В процессе трения за каждым циклом нагружения зубьев шестерен концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата постоянно меняется. Это происходит в результате дробления и поступления свежей порции абразивных частиц из окружающей среды. Поэтому при оценке износостойкости зубьев шестерен необходимо учитывать закономерности изменения концентрации абразивных частиц в процессе замкнутой циркуляции масла в агрегате. Износ узлов трения, качения при наличии проскальзывания, работающих в смазочной среде при наличии активных абразивных частиц, исследован в работе.

ABSTRACT

One of the many factors that most significantly affect the results of calculation and experimental determination of the wear resistance of gear materials is the determination of the permissible concentration of abrasive particles in the oil of aggregates.

During the friction process, the concentration of active abrasive particles in the oil of the unit is constantly changing during each cycle of loading of the gear teeth. This occurs as a result of crushing and the arrival of a fresh portion of abrasive particles from the environment. Therefore, when assessing the wear resistance of gear teeth, it is necessary to take into account the regularities of changes in the concentration of abrasive particles in the process of closed oil circulation in the unit. Wear of rolling friction units in the presence of slippage, working in a lubricating medium in the presence of active abrasive particles is investigated in the work.

Ключевые слова: скорость изнашивания, абразивные частицы, масло, зуб шестерен, концентрация, модуль зацепления, агрегат машины.

Keywords: The wear rate, abrasive particles, oil, gear teeth, concentration, gearing module, machine assemblies.

Результаты исследований. Концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата во многом зависит от модуля зацепления, передаточного отношения, длины зуба и механических свойств материала шестерен.

Для оценки скорости изнашивания зубьев шестерен закрытых зубчатых передач при наличии между зубьями шестерен проскальзывания и активном участии абразивных частиц в масле агрегата в процессе изнашивания получена зависимость:

$$\gamma_{a_{ш,к}} = \frac{22,33 \cdot \sigma_a^2 \cdot \Gamma_{ш,к} \cdot \sqrt{\varepsilon_k^3} \cdot \sqrt{\gamma_m} \cdot k_v \cdot d_{cp} \cdot n_{ш,к} \cdot m \cdot (z_{ш} \pm k)}{L \cdot i^2 \cdot H_{ш,к}^2 \cdot \sqrt{\gamma_a} \cdot n_{p(ш,к)} \cdot z_w^2 \cdot \psi}, \text{ м/ч.} \quad (1.1)$$

Решив аналитическое выражение (1.1), полученное в результате теоретических исследований взаимного контакта поверхностей трения зубьев шестерен и абразивных частиц, проникающих в картер аг-

регата извне, относительно допустимой концентрации активных абразивных частиц ε_k , при заданной износостойкости и наличии проскальзывания между зубьями шестерен, получим зависимость:

$$\varepsilon_k = \sqrt[3]{\left(\frac{\gamma_{a_{ш,к}} \cdot L \cdot i^2 \cdot H_{ш,к}^2 \cdot \sqrt{\gamma_a} \cdot n_{p(ш,к)} \cdot z_w^2 \cdot \psi}{22,33 \cdot \sigma_a^2 \cdot \Gamma_{ш,к} \cdot \sqrt{\gamma_m} \cdot k_v \cdot d_{cp} \cdot n_{ш,к} \cdot m \cdot (z_{ш} + k)} \right)^2}. \quad (1.2)$$

К исходным данным для расчета параметров закрытых зубчатых передач с активным участием абразивных частиц в процессе изнашивания зубьев шестерен относятся следующие показатели: $\gamma_{a_{ш,к}}$ – скорость изнашивания [при величине износа зубьев ведущей (ведомой)] шестерни по толщине: 0,25мм; 0,20мм; 0,15мм, 0,10мм, 0,05мм; модуль зацепления $m=0,010$ м; ресурс зубчатой передачи составляет 24 000 часов. Соответственно, скорости изнашивания: $\gamma_w = 3.272 \times 10^{-7}$ м/ч; $\gamma_w = 2.618 \times 10^{-7}$ м/ч; $\gamma_w = 1.963 \times 10^{-7}$ м/ч; $\gamma_w = 1.309 \times 10^{-7}$ м/ч; $\gamma_w = 6.545 \times 10^{-8}$ м/ч. σ_a – прочность абразивной частицы на сжатие, $\sigma_a = 750$ МПа; ε_k – концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата $\varepsilon_k = 0,246\%$; L – длина зуба шестерен, $L=0,075$ м; i – передаточное отношение зубчатой передачи, $i=2$; $H_{ш,к}$ – твердость материала ведущей (ведомой) шестерни, $H_{ш,к}=3000$ МПа; Γ – коэффициент, учитывающий соотношение твердости поверхности трения и прочности абразивной частицы, $\Gamma=3,299$; γ_a – плотность абразивных частиц, $\gamma_a=2,1$ т/м³; γ_m – плотность масла, $\gamma_m=0,91$ т/м³; $z_{ш}$ – число зубьев ведущей шестерни, $z_{ш}=19$; z_k – число зубьев ведомой шестерни $z_k=38$; $n_{p(ш,к)}$ – число циклов, приводящих к разрушению деформированной поверхности трения ведущей (ведомой) шестерни, $n_{p(ш,к)}=10,3$; d_{cp} – средний размер абразивных частиц в масле агрегата, $d_{cp}=0,0000115$ м; m – модуль зацепления, $m=0,010$ м; $n_{ш,к}$ – частота вращения ведущей (ведомой) шестерни, $n_{ш} = 0,5$ с⁻¹; k – коэффициент высоты зуба шестерни, $k=1,0$; k_v – сравнительный коэффициент

объемов деформации поверхностей трения абразивными частицами при чистом качении и качения с проскальзыванием, $k_v=0,9$.

Расчет изменение концентрации абразивных частиц в масле агрегата в зависимости от модуля зацепления осуществлялся через скорость изнашивания, изменяющегося по высоте зуба. Скорость изнашивания принималась в соответствии с предельным износом зубьев по их толщине, приведенным в справочнике «Контроль технического состояния тракторных деталей при ремонте» [2; 3], согласно которому предельно допустимая величина износа принята равной четверти толщины зуба по делительной окружности шестерни, тогда наибольшая предельная скорость изнашивания ведущей (ведомой) шестерни определяется:

$$[\gamma_{a_{ш,к}}] = \frac{0,25\pi m}{[T_{ш,к}]},$$

где $[T_{ш,к}]$ – предельный ресурс шестерни по толщине, $[T_{ш,к}] = 24\ 000$ ч.

Как видно, выражение (1.2) для расчета допустимой концентрации абразивных частиц в масле агрегата имеет сложную и многофакторную зависимость. Согласно полученной аналитической зависимости допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин увеличивается с повышением скорости изнашивания зубьев шестерен с активным участием абразивных частиц, длины зуба, передаточного отношения, твердости материалов шестерен, числа зубьев ведущей шестерни и степени относительного проскальзывания.

Расчетная допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин уменьшается с повышением прочности абразивных частиц на сжатие, размера абразивных частиц, частоты вращения ведущей (ведомой) шестерни и модуля зацепления; при этом наиболее существенное влияние оказывают передаточное отношение, твердость материалов шестерен, прочность абразивных частиц и число зубьев шестерен. Остальные показатели – скорость изнашивания, длина зуба ведущей (ведомой) шестерни, средний размер абразивных частиц, частота вращения ведущей (ведомой) шестерни, модуль зацепления, входящие в выражение (1.2), – зависят от них лишь на треть.

В соответствии с полученным выражением (1.2) можно сделать вывод о том, что допустимая концентрация активных абразивных частиц при их заданном размере наиболее существенное влияние оказывает $4/3$ степень передаточного отношения, твердости

материала ведущей (ведомой) шестерни, прочности абразивных частиц и числа зубьев ведущей шестерни.

Увеличение концентрации активных абразивных частиц приводит к повышению содержания продуктов износа в масле агрегата [1].

Согласно полученным данным в таблице 1.1 и рисунка 1.1, допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата имеет наибольшее значение при небольших значениях модуля зацепления, по мере увеличения модуля зацепления допустимая концентрация активных абразивных частиц постепенно снижается. То есть при увеличении модуля зацепления с 0,002 до 0,006 м допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата снижается в среднем в 2,08 раза независимо от скорости изнашивания зубьев шестерен в пределах, приведенных в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Изменение допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата / в зависимости от модуля зацепления

Модуль зацепления, м	Скорость изнашивания, м/ч				
	$3,272 \cdot 10^{-8}$	$2,618 \cdot 10^{-8}$	$1,963 \cdot 10^{-8}$	$1,309 \cdot 10^{-8}$	$0,655 \cdot 10^{-8}$
Допустимая концентрация активных абразивных частиц, %					
0,002	2,626	2,263	1,868	1,426	0,898
0,003	2,004	1,727	1,425	1,088	0,685
0,006	1,262	1,088	0,898	0,685	0,432
0,01	0,898	0,774	0,639	0,488	0,307
0,012	0,795	0,685	0,566	0,432	0,272
0,016	0,656	0,566	0,467	0,356	0,225

Снижение допустимой концентрации активных абразивных частиц, начиная с модуля зацепления 0,006 м до 0,016 м и в тех же значениях других исходных данных, составляет 1,92 раза.

В целом при увлечении модуля зацепления с 2 мм до 16 мм допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата уменьшается в 4 раза, это связано с тем, что увеличение модуля зацепления при постоянной длине зубьев приводит к повышению площади зубьев шестерен в 4 раза. То есть при одинаковом количестве средневзвешенных размеров активных абразивных частиц на поверхности зубьев шестерен их концентрация в масле также соответственно уменьшается в 4 раза. На основе полученных данных результатов исследования, приведенных и в таблице 1.1, и на рисунке 1.1, можно сделать вывод о том, что увеличение модуля зацепления зубчатой передачи приводит к уменьшению допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегатов машин.

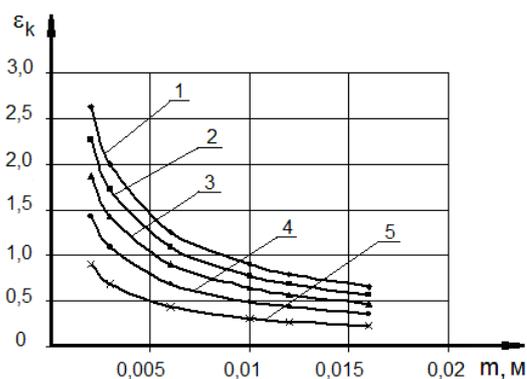


Рисунок 1.1. Изменение допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегатов машин при заданной износостойкости зубьев шестерен в зависимости от модуля зацепления:

- 1 – $\gamma_{аш,к} = 0,0000003272$ м/с;
- 2 – $\gamma_{аш,к} = 0,0000002618$ м/ч;
- 3 – $\gamma_{аш,к} = 0,0000001963$ м/ч;
- 4 – $\gamma_{аш,к} = 0,0000001309$ м/ч;
- 5 – $\gamma_{аш,к} = 0,00000006545$ м/ч

Приведенные на рисунке 1.1 графики изменения допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегатов машин получены при наличии проскальзывания между зубьями шестерен с активным участием активных абразивных частиц в зависимости от следующих значений модуля зацепления: $m= 0,002$ м; $0,003$ м; $0,006$ м; $0,010$ м; $0,012$ м; $0,016$ м.

Расчет изменения концентрации абразивных частиц в масле агрегата в зависимости от модуля зацепления осуществлялся через скорость изнашивания, изменяющуюся по высоте зуба, скорость изнашивания принималась в соответствии с предельным износом зубьев по их толщине. Допустимая

концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин увеличивается с повышением скорости изнашивания зубьев шестерен, длины зубьев шестерен, передаточного отношения зубчатой передачи, твердости материала шестерен, числа зубьев ведущей шестерни и степени относительного проскальзывания. Уменьшается – с повышением прочности абразивных частиц на сжатие, размера абразивных частиц, частоты вращения шестерни и модуля зацепления; при этом наиболее существенное влияние оказывают передаточное отношение, твердость материала шестерен, прочность абразивных частиц и число зубьев шестерен.

Список литературы:

1. Иргашев А., Хамроев Р.К. Экспериментальная оценка концентрации продуктов износа в масле агрегатов машин // *Universum: технические науки*. – М., 2020. – № 11 (80). – С. 66–68.
2. Irgashev A., Hamroyev R.K. Features of fuel economy of agricultural equipment and environmental influence on oil // *Technical science and innovation*. – Tashkent, 2021. – № 1 (07). – Б. 297–302.
3. Mirzayev N.N., Qurbonov B.B., Hamroyev R.K. Estimation of the rotation speed of gears in oil depending on the load // *Technical science and innovation*. – Tashkent, 2020. – № 4 (06). – Б. 198–204.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗНАШИВАНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ*Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна**ст. преподаватель**Ташкентского государственного технического университета**имени Ислама Каримова,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: gulchehra2767@mail.ru***ENERGY ANALYSIS OF WEAR AND TEAR OF SLIDING FRICTION UNITS***Mukaddas Mamasaliyeva**Senior teacher**of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,**Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В данной статье на основе энергетической теории рассматриваются вопросы расчета трения и изнашивания рабочих поверхностей узлов трения скольжения. Полученные результаты позволяют рассчитать величину износа поверхностей трения скольжения.

ABSTRACT

This article deals with the calculation of friction and wear of working surfaces of sliding friction units on the basis of energy theory. The obtained results allow calculating the wear value of sliding friction surfaces.

Ключевые слова: энергетическая теория изнашивания, абразивная износостойкость, абразивный износ, защитный слой, машиностроение.

Keywords: energetic theory of wear, abrasion resistance, abrasive wear, protective layer, mechanical engineering.

Введение. Существующие методы расчета на износ учитывают особенности и условия развития одного из видов износа, например, абразивный, усталостный, окислительный и т.п. Каждый вид износа проявляется в строго определенных условиях и режимах работы узла трения. Большие изменения того или иного фактора может изменить ведущий вид износа. Так, усталостная теория износа изучает механические процессы деформирования микронеровностей поверхностных слоев, окислительный износ основан на химических процессах образования и разрушения тонких пленок окислов, схватывание связано с теплотой, выделяемой при трении и его рассеиванием в окружающую среду. Энергетическая теория трения и изнашивания позволяет объединить существующие частные теории и объяснить многие противоречивые данные, полученные в экспериментальных исследованиях.

Распределение энергии трения. Согласно закону сохранения энергии, она не теряется, а превращается из одного вида в другой. Универсальным критерием работоспособности узлов трения скольжения может служить количество энергии, выделяемое и потребляемое при трении.

В процессе трения механическая энергия переходит в другие виды энергии. Для преодоления силы трения расходуется энергия, которая распределяется следующим образом:

1) На упругое и пластическое деформирование поверхностных слоев материала и изменение его структуры (образование вакансий и структурные превращения);

2) На образование теплоты. Часть этой энергии увеличивает тепловую составляющую внутренней энергии, а другая часть рассеивается в окружающую среду;

3) На перемещение микрообъемов материала, слоев смазки и преодоление её гидравлического сопротивления;

4) На образование ЭДС (электричество) в зоне контакта.

Б.И. Костецкий и Ю.И. Линник [1] изучали энергетический баланс при трении гладких поверхностей методом калориметрирования. Результаты исследований показали, что значительная часть энергии в процессе трения превращается в тепловую (табл. 1). Режимы испытаний были следующими: $P = 0,6$ МПа, $v = 0,34$ м/с, $L = 1000$ м, среда - вазелиновое масло, поверхности 13 - 14 классов шероховатости, погрешности измерений 1,9 %.

Таблица 1.

Энергетический баланс при трении металлов

№ п/п	Пара трения	Работа внешних сил, А кДж/см	Теплота Q %	Поглощенная энергия	
				ΔЕ, %	ΔЕ, Дж/см
1	АмцМ-АмцМ	1,26	93	7	92
2	Сu - Сu	2	96	4	82
3	Fe - Fe	2,15	97,5	2,5	53
4	Ст.45-Ст.45	2,6	98,5	1,5	41,5
5	Ст.45-Ст.45 закаленные	2,36	100	0	0

Исследование энергобаланса в реальных условиях трения связано с серьезными трудностями и, в первую очередь, с необходимостью обеспечения сложного эксперимента, позволяющего получать достоверные результаты. Поэтому при решении ряда неотложных вопросов аналитический путь исследования становится предпочтительней как более оперативно обеспечивающий решение требуемой частной задачи.

Выделяющееся в результате взаимодействия поверхностей в единицу времени $d\tau$ количество теплоты равно $\Phi d\tau$; $\Phi = Q/\tau$. Эта теплота расходуется на нагрев детали и окружающей среды, тепловым потоком со всей поверхности охлаждения детали $A = \alpha \cdot S$. Уравнение теплового баланса в этом случае имеет вид:

$$\Phi d\tau = C dt + A t d\tau \tag{1}$$

Из выражения (1) путем интегрирования можно получить продолжительность нагрева рабочей поверхности

$$\tau = \int \frac{C dt}{\Phi - At} = \frac{C}{A} \ln \frac{\Phi - At_0}{\Phi - At} \tag{2}$$

Введем обозначение $C/A = T$. Тогда из (2) получим закономерность изменения средней температуры трущихся поверхностей деталей

$$t = \frac{\Phi T}{A} \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T}} \right) + t_0 e^{-\frac{\tau}{T}} \tag{3}$$

При $\tau \rightarrow \infty$, $t_{\max} = \Phi T / A$. Тогда

$$t = t_{\max} \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T}} \right) + t_0 e^{-\frac{\tau}{T}} \tag{4}$$

т.е. закономерность увеличения температуры рабочих поверхностей деталей при трении описывается экспоненциальной зависимостью (рис. 1).

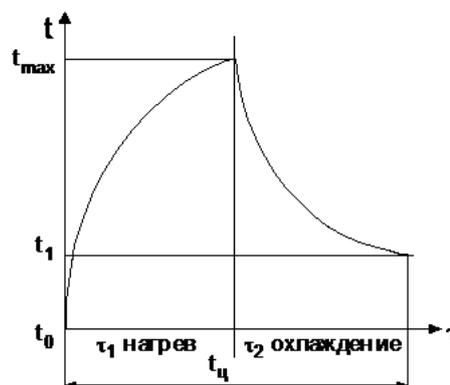


Рисунок 1. Изменение температуры рабочей поверхности детали при трении

Распределение энергии с точки зрения необратимых неравновесных термодинамических процессов рассмотрено С.В. Хачатурьяном [2] (рис. 2).

Процесс изнашивания сопровождается энергетическим обменом между узлом трения и окружающей средой. Энергия трения частично поглощается материалом (активация) и частично передается в окружающую среду (пассивация) в виде теплового потока.

Если плотность энергии в микрообъеме материала достигнет критического значения W^* , происходит разрушение (изнашивание) этого объема. Критическая энергоёмкость материала величина постоянная [2]. Для каждого материала имеется своя критическая энергия, при достижении которой образуется частица износа. Критическая плотность энергии показывает, сколько скрытой энергии может накопиться в единице объема материала до наступления разрушения (для преодоления сил связи в кристаллической решетке). Численно критическую плотность энергии можно приравнять скрытой теплоте плавления материала.



Рисунок 2. Схема энергетического баланса процесса трения и изнашивания

Энергетическое состояние материала характеризуется показателем $W_M V_D$. Плотность скрытой энергии материала можно представить в виде

$$W_M = W_0 + \Delta W \tag{5}$$

Поскольку в результате упругопластических деформаций изнашивается энергетически насыщенный объем материала, то очевидно выражение $W^* V_{изн}$ показывает фактически затраченную энергию на изнашивание. Тогда, условия изнашивания можно написать так:

$$W^* V_{изн} = W_M V_D \tag{6}$$

Основываясь на механическую модель фрикционного взаимодействия шероховатых поверхностей, получены уравнения, позволяющие определить объем материала, участвующего в упругих и пластических деформациях [3]. Эти уравнения можно использовать для расчетов, допуская, что энергетическим изменениям подвергается деформируемый объем материала. Отсюда имеем:

$$V_{изн} = \frac{(W_0 + \Delta W) \cdot V_D}{W^*} \tag{7}$$

При деформации реальных материалов, содержащих дефекты, суммарная величина удельной энергии, поглощаемой деформируемым объемом до разрушения, зависит не только от сил межатомных связей, но и от энергии, имеющейся в металле до деформации, величина которой определяется исходным структурным состоянием, а также условиями нагружения, влияющими на степень неоднородности

насыщения энергией отдельных объемов металла при деформации [2].

Исходная плотность внутренней энергии по существу является механической энергией, аккумулированной в металле в форме остаточных напряжений.

$$W_0 = \frac{(1 - 2\mu)(3\sigma)^2}{6E} \tag{8}$$

Определение исходного энергетического состояния обработанных различными технологическими приемами поверхностей представляет отдельную самостоятельную задачу. Здесь начальное напряжение определяется, исходя из метода обработки. Например, при резании сила резания делится на площадь резания и т.п. (Сила трения делится на площадь трения).

Напряженное состояние материала может служить показателем его внутренней энергии. Внутренние напряжения, возникающие в поверхностном слое материала вследствие тепловых процессов [5]

$$\delta = 0,5(t_2 - t_1)\alpha E \tag{9}$$

Изменение напряжений с истечением времени по Максвеллу

$$\sigma_i = \sigma \cdot \exp\left[-\frac{ET}{\mu}\right] \tag{10}$$

Интенсивность линейного износа согласно работе [5]

$$I = \frac{\tau}{e^*} = \frac{\tau \cdot V_{изн}}{W}$$

Расчет энергии сил трения. Существуют два способа определения энергии трения. Первый способ применяется, когда известно значение коэффициента трения.

$$W = NfL = Nfvt \tag{11}$$

Учитывая характер фрикционного взаимодействия деталей сопряжения, можно ориентировочно определить коэффициент трения по зависимости [5]:

$$f = \frac{\tau_0}{HB} + \beta + ka_n \left(\frac{h}{R}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{12}$$

Точно определить коэффициент трения, используя выражение (15), не представляется возможным вследствие слабой изученности процесса силового взаимодействия твердых тел при упругопластических деформациях материала в зонах контакта, что не позволяет с достаточной точностью установить величину внедрения неровностей трущихся поверхностей.

Коэффициент трения в условиях граничной смазки представляет собой сумму трёх слагаемых [7]

$$f_r = f_t + f_{жс} + f_{np} \tag{13}$$

здесь $f_t, f_{жс}, f_{np}$ - составляющие коэффициента трения, обусловленные соответственно механическим воздействием твердых поверхностей, внутренним трением слоев смазочного материала и сопротивлением трения, вследствие пропахивания поверхности выступами неровностей при повреждении смазочной пленки.

$$f_r = \alpha \frac{\sigma_{TB}}{p} + (1-\alpha) \frac{\sigma_{жс}}{p} + f_{np} \tag{14}$$

Поскольку существует первоначальная и установившаяся (равновесная) шероховатость, то следует ожидать, что существует и установившийся коэффициент трения. В общем случае коэффициент трения очень чувствителен к изменению условий трения, поэтому расчет энергии трения через коэффициент трения может быть использован только для ориентировочных расчётов. Кроме того значение

коэффициента трения для равновесной шероховатости нам пока не известно.

Рассмотрим взаимодействие шероховатых поверхностей, моделированных сферами. Сначала рассматриваем упрощенную модель, когда скорость скольжения, нагрузка и внешняя среда постоянны.

Трущиеся смазываемые поверхности представляют собой систему "материал-среда-материал". Обычно трение, если систему отсчёта будем брать в одной из трущихся поверхностей, можно заменить относительным скольжением элементов сопряжения между собой.

Тогда одна из поверхностей условно будет считаться неподвижной, а другая - подвижной. Характер движения подвижной поверхности относительно неподвижной может быть вращательным, поступательным или сложным, равномерным или ускоренным, а также колебательным. Если рассматривать вышеуказанную систему в достаточно малый промежуток времени и на достаточно малом участке, то независимо от характера взаимного перемещения поверхностей трения можно утверждать, что в каждый данный момент поверхность 1 движется относительно поверхности 2 поступательно с мгновенной линейной скоростью v [4].

Реальные поверхности трения состоят из множества вершин и впадин, подчиняющихся определенному закону распределения. Распределение высот неровностей профиля обычно подчиняются нормальному закону. Для математического описания модели поверхности используются следующие параметры шероховатости: высота неровностей, их форма и шаг неровностей. Обычно форму неровностей моделируют сферами радиусом R .

И.В. Крагельский [5] предлагает моделировать шероховатую поверхность набором сферических сегментов. Сферы имеют одинаковый радиус R_b , равный среднему радиусу кривизны микронеровностей реальной поверхности. Для определения радиуса единичного выступа предлагается формула:

$$R_b = \frac{1}{(\pi^2 R_a \lambda^2)} \tag{15}$$

Эту хорошо зарекомендовавшую себя модель, предложенная в работах И.В. Крагельского, используем в дальнейшей работе.

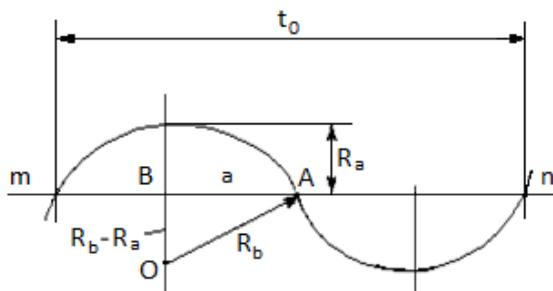


Рисунок 3. Схема к расчету среднего радиуса выступа

Для исследования связи среднего радиуса неровности и средней высоты используем теорему Пифагора (рис.3). Из треугольника ОВА имеем:

$$a^2 = R_b^2 - (R_b - R_a)^2, \quad (16)$$

Принимая шаг неровности $t_0 = 4a$, получим:

$$R_b = (t_0^2 + 16R_a^2) / 32R_a \quad (17)$$

При моделировании шероховатых поверхностей трения необходимо учесть направление штрихов окончательной обработки деталей. В общем случае шероховатость поверхности различна в разных направлениях. Если направление движения относительно скольжения поверхностей перпендикулярно замеренной шероховатости, то шероховатость в направлении движения может быть вычислена. Необходимо отметить, что в процессе изнашивания шероховатость меняется. Исходная шероховатость, полученная путем механической или другой технологической обработки, в период приработки принимает другие значения. Во время нормального изнашивания поверхность трения будет иметь равновесную шероховатость.

Поэтому при расчете износостойкости конкретных деталей машин необходимо пользоваться установившимся значением шероховатости. Этим обуславливается изучение процесса приработки поверхностей как отдельную самостоятельную задачу.

Поверхности трения реальных деталей имеют погрешности изготовления, объединенные в три класса - макроотклонения формы, волнистость и шероховатость. При изучении механизма взаимодействия поверхностей трения достаточно учитывать только их шероховатость. Макро-геометрические отклонения формируют форму зазора и должны

учитываться при расчете влияния износа на работоспособность сопряжения. Вследствие того, что механизм изнашивания рассматривается на достаточно малом участке, то значением макроотклонений детали здесь можно пренебречь.

Энергия трения при упругом взаимодействии поверхностей

По Д. Муру [7] нормальная нагрузка, действующая на поверхность:

$$N = \sum_{i=m_1}^{m_2} p_i A_i, \quad (18)$$

$p_i = N / \sum A_i$ здесь $\sum A_i$ - площадь контакта

Критерий упругого контакта не известно и практически расчет невозможен. Она зависит из распределения высот неровностей и сопутствует пластическому контакту.

Энергия трения при пластическом взаимодействии поверхностей. При работе реальных деталей часто возникает пластический контакт между взаимодействующими неровностями поверхности.

После начала пластического течения рост давления на контакте прекращается, увеличение нагрузки приводит к росту фактической площади контакта.

Энергия трения складывается из энергии внедрения и энергии сдвига, которые определяются из выражения:

$$W_{mp} = Nh + SL\sigma_T \quad (19)$$

Таким образом, на основе полученных уравнений энергетической теории изнашивания можно рассчитать величину износа поверхностей трения скольжения.

Список литературы:

1. Костецкий Б.И., Линник Ю.И. Исследование энергетического баланса при внешнем трении металлов // ДАН СССР, Т.183.-1968. -N 5. С.1052-1055.
2. Хачатурьян С.В. Термодинамический метод расчета износостойкости деталей машин. Учебное пособие. - Ташкент, ТашИИЖТ, 2004. -66 с.
3. Махкамов К.Х. Расчет износостойкости машин. Учебное пособие. -Ташкент, ТашГТУ, 2002. – 144 с.
4. Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х кн./Под. ред. И.В. Крагельского, В.В. Алинина. -М.: Машиностроение, -Кн. 1. 1978. -400 с.
5. Греггер Г., Кобольд Г. Расчет износа на основе гипотезы аккумуляции энергии при трении. Сб. Исследования по триботехнике. -М.: НИИМАШ, 1975. с. 187-195.
6. Мур Д. Основы и применения триботоники. Пер. с англ. -М.: Мир, 1978. -488 с.
7. Mindlin R.D. Compliance of Elastic Bodies in Contact // Journal of Applied Mechanics, - 1949. № 16

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.12947

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ ISUZU В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ****Хамроев Рамзжон Комилжон угли**

ассистент,

Ташкентский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: hamroyevr@mail.ru**Самидинов Юсуф Ганишер угли**

магистр,

Ташкентский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Гафуров Диер Рустам Угли

студент,

Ташкентский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

**DEVELOPMENT OF MEASURES FOR THE ORGANIZATION OF MAINTENANCE
AND REPAIR OF ISUZU CARS IN THE CITY OF TASHKENT****Ramzjon Hamroyev**

Assistant,

Tashkent state technical university

Uzbekistan, Tashkent

Samidinov Yusuf Ganisher ugli

Master,

Tashkent state technical university

Uzbekistan, Tashkent

Gafurov Diyor Rustam ugli

Student,

Tashkent state technical university

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В настоящее время растущая численность населения в нашей стране вызывает растущий спрос на пассажирские перевозки, чтобы удовлетворить этот спрос за счет использования высокопроизводительных, высококачественных, экономичных пассажирских перевозок с высокой безопасностью, которые могут соответствовать современным требованиям. В настоящее время широко используются автобусы ISUZU, производимые в нашей республике, которые, наряду с другими автобусами, требуют качественного технического обслуживания и ремонта.

ABSTRACT

Currently, the growing population in our country is causing a growing demand for passenger transportation to meet this demand through the use of high-performance, high-quality, economical passenger transportation with high safety, which can meet modern requirements. Currently, Isuzu buses produced in our republic are widely used, which, along with other buses, require high-quality maintenance and repair.

Ключевые слова: ISUZU, эксплуатации, электрических тормозах, автобус, тормозная система, муфта сцепления, коробка передач.

Keywords: ISUZU, operation, electric brakes, bus, brake system, clutch, gearbox.

В настоящее время растущая численность населения в нашей стране вызывает растущий спрос на пассажирские перевозки, чтобы удовлетворить этот спрос за счет использования высокопроизводительных, качественных, экономичных пассажирских перевозок с высокой безопасностью, которые могут соответствовать современным требованиям. В настоящее время автобусы ISUZU, производимые в нашей республике, используются наряду с другими автобусами, что требует своевременного качественного обслуживания и проведения ремонтных работ [1]. Чтобы автобусы были качественными, обслуживаемыми для общества, необходимо будет устранить поломки и неисправности, возникающие в процессе эксплуатации. В большем числе неисправностей автобусов ISUZU мы видим несвоевременное проведение работ по техническому обслуживанию, неиспользование заводских комплектующих, подлежащих замене, эксплуатацию с превышением собственных норм, несоответствие используемого топлива требуемому уровню, климатические условия, большое количество перекрестков и ряд других

факторов. В этой статье мы рассмотрели ранее проведенные исследовательские работы по этой теме при разработке мер по устранению этих неисправностей, провели наблюдения и эксперименты на автобусах ISUZU, которые используются в настоящее время, и сделали необходимые выводы и разработали меры по их устранению.

Были изучены неисправности, возникающие в автобусах ISUZU, эксплуатируемых в городе Ташкенте, и причины их возникновения, а также возможные неисправности в период эксплуатации.

В Ташкенте имеется 9 автобусных дворцов, в этих автобусных дворцах эксплуатируется более 800 автобусов ISUZU. В данной таблице приведены виды неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации автобусов, из выявленных неисправностей установлено, что чаще всего неисправности возникают в двигателе автобусов, системе питания, трансмиссии, коробке передач, сцепной муфте, тормозной системе, электрических тормозах, дверных механизмах, системе охлаждения, ходовой части (табл.1).

Таблица 1.

Основные виды неисправностей, чаще всего встречающиеся в агрегатах и узлах автобусов ISUZU, работающих на дизельном двигателе

№	Название агрегата или узла	Количество неисправностей	По сравнению с общим потреблением, количество %	Применение
1	Система подачи	155	26.7	Топливный насос высокого давления
2	Электроприборы	141	24.3	Генератор, стартер, лента генератора
3	Тормозная система	111	19.1	Накладка, манжеты
4	Муфта сцепления	86	14.8	Фрикционные диски
5	Коробка передач	45	7.7	Трос коробки передач
6	Другие части	42	7.2	Кузов, система охлаждения, рулевая головка
7	Всего	580	100%	-

Собранные статистические данные были математически обработаны и построена гистограмма по видам искажений.

Из приведенных выше ссылок видно, что к компонентам, вызывающим повышенную поломку автобусов, относятся: 1-система питания; 2-электрооборудование; 3-тормозная система; 4-сцепная муфта;

5-Коробка передач; 6-кузов, система охлаждения, рулевое управление и другие агрегаты. Наблюдения показали, что во многом уровень надежности автобусов ISUZU определяет система питания.

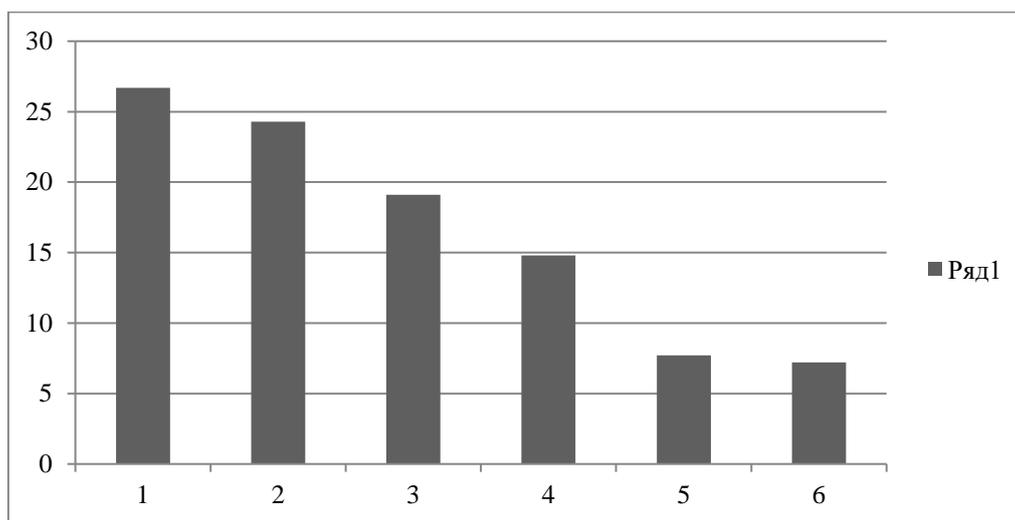


Рисунок 1. Показатели надежности (по количеству поломок) основных агрегатов автобусов ISUZU, эксплуатируемых на дизельном топливе: 1-система подачи; 2-электрооборудование; 3- тормозная система; 4-муфта сцепления; 5- коробка передач; 6 - кузов, система охлаждения, рулевое управление и другие детали

Как видно из таблиц и гистограмм, наибольшее количество неисправностей приходится на систему питания. На систему питания дизельных двигателей приходится около 15% основных неисправностей автомобилей. К основным неисправностям системы подачи можно отнести нарушение герметичности топливного насоса высокого давления и форсунки, загрязненность воздушного и топливного фильтров, износ и нарушение регулировки пары плунжеров, засыхание впрыска форсунки, изменение времени начала распыления топлива. Эти неисправности приводят к неравномерной работе топливных насосов, т. е. к снижению его производительности и качества впрыска топлива, что, в свою очередь, приводит к перегреву двигателя и снижению его мощности на 3-5% [2]. К внешним признакам неисправности и неисправности системы подачи двигателя можно отнести затруднение запуска двигателя, неравномерность его работы, недолив, снижение мощности, сильное выбивание и повышенный расход топлива.

Основной причиной, из-за которой затруднен запуск двигателя, является недостаточная подача

топлива в топливную камеру. Ухудшается разбрызгивание топлива в результате попадания воздуха в систему, загрязнения фильтрующих элементов, неисправности насоса низкого давления, износа плунжерной пары, снижения давления и износа форсунки распылительной головки, а также засорения распылительного отверстия [3].

Неустойчивая работа двигателя – при малом числе оборотов коленчатого вала) обусловлена засосом воздуха в систему подачи, неравномерной подачей топлива из секций топливного насоса и неисправностью форсунки. Отказ двигателя (черный дым): неполное сгорание из-за преждевременной или поздней подачи топлива из топливного насоса высокого давления, снижение давления распыления из-за расширения отверстия распылительной головки форсунки, поздняя подача топлива, утечка из форсунки, загрязнение воздушного фильтра, ухудшение распыления из-за засыхания распылительного отверстия, загрязнение распылительной головки форсунки и накопление воды в топливе.

Список литературы:

1. Мардонов Э.И. “Исследования эксплуатационной надежности автобусов Уз Отойўл с целью разработки режимов сервисного обслуживания тормозной системы” Дисс, Магистра автомобильного транспорта - Ташкент, 2008 г.
2. Диагностика и техническое обслуживание машин. Учебник для студентов высш. Учебн. Образований / А.Д. Ананин и др. М.: Издательский центр “Академия”, 2008. -152 стр.
3. Қ.М. Сидиқназаров, Т. Қодиршоев, Ш.П. Магдиев. Автомобиллар сервиси ахборотномаси. Тошкент 2011 й. 496 б.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ МЕДИ ИЗ ОКИСЛЕННЫХ РУД
АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК» АГИТАЦИОННЫМ
СЕРНОКИСЛОТНЫМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ****Холикулов Дониёр Бахтиёрвич**

*д-р техн. наук,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: doniyor_xb@mail.ru*

Ниязметов Бахтиёр Ергашиевич

*ведущий инженер,
АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: b.niyazmetov@agmk.uz*

Бекбутаев Алибек Нургалиевич

*главный металлург
АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: metallurg_cu@agmk.uz*

Гайратов Бобур Гайратович

*ведущий инженер
АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: b.gayratov@agmk.uz*

**RESEARCH ON EXTRACTION OF COPPER FROM OXIDIZED ORE JSC "ALMALYK MMC"
BY AGITATIVE SULFURIC ACID LEACHING****Doniyor Kholikulov**

*Doc. tech. sciences,
Almalyk branch of Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

Bakhtiyor Niyazmetov

*Lead engineer,
JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Plant"
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

Alibek Bekbutayev

*Chief metallurgist,
JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Plant"
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

Bobur Gayratov

*Lead Engineer,
JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Plant"
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты проведенных опытов по агитационному выщелачиванию меди из окисленных руд месторождения «Кальмакыр». Приведены содержания меди в руде, влияния крупности материала на показатели выщелачивания, а также показано режим сернокислотного выщелачивания по концентрации раствора серной кислоты. Приведены химический состав раствора полученного после выщелачивания и содержание меди и примесей в кеке.

ABSTRACT

This article presents the results of experiments on agitational leaching of copper from oxidized ores of the Kalmakyr deposit. The content of copper in the ore, the influence of the size of the material on the leaching indicators are given, and the mode of sulfuric acid leaching by the concentration of the sulfuric acid solution is also shown. The chemical composition of the solution obtained after leaching and the content of copper and impurities in the cake are given.

Ключевые слова: руда, медь, извлечение, отвал, минералы, выщелачивание, кек, серная кислота, химическая реакция.

Keywords: ore, copper, extraction, dump, minerals, leaching, cake, sulfuric acid, chemical reaction.

Введение. Проблема истощения минерально-сырьевой базы, ухудшение состояния карьеров и шахт, повышение требований к охране окружающей среды диктует новые требования к поискам и добыче полезных ископаемых. В мире наметилась тенденция к совершенствованию технологии и увеличению доли гидрометаллургических процессов в добыче меди. Суть процессов сводится к обработке медной руды растворителем с последующим осаждением металла из раствора. Перспективным сырьем для развития металлургии меди Узбекистана могут служить окисленные медные руды месторождений Кальмакыр АО «Алмалыкский ГМК» [1, 2]. Проблема переработки окисленных руд является одной из актуальных проблем для АО «Алмалыкский ГМК», который по состоянию на 2003 г. располагает около 46 млн. т добытой окисленной медной руды, складированной в 1961- 1970 гг. в 9 отвалах с содержанием меди 0,455%, в том числе 10,4 млн. т балансовой - 0,827% меди. Окисленные руды содержат от 50% до 100% отн. меди в окисленной форме, по характеру содержания окисленных минеральных форм и их флотационной способности их разделяют на неупорные и упорные. В неупорных рудах медьсодержащие минералы представлены чаще простыми, легко флотируемыми соединениями, к ним относятся в убывающем порядке: малахит, азурит, брошантит, куприт, тенорит, самородная медь, золото и в незначительных количествах сульфиды – халькозин, халькопирит [3].

При флотационной переработке окисленных медных руд получены низкие показатели извлечения меди, что обусловлено сложным вещественным составом медной рудой. Окисленные и смешанные медные руды, находящиеся в верхних горизонтах на всех медных месторождениях, являются вторичными медными образованиями в результате окисления сульфидов меди по схеме: первичные сульфиды (халькопирит $CuFeS_2$, борнит Cu_3FeS_4) → вторичные сульфиды (халькозин Cu_2S , ковеллин CuS) → лимонит в смеси с самородной медью Cu , купритом Cu_2O , теноритом CuO , малахитом $Cu_2(OH)_2CO_3$, азуритом $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$, силикатами и другими минералами меди [4, 5].

Известно, что окисленные медные руды, особенно руды, содержащие хризоколлу, относятся к категории труднообогатимых или упорных руд [6].

Флотация окисленных минералов меди с оксигидрильными собирателями используется (например, на фабрике «Катанга») при кремнистой или глинистой породе в руде с незначительным содержанием карбонатов и гидроксидов железа в ней. При этом хорошо извлекается только малахит, гораздо хуже - куприт, совсем плохо – хризоколла и другие силикаты меди [7].

Труднообогатимые и окисленные медные руды целесообразно обогащать при помощи метода Мостовича. Извлечение меди в раствор колеблется в больших пределах в зависимости от вещественного состава руды и характера вкрашенности рудных минералов, обычно извлечение составляет 85-98 % [8].

Способ [9] переработки окисленных медных руд включает предварительную сульфидизацию окисленных медных минералов методом сульфоагломерации и последующую флотацию, причем проводят сульфоагломерацию шихты, составленной из окисленной медной руды, серосодержащего материала и кокса, полученный агломерат подвергают дроблению, измельчению и флотации с выделением медного концентрата, пиритного концентрата и хвостов. В качестве серосодержащего материала возможно применять пиритсодержащие хвосты обогатительных фабрик, некондиционную руду, флотационный пиритный концентрат и др. Изобретение повышает извлечение меди и драгоценных металлов.

Метод флотационного обогащения окисленных медных руд с использованием предварительной сульфидизации окисленных медных минералов сернистым натрием или сероводородом не обеспечивает получение удовлетворительных показателей [10].

Впервые авторами [11] отработана в опытно-промышленном масштабе технология кучного выщелачивания забалансовых алюмосиликатных вкрапленных трудно-фильтрующих глинистых руд, содержащих 0,266 % меди, в том числе 70,4 отн. % сульфидной и 29,6 отн. % оксидной меди. Для удовлетворительной работы необходимо строгое соблюдение разработанных режимов.

Авторами [12] разработан хлоридно-электротермический метод переработки бедных оксидных руд первым переделом которого является хлоридовозгонный обжиг с извлечением Cu из руды в хлоридные возгоны. При высокой температуре происходит переход хлоридов металлов в газовую фазу. Степень хлоридовозгонки меди зависит от температуры, времени и типа руды. Из возгонов, содержащих 31-56 % Cu получена цементная медь с содержанием 68-82 % Cu.

Изучено возможности переработки окисленных медных руд методом кучного выщелачивания. Установлено, оксидные соединения меди легко растворяются в серной кислоте, сквозное извлечение составляет 97-98,5 % [13-15].

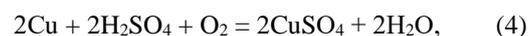
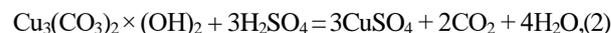
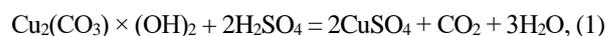
Первичный анализ проблемы глубокой комплексной переработки сырья показал целесообразность продолжения работ по комплексной переработки сырья, в части проработки мер, обеспечивающих условия глубокой и комплексной переработки минерального сырья на предприятиях минерально-сырьевого комплекса [16].

Целью исследования является подбор технологических параметров выщелачивания и создание рациональной технологической схемы переработки окисленных руд месторождений Кальмакир АО «Алмалыкского ГМК» методами серноокислотного выщелачивания для извлечения меди.

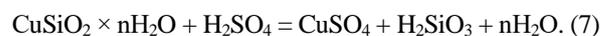
Согласно данным имеющихся на АО «Алмалыкский ГМК», окисленные руды складировались на отвалах А-4, 8а, 9, 10, 39. Руды из данных отвалов представляют собой молибденсодержащую руду медно-порфирового типа, степень окисления руд по меди составляет для отвалов №10, 8а, А-4 – 42÷50%, для отвалов №9 и №39 составляет – 94÷97 % [14-15].

Экспериментальную часть. Для изучения и определения характеристик выщелачивания окисленных руд с извлечением меди планировалось провести исследовательские работы по агитационному выщелачиванию. Исследования по агитационному выщелачиванию пробы окисленной руды проводились для определения двух аспектов выщелачивания: изучение показателей выщелачивания и оценка влияния концентрации серной кислоты на показатели выщелачивания. Для извлечения меди в качестве растворителя на стадии выщелачивания использовали серную кислоту, так как данный реагент производится в подразделениях АО «Алмалыкский ГМК». Серная кислота является общепризнанным растворителем в гидрометаллургии меди, так как обладает рядом преимуществ: обеспечивает высокий уровень извлечения в раствор окисленной меди; имеет очень низкую стоимость; достаточно просто поддается обезвреживанию в отработанных растворах [5].

В процессе агитационного серноокислотного выщелачивания должно происходить растворение преимущественно свободной меди из окисленных минералов по следующим химическим реакциям:



Кроме этого, возможно частичное растворение связанной меди из окисленных минералов по реакции:



Для оценки уровня извлечения меди в раствор выполнены опыты по агитационному серноокислотному выщелачиванию. С целью изучения влияния крупности материала на показатели выщелачивания опыты проводили на руде дробленной до -2 и -0,5 mm и измельченной до 80 % и 95 % -0,071 mm. В ходе опытов поддерживали pH пульпы на требуемом уровне подачи серной кислоты. В одном из параллельных опытов проводили отбор проб раствора для изучения динамики растворения меди. Из представленных данных следует, что изменение крупности руды в диапазоне 80-95 % -0,071 mm практически не оказывает влияния на показатели серноокислотного выщелачивания меди. Извлечение меди в раствор при этом составляет в среднем 41,25 % (рис. 1).

Увеличение крупности руды до -0,5 и далее до -2 mm приводит к поэтапному снижению извлечения меди до 40,91 и 38,03 % соответственно. Указанное снижение уровня извлечения меди на 0,34 и 3,22 %, вероятно, связано со снижением скорости растворения меди и ее неполным растворением за период выщелачивания. Относительно малое снижение извлечения меди при увеличении крупности материала с 95 % -0,071 mm до -2 mm является благоприятным фактором для кучного выщелачивания. Расход серной кислоты слабо зависит от изменения крупности материала от -2 mm до 95 % -0,071 mm и составляет в среднем 11,8 l на 1 t при полном расходе и 8,6 l на 1 t с учетом остатка свободной кислоты в растворе выщелачивания. Извлечение окисленной меди в раствор на крупности материала 95 % -0,071 mm составляет 63,21 %, при увеличении крупности руды до 2 mm извлечение окисленной меди снижается до 55,92 % (рис. 2). Увеличением продолжительности процесса увеличивается степень растворения меди.

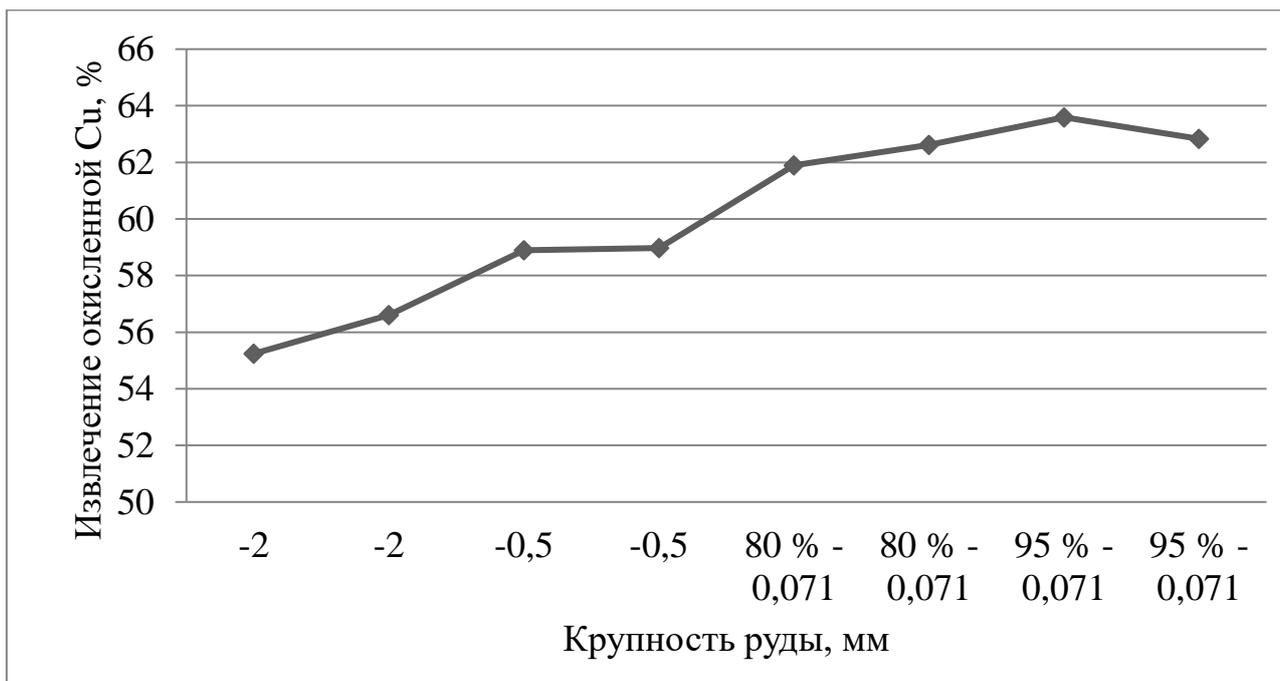


Рисунок 1. Зависимость извлечение меди от крупности руды

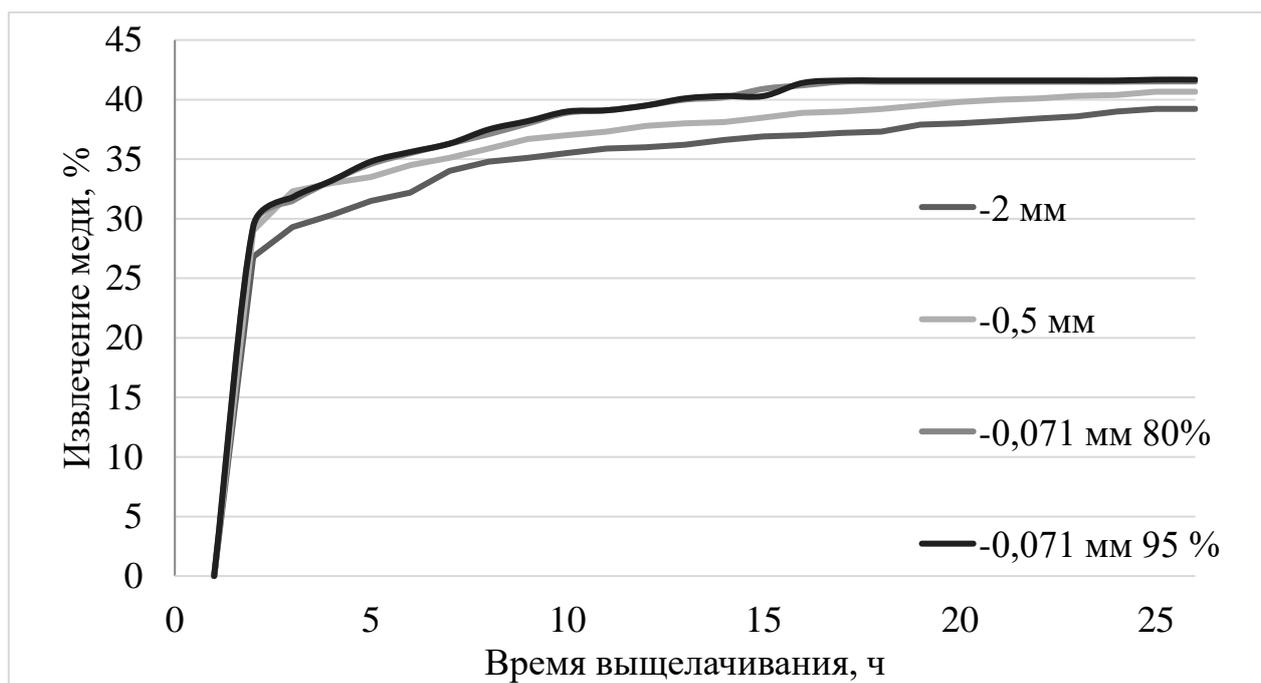


Рисунок 2. Зависимости извлечения меди от размера руды и продолжительности процесса

Согласно результатам, при увеличении концентрации серной кислоты в растворе с 5 до 30 г/л извлечение меди в раствор постепенно увеличивается с 39,80 до 46,36 % (крупность -2 мм) и с 44,95 до 52,18 % (крупность 95% -0,071 мм). Дальнейшее увеличение концентрации серной кислоты до 50 г/л практически не оказывает влияния на общее извлечение меди в раствор.

Содержание меди в кеках выщелачивания составляет 0,11-0,14 %, из них 0,04-0,06 % приходится

на окисленные медные минералы и 0,06-0,09 % на медь в сульфидных минералах. С целью оценки количества примесей, перешедших в раствор в процессе выщелачивания проводимых на крупности -2 мм и -0,071 мм 95%, выполнены развернутый анализ растворов выщелачивания, а также определена концентрация трехвалентного железа. Согласно полученным результатам химического анализа выполнен расчет количества растворившихся компонентов (табл. 1).

Таблица 1.

Химический состав растворов агитационного сернокислотного выщелачивания меди при различной крупности пробы руды

Компонент	Концентрация, мг/л		Степень перехода в раствор, г/л	
	Крупность -2 мм	Крупность -0,071 мм 95%	Крупность -2 мм	Крупность -0,071 мм 95%
Al	264	311	0,54	0,64
As	0,29	<0,030	0,0006	<0,000062
Ba	0,043	0,064	0,000089	0,00013
Bi	<0,050	<0,050	<0,0001	<0,00010
Ca	589	619	1,21	1,28
Cd	0,23	0,16	0,00047	0,00033
Co	1,41	1,06	0,0029	0,0022
Cr	0,88	1,41	0,0018	0,0029
Cu	385	421	0,79	0,87
Fe	293	611	0,6	1,26
K	87,8	168	0,18	0,35
Mg	493	544	1,02	1,12
Na	25,3	32,8	0,052	0,068
Si	142	278	0,29	0,57
P	38,9	31	0,08	0,06
Pb	0,84	0,57	0,0017	0,0012
Zn	28,7	33,5	0,059	0,069
Ni	0,67	1,18	0,0014	0,0024
Mn	119	108	0,24	0,22
Mo	0,020	<0,010	0,000041	<0,000021

Основными примесями, которые переходят в раствор в процессе выщелачивания, являются алюминий, кальций, железо, калий, магний, марганец, фосфор и кремний. Суммарная концентрация данных примесей в растворе после выщелачивания, при увеличении концентрации серной кислоты в растворе от 5 до 50 г/л, повышается с 2,67 до 5,3 г/л (крупность руды -2 мм) и с 3,56 до 8,29 г/л (крупность руды 95 % -0,071 мм).

Калий, алюминий и кремний переходят в раствор, преимущественно, за счет растворения породообразующих минералов, кроме того, источником алюминия в растворе может выступать бирюза. Железо поступает в раствор в основном за счет растворения гидроксидов железа, присутствующих в руде. Марганец может поступать в раствор за счет растворения акцессорных минералов. Кальций и магний в раствор поступает от карбонатов, которые

присутствуют в руде. Из перечисленных примесей наибольшее негативное влияние на процессы извлечения меди их растворов оказывают железо, марганец и кремний. На основании результатов химического анализа растворов можно заключить, что при увеличении концентрации серной кислоты в растворе существенно возрастает степень перехода примесей в раствор. В этой связи, выщелачивание руды следует проводить с минимально возможной концентрацией серной кислоты в растворе.

В целом, отобранная проба руда месторождения «Кальмакыр» является достаточно упорной для процесса агитационного сернокислотного выщелачивания по причине наличия большой доли меди в форме сульфидных минералов и связанной в окисленных минералах. Отобранная руда характеризуется умеренным кислотопотреблением, что является благоприятным фактором для процесса выщелачивания.

Список литературы:

1. Техногенные отходы – перспективное сырье для металлургии Узбекистана в оценка отвальных хвостов фильтрации медно-молибденовых руд // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Хакимов К.Ж. [и др.]. 2020. 12(81). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11107>
2. Исроилов А.Т., Ходжаев А.Р., Ниязметов Б.Е., Холикулов Д.Б. Обогащение забалансовых медных руд месторождения «Кальмакыр» АО «Алмалыкский ГМК». Материалы международной науч.-практической. конф. «Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК». г. Алмалык. 18-19 апрел 2019 года. с. 58-60.

3. Санакулов К.С. Перспективы переработки окисленных медных руд месторождения Кальмакыр // Журнал «Горный вестник Узбекистана», 2009, №3; с. 47-49.
4. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учебник для вузов. В 3 т. / А.А.Абрамов. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2004. – Т. II. Технология обогащения полезных ископаемых. – 510 с.
5. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: учебное пособие для вузов. В 2 кн. / А.А.Абрамов. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2005. – Кн. 1. Том III. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды. – 575 с.
6. Комбинированные методы переработки окисленных и смешанных медных руд, под редакцией С.И. Митрофанова, М., 1978, с. 7.
7. <https://metallolome.ru/tehnologicheskie-shemy-i-rezhimy-oboga-9/>.
8. Самойлик В.Г. Специальные и комбинированные методы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие. 2015_ <https://zakon.today/resursov-prirodnih-obogaschenie/spetsialnyie-kombinirovannyie-metodyi.html>.
9. Баков А.А., Аржанников Г.И. Способ переработки окисленных медных руд. подача заявки: 1998-12-01, публикация патента: 27.05.2000.
10. Денисова О.В. и др. Комбинированные методы обогащения бедных и труднообогатимых руд за рубежом, Цветметинформация, серия: обогащение полезных ископаемых, М., 1978, с. 4-13.
11. Халезов Б.Д., Неживых В.А. Кучное выщелачивание меди на Кальмакырском руднике Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК). <https://cyberleninka.ru/article/n/kuchnoe-vyshchelachivanie-medi-na-kal-makyrskom-rudnike-almalykskogo-gorno-metallurgicheskogo-kombinata-agmk/viewer>.
12. Хлоридовозгоночный метод переработки окисдных медных руд <https://poznayka.org/s94436t1.html>.
13. Абдурахмонов С.А., Нормуротов Р.И., Назаров В.Ф. Кучное выщелачивание окисленных медных руд. Ресурсообразующие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. Материалы IV международной конф. Москва-Навоий, 18-25 сентября 2005. –М.: Изд-во РУДН. 2005. с. 219-221.
14. Холикулов Д.Б., Самадов А.У., Ниязметов Б.Е. Переработка окисленных медных руд методом кучного выщелачивания. I Yevroosiyo Konchilik Kongressi – Tezislar to'plami: "Navoi kon metallurgiya kombinati" davlat korxonasi nashriyoti, Navoi 2021. - 570 с. С. 107-109.
15. Холикулов Д.Б., Давлатова М.Д., Нурмухамматова М.К., Ниязметов Б.Е. Подготовка окисленных медных руд месторождения Кальмакыр к гидрометаллургической переработке. Материалы Республиканская научно-практическая онлайн-конференция по теме «Проблемы использования природных ресурсов и их инновационные решения на основе интеграции науки и образования». 12 ноября 2021 года. Нукус. - 391 с. С. 28-30.
16. Анисимова А.Б. Глубокая и комплексная переработка минерального сырья: определение и экономический смысл // Вестник Евразийской науки, 2019 №6, Том 11. <https://esj.today/PDF/32ECVN619.pdf> (доступ свободный).
17. Мадусманова Н.К. Сорбционно-спектрофотометрическое определение ионов железа из объектов окружающей среды. // Вестник науки и образования №10(88), 2020, с. 18-20.
18. Исакулов Ф.Б., Набиев А.А., Рахимов С.Б., Имамова Н.К., Сманова З.А., Таджимухамедов Х.С. Свойства нового синтезированного аналитического реагента 2-нитрозо-5-метоксифенола// Science and Education № 3(1), 2020, с.61-69.
19. Мадусманова Н.К., Сманова З.А., Жураев И.И. Свойства нового аналитического реагента 2-гидрокси-3-нитрозофталяльдегида // Журнал аналитической химии № 1. Т.75, 2020, с. 92-96.
20. Сманова З.А., Инатова М.С., Мадусманова Н.К., Усманова Х.У. Новые производные нитрозофтаолов и их комплексобразование с ионами меди, кобальта и железа// «Новые функциональные материалы и высокие технологии» VI Международная научная конференция, Тиват, Черногория, 17-21 сентября 2018г.: тезисы докладов.–Иваново: Институт химии растворов им. ГА Крестова РАН, 2018.-194 с. ISBN 978-5-905-364-14-3 Редактор: Парфенюк ВИ
21. Жалмуродова Д.Д. Изучение процессов, протекающих при твердении и гидратации белитового вяжущего. Вестник науки и образования научно-методический журнал Москва. Май. 2020. № 10 (88). часть 2. –С. 13-15. Жалмуродова Д.Д., Ниязметов Б.Э., Махмудова Г.У. Термически обожженные туффиты и их влияние на свойства сульфатостойких цементов. Вестник науки и образования научно-методический журнал Москва. Июнь. 2020. № 11 (89). часть 2. –С. 24-26.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.12986

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ОПТОЭЛЕКТРОННЫМИ ДАТЧИКАМИ

Матбабаев Махмуд Мирзаевич

доц. кафедры “Электротехника, электромеханика, электротехнологии”,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Умаралиев Нурмамат

доц. кафедры “Электроника и приборостроения”
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: nurmuhammad@bk.ru

ANALYSIS OF THE ERROR IN MEASURING AIR HUMIDITY OPTOELECTRONIC SENSORS

Mahmud Matbabaev

Associate Professor of the Department of Electrical Engineering,
Electromechanics, Electrotechnology
Fergana Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Fergana

Nurmatamat Umaraliev

Associate Professor of the Department of Electronics and Instrumentation
Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты аналитических исследований погрешность измерения датчиков влажности воздуха, факторы, влияющие на уменьшение погрешностей измерения.

ABSTRACT

The results of analytical studies, the measurement error of air humidity sensors, factors affecting the reduction of measurement errors are presented.

Ключевые слова: оптоэлектронное устройство, светодиоды, опорный и измерительный каналы, неразрушающая контроль, временная и температурная нестабильность, погрешность измерения, влияющие факторы.

Keywords: optoelectronic device, LEDs, reference and measuring channels, non-destructive testing, time and temperature instability, measurement error, influencing factors.

Введение

В работах [1-7] предложены различные оптоэлектронные устройства для измерения влажности воздуха, а в работах [8-12] предложены методы и средства улучшающие метрологические параметров оптоэлектронных измерительных устройств.

Здесь рассмотрим функциональную схему многооптронного прибора контроля влажности для анализа источников погрешностей оптоэлектронного датчика влажности воздуха [1].

Основная часть

Как известно [1,2] процесс измерения влажности воздуха с помощью оптоэлектронных датчиков производится по одному из косвенных методов. При этом результат измерения содержит множество погрешностей. Эти погрешности можно разделить на основные и дополнительные. Основная погрешность – это погрешность измерения влажности воздуха в нормальных условиях.

Основная погрешность делится на методические (теоретические) и инструментальные. Источниками методических погрешностей являются элементы участвующие в процессе преобразования величины влажности в импульсный электрический сигнал. Методическая погрешность возникает также от того, что не учитывается наличие излучения у излучающего диода вне полосы поглощения влаги. Это приводит к появлению дополнительной составляющей сигнала в измерительном канале, не связанной с влажностью.

Одним из источников инструментальной погрешности является нелинейности характеристики фоторезисторов; наличия теневого тока фоторезисторов в отсутствии потока излучения, а также из-за старения излучающих диодов и фоторезисторов.

Источниками дополнительный погрешности является изменения температуры и напряжения питания, наличие внешнего излучения, а также загрязненность воздуха, влажность которого измеряется.

Перейдем к анализу источников погрешностей. Инерционность излучающих диодов по сравнению с инерционностью фоторезисторов пренебрежимо мала (10^{-8} с по сравнению 10^{-4} с). Поэтому основную долю погрешности вносит в этом случае фоторезистор.

Для уменьшения погрешности необходимо выбрать длительность импульса излучения не меньше $3 \cdot \tau = 3 \cdot 10^{-4} \text{ с} \gg 300 \text{ мкс}$.

Методическая погрешность, возникающая от того, что не учитывается наличие излучения у излучающего диода вне полосы поглощения, проанализируем следующим образом. Из теории погрешностей известно, что

$$\Delta f(x) = \frac{df(x)}{dx} \Delta x \quad (1)$$

Приведенная формула является частным случаем более общей формулы

$$\Delta f(x, y, z \dots) = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z} + \dots \quad (2)$$

Поскольку в двухволновом методе влажность φ определяется как результат косвенных измерений двух напряжений $U_{\text{ФПиз}}$ и $U_{\text{ФПоп}}$, то имеем

$$\varphi_1 = K \frac{U_{\text{ФПиз}}}{U_{\text{ФПоп}}} = f(U_{\text{ФПиз}}, U_{\text{ФПоп}}), \quad (3)$$

где K – коэффициент пропорциональности.

Следовательно, погрешность измерения влажности $\Delta\varphi_1$ можно определить:

$$\Delta\varphi_1 = \frac{\partial f_1}{\partial U_{\text{ФПиз}}} \Delta U_{\text{ФПиз}} + \frac{\partial f_1}{\partial U_{\text{ФПоп}}} \Delta U_{\text{ФПоп}} \quad (4)$$

где $\Delta U_{\text{ФПиз}}$ погрешность измерения фотоэлектрического сигнала измерительного канала $U_{\text{ФПиз}}$,

$\Delta U_{\text{ФПоп}}$ погрешность измерения фотоэлектрического сигнала опорного канала $U_{\text{ФПоп}}$.

Как показано [1],

$$\Delta U_{\text{ФПиз}} = \Delta U_{\text{ФПиз1}} + \Delta U_{\text{ФПиз2}} + \Delta U_{\text{ФПиз3}} \quad (5)$$

Составляющие $\Delta U_{\text{ФПиз1}}$ и $\Delta U_{\text{ФПиз3}}$ не несут в себе информацию о влажности и поэтому их можно отнести методической погрешности определения фотоэлектрического сигнала $U_{\text{ФПиз}}$. Допуская, что еще существует инструментальная погрешность измерения этого сигнала $\Delta_{\text{инстр}}$, имеем:

$$\Delta U_{\text{ФПиз}} = \Delta U_{\text{ФПиз1}} + \Delta U_{\text{ФПиз2}} + \Delta U_{\text{ФПиз3}} + \Delta_{\text{инстр}} \quad (6)$$

Тогда, учитывая то, что при измерении фотоэлектрического сигнала $\Delta U_{\text{ФПоп}}$ не существует методической погрешности, а инструментальная погрешность равна инструментальной погрешности $\Delta_{\text{инстр}}$, при измерении сигнала $\Delta U_{\text{ФПиз}}$ можем записать

$$\Delta U_{\text{ФПоп}} = \Delta_{\text{инстр}} \quad (7)$$

Учитывая, что

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_1}{\partial U_{\text{ФПиз}}} &= K \frac{1}{U_{\text{ФПоп}}}, \\ \frac{\partial f_1}{\partial U_{\text{ФПоп}}} &= K \frac{U_{\text{ФПиз}}}{U_{\text{ФПоп}}^2}, \end{aligned} \quad (8)$$

для погрешности канала f_1 окончательно имеем формулу

$$\begin{aligned} \Delta\varphi_1 &= \frac{K}{U_{\text{ФПоп}}} (\Delta_{\text{инстр}} + \Delta U_{\text{ФПиз1}} + \Delta U_{\text{ФПиз3}}) \\ &+ \left(K \frac{U_{\text{ФПиз}}}{U_{\text{ФПоп}}^2} \right) \Delta_{\text{инстр}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Влажность φ_2 определяется по методике описанной [1]:

$$\varphi_2 = K \frac{\Delta U_{\text{ФПиз2}}}{U_{\text{ФПоп}}} = f_2(\Delta U_{\text{ФПиз2}}, U_{\text{ФПоп}}) \quad (10)$$

Погрешность определения влажности при этом

$$\Delta\varphi_2 = \frac{\partial f_2}{\partial (\Delta U_{\text{ФПиз2}})} \Delta U_{\text{ФПиз2}} + \frac{\partial f_2}{\partial U_{\text{ФПоп}}} \Delta U_{\text{ФПоп}} \quad (11)$$

Частные производные равны:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_2}{\partial (\Delta U_{\text{ФПиз2}})} &= \frac{K}{U_{\text{ФПоп}}} \\ \frac{\partial f_2}{\partial (U_{\text{ФПоп}})} &= \frac{\Delta U_{\text{ФПиз2}}}{U_{\text{ФПоп}}^2} \end{aligned} \quad (12)$$

После некоторых изменений получим формулу для погрешности определения влажности

$$\Delta\varphi_2 = K \frac{\Delta U_{\text{инстр}}}{U_{\text{ФПоп}}} \left(1 + \frac{\Delta U_{\text{ФПизз}}}{U_{\text{ФПоп}}}\right) \quad (13)$$

Выводы

1. С ростом $U_{\text{ФПоп}}$ уменьшается погрешность измерения влажности воздуха.
2. Эффективность данного метода повышается при измерениях больших объемах.

Список литературы:

1. Матбабаев М.М. Оптоэлектронный метод и устройство контроля влажности воздуха крутильных и ткацких производств : дис. – Ташк. политехн. ин-т им. АР Беруни, 1990.
2. Умаралиев Н. (1991). Оптоэлектронные первичные измерительные преобразователи линейной плотности шелка-сырца и нитей из натурального шелка (Doctoral dissertation, диссертация... кандидата технических наук: 05.13. 05/Ташкентский гос. техн. ун-т).
3. Kuldashov O.N.; Umaraliev, N; Ergashev, K.M. (2021) "Stabilization of the parameters of a two-wave optoelectronic device," Scientific-technical journal: Vol. 4 : Iss. 2 , Article 5. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol4/iss2/5>
4. Umaraliev N, Matbabaev M.M., Ergashev K.M. (2019) Optoelectronic air humidity sensor/Materials of the International Conference "Scientific research of the SCO countries: synergy and integration". V 1, N 1, P 129-136. <https://doi.org/10.34660/INF.2019.21.41408>
5. Ergashov K.M., & Madmarova U.A. (2020). Research of metrological characteristics optoelectronic of devices for control of humidity of installations. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(11), 1337-1341.
6. Матбабаев М.М. (2020). Оптоэлектронный датчик относительной влажности воздуха. Бюллетень науки и практики, 6(10).
7. Умаралиев Н., Матбабаев М.М., & Эргашев К.М. (2020). Установка для изучения оптоэлектронного датчика влажности воздуха. Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 63(3), 237-241.
8. Умаралиев Н., Матбабаев М.М. (2019). Установка для калибровки оптоэлектронных датчиков влажности воздуха. Научно-технический журнал, Т. 23, спец. № 3.
9. Ergashov K.M., & Madmarova U.A. (2020). Research of metrological characteristics optoelectronic of devices for control of humidity of installations. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(11), 1337-1341.
10. Ergashov K.M., & Madmarova U.A. (2020). Technics of the infra-red drying of farm products. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(11), 1351-1355.
11. Матбабаев М.М. (2020). Оптоэлектронный датчик относительной влажности воздуха. Бюллетень науки и практики, 6(10).
12. Эргашев К.М. (2021). Улучшение измерительных параметров двухволнового оптоэлектронного устройства // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 11(92). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12588> (дата обращения: 26.12.2021).
13. Umaraliyev N., Ergashov K. (2021) Influence of the probabilistic nature of the change in the measured quantity on the measurement error // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 12(93). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12817> (дата обращения: 26.12.2021). DOI - 10.32743/UniTech.2021.93.12.12817

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.12923

**НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА ВОДЫ ПО БОРОЗДЕ
С НЕСТАЦИОНАРНЫМ ДНОМ****Махмудов Илхомжон Эрназарович**

*д-р техн. наук, профессор,
зав. лаб. “Моделирование гидродинамических процессов в гидротехнике и мелиорации”
в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем
при Министерстве водного хозяйства Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: barnoshka4675@gmail.com*

Мамутов Рашиан Аминаадинович

*соискатель
в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем
при Министерстве водного хозяйства Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Эрназаров Азизбек Илхомжон угли

*PhD, мл. науч. сотр.
в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем
при Министерстве водного хозяйства Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Мусаев Шароф Мамаражабович

*соискатель
в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем
при Министерстве водного хозяйства Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**UNSTEADED MOTION OF WATER FLOW IN A FURROW
WITH AN UNSTATIONARY BOTTOM*****Ilkhomjon Makhmudov***

*Doctor of technical sciences, prof. Head of the laboratory
“Modeling of Hydrodynamic Processes in Hydraulic Engineering and Land Reclamation”
at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems under
the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Ravshan Mamutov

*Researcher at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
under the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Azizbek Ernazarov

*PhD, junior scientific researcher at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
under the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Sharof Musaev

*Researcher at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
under the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается решение задач гидравлического моделирования нестационарного движения воды по бороздам, вызванный изменением формы бороздочного дна из-за размыва или заиления, связанные с течением воды по бороздам с нестационарным дном. Для решения этих задач предложена разработанная стохастическое уравнение неустановившегося движения воды по борозде с нестационарным дном на основе системы уравнений Сен-Венана и теории стохастических методов.

ABSTRACT

The article considers the solution of the problems of hydraulic modeling of unsteady water movement along furrows caused by a change in the shape of the furrow bottom due to erosion or siltation associated with the flow of water along furrows with an unsteady bottom. To solve these problems, a developed stochastic equation of unsteady water movement along a furrow with an unsteady bottom is proposed on the basis of the system of Saint-Venant equations and the theory of stochastic methods.

Ключевые слова: система уравнений Сен-Венана, математическое ожидание, движения потока воды по борозде, нестационарное дно, функция Грина.

Keywords: system of Saint-Venant equations, mathematical expectation, movement of water flow along the furrow, unsteady bottom, Green's function.

Введение

На сегодняшний день вопросы, связанные с течением воды по бороздам с нестационарным дном весьма актуальны. Моделирование движения мелкой воды в гидродинамике для расчета требует большого времени. При воспроизведении дисперсии и отражении нестационарности явления в пространстве возникает необходимость гидравлического моделирование во времени, в работах [1,2], где при сравнительном анализе хорошо описывается наиболее заметные характеристики движения мелкой воды, отмеченные в эксперименте тензиометрическом приборе. Иногда нелинейная модель неустановившегося движение потока воды в начальной части процесса показывает приближение к экспериментальным данным, однако, с осреднением параметров потока, уравнения становится неадекватной [3, 4].

В работах [5,6] применялись модели типа Буссинеска, при выводе которых предполагалась незначительное количество параметров неустановившегося движение. При использовании уравнения неустановившегося движение потока воды по борозде с нестационарным дном, свободных от этого ограничений, точность воспроизведения неустановившегося движения воды по бороздам повышается за счет сравнения с расчетами по гидравлической модели, которая с высокой точностью показывает основных параметров неустановившегося движение потока воды.

Экспериментальная часть

Для получения уравнения неустановившегося движения потока воды по борозде с нестационарным дном нами применена простая одномерная модель на основе системы уравнений Сен-Венана с учетом силы придонного трения борозды [7,8,9]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial(uq)}{\partial x} = -gl \frac{\partial(h + \Lambda(x))}{\partial x} - \frac{\lambda}{2} V_0^2. \quad (2)$$

где: h - глубина потока воды в борозде, q - удельный расход воды, u - местная скорость потока, g - ускорение свободного падения, $\Lambda(x)$ - параметр дна борозды, λ - коэффициент гидравлического сопротивления, зависящий от коэффициента трения по Маннингу, V_0 - средняя скорость течения воды по борозде.

Параметр дна борозды представим в виде:

$$\Lambda(x) = \sin(\alpha) \exp(x) + \exp(\hat{\Lambda}(x)) \quad (3)$$

где: α - угол дна борозды с горизонтом, $\hat{\Lambda}(x)$ - локальные нестационарности дна борозды.

Локальную нестационарности дна борозды задали в виде:

$$\hat{\Lambda}(x) = \begin{cases} x - 6Fr^2(1 - Fr), & \text{при } Fr < 1 \\ x(1 - Fr)^3 & \text{при } Fr > 1 \end{cases} \quad (4)$$

где: $Fr = \frac{v^2}{gl}$ - число Фруда.

Для интегрирования уравнений (1), (2) и исходя из поставленной задачи, формировали ниже следующие начальные и граничные условия [10,11]:

$$\left. \frac{\partial q}{\partial t} \right|_{t=0} = -gl \frac{\partial h}{\partial x} \quad (5)$$

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=L} = Re \frac{g}{V_0} \frac{\partial h}{\partial x} \quad (6)$$

Учитывая (1), (5) и (6) уравнение (2) примет вид:

$$u \frac{\partial h}{\partial t} - Re \frac{g}{V_0} q \frac{\partial h}{\partial x} = gl \frac{\partial \Lambda(x)}{\partial x} + \frac{\lambda}{2} V_0^2 \quad (7)$$

Закономерность изменение параметров шероховатости дна борозды с детерминированными уравнениями трудно прогнозировать [12,13]. В связи с этим используем методы стохастических систем. Учитывая вышеизложенные стохастические члены уравнения (7), обозначим стохастической функции в виде:

$$f = gl \frac{\partial \Lambda(x)}{\partial x} + \frac{\lambda}{2} V_0^2 \quad (8)$$

Тогда получим:

$$u \frac{\partial h}{\partial t} - \text{Re} \frac{g}{V_0} q \frac{\partial h}{\partial x} = f \quad (9)$$

Результаты и их обсуждение

Для решения уравнения (9) используем статистический метод. Удобство данного метода заключается в том, что параметры уравнения находятся так же, как и в случае детерминированных дифференциальных уравнений частных производных [14, 15]:

Пусть $\frac{\partial h}{\partial t} = L_t h$ и $\frac{\partial h}{\partial x} = L_x h$.

Тогда уравнение (9) примет вид:

$$u L_t h - \text{Re} \frac{g}{V_0} q L_x h = f \quad (10)$$

Таким образом, на основе уравнения мелкой воды разработано стохастическое дифференциальное уравнение (10) неустойчившегося движения воды по борозде с нестационарным дном.

Предположим, что L^{-1}_t существует, тогда

$$h = u^{-1} L^{-1}_t f + \text{Re} \frac{g}{V_0} u^{-1} q L^{-1}_t L_x h \quad (11)$$

Далее используем процедуру параметризации

$$h = u^{-1} T^{-1} f, \text{ где: } T^{-1} f = \sum_{n=0}^{\infty} \sigma^n H_n f \quad (12)$$

Тогда

$$\langle h \rangle = u^{-1} L^{-1}_t f + \text{Re} \frac{g}{V_0} u^{-1} q L^{-1}_t L_x (\sum_{n=0}^{\infty} \sigma^n H_n f) (\sum_{m=0}^{\infty} \sigma^m H_m f) \quad (13)$$

Отсюда получится следующие результаты:

$$H_0 f = u^{-1} L^{-1}_t f = h_1, \quad (14)$$

$$H_1 f = \text{Re} \frac{g}{V_0} u^{-1} q L^{-1}_t L_x (H_0 f) (H_0 f) = \text{Re} \frac{g}{V_0} u^{-1} q (L^{-1}_t L_x) h_1 \quad (15)$$

Учитывая (14) и (15) уравнение (13) примет вид:

$$\langle h \rangle = h_1 + \text{Re} \frac{g}{V_0} u^{-1} q (L^{-1}_t L_x) h_1 \quad (16)$$

В итоге, получено стохастическое уравнение неустойчившегося движение воды по борозде с нестационарным дном.

Нашей целью является вычислить математическое ожидание $\langle h \rangle$. В связи с этим, перепишем уравнение (16), используя вместо оператора L^{-1}_t функцию Грина $G(t, \tau)$.

$$\langle h \rangle = h_1 + \text{Re} \frac{g}{V_0} u^{-1} q G(t, \tau) (L_x) h_1 \quad (17)$$

Теперь введем функцию $h_1 = \exp(\beta x)$.

Тогда получим

$$\langle h \rangle = h_1 + \text{Re} \frac{g}{V_0} \cdot u^{-1} \cdot q \cdot \beta \cdot G(t, \tau) \cdot \exp(\beta x) \quad (18)$$

где: $G(t, \tau) = \frac{t}{2\pi} [\ln \sqrt{(t - \tau)^2} - \ln \sqrt{(t + \tau)^2}]$ - функция Грина.

Таким образом, получено выражение (18) для математического ожидания значений глубины потока воды по борозде с нестационарным дном.

Производим численный эксперимент уравнения (18) с использованием данных натурных экспериментов.

Результаты численного эксперимента показаны на рис.1, а сопоставление результатов численного и натурного экспериментов на рис.2. Расхождение удовлетворительная, погрешность составляет не более 4%.

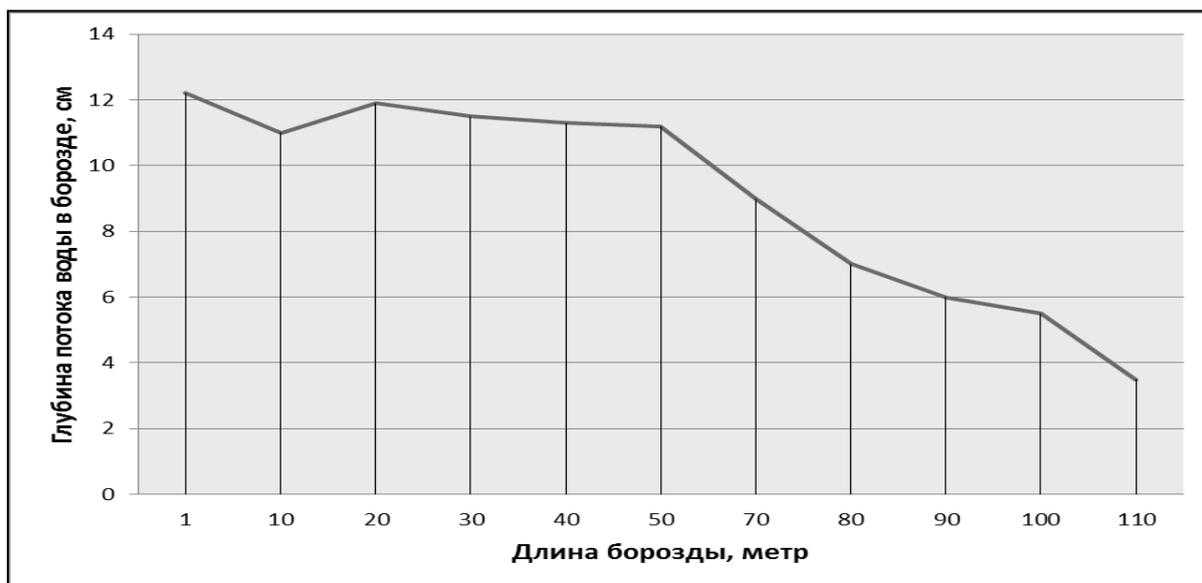


Рисунок 1. Результаты численного эксперимента уравнения (18)

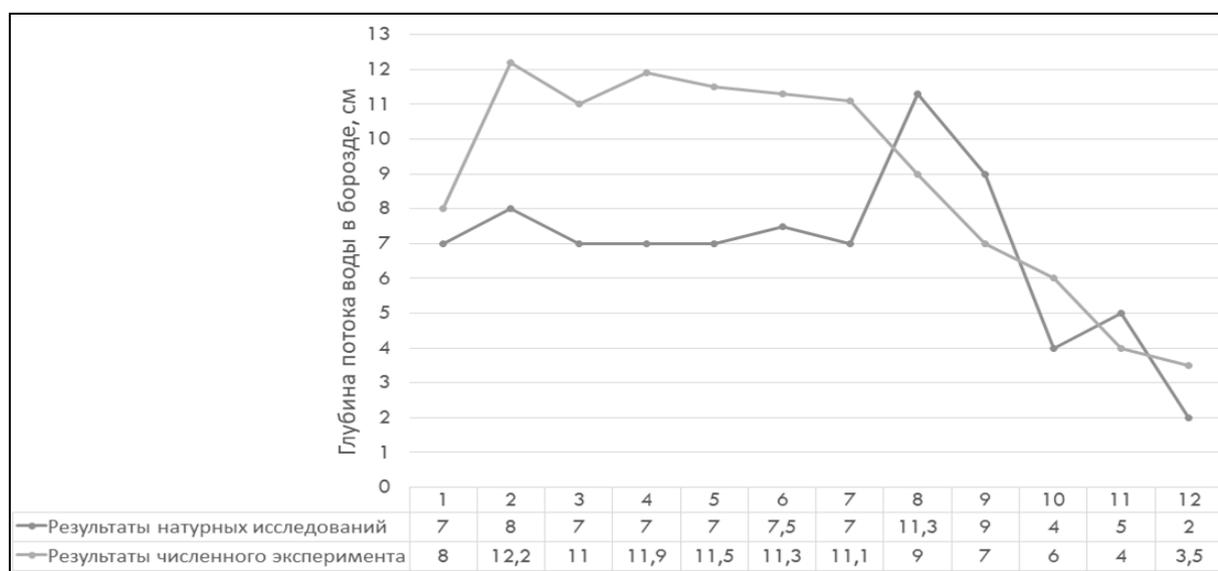


Рисунок 2 Сопоставление результатов натуральных и численных экспериментов

Выводы

Разработано стохастическое уравнение неустановившегося движения воды по борозде с нестационарным дном на основе системы уравнений Сен-Венана и теории стохастических методов.

Список литературы:

1. И. Махмудов, Э. Казаков “Hydraulic Modeling of Transient Water Movement in the Downstream of the Uchkurgan Hydroelectric Station” International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 6 , June 2020, 14137-14140 P.
2. Sadiev U.A. oth. Modeling of water resource management processes in river basins (on the example of the basin of the Kashkadarya river) //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2018. – Т. 5. – С. 5481-5487.
3. Апальков А.Ф., Апальков С.А., Погорелов Н.П. Исследование и обоснование расчетных схем впитывания при поливе по бороздам // Вестник аграрной науки Дона. 2019.
4. Махмудова Д.Э., Кучкарова Д.Х. Методы моделирования водного режима почвы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – №. 1. – С. 198-202.

5. Садиев У.А. Управление и моделирование в магистральных каналах при изменяющихся значениях гидравлических параметров водного потока //Мелиорация и водное хозяйство. – 2016. – №. 6. – С. 10-11.
6. Karshiev R. et al. Hydraulic calculation of reliability and safety parameters of the irrigation network and its hydraulic facilities //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 264. – С. 04087.
7. Махмудов И.Э., Махмудова Д.Э., Курбонов А.И. Гидравлическая модель конвективного влаго-солепереноса в грунтах при орошении сельхозкультур //Проблемы механики. – 2012. – №. 1. – С. 33-36.
8. Sadiev U.A. oth. Modeling of water resource management processes in river basins (on the example of the basin of the Kashkadarya river) //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2018. – Т. 5. – С. 5481-5487.
9. Махмудова Д.Э., Кучкарова Д.Х. Методы моделирования водного режима почвы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – №. 1. – С. 198-202.
10. Мусаев Ш.М. Ишлаб чикариш корхоналаридан чиқадиган оқова сувларни механик услублар билан тозалаш самарадорлигини ошириш тўғрисида //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 343-354.
11. Mahmudov I., Kazakov E. Operating conditions and reliability parameters of hydraulic engineering facilities on the large namangan canal //Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent. – 2020. – Т. 10. – №. 2. – С. 8.
12. Karshiev R.Z. et al. DETERMINATION OF THE OPTIMAL HYDROMODULE OF IRRIGATION NETWORK FOR DRIP IRRIGATION //Irrigation and Melioration. – 2021. – Т. 2021. – №. 1. – С. 24-28.
13. Махмудов И.Э., Мурадов Н., Эрназаров А. Гидравлическая зависимость определения границ зоны опреснения вдоль ирригационных каналов в условиях неустановившегося движения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – №. 4. – С. 51-55.
14. Volkov V.I., Snezhko V.L., Kozlov D.V. Prediction of safety level of low-head and ownerless hydraulic structures, Power Technology and Engineering, 53. (1). pp. 23-28. (2019).
15. Махмудова Д.Э., Машрапов Б.О. Современное состояние функционирования систем канализации в Узбекистане environmental protection against pollution by domestic drain in uzbekistan //ISSN1694-5298 Подписной индекс 77341 Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования с 2014 года Подписан 16.12. 2019. – 2019. – С. 668.

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ**АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭТАЛОННЫХ СИГНАТУР
ДЛЯ СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ****Балтаев Жўшқин Болтабаевич***PhD,**Ташкентский государственный транспортный университет,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: jowkin@mail.ru***Содиқов Шахзод Шавкат ўғли***магистр,**Ташкентский университет информационных технологий**имени Мухаммада ал-Хоразми**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: Shaxzod8353@gmail.com***ANALYSIS OF METHODS FOR CALCULATION OF REFERENCE SIGNATURES
FOR SIGNAL ANALYSIS OF MICROPROCESSOR SYSTEMS****Joshqin Baltaev***PhD,**Tashkent State Transport University**Uzbekistan, Tashkent***Shaxzod Sodikov***Magistr**Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi**Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются задачи диагностики и подходы к использованию сигнатурного анализа для диагностики микропроцессорных систем. Показано, что основным документом сигнатурного анализа является словарь эталонных сигнатур. Приведены методы расчёта сигнатур для сигнатурного анализа. Проведен анализ методов расчета и эталонных сигнатур, используемых при диагностике микропроцессорных систем. Предложен упрощенный метод расчета и разработана программа моделирования сигнатурного метода диагностики цифровых устройств. Разработаны алгоритм и программа для автоматизации определения эталонных сигнатур.

ABSTRACT

The article discusses the problems of diagnostics and approaches to the use of signature analysis for diagnostics of microprocessor systems. It is shown that the main document of signature analysis is a dictionary of reference signatures. Methods for calculating signatures for signature analysis are presented. The analysis of calculation methods and reference signatures used in diagnostics of microprocessor systems is correct. A simplified calculation method is proposed and a program for modeling the signature method of diagnostics of digital devices is developed. An algorithm and a program for automating the determination of reference signatures have been developed.

Ключевые слова: Сигнатурный анализ, микропроцессорные устройства, эталонные сигнатуры, цифровая сигнатура, генератор псевдослучайных последовательностей.

Keywords: Signature analysis, microprocessor devices, reference signatures, digital signature, pseudo-random sequence generator.

Введение

Переход к широкому использованию микропроцессорных комплектов в современном телекоммуникационном оборудовании создал ряд серьезных

проблем, связанных с процессами диагностики и локализацией неисправных компонентов. Анализ характеристик существующих средств диагностики микропроцессорных устройств показывает, что

практически единственными для применения в условиях эксплуатации являются методы компактного тестирования на основе сигнатурного анализа (СА) [2-3, 16]. Важным параметром сигнатурного анализа является набор (словарь) эталонных сигнатур, который заранее определяется для исправного цифрового устройства. Необходимость создания методов расчета сигнатур связана с необходимостью автоматизации производства словарей (таблиц) эталонных сигнатур, так как их создание с помощью измерения сигнатур является довольно трудоёмким. Поэтому основным документом сигнатурного анализа является словарь эталонных сигнатур, который определяет алгоритм поиска неисправностей.

В настоящее время известны различные теоретические методы, позволяющие рассчитывать эталонные сигнатуры [1-4].

Основная часть

Метод расчета эталонных сигнатур на основе анализа работы СА

Как известно сущность СА заключается в том, что последовательности данных с узла, правильно функционирующей схемы в режиме тестирования ставятся в соответствии с определенной сигнатурой. При последующей проверке этой схемы оператор с

помощью анализатора измеряет сигнатуры в различных точках схемы цифрового устройства и сравнивает их с записанными в документации эталонными сигнатурами. Принцип действия СА основан на методе сигнатурного анализа, то есть сжатии длинных последовательностей в четырехзначные шестнадцатеричные сигнатуры. Физически данный метод реализуется на линейном сдвиговом регистре с обратными связями, сигналы которых суммируются по модулю два с входной последовательностью. В качестве полинома используется неприводимый полином

$$P(X) = x^{16} + x^{12} + x^9 + x^7 + 1$$

Сигнатуры воспроизводятся, как правило, в алфавите, состоящим из десяти цифр и шести букв: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, C, F, H, P, U. Каждой двоичной последовательности соответствует своя сигнатура.

0000 - "0" 0100 - "4" 1000 - "8" 1100 - "F"
0001 - "1" 0101 - "5" 1001 - "9" 1101 - "H"
0010 - "2" 0110 - "6" 1010 - "A" 1110 - "P"
0011 - "3" 0111 - "7" 1011 - "C" 1111 - "U"

На рисунке 1 показана схема, поясняющая принцип сжатия входной последовательности [2,6].

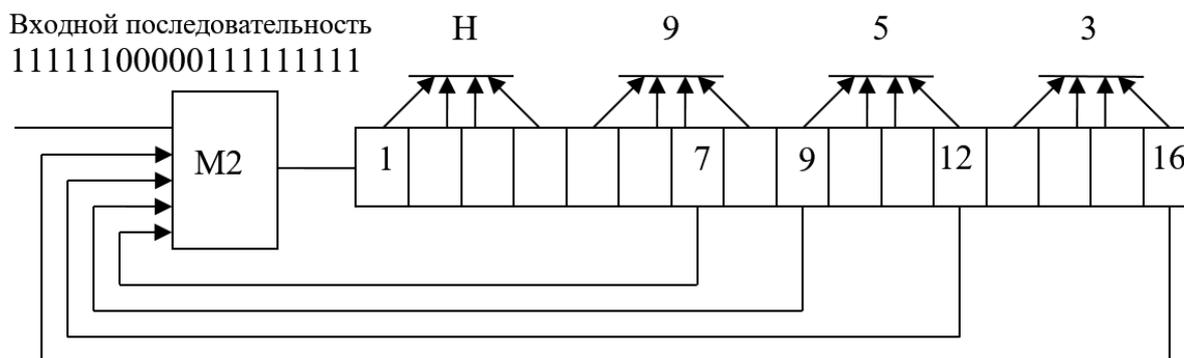


Рисунок 1. Схема, поясняющая принцип сжатия входной последовательности

Сигнатура формируется с помощью регистра сдвига с логической обратной связью $P(X) = x^{16} + x^{12} + x^9 + x^7 + 1$, на входе которого находится сумматор по модулю два. Допустим, что во время подключения зонда СА к какой-либо контрольной точке, в ней возникла 20 – разрядная последовательность единиц и нулей, имеющая вид: 11111000001111111111.

Эта входная последовательность суммируется по модулю 2 с содержимым ячеек 7, 9, 12 и 16 регистра сдвига. После 20 тактов работы схемы в регистре будет находиться 16 разрядная комбинация 1101100101010011, которой в результате деления

на четыре четырех разрядных комбинаций соответствует буквенно – цифровая сигнатура H953.

Метод расчета эталонных сигнатур на основе вложенных полиномов

Рассмотрим схему генератора псевдослучайных последовательностей на n-разрядном регистре сдвига, с обратными связями взятыми из p, m, l, k разрядов, которые заведены в сумматор по модулю 2 (рис.1) [3, 7].

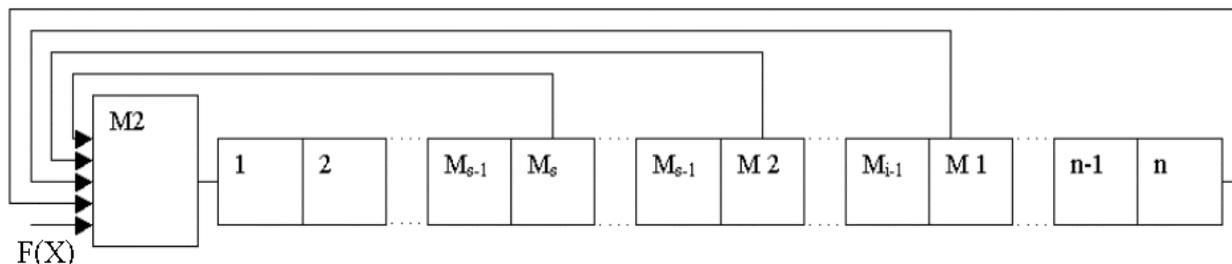


Рисунок 2. Схема генератора псевдослучайных последовательностей (ГПСП) на базе сдвигового регистра длиной n разрядов

Тогда

$$F(X) = g(X) \cdot P_n(X) + r(X)$$

где $F(X)$ – входной многочлен;

$g(X)$ – частное от деления;

$P_n(X)$ – инверсия полинома обратных связей для регистра длиной n- разрядов;

$r(X)$ – остаток.

В работе [8] регистр сдвига рассматривается как совокупность вложенных один в другой регистров сдвига длиной n, m, l, k разрядов. Очевидно, что каждый регистр осуществляет собственное деление (преобразование) входного многочлена. Если степень входного многочлена больше степени (разрядности) регистра сдвига, то влияние вложенных регистров учитывается в полиноме обратных связей сдвигового регистра большей длины. Если степень входного многочлена не превосходит степень регистра, то выполняется деление входного многочлена на инверсию полинома обратных связей, регистра сдвига меньшей длины. Так как степень $r(X)$ меньше степени $P(X)$, то для получения реального остатка необходимо провести деление $r(X)$ на инверсию полиномов обратных связей регистров меньшей длины.

Обозначим инверсию полиномов обратных связей через $P'_n(X), P'_m(X), P'_l(X), P'_k(X)$. Разделим входной многочлен $F(X)$ на полином $P'_n(X)$:

$$\frac{F(X)}{P'_n(X)} = g_n(X) + \frac{r_n(X)}{P'_n(X)} \tag{1}$$

Затем последовательно рассмотрим остатки $r_i(X)$, ($i=n,m,l$) в качестве входных многочленов для регистров сдвига меньшей длины, разделив их на полином:

$$\frac{r_n(X)}{P'_m(X)} = g_m(X) + \frac{r_m(X)}{P'_m(X)} \tag{2}$$

$$\frac{r_m(X)}{P'_l(X)} = g_l(X) + \frac{r_l(X)}{P'_l(X)} \tag{3}$$

$$\frac{r_l(X)}{P'_k(X)} = g_k(X) + \frac{r_k(X)}{P'_k(X)} \tag{4}$$

Анализ формул (1 - 4) показывает, что $g_n(X)$ является выходным многочленом регистра степени n, $g_m(X)$ – выходной многочлен регистра степени m, который заполняет разряды от m+1 до n регистра сдвига,

g_l – выходной многочлен регистра степени l, который заполняет разряды от l+1 до m и т.д;

$r_k(X)$ – остаток, оставшийся в сдвиговом регистре, который имеет только одну обратную связь и заполняет разряды от 1 до k. Таким образом сигнатура может быть записана в следующем виде:

$$r_c(X) = g_m(X)X^{m+1} + g_l(X)X^{l+1} + g_k(X)X^{k+1} + r_x(X)X \tag{5}$$

По этой формуле можно рассчитать сигнатуры для регистра сдвига с нумерацией от 1 до n. Если нумерация разрядов начинается с нуля, то формула (5) примет вид:

$$r_c(X) = g_m(X)X^m + g_l(X)X^l + g_k(X)X^k + r_x(X) \tag{6}$$

Так для ГПСП, разработанного фирмой HP, формула (6) имеет вид:

$$r_c(HP) = g_{12}(X)X^{12} + g_9(X)X^9 + g_7(X)X^7 + r_7(X) \tag{7}$$

Рассмотрим пример расчета сигнатуры указанным методом для вышерассмотренной входной последовательности. Разделив входную последовательность $F(X)$ на инверсный полином $P'(X)$ получим частное: $g(X) = x^3 + x^2 + x + 1$ и остаток $r_{16}(X) = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^7$. Затем произведем деление $r_{16}(X)$ на инверсию полинома обратных связей 12-разрядного регистра $P(X) = x^{12} + x^5 + x^3 + 1$. В результате получим частное $g_{12}(X) = x^3 + x^2 + 1$ и остаток $r_{12}(X) = x^{11} + x^9 + x^6 + x^2 + 1$. Разделим $r_{12}(X)$ на инверсию полинома обратных связей 9-разрядного регистр. В результате получим частное $g_9(X) = x_2$ и остаток $r_9(X) = x^8 + x^6 + x^4 + 1$.

Разделим $r_9(X)$ на инверсию полинома обратных связей 7- разрядного регистра.

В результате получим частное $g_7(X)=X$ и остаток $r_7(X)=x^6 + x^4 + x + 1$.

Подставив полученные значения в выражение для $r_c(X)$ получим

$$r_c(X) = (x^3 + x^2 + 1)x^{12} + x^2x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x + 1 = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^4 + x + 1.$$

Преобразуем полученный многочлен в двоичную форму $r_c(HP) = 1101100101010011$, которой соответствует сигнатура H953.

Из приведенного примера видно, что этот метод расчета требует запоминания образующих полиномов степени r, m, l, k , а также производить дополнительные расчеты для получения реальной сигнатуры.

Упрощенный метод расчета эталонных сигнатур

Как отмечалось ранее, метод СА заключается в сжатии выходных реакций испытуемых электронных узлов с помощью сдвигового регистра с логическими обратными связями в короткие слова – сигнатуры [8-9]. Принцип реализации СА в целом основывается на математических соотношениях, аналогичных тем, что используются при формировании циклических кодов. Однако ввиду того, что практическая схема самого делителя, выполненная на многоходовых сумматоров по модулю 2 отличается от используемого делителя циклического кода, содержимое регистра сдвига СА и результат деления $F(X)$ на $P(X)$ не совпадают. Известно, что остаток, получаемый в регистре сдвига имеет вид $R(X) = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^4 + x + 1$, а остаток при делении $F(X)$ на $P'(X)$ имеет вид: $x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^7$.

В этой связи необходимо анализировать не остаток от деления, а частное от деления. В соответствии с этой методикой сигнатура рассчитывается путем умножения входного многочлена $F(X)$ на одночлен X^r и деления этого произведения на обратный образующий полином $P'(X)$:

$$\frac{F(X)X^r}{P'(X)} = Q(X) + \frac{R(X)}{P'(X)} \quad (8)$$

При этом, частное от деления имеет такую же степень как $F(X)$, а сигнатурой являются последние r разрядов.

$$r_c(X) = [Q(X)] \bmod 2^r$$

Рассмотрим пример теоретического расчета сигнатуры этим методом для аналогичной ранее рассмотренной входной последовательности. Умножив входной многочлен $F(X)$ на одночлен X^{16} получим:

$$F(X)X^{16} = x^{35} + x^{34} + x^{33} + x^{32} + x^{31} + x^{30} + x^{29} + x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16}.$$

Разделим этот многочлен на обратный полином $P'(X) = x^{16} + x^9 + x^7 + x^4 + 1$.

В результате получим частное $Q(X) = x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^4 + x + 1$. И остаток $R(X) = x^{15} + x^{13} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^2 + x$.

Преобразуя $Q(X)$ в двоичную форму получим $Q(X) = 11111100100101010011$.

Последние 16 разрядов согласно методу и являются сигнатурой, т.е.

1101100101010011 соответствует сигнатура H953 [10-14].

Метод определения сигнатур на основе моделирования сигнатурного анализатора

Программа моделирования сигнатурного метода диагностики цифровых устройств SIGNATURA предназначена для наглядного отображения процесса формирования цифровой сигнатуры при диагностике устройства [15]. Программа моделирует процесс прохождения цифровой последовательности через логическую схему, состоящую из регистра сдвига и сумматора по модулю 2. После окончания процесса моделирования программа выдает результат – цифровую сигнатуру в виде кода для отображения на семисегментном индикаторе. Программа работает в операционных системах Microsoft Windows NT/2000/XP/2003/7.

Программа не требует установки и запускается путем запуска приложения signatura.exe. При запуске появляется окно программы.

Окно программы содержит в верхней части изображение моделируемой схемы, в нижней части – элементы управления.

Последовательность работы с программой следующая:

- установить разрядность регистра сдвига;
- установить разряды полинома;
- ввести входную последовательность;
- при необходимости установить интервал для ускорения/замедления процесса;
- нажать кнопку «Пуск».

При нажатии кнопки «Пуск» на вход сумматора по модулю 2 начинает подаваться входная последовательность. Разряды входной последовательности проходят через логическую схему и записываются в регистр сдвига.

После прохождения всех разрядов входной последовательности через логическую схему на экране появляется цифровая сигнатура, представляющая собой код для семисегментного индикатора (рис.3).

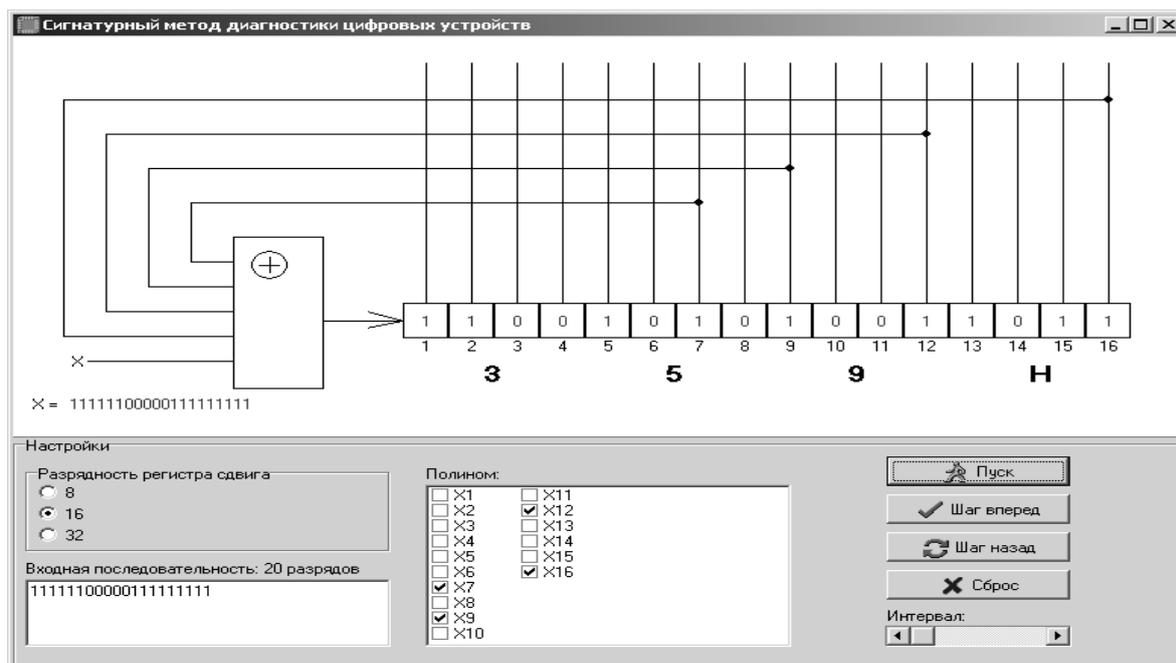


Рисунок 3. Цифровая сигнатура после окончания процесса

Каждый символ сигнатуры отображается под соответствующими четырьмя разрядами сдвигового регистра. Шестнадцатиразрядному регистру соответствует четырехсимвольная сигнатура, восьмизразрядному – двухсимвольная, тридцатидвухразрядному – восьмисимвольная.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- предложен упрощенный метод расчета эталонных сигнатур, обладающий меньшей трудоемкостью и свободный от недостатков присущих известным теоретическим методам расчета эталонных сигнатур;
- с целью автоматизации определения эталонных сигнатур разработан новый алгоритм и программа моделирования сигнатурного метода диагностики цифровых устройств;
- разработанное программное обеспечение работает в операционных системах Microsoft Windows.

Список литературы:

1. Арипов М.Н., Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю. «Техническая диагностика цифровых систем» Учебное пособие. ТУИТ, Ташкент 2006.
2. Abbas Yel Gamal, Young-Nan Kim Network Information Theory. Cambridge University Press, 2011.
3. Alexander Miczo, Digital Logic Testing and Simulation, Wiley, 2-е, 2003.
4. Анкудинов И.В. Микропроцессорные системы. Архитектура и проектирование. Учебное пособие. Санкт-Петербург 2003.
5. Антошина И.В., Котов Ю.Т. Микропроцессоры и микропроцессорные системы (аналитический обзор). Москва 2005 г.
6. Амирсаидов У.Б., Аббасханова Ч.Ю., Балтаев Ж.Б. Методы оценки надёжности сети передачи данных с учётом воздействия внешних факторов VESTNIK TashGTU, 4/2014g., str 27-31.
7. Безуглов Д.А., Калиенко И.В. сифровые устройства и микропротессоры. – Ростов – на – Дону: Феникс, 2006. – 480 с.
8. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Badalov J.I. Study of the method of compact testing of technical means of data transmission networks Toshkent, ICISCT2020.
9. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Xasanov O.A. Increasing the efficiency of diagnosing microprocessor devices based on multichannel signal analysis means. Тошкент, ICISCT2020.
10. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Балтаев Ж.Б. «Системы технического обслуживания и эксплуатации сетей телекоммуникации». Учебник.-Т.: "Алоқачи".2019, 234 с.
11. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Alimov U.B. Methods of Determining Reference Signals for One and Multichannel Signatural Analyzer of Microprocessor Systems, Science Publishing Group, Communications USA № 6(1) 2018. –R. 20-24.

12. Djuraev R.X., Baltaev J.B. Investigated Methods of Improving the Efficiency of Diagnosing Microprocessor Devices of Data Transmission Systems Based on Multi-Channel Signature Analysis, Science Publishing Group, Communications USA № 7(1) 2019. –R. 13-24 rr.
13. Djuraev R.X., Djabbarov Sh.Yu., Baltaev J.B. Raqamli qurilmalarning sakkiz kanalli signatura usulida diagnostika qilishning modellashtirish dasturi. O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazganligi to'g'risidagi guvohnoma. №DGU 04123. 16.12.2016y.
14. Djuraev R.X., Djabbarov Sh.Yu., Baltaev J.B. Raqamli qurilmalarning o'n olti kanalli signatura usulida diagnostika qilishning modellashtirish dasturi. O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazganligi to'g'risidagi guvohnoma №DGU 04124. 16.12.2016 y.
15. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Toshtemirov T.Q. Signatura analizatori tomonidan aniqlanmagan xatolarni aniqlash dasturi "O'zbekiston Respublikasi adliya vazirligi xuzuridagi intellektual mulk agentligi" DGU 10922.
16. ZainalabedinNavabi, Digital System Test and Testable Design: Using HDL Models and Architectures, Springer, 2011.

**ИССЛЕДОВАННЫЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ СРЕДСТВ
МНОГОКАНАЛЬНОГО СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗА**

Балтаев Жўшқин Болтабаевич

PhD

*Ташкентского государственного транспортного университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jowkin@mail.ru*

Яронова Наталья Валерьевна

канд. техн. наук, доцент

*Ташкентского государственного транспортного университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tatochka83@list.ru*

Рахимова Хуржон Отахон қизи

магистр

*Ташкентского университета информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**INVESTIGATED METHODS OF IMPROVING THE EFFICIENCY
OF DIAGNOSING MICROPROCESSOR DEVICES OF DATA-TRANSFER SYSTEMS BASED
ON MULTICHANNEL SIGNATURE ANALYSIS**

Joshqin Baltaev

PhD,

*Tashkent State Transport University
Uzbekistan, Tashkent*

Natalya Yaronova

PhD, assistant professor,

*Tashkent State Transport University
Uzbekistan, Tashkent*

Xurjon Raximova

Master,

*Tashkent University of information technologies
named after Muhammad al-Khwarizmi
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются задачи, рассмотрен анализ современных микропроцессорных устройств систем передачи данных как объекта контроля и диагностики, необходимой для выбора характеристик методов сигнатурного анализа показано, что основным документом сигнатурного анализа является словарь (таблица) эталонных сигнатур. Рассматриваются методы расчета и определения сигнатур для сигнатурного анализа при диагностике микропроцессорных устройств. Проведен сравнительный анализ методов расчета и определения эталонных сигнатур, используемых при диагностике микропроцессорных устройств. Разработаны алгоритмы и многоканального сигнатурного метода для автоматизации определения эталонных сигнатур для многовыходных микропроцессорных устройств.

ABSTRACT

The article discusses the tasks, analyzes the analysis of modern microprocessor devices of data transmission systems as an object of control and diagnostics necessary for choosing the characteristics of signature analysis methods, it is believed that the main documents of signature analysis are dictionaries (table) of etolon signatures. Methods for calculating and determining signatures for signature analysis in diagnostics of microprocessor devices are considered. A comparative

analysis of methods for calculating and determining reference signatures used in diagnostics of microprocessor devices is carried out. The algorithms and the multichannel signature method have been developed to automate the determination of reference signatures for multi-output microprocessor devices.

Ключевые слова: микропроцессорных устройств (МПУ), жизненный цикл, сигнатурный анализ (СА), многоканальный сигнатурный анализ (МСА).

Keywords: microprocessor devices (MPD), life cycle, signature analysis (SA), multichannel signature analysis (MSA).

Введение

При построении современных систем передачи данных (СПД) актуальной задачей является исследование методов повышения качества функционирования технических средств и системы в целом [1,2,3]. В современных СПД используется элементная база, основанная на применении больших интегральных схем (БИС), сверхбольших интегральных схем (СБИС) и микропроцессорных комплектов (МПК), которая позволяет существенно повысить эффективность систем – увеличить производительность и надежность, расширить функциональные возможности систем, уменьшить массу, габариты и потребляемую мощность. В то же время переход к широкому использованию БИС, СБИС и МПК в современных СПД, создал вместе с бесспорными преимуществами и ряд серьезных проблем, связанных в первую очередь с процессами их контроля и диагностики [4,5,6,7]. В условиях эксплуатации СПД важнейшей из двух составляющих коэффициент готовности является время восстановления, которое определяется временем обнаружения (контроль) и временем поиска неисправности (диагностика), поэтому одним из основных направлений работ является улучшение технических и эксплуатационных характеристик технических средств СПД

путём улучшения показателей ремонтпригодности. Это связано с тем, что односторонняя ориентация на достижения высокой безотказности СПД в ущерб ремонтпригодности часто не обеспечивает повышение коэффициента готовности в условиях эксплуатации, так как сложность поиска и устранения неисправностей приводит к росту времени её восстановления.

В этой связи одной из решающих предпосылок достижения высоких надежностях характеристик связана с дальнейшим повышением интенсивности работ по разработке и использованию новых подходов и методов контроля и диагностике СПД и их технических средств на всех стадиях жизненного цикла.

Пусть на вход генератора псевдослучайной последовательности (ГПСП) (рис. 1) поступает входная двоичная последовательность. ГПСП, подобные изображенному на рис. 1, осуществляют преобразование входной двоичной последовательности, соответствующей делению входного многочлена $F(x)$ на инверсию характеристического полинома, описывающего данный ГПСП.

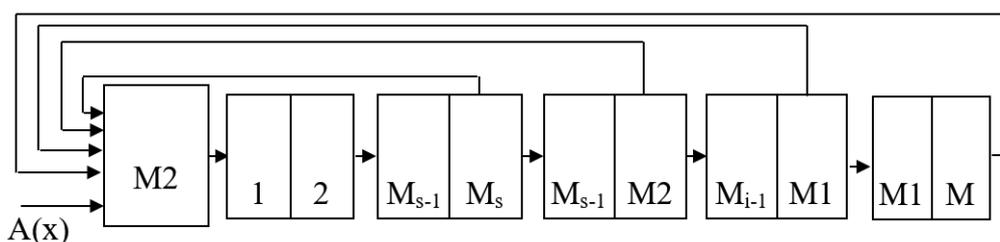


Рисунок 1. Схема ГПСП на базе сдвигового регистра длиной n разрядов

В связи с тем, что нумерация регистров обычно начинается с нуля, то сигнатура может быть записана в виде:

$$G_n^1(X) = g_{m_1}(X)X^{m_1} + g_{m_2}(X)X^{m_2} + \dots + g_{m_s}(X)X^{m_s} + r_{m_s}(X) \tag{4}$$

Для получения формулы расчета сигнатуры в конкретном ГПСП в выражении (4) вместо X^i , где $i = m_1, m_2, \dots, m_s$, необходимо подставить номера разрядов сдвигового регистра ГПСП, из которых взяты обратные связи. Например, в соответствии с (4), для ГПСП на базе 16-разрядного регистра формула расчета сигнатуры имеет вид:

$$G_{16}^{HP}(X) = g_{12}(X)X^{12} + g_9(X)X^9 + g_7(X)X^7 + r_7(X)$$

Рассмотрим схему ГПСП на n - разрядном регистре сдвига, с обратными связями, взятыми из n, m, l, k разрядов, которые заведены в сумматор по модулю 2. Тогда $F(X) = g(X) \cdot P_n'(X) + r(X)$,

где $F(X)$ – входной многочлен;

$g(X)$ – частное от деления;

$P_n'(X)$ – инверсия полинома обратных связей для регистра длиной n - разрядов;

$r(X)$ – остаток.

Рассмотрим теперь регистр сдвига, как совокупность вложенных один в другой сдвиговых регистров длиной n, m, l, k разрядов. Очевидно, что каждый регистр осуществляет собственное деление (преобразование) входного многочлена. Если степень входного многочлена больше степени (разрядности) регистра сдвига, то влияние вложенных регистров учитывается в полиноме обратных связей сдвигового регистра большей длины. Если степень входного многочлена не превосходит степень регистра, то выполняется деление входного многочлена на инверсию полинома обратных связей регистра сдвига меньшей длины. Так как степень $r(X)$ меньше степени $P(X)$, то для получения реального остатка необходимо провести деление $r(X)$ на инверсию полиномов обратных связей регистров меньшей длины.

Обозначим инверсию полиномов обратных связей через $P'_n(X), P'_m(X), P'_l(X), P'_k(X)$. Разделим входной многочлен $F(X)$ на полином $P'_n(X)$

$$\frac{F(X)}{P'_n(X)} = g_n(X) + \frac{r_n(X)}{P'_n(X)} \tag{5}$$

Затем последовательно рассмотрим остатки $r_i(X)$, ($i = n, m, l$) в качестве входных многочленов для регистров сдвига, меньшей длины, разделив их на полином $P'_i(X)$, ($i = m, l, k$):

$$\frac{r_n(X)}{P'_m(X)} = g_m(X) + \frac{r_m(X)}{P'_m(X)}, \tag{6}$$

$$\frac{r_m(X)}{P'_l(X)} = g_l(X) + \frac{r_l(X)}{P'_l(X)}, \tag{7}$$

$$\frac{r_l(X)}{P'_k(X)} = g_k(X) + \frac{r_k(X)}{P'_k(X)}. \tag{8}$$

Анализ формул (5-8) показывает, что $g_n(X)$ является выходным многочленом регистра степени n , $g_m(X)$ – выходной многочлен регистра степени m , который заполняет разряды от $m+1$ до n регистра сдвига, g_l – выходной многочлен регистра степени l , который заполняет разряды от $l+1$ до m и т. д;

$r_k(X)$ – остаток, оставшийся в сдвиговом регистре, который имеет только одну обратную связь и заполняет разряды от l до k . Таким образом, сигнатура может быть записана в следующем виде [9-12]:

$$r_c(X) = g_m(X)X^{m+1} + g_l(X)X^{l+1} + g_k(X)X^{k+1} + r_k(X)X \tag{9}$$

По этой формуле можно рассчитать сигнатуры для регистра сдвига с нумерацией от l до n . Если

нумерация разрядов начинается с нуля, то формула (9) примет вид:

$$r_c(X) = g_m(X)X^m + g_l(X)X^l + g_k(X)X^k + r_k(X) \tag{10}$$

Так, для ГПСЦ, разработанного фирмой Hewlett Packard (HP) формула имеет вид:

$$r^{HP}_c(X) = g_{12}(X)X^{12} + g_9(X)X^9 + g_7(X)X^7 + r_7(X) \tag{11}$$

Рассмотрим пример расчета сигнатуры указанным методом для входной последовательности 11111100000111111111, которую представим в полиномиальном виде:

$$F(x) = x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$$

Разделив входную последовательность $F(X)$ на инверсный полином $P'(X) = x^{16} + x^9 + x^7 + x^4 + 1$, получим частное: $g(X) = x^3 + x^2 + x + 1$ и остаток $r_{16}(X) = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^7$. Затем произведем деление $r_{16}(X)$ на инверсию полинома обратных связей 12-разрядного регистра $P(X) = x^{12} + x^5 + x^3 + 1$. В результате получим частное $g_{12}(X) = x^3 + x^2 + 1$ и остаток $r_{12}(X) = x^{11} + x^8 + x^6 + x^2 + 1$. Разделим $r_{12}(X)$ на инверсию полинома обратных связей 9-ти разрядного регистра $P_9(x) = x^9 + x^2 + 1$. В результате получим частное $g_9(X) = x^2$ и остаток $r_9(X) = x^8 + x^6 + x^4 + 1$.

Разделим $r_9(X)$ на инверсию полинома обратных связей 7-разрядного регистра $P'_7(x) = x^7 + 1$. В результате получим частное $g_7(X) = x$ и остаток $r_7(X) = x^6 + x^4 + x + 1$. Подставив полученные значения в выражение для $r_c(X)$, получим

$$r_c(X) = (x^3 + x^2 + 1)x^{12} + x^2 \cdot x^9 + x \cdot x^7 + x^6 + x^4 + x + 1 = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^4 + x + 1.$$

Преобразуем, полученный многочлен в двоичную форму $r_c(HP) = 1101100101010011$, которой соответствует сигнатура Н953. Из приведенного примера видно, что этот метод расчета требует запоминания образующих полиномов в степени n, m, l, k , а также дополнительных расчетов для получения реальной сигнатуры.

Сигнатуры воспроизводятся, как правило, в алфавите, состоящим из десяти цифр и шести букв 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,А,С,F,Н,Р,U. Каждой двоичной последовательности соответствует своя сигнатура.

0000 - "0" 0100 - "4" 1000 - "8" 1100 - "F"
0001 - "1" 0101 - "5" 1001 - "9" 1101 - "H"
0010 - "2" 0110 - "6" 1010 - "A" 1110 - "P"
0011 - "3" 0111 - "7" 1011 - "C" 1111 - "U"

Упрощенный метод расчета эталонных сигнатур [3, 12].

Как отмечалось ранее, принцип реализации СА в целом основывается на математических соотношениях, аналогичных тем, что используются при формировании циклических кодов. Однако ввиду того, что практическая схема самого делителя, выполненная на многоходовых сумматорах по модулю 2, отличается от используемого делителя циклического кода, содержимое регистра сдвига СА и результат деления $F(X)$ на $P(X)$ не совпадают. Известно, что остаток, получаемый в регистре сдвига, имеет вид $R(x) = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^4 + x + 1$, а остаток при делении $F(X)$ на $P'(X)$ имеет вид:

$$r_{16}(X) = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^7.$$

В этой связи необходимо анализировать не остаток от деления, а частное от деления. В соответствии с этой методикой сигнатура рассчитывается путем умножения входного многочлена $F(X)$ на одночлен X^r и деления этого произведения на обратный образующий полином $P'(X)$:

$$\frac{F(X)X^r}{P'(X)} = Q(X) + \frac{R(X)}{P'(X)} \quad (12)$$

При этом частное от деления имеет такую же степень как $F(X)$, а сигнатурой являются последние 2 разряда. $r_c(X) = [Q(X)] \text{ mod } 2^r$.

Рассмотрим пример теоретического расчета сигнатуры этим методом для аналогичной ранее рассмотренной входной последовательности. Умножим входной многочлен $F(X)$ на одночлен X^{16} , получим:

$$F(X)X^{16} = x^{35} + x^{34} + x^{33} + x^{32} + x^{31} + x^{30} + x^{24} + x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16}$$

Разделим этот многочлен на обратный полином

$$P'(X) = x^{16} + x^9 + x^7 + x^4 + 1.$$

В результате получим частное $Q(X) = x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^4 + x + 1$ и остаток $R(X) = x^{14} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x + 1$.

Преобразуя $Q(X)$ в двоичную форму получим

$$Q(X) = 11111101100101010011$$

Последние 16 разрядов и являются сигнатурой, т.е. $\xi_{сиз}^{HP}(X) = 1101100101010011$ (H953).

Метод определения сигнатур на основе моделирования многоканального сигнатурного анализатора [7, 8]

Описание виртуального макета многоканального сигнатурного анализатора.

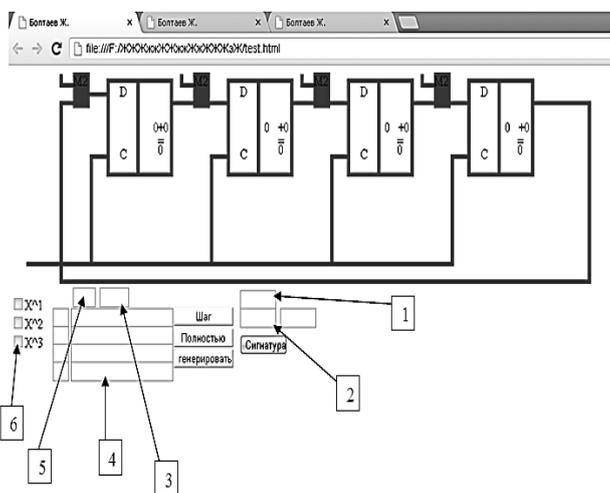


Рисунок 2. Многоканального сигнатурного анализатора

1-состояние триггеров в последний такт работы.

2- свертка(сигнатура).

3-входящий вектор.

4-поле для отображения последовательностей.

5-поле для ввода длины последовательности.

6-поле для установление обратных связей регистра.

Символы красного цвета – очередной входящий вектор бит. Символы черного цвета -состояние предыдущего триггеры в предыдущий такт.

Символы зеленого цвета – состояние последнего триггера в предыдущий такт(появляется при наличии обратной связи).Символы синего цвета – состояния триггеров в текущем такте.

Для того что бы получить свертку необходимо в начале ввести длину потока (поле №5) затем нажать на кнопку “генерировать” и затем на кнопку “прочитать” во время последнего такта работы анализатора, в поле №1(состояние триггеров в последний такт работы) появится двоичная последовательность которая является еще не свернутой сигнатурой, затем при нажатии на кнопку “сигнатура” в поле №2 появится готовая свертка. Также можно установить обратные связи в поле №6.

Кроме того можно самим вводит желаемые последовательности, для этого необходимо в поле для

указания длины (поле №5) указываем длину последовательности а в поле отображения последовательностей (поле №4) вводим последовательности.

Данная программа работает на всех операционных системах поддерживающих браузеры такие как Opera, Mazilla firefox, Explorer.

На рисунке представлен интерфейс программы для моделирования работы многоканального сигнатурного анализатора на 4, 8, 16 разрядов (каналы).

На данных рисунках представлен момент работы модели в определенный такт.

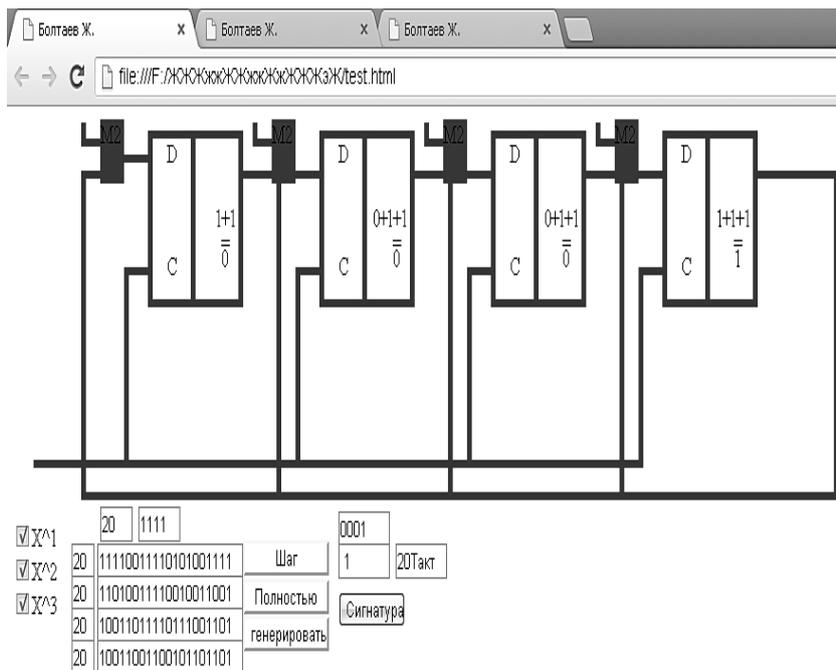


Рисунок 3. 4-каналов сигнатурного анализатора

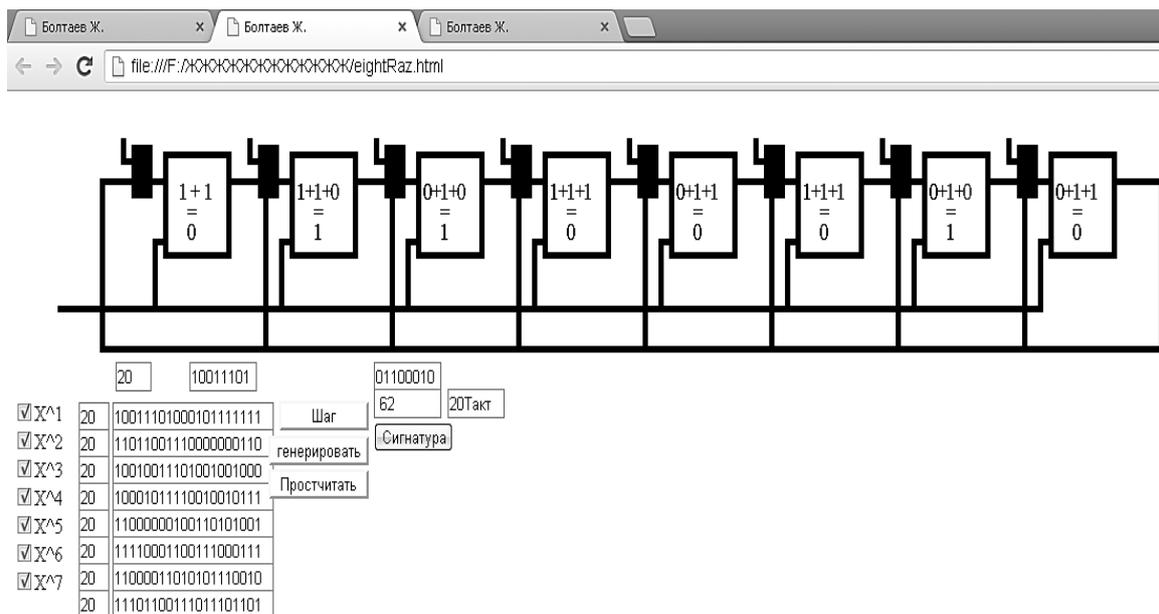


Рисунок 4. 8-каналов сигнатурного анализатора

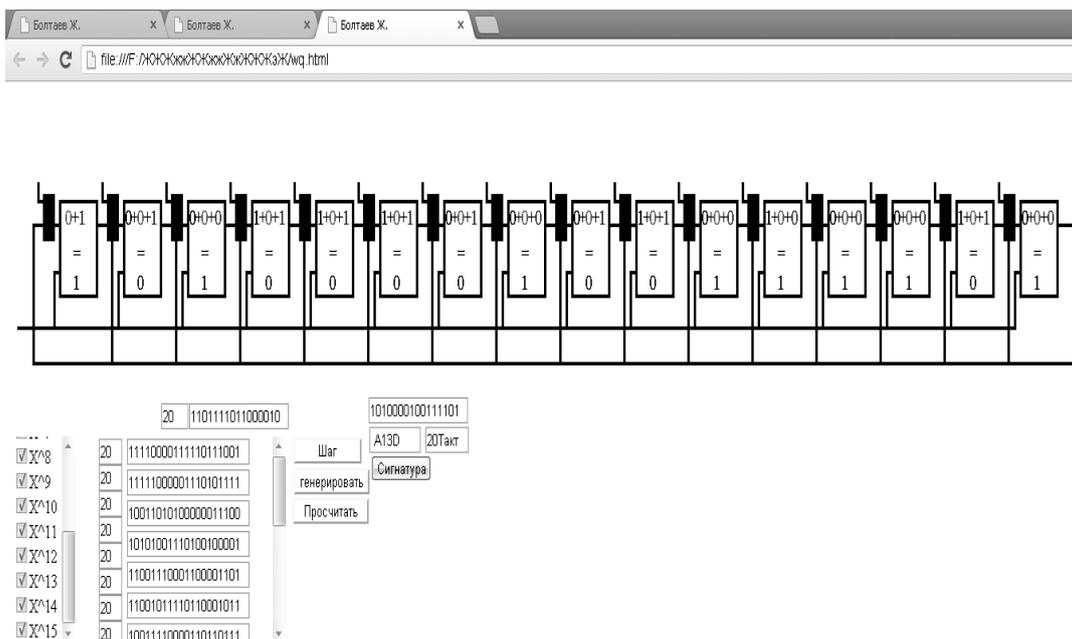


Рисунок 5. 16-каналов сигнатурного анализатора

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Научно обоснованное решение сложных задач контроля и диагностики СПД, использующее в своем составе комплекты БИС, СБИС и МПК, может быть обеспечено на основе системного подхода к разработке контрольно-диагностического обеспечения для различных стадий жизненного цикла.

Разработана методика анализа микропроцессорных устройств СПД как объекта контроля и диагностики для выбора характеристик метода сигнатурного анализа.

Общая методология применения сигнатурного анализа предполагает работ и определение эталонных сигнатур для заведомо годного микропроцессорных

устройства, анализ, поэтому проведен существующих математических методов расчета и определения эталонных сигнатур.

С целью автоматизации определения эталонных сигнатур разработаны алгоритмы и программы для моделирования одно и многоканального сигнатурного анализ позволяющая изменять как разрядность регистра сдвига и типы неприводимых позволяющая изменять как разрядность регистра сдвига и типы неприводимых полиномов, так и длины анализируемых двоичных последовательностей.

Разработанное программное обеспечение для моделирования одноканального сигнатурного анализа работает в операционных системах Microsoft Windows, а программа для моделирования работы многоканального сигнатурного анализ написана на языке PHP и с помощью программы Devel Studio.

Список литературы:

1. Анкудинов И.В. Микропроцессорные системы. Архитектура и проектирование. Учебное пособие. Санкт-Петербург 2003.
2. Антошина И.В., Котов Ю.Т. Микропроцессоры и микропроцессорные системы (аналитический обзор). Москва 2005 г.
3. Амирсаидов У.Б., Аббасханова Х.Ю., Балтаев Ж.Б. Методы оценки надежности сети передачи данных с учётом воздействия внешних факторов ВЕСТНИК ТашГТУ, 4/2014г., стр 27-31.
4. Бестугин А.Р., Богданова А.Ф., Стогов Г.В.. Контроль и диагностирование телекоммуникационных сетей - СПб: Политехника, 2003. 174 с.: ил.
5. Безуглов Д.А., Калиенко И.В. Цифровые устройства и микропроцессоры. – Ростов – на – Дону: Феникс, 2006. – 480 с.
6. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Xasanov O.A. Increasing the efficiency of diagnosing microprocessor devices based on multichannel signal analysis means. Тошкент, ICISCT2020.
7. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Badalov J.I. Study of the method of compact testing of technical means of data transmission networks Toshkent, ICISCT2020.
8. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Балтаев Ж.Б. «Системы технического обслуживания и эксплуатации сетей телекоммуникации». Учебник.-Т.: «Алоқачи».2019, 234 с.

9. Djuraev R.X., Baltaev J.B., Alimov U.B. Methods of Determining Reference Signals for One and Multichannel Signatural Analyzer of Microprocessor Systems, Science Publishing Group, Communications USA № 6(1) 2018. – R. 20-24.
10. Djuraev R.X., Baltaev J.B. Investigated Methods of Improving the Yefficiency of Diagnosing Microprocessor Devices of Data Transmission Systems Based on Multi-Channel Signature Analysis, Science Publishing Group, Communications USA № 7(1) 2019. –R. 13-24 rr.
11. Djuraev R.X., Djabbarov Sh.Yu., Baltaev J.B. Raqamli qurilmalarning sakkiz kanalli signatura usulida diagnostika qilishning modellashtirish dasturi. O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazganligi to'g'risidagi guvoohnoma. №DGU 04123. 16.12.2016y.
12. Zainalabedin Navabi, Digital System Test and Testable Design: Using HDL Models and Architectures, Springer, 2011.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кадилов Артем Викторович

*сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл*

E-mail: artemkadilov@mail.ru

EVALUATION OF THE RELIABILITY OF SOFTWARE-CONFIGURABLE NETWORKS USING VIRTUAL MODELING

Artem Kadilov

*Employee, FSO Academy of Russia,
Russia, Orel*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время технология программно-конфигурируемых сетей постепенно находит свое практическое применение. Однако, наличие единой точки отказа сетью ставит вопросы надежности такой сети на первое место. В статье раскрываются основные аспекты надежности ПКС. На основе типичной топологии ПКС рассмотрено несколько вариантов размещения контроллеров и произведен анализ на предмет избыточности соединений. Результаты расчетов показали необходимость резервирования контроллеров и их соединений.

ABSTRACT

Currently, the technology of software-configurable networks is gradually finding its practical application. However, the presence of a single point of failure by the network puts the reliability of such a network in the first place. The article reveals the main aspects of the reliability of the PKS. Based on the typical topology of the PC, several options for the placement of controllers were considered and an analysis was performed for redundancy of connections. The results of the calculations showed the need to reserve controllers and their connections.

Ключевые слова: программно-конфигурируемая сеть; надежность; SDN; виртуальные сети;

Keywords: software-configurable network; reliability; SDN; virtual networks;

Основной текст

В последние годы одной из наиболее обсуждаемых тем в телекоммуникациях является программно-определяемая сеть или SDN (SDN – Software Defined Network) [1]. Появление концепции SDN было вызвано следующими причинами: сложность управления и администрирования больших традиционных сетей, сложность организации взаимодействия между оборудованием разных производителей и многое другое. Эта концепция сетевой архитектуры подразумевает разделение плоскости управления от плоскости данных. Последняя в SDN перенаправляет сетевой трафик на основе инструкций плоскости управления. SDN, как и любая другая технология имеет и некоторые проблемы, которые необходимо решить, но одной из основных проблем в SDN является надежность. Факт централизации управления сразу поднимает вопрос о надежности таких сетей, требования к которым растут с их расширением, так как сбой или выход из строя контроллера приводит к невозможности правильного функционирования. Поэтому необходимо принять меры для обеспечения того, чтобы надежность новых технических решений была, по крайней мере, такой же

или лучшей, чем была раньше. Цель данной статьи – рассмотреть варианты обеспечения надежности SDN сетей и расчетным путем определить эффективность принятых мер. В частности, мы анализируем проблему размещения контроллеров, их резервирования и создания избыточных соединений между контроллерами и сетевыми элементами. Далее определим понятия и стандарты, на которые будет опираться работа.

Основным государственным стандартом в России, определяющим понятие надежности является ГОСТ 27.410-87. Согласно этому стандарту, надежность определяется как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах все параметры, характеризующие его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах работы. Надежность используется как собирательный термин для связанных со временем характеристик качества элемента и включает в себя несколько атрибутов: безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость. В настоящее время общепринятым требованием к надежности сетевого оборудования операторского класса является значение 0,99999 [3]. Более того, в будущем можно ожидать дальнейшего повышения требований [3]. Контроллер – это новый

тип оборудования в SDN. Как уже было сказано, существует угроза того, что контроллер превратится в единую точку отказа [2]. Как отмечено в [2], контроллер SDN может быть дублирован для повышения надежности. Кроме того, использование только одного контроллера нежелательно, имея в виду обеспечение живучести сети, то есть способность продолжать функционировать во время и после естественного или искусственного нарушения. Все это приводит к идее резервирования контроллеров с географическим разделением их расположения. Возможны два подхода к организации контроллера. Во-первых, это может быть традиционное автономное специализированное оборудование; во-вторых, можно виртуализировать его функциональность, разместив контроллер в облаке, то есть в центре обработки данных, что часто используется на практике.

Вопросы размещения контроллеров исследуются в ряде различных работ. В частности, в [4] рассматривается задача, решение которой предусматривает: нахождение минимального количества контроллеров в сеть, выбор расположения контроллеров среди узлов-кандидатов, распределение контролируемых сетевых элементов между контроллерами, переназначение контроллеров в случае сбоев с минимальным износом. При этом учитываются ограничения на задержку передачи пакетов между контроллером и оборудованием и между контроллерами, а также ограничения, связанные с необходимостью балансировки нагрузки между контроллерами. В случае отказа контроллера, для резервного, вышеуказанные условия должны соблюдаться с минимальными потерями. При решении задачи размещения контроллера могут использоваться различные метрики. Наиболее популярными среди них являются минимальная - средняя задержка (1) и минимальная - наихудшая задержка (2), определяемые соответственно следующими формулами:

$$L_{avg}(S) = \frac{1}{n} \sum_{v \in V} \min_{s \in S} d(v, s) \quad (1)$$

$$L_{wr}(S) = \max_{v \in V} \min_{s \in S} d(v, s) \quad (2)$$

где S – набор узлов, в которых размещены контроллеры; V – набор узлов, в которых размещено сетевое оборудование; n – количество узлов в наборе; d – задержка между указанными узлами. Эти задачи сводятся к хорошо известным в теории графов задачам нахождения медиан и центров соответственно. Задача о p -медиана формулируется следующим образом – разместить в сети p объектов таким образом, чтобы минимизировать среднее расстояние между объектами и точками спроса. Задача p -центра – найти p объектов в сети, чтобы минимизировать наибольшее расстояние от точки спроса до ближайшего объекта. В рассматриваемой ситуации объекты являются SDN-контроллерами, а точки спроса – коммутаторами в сетевых узлах. Эти работы были

сосредоточены на оптимизации с точки зрения задержки, которая представляет собой сумму задержек на всех ссылках на минимальном пути между рассматриваемыми узлами:

$$d(v, s) = \sum_{(i,j) \in P} d_{ij} \quad (3)$$

где d_{ij} – задержка в линии между i -м и j -м узлами, P – набор линий, составляющих путь от узла v до s . В этих задачах мы рассматриваем взвешенный граф, в котором дугам присваиваются веса, выражающие длины линий или задержки в них. Однако мы можем применить аналогичный подход для нахождения надежности. Рассмотренный подход может быть использован для оптимизации надежности, используя следующую идею: в задачах поиска кратчайшего пути сумма весов дуг, образующих путь, принималась за длину пути. Теперь рассмотрим случай, когда вес дуги свидетельствует о ее надежности. Надежность пути p рассчитывается по формуле:

$$r(P) = \prod_{(i,j) \in P} r_{ij} \quad (4)$$

где r_{ij} – надежность линии (i, j) . Задачу поиска наиболее надежного пути можно свести к задаче поиска кратчайшего пути, взяв в качестве веса дуги (i, j) значение $c_{ij} = -\log r_{ij}$. Логарифмируя обе части равенства (4), получаем:

$$\log r(P) = \sum_{(i,j) \in P} \log r_{ij} \quad (5)$$

Таким образом, используя c_{ij} можно вычислить аддитивное значение. Видно, что кратчайший путь с весовой матрицей $\|c_{ij}\|$ будет самым надежным путем с матрицей $\|r_{ij}\|$ и надежность такого пути будет равна минус логарифму его длины. Следовательно, изменяя метрики (1) и (2) можно найти расположение контроллеров, обеспечивающее максимальную надежность их связей с другими узлами.

Резервирование – один из важнейших методов обеспечения надежности. Рассмотрим его применение для сетей SDN на типичном примере. Как упоминалось выше, операция связи между узлом и контроллером SDN необходима для нормальной работы коммутатора. Надежность коммутатора SDN вместе с контроллером и средствами связи между ними не должна быть ниже, чем у традиционного коммутатора. В качестве примера возьмем сеть SDN, показанную на рисунке 1. Ее структура выбрана по аналогии с национальной магистральной сети в Норвегии. Рассматриваемая сеть состоит из 11 узлов, расположенных в четырех крупных городах России: Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и Ростов-на-Дону.

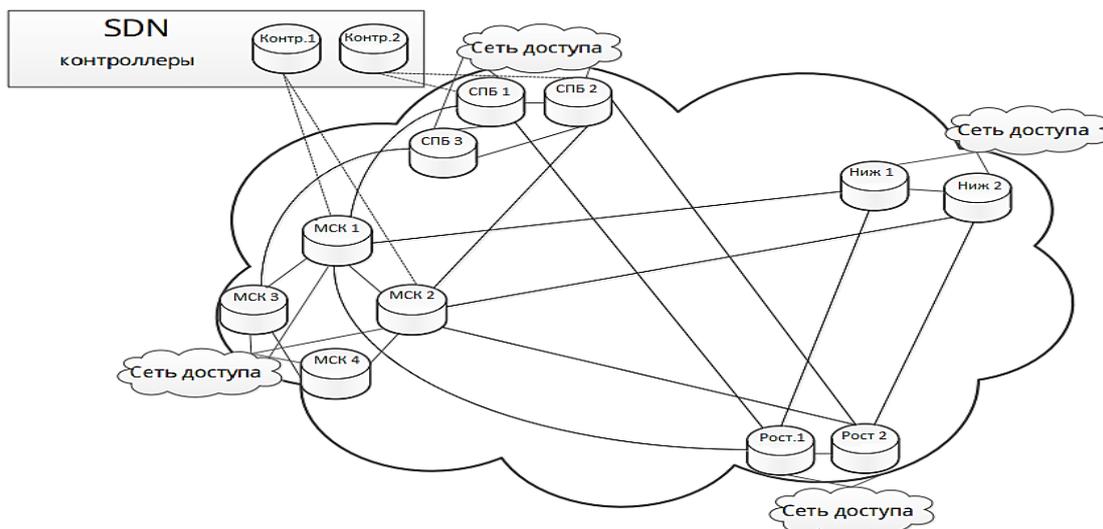


Рисунок 1. Топология рассматриваемой сети

Рассмотрим узел в Ростове-на-Дону, так как он наиболее удален от городов, где расположены контроллеры, а значит, надежность для него будет ниже. Было рассмотрено 3 нижеперечисленных варианта подключения контроллеров. Первый – это один контроллер, подключенный к одному из узлов в городе, избыточность косвенная (рис. 2). Второй –

это один и тот же контроллер подключен к двум узлам в одном городе (рис. 3). Третий – в сети два контроллера, расположенных в разных городах с резервированием (рис.3) Расчеты производились исходя из наличия оборудования в узлах и звеньях. Доступность контроллеров SDN и всех узлов была принята равной 0,99999. Результаты расчетов приведены в таблице I.

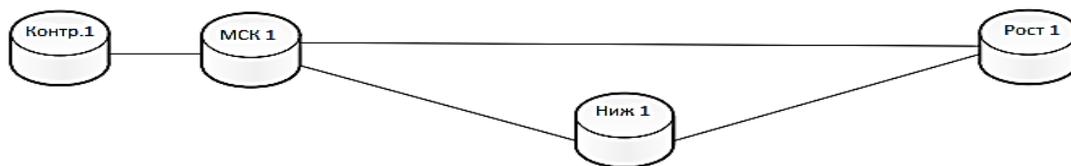


Рисунок 2. Топология фрагмента сети с одним контроллером SDN, подключенным к одному узлу

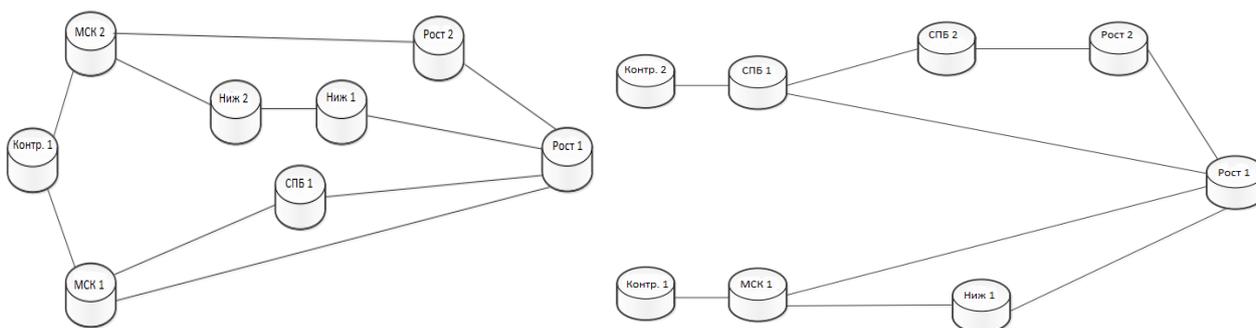


Рисунок 3. Топологии двух фрагментов сети подлежащих рассмотрению (2-й и 3-й случай)

Таблица 1.

Параметры надежности в случае различных вариантов подключения контроллеров

Варианты подключения	Доступность	Вероятность неисправности	Время простоя (мин/год)
1 контроллер к 1 узлу	0,999965	$3,5 \cdot 10^{-5}$	18,40
1 контроллер к 2 узлам в 1 городе	0,999979	$2,1 \cdot 10^{-5}$	11,04
2 контроллера к 2 узлам в 2 городах	0,999989	$11 \cdot 10^{-5}$	5,78

Сравнение результатов показывает, что у второго варианта время простоя более чем в 1,5 раза меньше, чем у первого, а у третьего варианта - более чем в 3 раза меньше, чем у первого. При этом только топология сети с двумя контроллерами SDN в разных городах и резервирование путей от каждого узла позволяет получить доступность, близкую к требуемому значению, а именно 0,99999. Результаты расчетов показывают необходимость резервирования контроллеров и их соединений со всеми узлами в сети.

На данном этапе было рассмотрено аналитическое решение вопроса, однако современное достижения в области программно-конфигурируемых сетей позволяют создавать виртуальные модели таких сетей и оценивать их качество работы, не используя никаких устройств кроме персонального компьютера.

Для правильного моделирования необходимы знания технологии компьютерных сетей, операционной системы на базе Linux и языка программирования Python. Для осуществления моделирования требуется следующее программное обеспечение: xUbuntu 20.04.3, контроллер Ryu 4.32, среда моделирования Mininet 2.3.0d6, виртуальный коммутатор Open vSwitch 2.13.0, генератор трафика D-ITG 2.8.1,

анализатор трафика Wireshark 3.2.3, браузер Mozilla Firefox 76.0.1 и выше, GNS3 версии 2.2.27. Стоит отметить, что для проведения опыта используются виртуальные машины и модели будут функционировать на них. Для создания их используем Oracle VM VirtualBox 6.1. Требования, предъявляемые к модели, будут следующие:

- Использование только общедоступного программного обеспечения и оборудования.
- Возможность осуществления виртуализации как ПК-ориентированных устройств, так и традиционных телекоммуникационных устройств (маршрутизаторы и коммутаторы).
- Возможность передавать трафик не только внутри эмулируемого сегмента сети, но и также за пределы рабочей станции, на которой он запущен.
- Возможность взаимодействия устройств внутри эмулируемого сегмента сети с реальными сетевыми устройствами за пределами этого сегмента
- Возможность эмуляции рабочих станций (хостов).

Созданный сегмент ПКС представлен на рисунке 4 расположенном ниже.

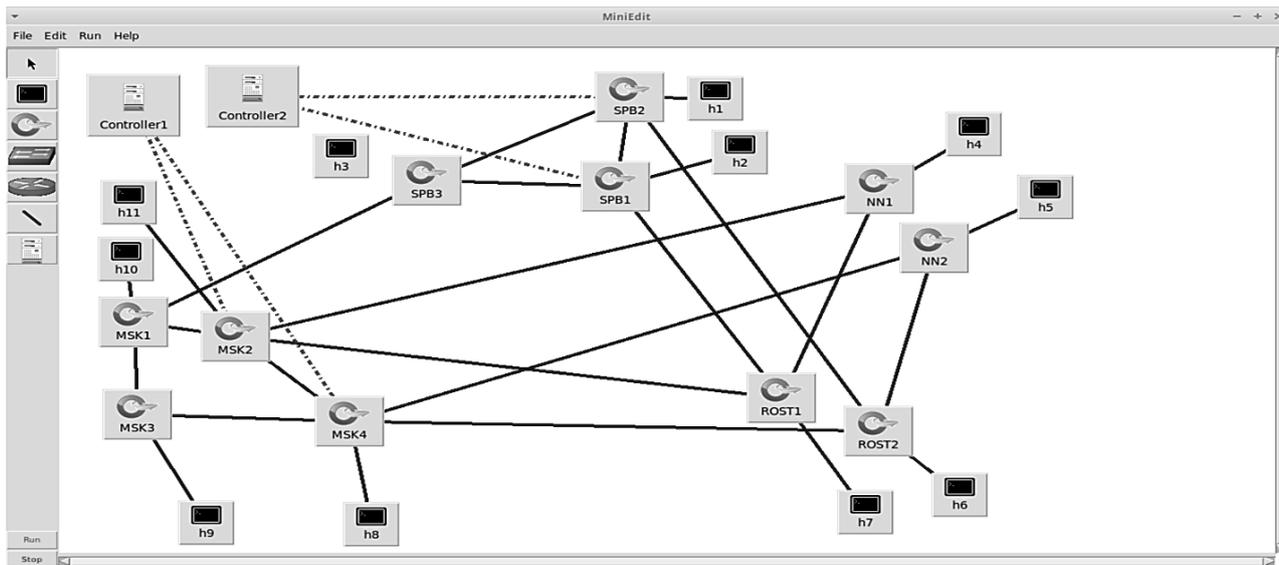
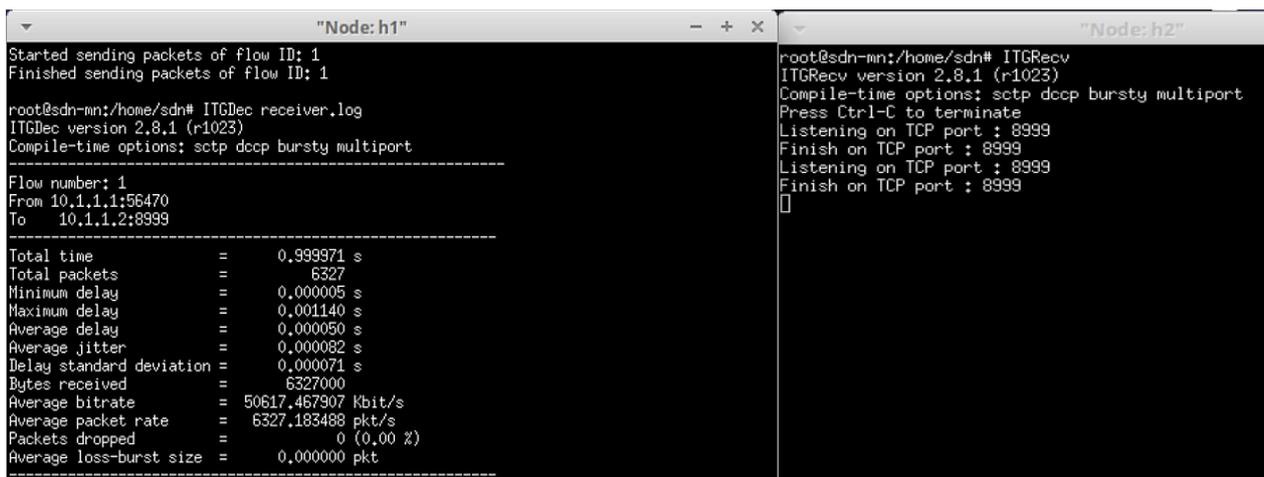


Рисунок 4. Созданная виртуальная модель ПКС

В свою очередь созданная модель позволяет, используя контроллер Ryu и сетевые устройства типа Open vSwitch, симулировать работу сети. Кроме того, имеется возможность задания задержек, пропускной способности, джиттера, коэффициента потерь пакетов и осуществление. Это позволит с технической точки зрения определить, согласно каким механизмам, происходит изменение таблиц потоков (продвижения). Как видно из рисунка 4, внешних сетей создание ПКС не предусматривает, однако это также реализуемо с помощью разделения представленного большого сегмента на составные части

согласно географическому положению. Каждый сегмент будет осуществлять свою работу на выделенной ему виртуальной машине. Подробные решения были представлены в [5]. Ниже представлена возможность генерации и статистической обработки принимаемого трафика с помощью программы D-ITG. В данном случае идет отправка TCP пакетов на протяжении 1 секунды. Длительность может быть увеличено, как и множество других параметров таких как размер пакетов, вид распределения, интенсивность.



```

"Node: h1"
Started sending packets of flow ID: 1
Finished sending packets of flow ID: 1

root@sdn-mn:/home/sdn# ITGDec receiver.log
ITGDec version 2.8.1 (r1023)
Compile-time options: sctp dccp bursty multiport
-----
Flow number: 1
From 10.1.1.1:56470
To 10.1.1.2:8999
-----
Total time = 0,999971 s
Total packets = 6327
Minimum delay = 0,000005 s
Maximum delay = 0,001140 s
Average delay = 0,000050 s
Average jitter = 0,000082 s
Delay standard deviation = 0,000071 s
Bytes received = 6327000
Average bitrate = 50617,467907 Kbit/s
Average packet rate = 6327,183488 pkt/s
Packets dropped = 0 (0,00 %)
Average loss-burst size = 0,000000 pkt
-----

"Node: h2"
root@sdn-mn:/home/sdn# ITGRecv
ITGRecv version 2.8.1 (r1023)
Compile-time options: sctp dccp bursty multiport
Press Ctrl-C to terminate
Listening on TCP port : 8999
Finish on TCP port : 8999
Listening on TCP port : 8999
Finish on TCP port : 8999

```

Рисунок 5. Терминалы узлов, настроенных на передачу (справа) и на прием (слева)

Так как данная модель позволяет задавать задержки в линиях связи и иные параметры, которые в дальнейших работах можно использовать как исходные данные для расчета надежности, она позволит оценить эффективность решений, принятых на основании расчета надежности.

Заключение

Основные выводы данной статьи заключаются в следующем: огромная роль информационных и коммуникационных технологий в жизни современного общества делает надежность очень важным фактором для сетей связи; это в полной мере относится к сетям SDN, которые составляют основу цифровой экономики и 5G; для достижения высокой надежности в SDN требуется резервирование, в частности,

контроллеров и сетевых соединений с ними; Стоимость этой избыточности необходимо учитывать при проведении технико-экономического обоснования облачных сервисов. Обычно в таких расчетах предполагается, что состояния сетевых элементов статистически независимы. В случае SDN это предположение неоправданно, поскольку работоспособность нескольких коммутаторов может зависеть от одних и тех же контроллеров. Кроме того, одни и те же каналы могут использоваться для связи терминалов между собой и для связи коммутаторов с контроллерами. Это создает серьезную проблему, которую необходимо решить. Кроме того, созданная виртуальная модель позволит осуществить исследование с опорой на практическую реализацию решений.

Список литературы:

1. T. Vivek, SDN and OpenFlow for beginners with hands on labs. M.M.D.D. Multimedia LLC, 2013.
2. ITU-T Recommendation Y.3300 (06/2014). Framework of software-defined networking.
3. N.A. Sokolov, The Planning of Telecommunication Network. St. Petersburg: Technology of Telecommunications, 2012.
4. N. Perrot, T. Reynaud. "Optimal placement of controllers in a resilient SDN Architecture", in Proc. of the 12th Internat. Conf. on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2016). Paris, France, March 2016.
5. О.Р. Лапонина, М.Р. Сизов, Лабораторный стенд для тестирования возможностей интеграции ПКС-сетей и традиционных сетей, International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no.9, 2017.
6. V.A. Netes, M.S. Kusakina, "Reliability of communication between controllers and switches in SDN", Vestnik Sviazy, 2018, No 9. pp. 10-13
7. V. Shalaginov, "Pilot tests of SDN solutions of communication operator data networks", in Proc. of the XI International Conf. of "Information Society Technologies". Moscow: Media Publisher, 2017, pp. 425-426
8. V.P. Shuvalov, M.M. Egunov, E.A. Minina, Assurance of Reliability Measures for Telecommunication Systems and Networks. Moscow: Goryachay Liniya – Telecom. 2015
9. OpenFlow Table Type Patterns. Version No. 1.0, 15 August 2014. ONF TS-017 [HTML] (<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/OpenFlow%20Table%20Type%20Patterns%20v1.0.pdf>)
10. OpenFlow Management and Configuration Protocol (OF-CONFIG 1.2). ONF TS-016 [HTML] (<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow-config/of-config-1.2.pdf>)

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.12969

МЕЖДУСЛОЕВЫЕ СДВИГИ ДВУХСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ
БЕТОНОСТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ПЛИТ*Дусматов Абдурахим Дусматович**канд. техн. наук, доцент
Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: abduraxmondosmatov@gmail.com**Ахмедов Ахмедов Урмонжонович**ст. преподаватель
Ферганского политехнического института,
Республики Узбекистан, г. Фергана
E-mail: axadjon03ahmedov03@gmail.com**Маткаримов Шухрат Адхамович**ст. преподаватель
Ферганского политехнического института,
Республики Узбекистан, г. Фергана
E-mail: msha1969@mail.ru**Мамажонов Ботиржон Алижон угли**ассистент
Ферганского политехнического института,
Республики Узбекистан, г. Фергана
E-mail: matajonovbotirjon733@gmail.com*

INTERLAYER SHIFTS OF TWO-LAYER COMBINED CONCRETE-GLASS PLATES

*Abduraxim Dusmatov**Candidate of Technical Sciences,
Dotsent Ferghana Polytechnic Institute,
The Republic of Uzbekistan, Ferghana**Akhadjon Akhmedov**Senior teacher,
Ferghana Polytechnic Institute,
The Republic of Uzbekistan, Ferghana**Shukhrat Matkarimov**Senior teacher,
Ferghana Polytechnic Institute,
The Republic of Uzbekistan, Ferghana**Botirjon Matajonov**Assistant
to the Ferghana Polytechnic Institute,
The Republic of Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено напряженно-деформированное состояние прямоугольной железобетонной комбинированной двухслойной плиты с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва.

ABSTRACT

The article deals with the stress-strain state of a rectangular reinforced concrete combined two-layer slab, taking into account the transverse shear and compliance of the adhesive seam.

Ключевые слова: нагрузка, напряженно-деформированное состояние, поперечного сдвига, функция, сдвига, касательные напряжения, прогиб.

Keywords: load, stress-strain state, transverse shear, function, shear, shear stresses, deflection.

Конструирование слоёв с различными физико-механическими свойствами позволяет обеспечивать надежную работу в неблагоприятных производственных условиях. Применение слоистых комбинированных конструкций существенно сокращает расход материалов, повышает надежность и долговечность конструкций и обладают различными положительными свойствами. Несущие слои этих конструкций предназначены для восприятия основной части действующей нагрузки. Армирующие слои одновременно повышают несущую способность, отпадает необходимость дополнительной защиты от агрессивных сред и других нежелательных воздействий.

Исследование напряжённо-деформированного состояния (НДС) и устойчивости таких конструкций является важной и сложной задачей современной механики и приобретает всё большее практическое

значение. Подобные комбинированные конструкции с применением композиционных материалов обладающие такими ценными свойствами, как лёгкость, высокая транспортабельность, химическая стойкость, высокая прочность, с каждым годом находят всё более широкое применение в химическом промышленности и других в различных отраслях промышленности.

Клеевые швы между слоями служат для обеспечения монолитности конструкций и существенно влияют на перераспределение усилий между слоями. При расчете на прочность и устойчивость комбинированных конструкций, учет влияния клеевого слоя, а также учет междуслоевых сдвигов особо важен в случаях, когда конструкция подвержена температурным воздействиям или когда имеется опасность потери прочности и устойчивости комбинированных двухслойных плит.

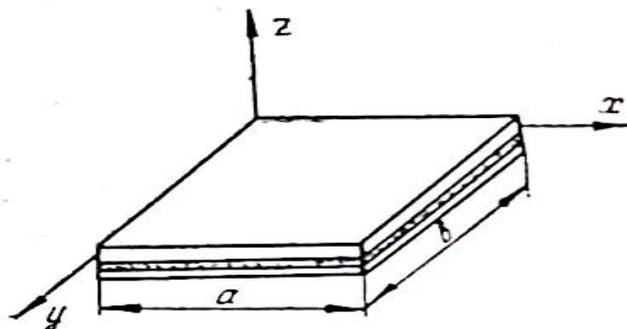


Рисунок 1. Двухслойная комбинированная плита

Рассматриваемые комбинированные двухслойные бетоно-стеклопластиковые комбинированные плиты (пластинки) состоят из материалов существенно различными физико-механическими свойствами, что позволяет обеспечить надежную работу систем в неблагоприятных производственных условиях. Защита таких конструкций из композиционных материалов обеспечивает необходимой долговечностью, высокими эксплуатационными свойствами и коррозионной стойкостью к воздействию агрессивных сред.

При решении двухслойных комбинированных плит за основу принимаются гипотезы, сформулированные С.А. Амбарцумяном как гипотезы уточненной теории. [1,2] Рассматривается двухслойные бетоно-стеклопластиковые комбинированные плиты состоящие из двух слоев, связанных между собой податливыми клеевыми швами и, находящаяся под действием внешних статических нагрузок.

Деформации сдвига первого несущего слоя имеет вид:

$$e_{xz,yz}^{(1)} = \frac{1}{2} \left(\frac{h^2}{2} - \gamma^2 \right) \Phi_{1,2} + \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_{1,2}}{G_{13,23}^{(1)}} \quad (1)$$

Деформации сдвига второго композитного слоя равна:

$$e_{xz,yz}^{(2)} = e_{\alpha\gamma,\beta\gamma} = \left(\frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta_n} \right) \frac{\tau_{1,2}}{G_{P13,23}} \quad (2)$$

где h, δ_n – толщина несущего и стеклопластикового слоев;
 $G_{B13}^{(1)}, G_{B23}^{(1)}, G_{P13}^{(2)}, G_{P13}^{(2)}$ – модули сдвигов
 бетонного и стеклопластикового слоев;
 $\Phi_{1,2}$ – искомые функции сдвига;
 $\tau_{1,2}$ – искомые касательные напряжения.

В работе излагаются результаты исследования прочности и деформативности двухслойных плит. Учтены межслоевые сдвиги и податливости клеевого шва и другие механические характеристики, что

позволяет оценить прочность и деформативность с достаточно высокой точностью для инженерных задач. При решении задачи прочности двухслойных комбинированных плит за основу принимаются гипотезы, сформулированные С.А. Амбарцумяном [1] как гипотезы уточненной теории. В качестве примера рассматриваются комбинированные плиты состоящие из двух бетонных и стеклопластиковых слоев, связанных между собой податливыми тонкими клеевыми швами, находящимися под действием внешних статических нагрузок.

Работа носит характер подробного исследования, доведенного до числовых примеров. В результате расчета получены зависимости, позволяющие оценить влияние межслоевого сдвига и механические характеристики бетоностеклопластиковых комбинированных плит.

Выражение полной энергии получена на основе вариационного принципа Лагранжа. Согласно этого принципа потенциальная энергия упругой системы в положении равновесия принимает стационарное значение.

$$u = \frac{1}{2} \int_s \int_h (\sigma_x^{(i)} \varepsilon_x^{(i)} + \sigma_y^{(i)} \varepsilon_y^{(i)} + \tau_{xy}^{(i)} \varepsilon_{xy}^{(i)}) ds dy + \frac{1}{2} \int_s (\tau_{1\varepsilon_{ш13}}^2 + \tau_{2\varepsilon_{ш23}}^2 - 2q\omega) ds. \quad (3)$$

Она складывается из потенциальной энергии упругой деформации слоев клеевого шва и работы внешней нагрузки.

Используя вариационное уравнение Эйлера, получена система дифференциальных уравнений четвертого порядка в частных производных

относительно неизвестных $w, u_o, \vartheta_o, \varphi_1, \varphi_2, \tau_1, \tau_2$ - Из-за громоздкости систему дифференциальных уравнений, коэффициенты и граничные условия приводятся в работе [2, 3, 4, 5]. Для исследования влияния межслоевого сдвига берем плиту, свободно опертую по контуру. Применяя метод Навье, предположим, что плита несет равномерно распределенную нагрузку q . Решением системы дифференциальных уравнений равновесия, удовлетворяющей граничным условиям, служит двойной тригонометрический ряд.

В качестве примера решения задачи прочности двухслойной комбинированной ортотропной плиты с учетом поперечных сдвигов и податливости клеевого шва выбрана шарнирно-опертая по контуру

Рассмотрим двухслойную плиту размером $a=3,0\text{м}, b=3,0\text{м}$, $E_1^{(1)}=1,08 \cdot 10^4\text{МПа}$, $E_2^{(1)}=,081 \cdot 10^4\text{МПа}$, $\mu_{12}^{(1)} = \mu_{21}^{(1)} = 0,12$, $E_1^{(2)} = 3,05 \cdot 10^4\text{МПа}$, $E_2^{(2)} = 1,88 \cdot 10^4\text{МПа}$, $\mu_{12}^{(2)} = \mu_{21}^{(2)} = 0,18$, $\delta_n = 1,0\text{ см}$, $G_{13}^{(1)} = G_{23}^{(1)} = 3 \cdot 10^4\text{ МПа}$, $G_{12}^{(2)} = 0,49 \cdot 10^4\text{ МПа}$, $G_{13}^{(2)} = 0,31 \cdot 10^4\text{ МПа}$, $G_{23}^{(2)} = 0,35 \cdot 10^4\text{ МПа}$, $h=15\text{ см}$).

Результаты расчета бетонной плиты с внешним стеклопластиковым армирующим слоем нагруженной по контуру приведены на рисунках 2 и 3. При этом варьировался модуль сдвига шва и толщина шва. Расчет показал, что увеличение модуля сдвига $G_{ш\text{ик}}$ шва в 10 раз от 3,2 МПа до 32 МПа приводит к изменению напряжений на 15-20 %.

При больших значениях $G_{ш\text{ик}}$ это влияние значительно меньше.

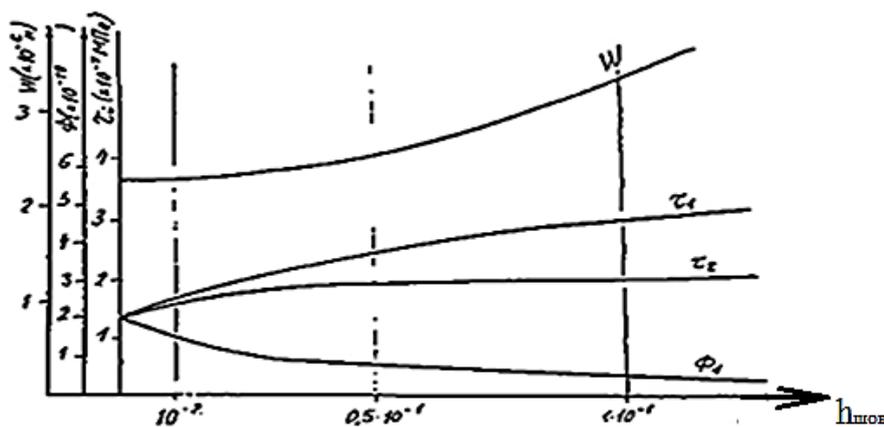


Рисунок 2. Изменения НДС по толщине шва

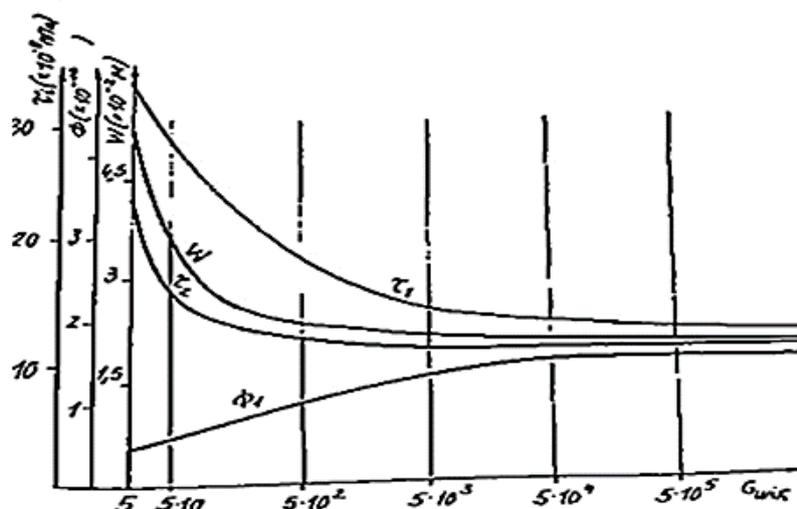


Рисунок 3. Изменения НДС комбинированной плиты при варьировании модуля сдвига шва

Прогибы бетонных плит с внешним стеклопластиковым армированием рассчитанные по рассматриваемой уточненной теории, учитывающей касательные напряжения τ_i ($h_i = 0,1$ см $G_{ш13} = G_{ш23} = 50$) на 28,2% меньше чем прогибы плиты без армирования.

Из приведенных параметров видно, что модуль сдвига ($G_{шik}$) и толщина шва ($h_{ш}$) оказывают большое влияние на несущую способность комбинированных двухслойных бетонных плит, если величина модуля сдвига склеивающего слоя значительно меньше, чем модуль сдвига слоев.

Результаты расчета показали, что увеличение модуля сдвига шва $G_{ш}$ от 50 МПа до 500 МПа приводит к уменьшению напряжений в стеклопластиковом

слоях 5 – 6,6%, при этом напряжение в металлическом слое увеличиваются на 7,2 – 8%.

В работе показано, что учет межслойных сдвигов слоев и податливости клеевого шва существенно влияет на напряженно-деформированное состояние комбинированных двухслойных пластин при меньших сдвиговых жесткостях.

На основании приведенных расчетов можно сделать вывод, что возможно увеличение прочности двухслойных цилиндрических оболочек с учетом сдвигов неметаллического слоя на 15-17% по сравнению с однослойными металлическими оболочками.

Список литературы:

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек // изд. "Наука" гл.ред. ф.м.л.м, 1974. с. 446.
2. Касимов И.И., Дусматов А.Д., Хамзаев И.Х., Ахмедов А.У., Абдуллаев Д. (2020). Исследование влияния напряженно-деформированного состояния трехслойных комбинированных пологих оболочек на их физико-механические характеристики. Журнал Технических исследований, 3(2).
3. Касимов И.И., Дусматов А.Д., Ахмедов А.У., & Абдуллаев З.Д. (2020). Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий. Журнал Технических исследований, 3(1).
4. Дусматов А.Д., Хамзаев И.Х., & Рахмонов А.Т. У. (2021). Исследование напряженно-деформированное состояние и устойчивости двухслойных комбинированных плит и оболочек с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(10), 435-446.
5. Хамзаев И.Х., Умаров Э.С., Касимов Э.У., & Ахмедов А.У. (2019). Расчет многослойной плиты на упругом основании-Фер ПИ. I Международной научно-практической кон-и, 24-25
6. Маткаримов Ш.А., & Ахмедов А.У. (2020). Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании. Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсатович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии, 96.
7. Касимов И.И., Дусматов А.Д., Ахмедов А.У., & Абдуллаев З.Д. (2019). Исследование состояния двухслойных осесимметричных цилиндрических оболочек на физико-механические характеристики. Техник тадқиқотлар журналі, (2).
8. Irkinovich K.I., Umaraliyevich K.I., & Urmonjonovich A.A. (2019). Improvement of asphalt concrete shear resistance with the use of a structure-forming additive and polymer. International Journal of Scientific and Technology Research, 8(11), 1361-1363.

9. Kasimov I.I., Dusmatov A.D., Akhmedov A.U., & Abdullaev Z.J. (2019). The research of two-layers axially symmetrical cylindrical clad layers on their physic mechanical properties. Журнал Технических исследований, (2).
10. Dusmatov A.D. (2019). Investigation of strength and stability of three-layer combined plates used in underground structures. Scientific-technical journal, 22(2), 63-67.
11. Касимов И.И., Дусматов А.Д., Ахмедов А.У., & Абдуллаев З.Д. (2020). Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий. Журнал Технических исследований, 3(1).
12. Kasimov Ibrahim Irkinovich, Hamzaev Inomjon Hamzaevich, Dusmatov Abduraxim Dusmatovich, Akhmedov Axadjon Urmonjonovich. Strength and deformation conditions of large deformation-resistant asphalt slabs lying on an elastic base. Int J Agric Extension Social Dev 2020;3(2):13-19.
13. Qosimov Ibrokhim Erkinovich, Dusmatov Abdurakhim Dusmatovich, Akhmedov Akhadjon Urmonjonovich. The study of the effect of vehicles on the deformation of modified asphalt: Concrete coatings. Int J Agric Extension Social Dev 2020;3(2):06-08.
14. Kasimov I.I., & Akhmedov A.U. (2021). Increasing the Shipping Strength of Deformation-Resistant Modified Asphalt Concrete Pavels. ijarset. com "International journal of advanced research in science, engineering and technology". ORCID: 0000-0002-0886-1337, 18076-18080.
15. Dusmatov A.D., Akhmedov A.U., Abdullayev Z.D. & Akhtambaev S.S. (2021). The research influence of strained-deformed state of two-layers axially symmetrical cylindrical clad layers on their physic- mechanical properties. ijarset. com "International journal of advanced research in science, engineering and technology". ORCID: 0000-0002-0886-1337, 18315-18319.
16. Dusmatov A D. (2019) "Investigation of strength and stability of three-layer combined plates used in underground structures," Scientific-technical journal: Vol. 22 : Iss. 2 , Article 55. Available at:
17. A. Dusmatov, & Musayev Murodbek Xabibullo o'g'li. (2021). Strength and deformation conditions of slabs of the second layer composite materials. eurasian journal of social sciences, philosophy and culture, 1(1), 9–14.
18. Дусматов А.Д., Гаппаров Қ. Ф., Ахмедов А.Ў., & Абдуллаев З.Ж. (2021). Влияния на физико-механические свойство двухслойных цилиндрических оболочек в напряженно-деформированном состоянии. Scientific progress, 2(8), 528-533.
19. Дусматов А.Д., Ахмедов А.Ў., & Абдуллаев З.Ж. (2021). Температурная задача двухслойных цилиндрических оболочек с композиционными защитными слоями. Scientific progress, 2(7), 343-348.

DOI - 10.32743/UniTech.2022.94.1.12964

**ОБ ИЗОЛИНИИ ВЫСОТ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ
ГОРНЫХ УЧАСТКОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН****Мирмахмудов Эркин Рахимжанович**

канд. физ.-мат. наук, доцент,
кафедра геодезии и геоинформатики,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: erkin_mir@mail.ru

Олтибоев Жасур Махмуд угли

магистрант,
кафедра геодезии и геоинформатики,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Каримова Минзифа Зинуровна

студент,
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск

**ON THE HEIGHT CONTOUR LINES OF TOPOGRAPHIC MAPS
OF THE MOUNTAIN AREAS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN****Erkin Mirmakhmudov**

Associate prof., Ph.D.,
Geodesy and geoinformatics department,
National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent

Jasur Oltiboev

Master,
Geodesy and geoinformatics department,
National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent

Minzifa Karimova

Student,
Tomsk State University
Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk

АННОТАЦИЯ

В данной статье описаны проблемы, связанные с использованием изолиний высот на топографических картах. Основное внимание уделялось высотной составляющей, на основе которой проводятся горизонталы. Вопросы нанесения изолиний фотограмметрическим способом говорится в этой работе. Приведены программные средства для построения цифровых карт и пространственных моделей рельефа. Анализируется, что точность модели определяется масштабом исходной карты и сложностью рельефа. Графически представлено уточнение топографической карты с помощью "Photoshop". Для снижения ошибки векторизации предлагается произвести обработку контурных линий и линейных объектов на основе геоинформационных технологий.

ABSTRACT

This article describes the issues of using contour lines of heights in topographic maps. The main attention is paid to the height component, on the basis of which the horizontals are formed. The issues of drawing lines by the photogrammetric method are discussed in the work. The software tools for building digital maps and spatial terrain models are briefly

described. It is analyzed that the accuracy of the model is determined by the scale of the original map and the complexity of the relief. The refinement of the topographic map with the help of the graphic editor "Photoshop" is given. To reduce vectorization errors, it is proposed to process contour lines and linear objects using special software tools.

Ключевые слова: топографическая карта, изолинии, программные средства, рельеф местности, цифровая модель.

Keywords: topographic map, contour line, program tools, relief, digital model

Введение

В [5] говорится о точности исходных данных при построении цифровой модели рельефа (ЦМР) с помощью ГИС "ПАНОРАМА". В этой работе особое внимание уделялось топографическим картам, составленным фотограмметрическим способом на аэрогеодезических предприятиях. Также приведены некоторые результаты ЦМР горных и особо важных участков Республики Узбекистан. Позже появилась работа [1], где детально анализируется методика оцифровки в ГИС и теоретические основы полиномов n – степени при оцифровке. Однако в этих публикациях мало обращено внимание на точности объектов. Эти карты получены из архива геодезических подразделений в бумажном формате или же из интернета в формате .jpg, которые были отсканированы без соблюдения технических требований [12]. Тем не менее, исходные данные в виде топографических карт являются единственными и надежными материалами при инженерно-изыскательских работах горных участков Республики Узбекистан.

Горные районы представляют собой обширную часть Центральной Азии, разделенными между собой крупными тектоническими разломами. Соответственно, производство топогеодезических работ в этих местах существенно отличается как по времени, так и по точности. Если учесть, что по ним проходят границы, дорожные сети и другие важные объекты, то важность и актуальность ЦМР является бесспорным [7]. Наиболее чувствительной к точности ЦМР является высота пункта, которая получена тригонометрическим нивелированием или фототеодолитной съемкой. Топографические карты горных районов были составлены в 1960-1980 гг. по материалам аэрофотосъемки, которые не обновлялись и не редактировались до настоящего времени.

В настоящее время создание и обновление карт выполняется на основе данных дистанционного зондирования Земли и наземного лазерного сканирования. Несмотря на то, что имеются современные спутниковые изображения земной поверхности, полученные с помощью специальных фотокамер, возникает задача об исследовании точности этих данных. Решение этой проблемы связано с техническими возможностями оборудования и программных средств. Особенно это касается таких элементов, как горизонтали, изображения которых представляют собой линии различной толщины с размытыми контурами, что отрицательно влияет на процесс векторизации [4]. На некоторых картах границы административных областей изображены не четко, а в некоторых местах даже отсутствуют. В таких случаях графические

работы, связанные с определением площадей, являются приближенными. Корректировка и нанесение границ с помощью специальных программ приводит к эффективности геодезических работ при построении спутниковой геодезической сети исследуемого района. Одним из оптимальных решений этой проблемы является обработка отсканированных данных с помощью специальных программных средств или же графических редакторов "Photoshop". Такие программные редакторы были разработаны с учетом всевозможных цветовых или спектральных комбинаций, позволяющих улучшить исходный материал для решения прикладных задач [8]. При этом следует соблюдать основные требования к цифровым картам, учитывая физико-географические условия горных районов, а также должны содержать максимально точное описание расположения реальных объектов в принятой системе координат и их семантических характеристик.

В данной статье описаны некоторые элементы топографической карты, которые нанесены с техническими ошибками, а также возможности редактора "Photoshop" при восстановлении изображений линейных границ областей и улучшении качества нанесения изолиний. Такая процедура работ выполняется при проведении лабораторных работ с помощью ГИС "Панорама" в национальном университете Узбекистана [6].

Топографические карты

Поскольку основным элементом при формировании границ является линия в виде пунктира или сплошной линии, то здесь описаны методы нанесения горизонталей и программные средства, используемые при фотограмметрических работах.

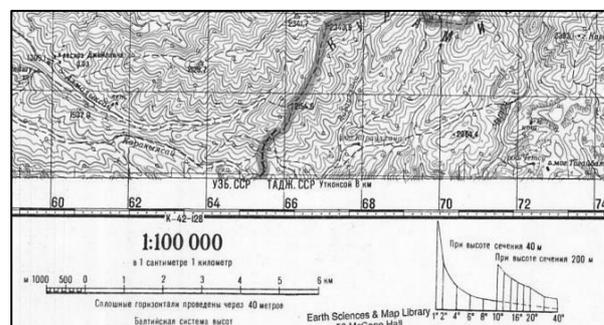


Рисунок 1. Фрагмент топографической карты

Отсканированная карта (рис.1), которая представляется в виде растра, должна отвечать требованиям, предъявляемым к стандартному формату изображений. Растровая карта должна быть отсканирована

из оригинала с разрешением не менее 400 точек на дюйм (dpi), где основным условием является привязка к системе координат, используемых в данном регионе. Погрешность нанесения горизонталей колеблется в диапазоне 0.1 - 0.8 мм, допустимое среднее смещение составляет 0.5мм сечения. Точность модели определяется масштабом и сложностью рельефа, что требует решения задачи об интерполяции ее поверхности, которая представляется как функция двух переменных x, y . На практике исходный рельеф задается в виде пикетных точек, полученных с помощью тахеометрической съемки. В ГИС существует модуль, обеспечивающий преобразование изолиний в регулярную сетку или триангуляционную сеть, используя метод векторизации и сегментации (рис.2).

В аэрогеодезических предприятиях горизонталы наносятся стереофотограмметрическим способом по результатам полевых геодезических измерений и данным аэрофотосъемки. Эта процедура нанесения достигла такого совершенства и автоматизма, что стали все меньше обращать внимание на систему относимости, в результате на некоторых картах отсутствуют изолинии или линии административных делений районов.

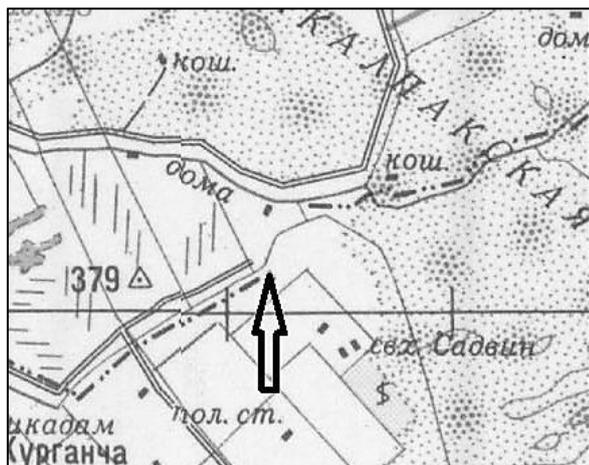


Рисунок 2. Фрагмент границы двух областей

Восстановление или редактирование границы возможно в том случае, если известны координаты точек, находящихся между двумя районами. Для этого наиболее эффективным способом является использование данных Earth Map.

В первую очередь, следует учесть плотность проведения горизонталей, которая зависит от наклона

рельефа и крутизны ската. Эта зависимость в виде диаграммы или графика представлена на топографических картах масштаба 1:100000–1:500000, которые расположены на сайте <https://satmaps.info/genshtab.php>.

Технические средства

На первых этапах создания цифровых карт были реализованы собственные разработки специалистов геодезических организаций и использованы модули стандартной программы SURFER [2]. Оригинальный программный комплекс "ОАЗИС" был составлен аэрогеодезическим предприятием Республики Узбекистан. Это первая многофункциональная программа в ЦА, предназначенная решать основные геодезические и картографические задачи. К сожалению, из-за ограниченности финансирования и несовместимости формата геодезических данных, работа была временно приостановлена.

С внедрением современных геоинформационных технологий (INTERGRAPH, TERRA VISTA, PHOTOMOD, ARCGIS, PANORAMA и другие) процесс подготовки стал более универсальным. Весь технологический цикл, от полевых измерений до получения конечного продукта, занимает минимум времени по сравнению с традиционными методами [10].

Для выполнения подготовительных работ используют современные плоттеры широкого формата, с помощью которых можно распечатать цифровую топографическую карту заданного региона. Поскольку в мелкомасштабных картах горных районов горизонталы проведены близко друг к другу [9], то распечатка в крупном масштабе позволит оценить некоторые аспекты инженерных работ, связанных с проектированием особо важных сооружений.

Анализ результатов

Анализ результатов векторизации изолиний высот показал, что, чем сложнее рельеф местности, тем больше точек оцифровки приходится использовать в ГИС. В результате получается ЦМР, который соответствует реальной местности. Если изолинии изображены расплывчато, то приходится использовать возможности "Photoshop CC". Выбранный участок, который расположен на соответствующей номенклатуре, должен быть в одной координатной системе. Это позволит более корректно составить схему проектирования инженерно-строительных сооружений в горной местности.

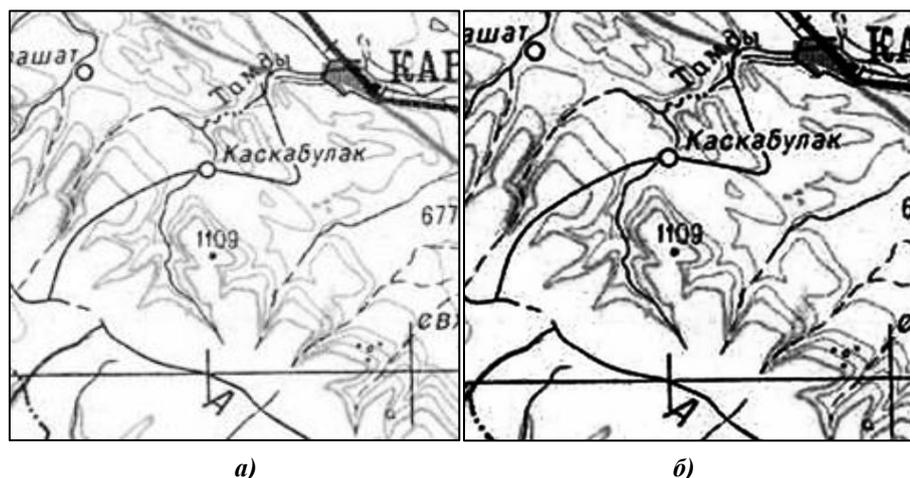


Рисунок 3. Высотная составляющая и горизонтали
(а-оригинал, б – обработка на “Photoshop СС”

Из рисунка видно, что фрагмент карты, обработанный с помощью “Photoshop СС”, имеет яркие изолинии по сравнению с оригиналом карты. Соответственно, процесс векторизации займет меньше времени и будет более эффективным [3, 12].

В заключении можно сделать вывод о том, что использование различных программных средств и графических редакторов создает основу для оптимального решения топографо-геодезических задач, а также формирования точных ЦМР.

Список литературы:

1. Абдумуминов Б. Анализ сегментации при проектировании цифровой модели рельефа/Б. Абдумуминов, Д. Назирова, Р. Миртолипов // Вопросы науки и образования. – 2020. – №15(99). – С.103-108.
2. Гулямова Л.Х., Мирмахмудов Э.Р., Абдумаликов Д.Х., Олтибоев Д. Создание трехмерных моделей рельефа окрестности рудника Ауминзо-Амантайгау // Вестник науки. Международный научный журнал. Тольятти. 2021.Т.4, №10(43). С.152-162.
3. Кошкарёв А.В. Цифровое моделирование рельефа // Морфология рельефа (под ред. Д.А. Тимофеева и Г.Ф. Уфимцева). М.: Научный мир. – 2004. – С.103–122.
4. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков/И.К. Лурье. – М.: Изд-во КДУ, 2008. – 424с.
5. Мирмахмудов Э.Р., Гулямова Л.Х., Щукина О.Г. О точности исходных данных для построения цифровой модели рельефа / Вестник науки. Сборник статей по материалам II - Международной научно-практической конференции. Уфа, 3 июля 2020. С.76-86.
6. Мирмахмудов Э.Р., Абдумуминов Б.О. Построение 3D модели рельефа в ГИС ПАНОРАМА по топографическим картам / Методическое указание.Ташкент.: Университет. 2021.-38с.
7. Мирмахмудов Э.Р., Ковалев Н.В., Олтибоев Ж.М. Анализ математической основы топографических карт горных районов Республики Узбекистан / Международный научно-практический журнал. Глобальные науки и инновации 2021. Нурсултан, Казахстан. 2021.
8. Скотт К. Adobe Photoshop CS6: Справочник по цифровой фотографии.Изд. Диалектика.-464с.
9. Составление и подготовка к изданию топографических карт масштабов 1:200000, 1:500000. – М.: Редакционно-издательский отдел ВТС, 1980. – 132 с.
10. Хромых В.В. Цифровые модели рельефа. Учебное пособие / В.В. Хромых, О.В. Хромых. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», – 2007. – 178 с.
11. Хлебникова Т.А. Моделирование и пространственный анализ в ГИС. Цифровое моделирование рельефа в ГИС «Панорама»: учеб.- метод. пособие / Т.А. Хлебникова, С.Р. Горобцов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – 70 с.
12. Электронный ресурс <https://satmaps.info/genshtab.php>.

АНАЛИЗ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИХРАМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ЦЕРКВИ СВЯТОГО ГЕОРГИЯ В Г. ДАВИД – ГОРОДКЕ

Нилова Ольга Викторовна

*канд. с.-х. наук, доцент,
Международный государственный экологический институт
им. А.Д. Сахарова БГУ,
Республика Беларусь, г. Минск
E-mail: olga.n.1978@mail.ru*

Блох Валентина Геннадьевна

*магистр ландшафтного проектирования и строительства,
ассистент кафедры ландшафтного проектирования
Полесский государственный университет,
Республика Беларусь, г. Минск*

ANALYSIS OF LANDSCAPING OF THE NATURAL TERRITORY CHURCHES OF SAINT GEORGE IN THE CITY OF DAVID – TOWN

Olga Nilova

*PhD, Associate professor,
International Sakharov Environmental Institute
of Belarusian State University, ISEI BSU,
Belarus, Minsk*

Valentina Blokh

*Master in Landscape Design and construction,
assistant of the department landscape design,
Polessky State University,
Belarus, Minsk*

АННОТАЦИЯ

Проанализирован видовой ассортимент древесно-кустарниковых насаждений на территории прихрамового комплекса Святого Георгия (г. Давид-Городок Столинского района Брестской области), выявлены угнетенные и нежизнеспособные экземпляры растений, нуждающиеся в реконструкции. Проведена оценка состояния травяного покрова и дорожно-тропиночной сети.

ABSTRACT

The species assortment of tree and shrub plantations on the territory of the temple complex of St. George (the city of David-Gorodok, Stolín district, Brest region) has been analyzed, oppressed and non-viable plant specimens that need reconstruction have been identified. The assessment of the state of the grass cover and the road-path network was carried out.

Ключевые слова: прихрамовая территория, древесно-кустарниковые породы, озеленение, оценка насаждений.
Keywords: the territory of the temple, trees and shrubs, landscape design, assessment of plantings.

Введение

Беларусь – страна на «перекрестке» культур и конфессий. Благодаря переплетению религий и архитектурных стилей храмовая архитектура Беларуси своеобразна и необычна, а многие из культовых сооружений – абсолютно уникальны. До нашего времени сохранились старинные православные церкви, монастыри, костелы, синагоги и мечети, деревянные храмы.

Еще в древности при строительстве первых храмов люди стремились создать благоприятные условия,

которые бы прославляли величие бога, в честь которого воздвигался храм, и создавали способствующую медитации и молитве обстановку. В наше время также наблюдается стремление как можно лучше благоустроить окружающее храм пространство [1, с. 65].

Озеленение культовых территорий является актуальной задачей, сложность которой обусловлена отсутствием информации по благоустройству прихрамовых территорий, т.к. в исторических справочниках содержится очень мало информации, это связано с тем, что главной функцией православного храма является не территория вокруг него, а он сам.

В современных литературных источниках, так же немного сведений по этому вопросу, что обусловлено спецификой и отсутствием единых требований, предъявляемых к благоустройству данного вида территории, это заметно влияет на качество оформления и эстетическое восприятие церковных территорий. Единственным конкретным требованием к озеленению храмовых территорий в настоящее время является соблюдение доли озеленяемой территории, не меньшей 15 % от общего размера участка [2, с. 6].

Озеленение прихрамовой территории, как любого городского объекта ограниченного пользования, должно выполнять ряд важных функций, в первую очередь, это санитарно-гигиенического и эстетического назначения.

При создании ландшафтного окружения храмов необходимо учитывать ряд факторов: символику религии, месторасположение храма, рельеф, направленность культового сооружения, кроме этого специфика объекта добавляет сложную задачу содействия формированию определенного эмоционального воздействия на прихожан, которое заключается в создании атмосферы сосредоточенности и душевного

равновесия. Для этого территория храма должна изолироваться периметральными насаждениями, а внутренние посадки – отличаться гармоничностью и композиционной продуманностью [3, с. 93].

Цель данной работы – изучение таксономического разнообразия и оценка экологического состояния древесно-кустарниковых насаждений на территории церкви Святого Георгия; анализ состояния травяного покрова, дорожно-тропиночной сети и разработка мероприятий по содержанию объектов растительного мира, озеленению территории и объекта в целом.

Объектом настоящего исследования являлись древесно-кустарниковая и газонная растительность на территории церкви Святого Георгия в г. Давид-Городок Столинского района Брестской области (рисунок 1). Общая площадь земельного участка данной церкви составляет 21466,85 или 2,15 га. Рельеф прихрамовой территории равнинный, перепады высот незначительны.

В настоящее время церковь Святого Георгия имеет высокий потенциал туристического объекта на Полесье.



Рисунок 1. Церковь Святого Георгия и местоположение ее в г. Давид-Городок

Данные для оценки состояния объекта исследования были собраны в 2019- 2020 годах. В ходе натурных обследований прихрамовой территории была проведена ландшафтно-таксационная оценка зеленых насаждений, включающая в себя оценку морфологических показателей древесно-кустарниковой растительности, номенклатуру таксонов согласно В.Г. Антипову [4], оценка состояния травянистых растений, дорожно-тропиночной сети и внешнего благоустройства объекта в соответствии с нормативным документом: «Благоустройство территорий. Озеленение. Правила проектирования и устройства» [5]. При инвентаризации существующих насаждений применялись методы общего анализа данных и классификаций, рекомендованные разработанной инструкцией [6]. Санитарное состояние насаждений

определяли – согласно Постановлениям №40 Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 15.12.2016 г.

Основная часть

Проведенная инвентаризация зеленых насаждений на обследуемой территории свидетельствует о скудном видовом составе древесной растительности. На момент исследования на территории объекта произрастали 111 экземпляров растений, из которых 100 % приходилось на деревья, большую часть которых составляли крупномерные экземпляры.

При обследовании прихрамовой территории были выявлены наиболее устойчивые и широко применяемые в культуре интродуценты: робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.),

которые составляют 1,8 % удельного веса всей дендрофлоры объекта исследования.

Таксономический состав ассортимента древесных растений представлен шестью биологическими ви-

дами, преимущественно аборигенных пород, относящимися к отделу *Magnoliophyta* и *Gymnospermae* (таблица 1).

Таблица 1.

Таксономический состав ассортимента древесных растений

№	Семейство	Род	Вид	Количество, шт.
1	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	Робиния (<i>Robinia</i>)	Робиния лжеакация (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	1
2	Буковые (<i>Fagaceae</i>)	Дуб (<i>Quercus</i>)	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	21
3	Вязовые (<i>Ulmaceae</i>)	Вяз (<i>Ulmus</i>)	Вяз шершавый (<i>Ulmus glabra</i> Huds.)	62
4	Кленовые (<i>Aceraceae</i>)	Клен (<i>Acer</i>)	Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	11
5	Конскокаштановые (<i>Hippocastanoideae</i>)	Конский каштан (<i>Aesculus</i>)	Конский каштан обыкновенный (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	1
6	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)	Сосна (<i>Pinus</i>)	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	15
Всего:				111

В процентном соотношении породный состав насаждений на участке представлен на рисунке 2.

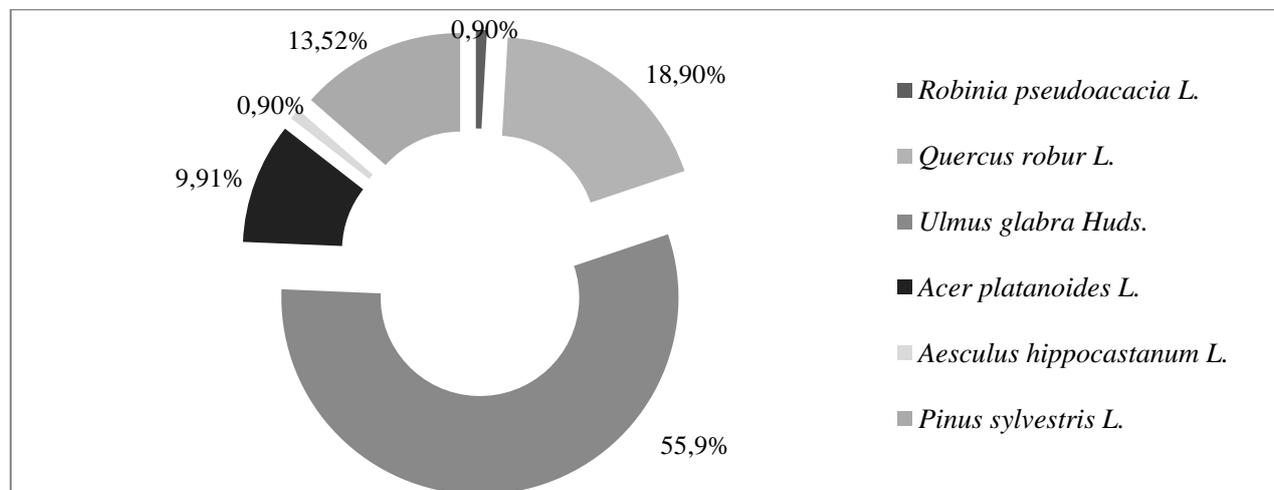


Рисунок 2. Соотношение количества экземпляров по породам

Анализ видового состава на исследуемом объекте показывает, что древесные растения имеют природную декоративность, которая выражается в разнообразии габитусов, размеров, оттенков листвы, сроков, характера цветения и плодоношения. Такой ассортимент может выступать основным материалом для создания полифункциональных насаждений на территории храма. Отсутствие кустарниковой растительности, существенно обедняет художественные возможности композиционных построений.

Распределение учтенных объектов растительного мира по возрастным группам показало, что на территории церкви произрастают: 9 растений (8%) имотной группы (до пяти лет после посадки), 40 растений (36%) вергинильной группы (5–20 лет), 49 растений (44%) средневозрастной группы (20–40 лет), 13 растений (12%) старовозрастной группы (более 40 лет) (рисунок 3).

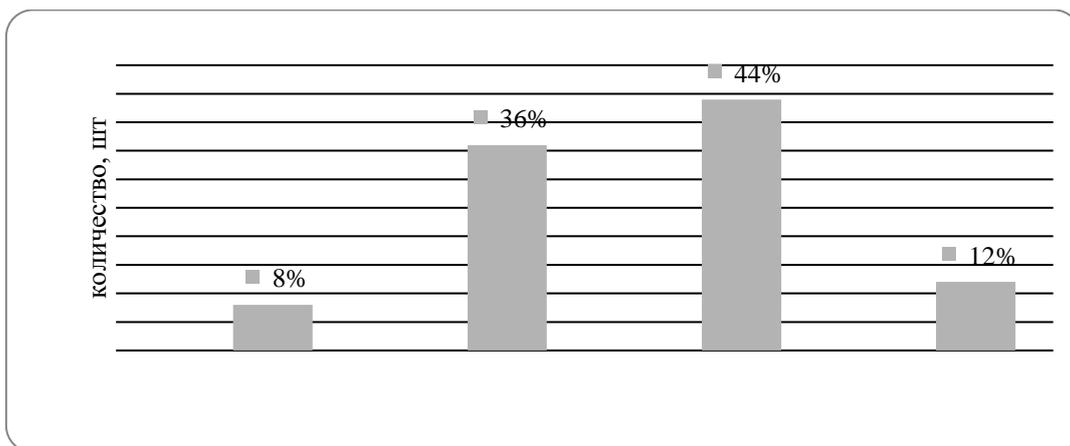


Рисунок 3. Возрастные группы древесных растений

Таким образом, растения в возрасте от 5 до 40 лет формируют основу древесных насаждений территории церкви Святого Георгия (около 80%). Невелики, а подчас и малозначительны доли старших возрастных групп (до 12%), но именно эти древесные растения формируют ландшафтный облик прихрамовой территории, и придают ей исторический колорит.

В процессе проведения инвентаризации санитарное состояние древесных растений определялось по внешним признакам, согласно пятибалльной шкале классов состояния деревьев. Результаты исследований растений представлены на рисунке 4.

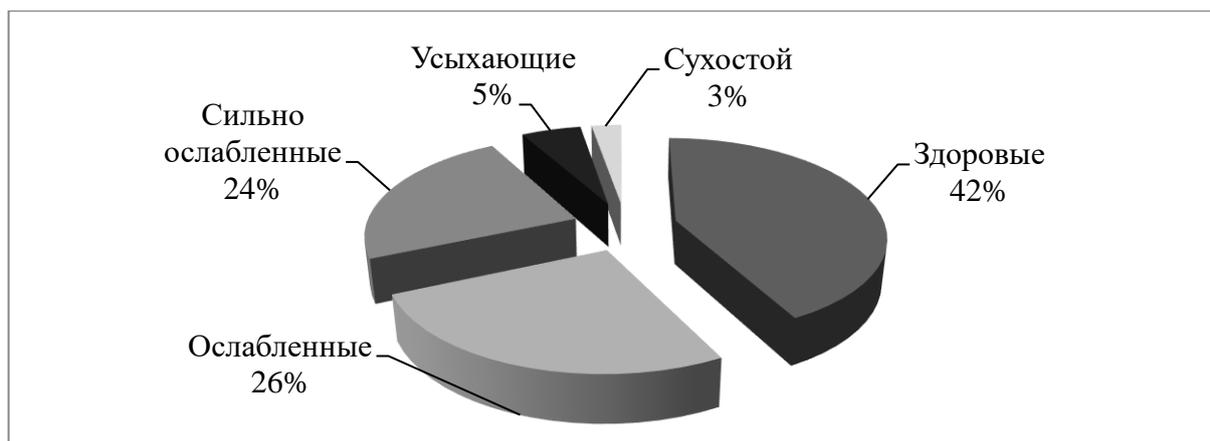


Рисунок 4. Состояние древесных растений

Анализируя выше приведенные данные, можно сделать вывод о санитарном состоянии древесных растений на территории церкви, где преобладают здоровые деревья – 42,3% , не имеющие внешних признаков повреждения кроны, ствола, мертвых и отмирающих ветвей. Ослабленные растения составляют – 26,1% , сильно ослабленные – 23,4% , усыхающие – 5,4%, сухостой – 2,7%. Изменение жизненного состояния насаждений связано, с частыми летними засухами, недостаточной газоустойчивостью, освещенностью, а также воздействием стволовых вредителей, в частности вершинного короеда, которыми были повреждены отдельные экземпляры сосны обыкновенной.

Стоит отметить, что в целом визуальная оценка состояния древесных растений на объекте удовлетворительная, но все же требуется проведение мероприятий по улучшению насаждений: минимальные санитарные и формовочные обрезки зеленых насаждений, удаление сухостоев, замена некоторых

пород экземплярами с более высокой эстетической оценкой и т.д.

Отдельную проблему представляет композиционное решение посадок разных типов. На исследуемом объекте преобладает одиночный тип посадки и составляет 47% , далее отмечается рядовой тип посадки и занимает 43% и на третьем месте — групповая посадка занимает 10% . Основным недостатком композиций – отсутствие композиционного центра и акцентов, а также перекрытие обзора посадки высокорослыми экземплярами.

Следующим этапом исследований была оценка состояния травяного покрова на территории объекта, которая проводилась на основе оценки качества газонов. Ассортимент произрастающих трав представлен основными видами: пырей ползучий (*Elymus repens* (L.) Desv.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), клевер белый (*Trifolium repens* L.), клевер красный (*Trifolium rubens* L.),

ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* L.), герань луговая (*Geranium pratense* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), яснотка белая (*Lamium album* L.) остальные виды трав представлены в незначительном количестве.

Согласно критериям оценки травяной покров обследуемой территории находится в плохом состоянии, т.к. травостой изреженный, неоднородный, сильно засорен сорными растениями, поврежденные до степени прекращения роста участки превышают 25% его площади [6]. На значительной части прихрамовой территории наблюдается переуплотнение почвы в результате постоянной антропогенной нагрузки из-за недостаточно развитой дорожно-тропиночной сети, степень вытоптанности травяного покрова на разных участках варьирует от 20 до 80%. Цветочное оформление на территории церкви Святого Георгия отсутствует.

Заключительным этапом проведения анализа являлась оценка состояния покрытия дорог на степень изношенности. Выявлено, что дорожно-тропиночная сеть прихрамовой территории практически не выражена, представлена асфальтной дорогой, с незначительными разрушениями и редко встречающимися тропами.

На момент исследования территория храма не обеспечена необходимыми вспомогательными архитектурными сооружениями и оборудованием, что в значительной мере обедняет ландшафтно-эстетическое состояние территории.

Заключение

1. В характере структурного построения насаждений на территории церкви Святого Георгия г. Давид – Городок выявлены проблемы, решение которых требует использование более разнообразного видового состава древесных растений, обязательное включение кустарниковых пород, хорошо приспособленных к местным условиям, обладающих высокими эстетическими качествами и выполняющими санитарно-гигиенические функции.

2. Требуется создание нового плана реконструкции благоустройства и озеленения, который позволит разделить участок исследуемого объекта на соответствующие функциональные зоны (места для отдыха, молитвы и размышления, для организации приходской, благотворительной и иной деятельности) с целью организации рациональной пространственно-планировочной территории объекта.

3. Для улучшения состояния древесной растительности необходим ряд санитарных мероприятий: удаление ряда сухостойных деревьев; корневой поросли, формирующейся в основании стволов деревьев различных пород; санитарная обрезка усыхающих деревьев; замена некоторых пород экземплярами с более высокой эстетической оценкой и т.д.

4. Для обогащения видового состава древесно-кустарниковых насаждений прихрамовой территории необходимо использовать древесные интродуценты в соответствии с почвенно-климатическими условиями района.

5. Для улучшения эстетических условий данной территории необходимо провести работы по уходу за травяным покровом: кошение, удаление сорной растительности, подкормку, реконструкцию травостоя.

Список литературы:

1. Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Советская Энциклопедия, 1977. – Т. 27. – С. 65.
2. Здания, сооружения и комплексы православных храмов: СП 31-103-99. – Введ. 27.12.1999. – Москва: Росстрой России, 2000. – С. 6.
3. Романова А.Б. Проблемы в озеленении территории храма Рождества Христова в г. Красноярске/ А.Б. Романова, Л.Р.Ковалева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2016. - Т. XIX. - № XIX(1). – С.92-96.
4. Антипов В.Г. Определитель древесных растений: справ. пособие. – Минск: Высш.шк., 1994. – 486 с.
5. Благоустройство территорий. Озеленение. Правила проектирования и устройства: ТКП 45-3.02-69-2007. – Введ. 01.07.2008. – Минск: РУП “Стройтехнорм”, 2008. – 26 с.
6. О некоторых вопросах ведения учета объектов растительного мира и обращения с ними и представления информации для включения в государственный кадастр растительного мира: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 15 декабря 2016 г., № 40 // Национальный правовой интернет - портал Республики Беларусь Pravo.by: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21732042>. – Дата доступа: 02.10.2021.

ТРАНСПОРТ

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ДОРОГ С ОБЛЕГЧЁННЫМ ТИПОМ ПОКРЫТИЯ

Едгоров Жамолiddин Намазович

ассистент,

Термезский инженерно-технологический институт,

Республика Узбекистан, г. Термез

E-mail: tdtu9444@gmail.com*Алимарданов Равшанжон Алимардан угли*

ассистент,

Ташкентский государственный транспортный университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

TRAFFIC INTENSITY FOR ROADS WITH LIGHT SURFACE TYPE

Jamoliddin Edgorov

Assistant,

Termez Engineering and Technology Institute,

Republic of Uzbekistan, Termez

Ravshanjon Alimardanov

Assistant,

Tashkent State Transport University,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются интенсивность движения с облегчённым типом покрытия дороги, экспериментальные данные для дорог с капитальным типом одежды и с облегчённым типом, приведены принятые для эксперимента перспективная (в конце срока службы) интенсивность движения.

ABSTRACT

The article analyzes the intensity of traffic with a light type of road surface, experimental data for roads with a capital type of clothes and with a light type, the prospective (at the end of the service life) traffic intensity accepted for the experiment is given.

Ключевые слова: интенсивность движения, дорога, автомобиль, ровность, поток.

Keywords: traffic intensity, road, car, evenness, flow.

Введение

Для обеспечения круглогодичного движения автомобилей по проезжей части укладывают дорожное покрытие, представляющее собой прочную монолитную конструкцию, уложенную на поверхность полотна из материалов, хорошо устойчивых к климатическим факторам и колесам транспортных средств. В дорожном покрытии различают следующие слои: дорожное покрытие - верхняя часть дорожного покрытия, воспринимаемая силами от колес транспортных средств и непосредственно подвергающаяся воздействию атмосферных факторов; основание - часть конструкции дорожной одежды, расположенная

под дорожным покрытием и обеспечивающая совместно с дорожным покрытием распределение напряжений в конструкции, снижение их величины в подстилающем грунте, а также обеспечивающая морозостойкость и дренаж конструкции; дополнительный слой основания - слой между несущим основанием и подстилающим грунтом, предусмотренный при наличии геологических и почвенно-геологических условий; рабочий слой земляного полотна - верхний слой земляного полотна от подошвы дорожной одежды до двух третей глубины промерзания, но не менее 1,5 метра от поверхности дорожной одежды.

В зависимости от работы под действием нагрузок все мостки условно делят на две группы: жесткие и

нежесткие. Жесткими называются дорожные покрытия, один или несколько слоев которых обладают сопротивлением изгибу или модулем упругости, практически не зависят от температуры и влажности и практически не изменяются в течение всего срока службы. Нежесткими называют дорожные покрытия, сопротивление слоев при изгибе и модуль упругости которых существенно зависят от температуры и влажности, или покрытия с опорными слоями, не способными сопротивляться изгибу.

Цель

Обеспечение комфортных и безопасных условий движения на автомобильных дорогах и эффективного использования дорог.

Результаты исследования

Эксперимент включает 9 этапов для дорог с капитальным типом одежды и 5 этапов для дорог с облегченным типом. Каждому этапу соответствует различная

интенсивность движения. В каждом этапе 4-6 вариантов допустимой ровности покрытия. В качестве текущих ремонтов, используемых для поддержания допустимой ровности, рассмотрены 3 варианта: а) поверхностная обработка, б) терм профилирование, в) укладка нового слоя асфальтобетона. Срок службы дороги принят 18 лет для дорог с капитальным покрытием и 12 лет для дорог с облегченным типом.

В качестве исходных данных приняты:

- *исходная ровность* после строительства или капитального ремонта дороги принята $IRI = 3$ м/км.
- *допустимая ровность* задана от 3,5 и выше (от 60 см/км по толчкомеру). В соответствии с принятой в Узбекистане системой оценок ровности в период эксплуатации дорог 60 – отлично
- *состав потока* определяется с использованием классификации АТС, принятой в странах ЕС (табл. 1). Коэффициенты приведения приняты в соответствии с нормативным документом ШНК 2.05.02-07 «Автомобильные дороги» [1].

Таблица 1.

Классификация АТС и коэффициенты приведения

Группа АТС	Полная масса, кг	Коэффициент приведения К
Пассажирские		
M1	До 2500 до 8 мест	1
M2	2500...5000 более 8 мест	1,2
M3	Более 5000 более 8 мест	1,3
Грузовые		
N1	До 3500	1,65
N2	3500...12000	2,2
N3	более 12000	3

Каждая из 6-и подгрупп АТС разделяется по виду топлива бензиновые (В), дизельные (Д), работающие на сжатом природном газе (СПГ). На основании для эксперимента принят следующий состав потока:

M1- 35% от общего количества, из них BM1-50%, СПГМ1-15%, ДМ1-35%, M2-20%, BM2-40%, СПГМ2-20%, ДМ2-40%, M3-10%, ДМ3-100%,

N1-15%, BN1-40%, СПГN1-25%, ДN1-35%, N2-10% BN2-20%, СПГN2-10%, ДN2-70%, N3-10%, ДN3-100%.

- *интенсивность движения*. В табл. 2 и 3 приведена принятая для эксперимента на основании данных Узавтойул перспективная (в конце срока службы) интенсивность движения [2].

Таблица 2.

Интенсивность движения для дорог с капитальным типом покрытия

№ этапа	Интенсивность движения		Протяженность, км
	авт/сут.	прив. ед./сут.	
1	1000	1488	2467
2	2000	2976	1230
3	3000	4464	1230
4	4000	5952	1240
5	5000	7440	1241
6	6000	8928	1240
7	7000	10416	1240
8	9000	13392	596
9	10000	14880	596

Таблица 3.

Интенсивность движения для дорог с облегчённым типом покрытия

№ этапа	Интенсивность движения		Протяженность, км
	авт/сут.	прив. ед./сут.	
1	500	744	1233
2	1000	1488	1234
3	2000	2976	820
4	3000	4464	820
5	4400	6547	820

Экологический класс автомобилей в потоке

В настоящее время (данные 2010 г) в Узбекистане эксплуатируются автомобили в основном от класса Евро-0 до Евро-3. Встречаются автомобили и более

высоких классов. В эксперименте в составе потока принято 50 % автомобилей Евро-0 и 50% Евро- 3 и выше.

Список литературы:

1. МПН 24-2005. Технические правила по ремонту и содержанию автомобильных дорог. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2005. – 36 с.
2. ИКН 14-10. Инструкция, по оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2010. – 52 с.
3. МКН 1-2007. Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования. Ташкент: ГАК Узавтойул, 2007.
4. ИКН 02-10. «Нормы времени на работы по содержанию автомобильных дорог общего пользования», Ташкент: ГАК Узавтойул, 2010.
5. Sharifbaeva K.Y., Abdurashidov I.Z., Alimardanov R.A. TRAINING OF ROAD CONSTRUCTION ENGINEERS // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 1(94).

ИЗМЕНЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РЕМОНТЕ И ОБСЛУЖИВАНИИ АТС В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ДОРОГАХ С РАЗЛИЧНОЙ РОВНОСТЬЮ

Едгоров Жамолiddин Намазович

*ассистент,
Термезский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: tdtu9444@gmail.com*

Алимарданов Равшанжон Алимардан угли

*ассистент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

CHANGES IN EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES INTO THE ATMOSPHERE DURING THE REPAIR AND MAINTENANCE OF VEHICLES DEPENDING ON THEIR OPERATION ON ROADS WITH DIFFERENT EVENNESS

Jamoliddin Edgorov

*Assistant,
Termez Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Termez*

Ravshanjon Alimardanov

*Assistant,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы срока службы и экономичности АТС, зависимости коэффициента суммарного сопротивления дороги и интенсивности износа АТС, экспериментальные данные определения количества вредных выбросов при любой ровности дорог.

ABSTRACT

The article deals with the issues of the service life and efficiency of the vehicle, the dependence of the total resistance coefficient of the road and the wear rate of the vehicle, experimental data for determining the amount of harmful emissions for any road evenness.

Ключевые слова: обслуживания, срок службы, вредные выбросы, эксплуатация, дорога, дорожные условия.
Keywords: maintenance, service life, harmful emissions, operation, road, road conditions.

Введение

Общее количество автомобилей на дорогах с каждым годом увеличивается. Включая автомобили с превышением нормативной нагрузки на одну тяжело нагруженную ось. Дорожные организации различного уровня принимают управленческие решения по снижению воздействия чрезмерных нагрузок на дорожное покрытие и дорожное покрытие. Срок службы и экономичность АТС напрямую зависит от состояния автомобильных дорог. Наиболее адекватным показателем дорожных условий для целей оценки влияния на износ подвижного состава является *ровность покрытия*. Значительное снижение срока службы автомобиля происходит именно на

неровных участках дорог, что связано с такими факторами, как механические деформации узлов и агрегатов автомобиля при преодолении неровностей, работа двигателя в нестационарном режиме и т.п. В качестве показателя, характеризующего дорожные условия для целей оценки интенсивности износа АТС может служить коэффициент суммарного сопротивления дороги.

При сопоставлении интенсивности износа автомобиля (без учета износа шин) и расчетных значений коэффициента суммарного сопротивления дороги для соответствующих дорожных условий получена зависимость степенного вида (рис.1), описываемая уравнением [1].

Возможность использования этой модели для условий Узбекистана установлена путем сравнения данных, полученных по модели с данными, полученными Садыковым И [2].

Снижение процента использования ресурса автомобиля на неровных дорогах приводит к необходимости более частых ремонтов и обслуживаний

АТС, что в свою очередь приводит к дополнительным выбросам вредных веществ в атмосферу. Если, например, ресурс АТС на неровной дороге используется на 90%, можно считать, что количество ремонтов и ТО увеличивается в $100/90 = 1,11$ раз, соответственно в 1,11 раз увеличивается и количество выбрасываемых в атмосферу веществ.

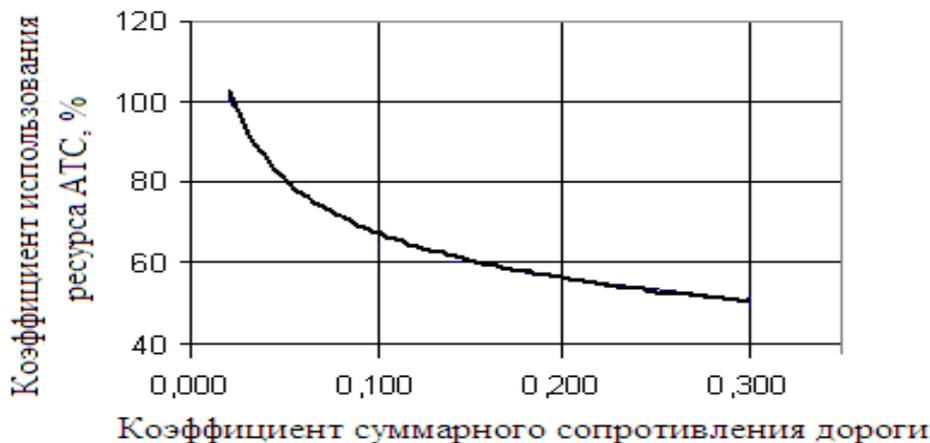


Рисунок 1. Зависимость между коэффициентом суммарного сопротивления дороги и интенсивностью износа АТС

Принимая за основу данные о количестве выбросов при выполнении ТО и ремонте некоторых типов АТС на каждые 1000 км пробега (табл. 1), и имея данные об увеличении количества ТО и ремонтов, можно определить зависимость выбросов при ТО и ремонте от ровности дорожного покрытия. В таблице приводятся данные о количестве выбросов при производстве топлива и материалов для движения и ремонта АТС [2].

Итак, имея все перечисленные зависимости, можно приступить к выполнению численного эксперимента, т.е. определить количество вредных выбросов при любой ровности дорог. В качестве «критерия благополучия» следует принимать ровность покрытия, которой присваивается оценка «удовлетворительно» и выше. В случае, если ровность неудовлетворительна, можно говорить о превышении выбросов.

Таблица 1.

Выбросы некоторых вредных веществ в атмосферу при выполнении ТО и ремонта различных типов АТС, г/1000 км

Вещества	Пассажирские машины М1 и М2	Автобусы М3	Грузовые машины N1 и N2	Грузовые машины N3
Твердые частицы	15,55	69,1	31,2	120,4
СО	1805	1632,2	1246,5	565,25
NO _x	164,9	82,2	20,1	471,55
SO ₂	30,5	26,5	24,3	125,35
C _x H _y	383,5	762,2	480,5	612,9

При помощи уравнения и определяется ровность покрытия по годам службы без проведения текущего ремонта (рис. 2). В том году, в котором значение ровности начинает превышать допустимое, назначается текущий ремонт (например, поверхностная обработка). По уравнению определяется ровность после ремонта, а также находятся её значения в последующие после ремонта годы. Приближённо принимается, что характер кривой ровности после ремонта не меняется.

Когда кривая ровности вновь достигает допустимого значения, назначается следующий текущий ремонт и т. д. до конца срока службы дороги такая процедура повторяется для каждого значения допустимой ровности. В 1-м этапе для поддержания ровности 5 IRI требуется 2 ремонта на 13-м и 16-м годах, для поддержания ровности 4 IRI – 6 ремонтов на 8-м, 10-м, 12-м, 14-м, 16-м и 18-м годах.

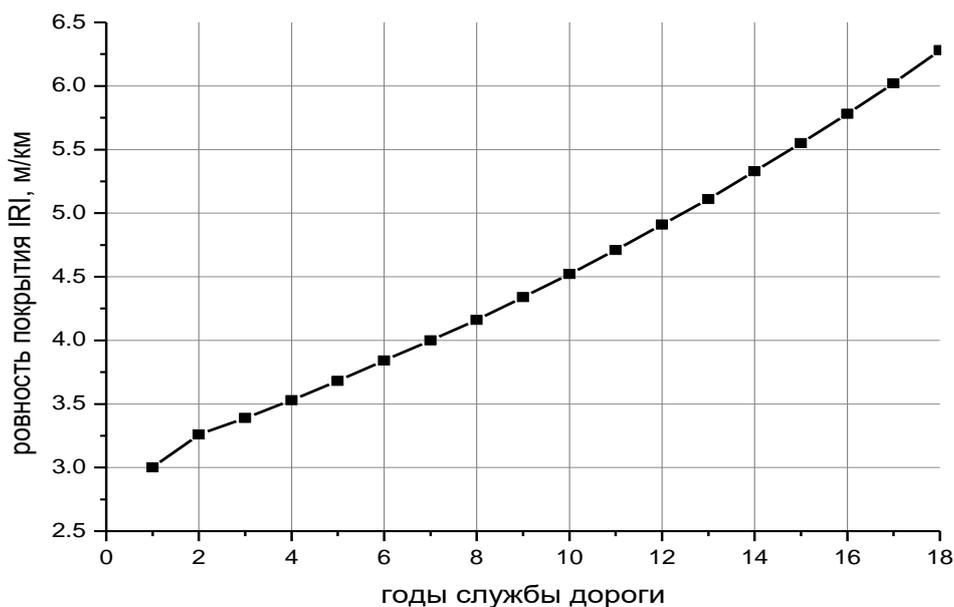


Рисунок 2. Изменение ровности покрытия за срок службы дороги (без текущих ремонтов) при интенсивности движения 1000 авт/сут

Заключение

В результате проведенного анализа были изучены зависимости коэффициента суммарного сопротивления дороги и интенсивности износа АТС, а также

проанализированы экспериментальные данные определения количества вредных выбросов при любой ровности дорог.

Список литературы:

1. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебник для вузов. М.: Транспорт. 1990 – 304 с.
2. Садыков И.С. Прогнозирование и управление транспортно-эксплуатационными качествами автомобильных дорог. Учебник для вузов. Ташкент: Адолат, 2004. – 238 с.

О БЛИЗОСТИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА ОТТО К ИДЕАЛЬНОМУ

Кодиров Нодир

независимый исследователь,
 Республика Узбекистан, Ташкентская область
 E-mail: nokodirov@mail.ru

ABOUT PROXIMITY REAL OTTO CYCLE TO IDEAL

Nodir Kodirov

Independent researcher
 Uzbekistan, Tashkent region

АННОТАЦИЯ

В статье выводятся некоторые закономерности действительного цикла Отто, исходя из которых вычисляется изменение энтропии.

ABSTRACT

In the article derived some patterns of real Otto cycle on the basis of which calculated the entropy change.

Ключевые слова: Двигатель Отто, четырехтактный двигатель, теплота, степень повышения давления, энтропия.
Keywords: Otto engine, four-stroke engine, heat, explosion ratio, entropy.

Автором настоящей статьи (далее: Автор) установлено, что при изохорном подводе теплоты степень повышения давления подчиняется уравнению:

$$\Lambda_{input}^p = \frac{p_z}{p_c} = \varepsilon^{(n_5^p - n_1)} \quad (1)$$

где p_z -давление в начале расширения, p_c -давление в конце сжатия, ε -степень сжатия, n_1 -средний показатель политропы сжатия, n_5^p -показатель повышения давления:

$$n_5^p = \log_{\varepsilon} \left(\frac{p_z}{p_a} \right) \quad (2)$$

где p_a -давление в начале сжатия. Результаты проверки уравнений (1) и (2) на примерах в табл.1.

Таблица 1.

Проверочный расчет степени повышения давления

№ пр.	ε	$P_a, \text{Па}$	n_1	Λ	$P_z, \text{Па}$	n_5^p	Λ_{input}^p
1	8 [2, с.168]	80000 [2, с.168]	1,37 [2, с.168]	4,08 [2, с.170]	5630000 [2, с.170]	2,046	4,075
2	8 [7, с.170]	84000 [7, с.171]	1,34 [7, с.115]	4,15 [7, с.171]	5640000 [7, с.171]	2,023	4,138

Точно так же при подводе теплоты степень повышения температуры:

$$\Lambda_{input}^T = \frac{T_z}{T_c} = \varepsilon^{(n_5^T - n_1)} \quad (3)$$

где T_z -температура в начале расширения, T_c -температура в конце сжатия, n_5^T -показатель повышения температуры:

$$n_5^T = \log_{\varepsilon} \left(\frac{T_z}{T_a} \right) + 1 \quad (4)$$

где T_a - температура в начале сжатия. Результаты проверки уравнений (3) и (4) на тех же примерах в табл. 2

Таблица 2.

Проверочный расчет степени повышения температуры

№ пр.	ε	T _a , К	n ₁	T _z , К	T _z / T _c	n _{T5}	Λ ^T _{input}
1	8 [2, с.168]	334 [2, с.169]	1,37 [2, с.168]	2728 [2, с.170]	3,78	2,0099	3,7840
2	8 [7, с.170]	334 [7, с.171]	1,34 [7, с.115]	2630 [7, с.171]	3,88	1,9923	3,8829

Преобразуем уравнение (1):

$$\Lambda_{input}^p = \varepsilon^{(n_5 - n_1)} = \frac{\varepsilon^{(n_5)}}{\varepsilon^{(n_1)}}$$

$$\Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1)} = \varepsilon^{(n_5)} = \varepsilon^{\left(\log_{\varepsilon}\left(\frac{p_z}{p_a}\right)\right)}$$

так как:

$$p_z = p_b \cdot \varepsilon^{(n_2)}$$

где p_b-давление в конце расширения, n₂-средний показатель политропы расширения, то:

$$\begin{aligned} \Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1)} &= \varepsilon^{\left(\log_{\varepsilon}\left(\frac{p_b \cdot \varepsilon^{(n_2)}}{p_a}\right)\right)} \\ &= \varepsilon^{\left(\log_{\varepsilon}\left(\frac{p_b}{p_a}\right) + \log_{\varepsilon}(\varepsilon^{(n_2)})\right)} \\ &= \varepsilon^{\left(\log_{\varepsilon}\left(\frac{p_b}{p_a}\right)\right)} \cdot \varepsilon^{(n_2)} \end{aligned}$$

$$\frac{\Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1)}}{\varepsilon^{(n_2)}} = \varepsilon^{\left(\log_{\varepsilon}\left(\frac{p_b}{p_a}\right)\right)}$$

$$\log_{\varepsilon}\left(\frac{\Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1)}}{\varepsilon^{(n_2)}}\right) = \log_{\varepsilon}\left(\varepsilon^{\left(\log_{\varepsilon}\left(\frac{p_b}{p_a}\right)\right)}\right)$$

$$\log_{\varepsilon}(\Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1 - n_2)}) = \log_{\varepsilon}\left(\frac{p_b}{p_a}\right)$$

Откуда:

$$\Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1 - n_2)} = \frac{p_b}{p_a}$$

Так как $\frac{p_b}{p_a}$ есть степень понижения давления, то его уравнение:

$$\begin{aligned} \Lambda_{output}^p &= \frac{p_b}{p_a} = \Lambda_{input}^p \cdot \varepsilon^{(n_1 - n_2)} = \varepsilon^{(n_5^p - n_1)} \\ \varepsilon^{(n_1 - n_2)} &= \varepsilon^{(n_5^p - n_1 + n_1 - n_2)} = \varepsilon^{(n_5^p - n_2)} \end{aligned} \quad (5)$$

Преобразовав уравнение (2) также, как и уравнение (1), можно получить уравнение степени понижения температуры:

$$\begin{aligned} \Lambda_{output}^T &= \frac{T_b}{T_a} = \Lambda_{input}^T \cdot \varepsilon^{(n_1 - n_2)} = \varepsilon^{(n_5^T - n_1)} \\ \varepsilon^{(n_1 - n_2)} &= \varepsilon^{(n_5^T - n_1 + n_1 - n_2)} = \varepsilon^{(n_5^T - n_2)} \end{aligned} \quad (6)$$

где T_b-температура в конце расширения. Результаты проверки уравнения (5) на примерах выше в табл.3.

Таблица 3.

Проверочный расчет степени понижения давления

№ пр.	ε	P _a , Па	n ₁	Λ ^p _{input}	P _b , Па	P _b / P _a	n ₂	Λ ^p _{output}
1	8 [2, с.168]	80000 [2, с.168]	1,37 [2, с.168]	4,075	436222 в оригинале 444000 [2, с.170]	5,45	1,23 [2, с.170]	5,45
2	8 [7, с.170]	84000 [7, с.171]	1,34 [7, с.115]	4,138	393844 в оригинале 363000 [7, с.171]	4,69	1,28 [7, с.151]	4,69

В колонке P_b табл.3 оригинальное значение 444000 Па источника заменено на:

$$p_b = \frac{p_z}{\varepsilon^{(n_2)}} = \frac{5640000}{8^{(1,23)}} = 436222 \text{ Па}$$

а оригинальное значение 363000 Па источника заменено на:

$$p_b = \frac{p_z}{\varepsilon^{(n_2)}} = \frac{5630000}{8^{(1,28)}} = 393844 \text{ Па}$$

Результаты проверки уравнения (6) на примерах выше в табл.4.

Таблица 4.

Проверочный расчет степени понижения температуры

№ пр.	ε	T_a, K	n_1	$\Lambda^{T_{input}}$	T_b, K	$\frac{T_b}{T_a}$	n_2	$\Lambda^{T_{output}}$
1	8 [1, с.168]	334 [1, с.168]	1,37 [1, с.168]	3,7840	1690 [1, с.170]	5,06	1,23 [1, с.170]	5,06
2	8 [7, с.170]	334 [7, с.171]	1,34 [7, с.115]	3,8829	1469 в оригинале 1440 [7, с.171]	4,4	1,28 [7, с.151]	4,4

В колонке T_b табл.4 оригинальное значение 1440 К источника заменено на:

$$T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{(n_2-1)}} = \frac{2630}{8^{(1,28-1)}} = 1469 K$$

В идеальном цикле Отто, где $n_1 = n_2 = k$, степени повышения и понижения давления и температуры равны:

$$\Lambda = \frac{p_3}{p_2} = \frac{p_4}{p_1} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{T_4}{T_1} [6, с.239]$$

И справедливо равенство:

$$\Lambda = \Lambda_{put}^p = \Lambda_{input}^T = \Lambda_{output}^p = \Lambda_{output}^T = \varepsilon^{(n_5^p - k)} = \varepsilon^{(n_5^T - k)} = \varepsilon^{(n_5^p - k)} = \varepsilon^{(n_5^T - k)}$$

Откуда следует, что соблюдается условие:

$$\frac{n_5^p}{n_5^T} = 1$$

Из табл.1 и табл.2 очевидно, что в примере №1:

$$\frac{n_5^p}{n_5^T} = \frac{2,046}{2,099} = 1,01796109259167 \approx 1$$

И в примере №2:

$$\frac{n_5^p}{n_5^T} = \frac{2,023}{1,9923} = 1,01540932590473 \approx 1$$

что означает незначительное отличие совершаемого в реальных двигателях действительного цикла Отто от идеального. Вычислим «приведенную теплоту» [1, с. 125], или энтропию, при подводе и отводе теплоты через среднеинтегральные температуры [6, с.119] для идеального цикла Отто [6, с.238]. Подводимая теплота:

$$q_1 = C_v \cdot (T_3 - T_2) [6, с.238]$$

Среднеинтегральная температура при изохорном подводе теплоты:

$$T_{mi}^{input} = \frac{T_3 - T_2}{\ln \frac{T_3}{T_2}} [6, с.119]$$

Энтропия:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} = \frac{C_v \cdot (T_3 - T_2)}{\frac{T_3 - T_2}{\ln \frac{T_3}{T_2}}} = C_v \cdot \ln \frac{T_3}{T_2} = C_v \cdot \ln \Lambda$$

Отводимая теплота:

$$q_2 = C_v \cdot (T_4 - T_1) [6, с.238]$$

Среднеинтегральная температура при изохорном отводе теплоты:

$$T_{mi}^{output} = \frac{T_1 - T_4}{\ln \frac{T_1}{T_4}} = \frac{-(T_4 - T_1)}{\ln \frac{T_1}{T_4}} [6, с.119]$$

Энтропия:

$$\frac{q_2}{T_{mi}^{output}} = \frac{C_v \cdot (T_4 - T_1)}{\frac{-(T_4 - T_1)}{\ln \frac{T_1}{T_4}}} = -C_v \cdot \ln \frac{T_1}{T_4} = -C_v \cdot \ln \frac{1}{\Lambda} = -C_v \cdot \ln \Lambda^{-1}$$

Так как:

$$\log_a(N^y) = y \cdot \log_a N$$

То:

$$\frac{q_2}{T_{mi}^{output}} = -C_v \cdot \ln \Lambda^{-1} = C_v \cdot \ln \Lambda$$

Откуда:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} = \frac{q_2}{T_{mi}^{output}}$$

что означает неизменность энтропии при подводе и отводе теплоты в обратимом идеальном цикле Отто.

В действительном цикле Отто теплота, также, как и в идеальном, подводится при постоянном объеме, но отвод теплоты осуществляется с продуктами сгорания удалением их из цилиндра в процессе изобарного выпуска ходом поршня. Подводимая теплота:

$$q_1 = C_v \cdot (T_z - T_c) [6, с.238]$$

Среднеинтегральная температура при изохорном подводе теплоты:

$$T_{mi}^{input} = \frac{T_z - T_c}{\ln \frac{T_z}{T_c}} [6, с.119]$$

Энтропия:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} = \frac{C_v \cdot (T_z - T_c)}{\frac{T_z - T_c}{\ln \frac{T_z}{T_c}}} = C_v \cdot \ln \frac{T_z}{T_c}$$

А так как:

$$A_{input}^T = \frac{T_z}{T_c}$$

То:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} = C_v \cdot \ln A_{input}^T$$

Отводимая теплота:

$$q_2 = C_v \cdot (T_b - T_r) [6, \text{с.238}]$$

где T_r -температура остаточных газов в конце процесса выпуска.

Среднеинтегральная температура при изохорном отводе теплоты :

$$T_{mi}^{output} = \frac{T_r - T_b}{\ln \frac{T_r}{T_b}} = \frac{-(T_b - T_r)}{\ln \frac{T_r}{T_b}} [6, \text{с.119}]$$

Энтропия:

$$\frac{q_2}{T_{mi}^{output}} = \frac{C_p \cdot (T_b - T_r)}{\frac{-(T_b - T_r)}{\ln \frac{T_r}{T_b}}} = -C_p \cdot \ln \frac{T_r}{T_b}$$

перепишем логарифм в виде:

$$\ln \frac{T_r}{T_b} = \ln \left(\left(\frac{T_b}{T_r} \right)^{-1} \right)$$

и так как:

$$\log_a(N^\gamma) = \gamma \cdot \log_a N$$

получаем:

$$\begin{aligned} \frac{q_2}{T_{mi}^{output}} &= -C_p \cdot \ln \frac{T_r}{T_b} = -C_p \cdot \ln \left(\left(\frac{T_b}{T_r} \right)^{-1} \right) \\ &= C_p \cdot \ln \frac{T_b}{T_r} \end{aligned}$$

Опять же, так как:

$$\gamma \cdot \log_a(N) = \log_a(N^\gamma)$$

Энтропия при изохорном подводе и изобарном отводе теплоты:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} = \ln(A_{input}^T)^{(C_v)} \text{ и } \frac{q_2}{T_{mi}^{output}} = \ln \left(\left(\frac{T_b}{T_r} \right)^{(C_p)} \right)$$

Для сравнения энтропии при подводе и отводе теплоты, учитывая, что теплоемкость при подводе теплоты для двухатомного газа (воздух, $n_1 \leq 1,4$) изохорна, а теплоёмкость при отводе теплоты для многоатомного газа (продукты сгорания, $n_2 \leq 1,333 \dots$) изобарна, достаточно оценочно сравнить значения выражений:

$$(A_{input}^T)^{(C_v)} \text{ и } \left(\frac{T_b}{T_r} \right)^{(C_p)}$$

Для номинальных режимов реальных двигателей степень повышения температуры можно оценить как степень повышения давления:

$$A_{input}^T = 3 - 4 [7, \text{с. 143}]$$

Для тех же режимов отношение температуры в конце расширения к температуре остаточных газов можно оценить как:

$$\frac{T_b}{T_r} < 1,5 [7, \text{с.104, с. 171}]$$

Отношение массовой изобарной теплоемкости многоатомных газов (на примере аммиака) к массовой изохорной теплоемкости двухатомных газов (воздух), пусть и очень завышенно, оцениваем как:

$$\frac{C_p}{C_v} \approx 3 [6, \text{с.73}]$$

В итоге получаем:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} = (3 - 4)^{(C_v)} \text{ и}$$

$$\frac{q_2}{T_{mi}^{output}} \approx (1,5)^{(3 \cdot C_p)} \approx (1,5^3)^{(C_p)} \approx 3,375^{(C_p)}$$

Для справедливости второго закона термодинамики, утверждающего неизбежное возрастание энтропии в необратимых процессах [1, с. 131], коим и является действительный цикл Отто, должно соблюдаться неравенство:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} < \frac{q_2}{T_{mi}^{output}}$$

означающее, что энтропия при изобарном отводе теплоты должна превышать энтропию при её изохорном подводе, а из последнего сравнения, где отношение массовой изобарной теплоемкости многоатомных газов (на примере аммиака) к массовой изохорной теплоемкости двухатомных газов (воздух) сильно завышена, следует, что они могут быть практически равны:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} \approx \frac{q_2}{T_{mi}^{output}}$$

в чем и отражается близость действительного цикла Отто к идеальному. Более того, при уменьшении величины отношения массовой изобарной теплоемкости многоатомных газов (продукты сгорания) к массовой изохорной теплоемкости двухатомных газов (воздух), точно также как отношения температуры в конце расширения к температуре остаточных газов, при неизменной степени повышения температуры энтропия при изохорном подводе теплоты, наперекор второму закону термодинамики, превышает энтропию при изобарном отводе теплоты:

$$\frac{q_1}{T_{mi}^{input}} > \frac{q_2}{T_{mi}^{output}}$$

Из всего выше следует, что действительный цикл Отто не всегда ограничен вторым законом термодинамики и вся подводимая к рабочему телу теплота может преобразовываться в механическую работу поршня в двигателе Отто, основой конструкции которого является центральный кривошипно-шатунный механизм [3, с.10], в котором теплота отводится вместе с удаляемыми из цилиндра продуктами сгорания в процессе изобарного выпуска.

Из того, что на некоторых скоростях поршня может иметь место невяная подкачка коленчатого вала силой тяжести [4, с. 48], следует, что хотя двигатели Отто и выбрасывают в окружающую среду углекислый газ и другие продукты сгорания, но они частично преобразуют в механическую работу отданную в окружающую среду непревращенную (*прим. Автора: в работу*) теплоту: «Примером четвертого случая может служить тепловая электростанция, вырабатывающая электроэнергию ($S=0$) и отдающая непревращенную теплоту с большей энтропией в окружающую среду» [1, с. 142].

Под теплотой, которой накачана земная атмосфера, мысль о чем приведена в опубликованной ранее статье [4, с. 49] подразумевается именно цитируемая из источника выше «непревращенная теплота с большей энтропией», выбрасываемая установленными на тепловых электростанциях лопаточными тепловыми машинами независимо от вида используемого топлива.

И, вполне вероятно, именно возрастание энтропии окружающей среды и является основной причиной изменений климата.

Отдаваемая же реальными двигателями окружающей среде теплота не является «непревращенной теплотой с большей энтропией» [1, с. 142], а является теплотой, эквивалентной отрицательной работе силы на коленчатом валу, затрачиваемой им на замедление поршня [3, с. 13], тем более, что отвод и этой теплоты возможно исключить в высокоэффективной энергетической машине [5, с. 142].

Судить о смысле настоящей статьи смогут специалисты с более высокой, чем у Автора, квалификацией. Автору же интересно было бы сравнить раскрытые закономерности действительного цикла Отто и изменение энтропии применительно к энергетическим машинам других типов, кроме тепловых электростанций, описанных в источнике выше [1, с. 142].

Однако, если как одобренные планетарным научным сообществом, так и активно продавливаемые мировой политической элитой обоснованные вторым законом термодинамики «зеленые» способы выработки электроэнергии приводят к возрастанию энтропии окружающей среды, то полный переход на «зеленую» энергетику с целью остановить изменения климата приведет к ровно обратному эффекту при условии, что изменения климата действительно обусловлены возрастанием энтропии окружающей среды, учет чего в научных климатических моделях, скорее всего, отсутствует, поскольку основным угрожающим климату фактором считается углекислый газ.

Список литературы:

1. Бродянский В.М. Вечный двигатель- прежде и теперь. От утопии-к науке, от науки- к утопии. -М.: Энергоатомиздат, 1989. -256 с.: ил.
2. Двигатели внутреннего сгорания: учеб. для машиностроительных и политехнических вузов в 2 томах. Том 1: Рабочие процессы в двигателях и их агрегатах / А.С. Орлин, Д.Н. Вырубов, Г.Г. Калиш [и др]; под ред. А.С. Орлина.-Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машгиз, 1957. – 396 с.
3. Кодиров Н. Механическая теория двигателя Отто: вывод основных уравнений в первом приближении // Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам XLVIII междунар. науч.-практ. конф. –№ 8 (48). – М.: Изд. «МЦНО», 2021. – С.9-26.
4. Кодиров Н. Механическая теория двигателя Отто: вывод основных уравнений во втором приближении // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021.10(91).С. 40-49.
5. Кодиров Н. Об ограниченности действия законов термодинамики и «Механическая теория двигателя Отто» // Universum: технические науки: научный журнал- № 8(89). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2021. С.67-71.
6. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебн.пособие для неэнергетических специальностей вузов. М., «Высшая школа», 1975, с.496
7. Ховах М.С. и Маслов Г.С. Автомобильные двигатели. Изд. 2-е, пер. и доп. М., «Машиностроение», 1971, стр. 456.

МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ

Тўхтаров Нодир Нормуродович

магистр

Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Жураева Гулчехра Шодиевна

доцент

Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gulchehra2767@mail.ru

METHODS USED TO DETERMINE SPARE PARTS NEEDS

Nodir Tukhtarov

Master

Tashkent State Technical Islam Karimov University,
Uzbekistan, Tashkent

Gulchehra Juraeva

Associate Professor of Tashkent State Technical
University of Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются процессы формирования запасов запасных частей предприятиями автосервиса, которые входят в состав дилерских сетей, обслуживающих автомобили импортного производства.

ABSTRACT

The article describes the processes of forming spare parts stocks by car service companies that are part of dealer networks serving imported cars.

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатация, запасных частей, конструкция, автосервиса, менеджмент, номенклатуры, профессии, транспорт

Keywords: car, operation, spare parts, construction, car service, management, nomenclature, profession, transport

В последнее время, в связи с ростом автомобильного парка и переориентации их владельцев из самообслуживания на ремонт в специализированных фирмах, остродефицитными стали профессии механиков, а спрос на автомобильный сервис намного превышает предложение.

Автомобильная техническая эксплуатация является одной из основных систем автомобильного транспорта и занимает одно из ведущих мест в транспортной системе Республики.

Фактический расход запасных частей является самостоятельным фактором, который влияет на их потребность.

Во многих работах уделяется внимание влиянию на расход запасных частей конструктивных факторов.

Вместе с тем, следует отметить, что на уровне предприятия автосервиса конструктивные факторы, которые отображают уровень конструкционной надежности автомобилей, могут учитываться только как постоянные, потому что на них может влиять только производитель автомобилей и запасных частей.

Для специализированных автотранспортных предприятий эта группа факторов является основной, поскольку от выбора производителя (поставщика) запасных частей зависит их надежность, долговечность и цена.

Потребность в запасных частях автосервисного предприятия в первую очередь зависит от производственных, технологических, информационных

факторов и затрат запасных частей на ТО и ТР автомобиля. Причем на надежность элементов автомобиля и, как следствие, на нормы расхода запасных частей влияет комплекс факторов, который состоит из двух групп: потенциальные (внутренние) и эксплуатационные (внешние) [1, 2]. Переход элементов автомобильных конструкций с одного технологического состояния в другой обусловлены влиянием эксплуатационных факторов на потенциальные свойства конструкций.

Потенциальные факторы связанные с производством автомобилей и комплектующих, считают постоянными. К эксплуатационным факторам относятся: дорожные, климатические условия, режим эксплуатации, качество эксплуатационных материалов, квалификация водителя и условия хранения. Отмечается, что самыми важными технологическими факторами, которые влияют на расход запасных частей, являются производственные возможности СТО такие как мощность предприятия и специализация рабочих постов. Об общих опытах предыдущих исследований, выделим семь групп факторов, которые влияют на потребность предприятия автосервиса в запасных частях.

Первая группа факторов состоит из двух подгрупп: маркетинг и менеджмент.

Подгруппа «Маркетинг» состоит из четырех факторов: количество автомобилей в эксплуатации; объем продаж новых автомобилей, объемы ТО и ремонта предыдущих лет; объемы продаж запасных частей предыдущих лет. С изменением численности моделей автомобилей, которые эксплуатируются в районе расположения предприятия, меняется и потребность в запасных частях для данных моделей автомобилей.

Предприятие должно быть готовое к появлению на рынке новых серийных автомобилей, для которых еще не существует статистики расхода запасных частей, а есть только нормы, разработанные изготовителем. У руководящих фирм-производителей автомобилей проводится постоянное восстановление модельного ряда. Период выпуска даже самых популярных моделей не превышает 6 – 8 лет [3,4].

Учет третьего и четвертого фактора данной группы позволяет анализировать динамику расхода запасных частей и на основе анализа осуществлять прогнозы потребности в запасных частях.

Подгруппа «Менеджмент» состоит из шести факторов: реклама; постоянная клиентура; система складов; скорость поставки запасных частей; скорость удовлетворения заявок на ТО и ремонт (время ожидания); цены на запасные части и услуги. Эффективная рекламная деятельность содействует привлечению клиентов на предприятие автосервиса. Наличие постоянных клиентов также является значительным фактором. От наличия современной системы складов зависит своевременная обработка заказов и доставка запасных частей, и как следствие, конкурентоспособность предприятия на рынке.

Недостатком большинства дилерских сетей предприятий автосервиса являются значительные сроки поставки запасных частей. Учет влияния

шестого фактора позволяет оценивать изменение потребности в запасных частях в зависимости от установления и изменения цен на запасные части и услуги автосервиса. Гибкая ценовая политика делает спрос управляемым.

Вторая группа факторов – парк автомобилей, которые обслуживаются. От разнообразия модельного ряда обслуживаемых автомобилей, зависит объем номенклатуры запасных частей, необходимых для его обслуживания и ремонта. Одним из самых важных факторов второй группы является структура парка по возрасту и пробегу. На основе получаемой внешней информации о возрасте и пробеге автомобилей выделяется сегмент рынка (часть парка, владельцы которого воспользуются услугами СТО).

Третья группа факторов – условия эксплуатации. В данную группу включен такой фактор, как «квалификация водителя, который эксплуатирует автомобиль». Как правило, квалификация водителей – клиентов предприятия автосервиса ниже квалификации водителей – профессионалов, что является характерным отличием предприятий автосервиса от автотранспортных предприятий.

К четвертой группе факторов принадлежат методы ТО и ремонта. От качества ТО и ремонта зависит число отказов, которые возникают в процессе эксплуатации. Надлежащее качество работ позволяет снизить расход запасных частей в эксплуатации.

Пятая группа факторов – персонал предприятия. Качество выполняемых работ зависит от квалификации ремонтных рабочих. Эффективная организация производственного процесса и процесса обеспечения запасными частями предприятия зависит от квалификации инженерно – технического персонала. Мотивация персонала позволяет повысить качество оказываемых услуг.

Шестая группа – это факторы, связанные с производственной деятельностью СТО. К ним относятся мощность СТО (количество рабочих постов), специализация по видам работ и оснащенность предприятия технологическим оборудованием. Очень важным является прогнозирование количества заездов клиентов на станцию для проведения работ по обслуживанию, ремонту и распределению этих заездов по видам работ.

Седьмая группа факторов – организация МТО. Эта группа значительно влияет на потребность в запасных частях. Факторы, которые входят в данную группу, являются наиболее управляемыми в условиях автосервиса. При прогнозировании потребности в конкретной детали важно знать оптимальный размер ее запаса на складе [5, 6].

Данная величина определяется, исходя из статистики расхода запасных частей в предыдущие периоды работы предприятия. Она должна покрывать возможные опережения спроса на данную запасную часть. Учет влияния шестого фактора позволяет оценивать изменение потребности в запасных частях в зависимости от установления и изменения цен на запасные части и услуги автосервиса. Гибкая ценовая политика делает спрос управляемым.

В работе сформулированные основные методические принципы прогнозирования потребности в запасных частях предприятий автотранспортного комплекса. Основными принципами являются:

- разработка баланса запасных частей на основе уточненных прогностических оценок норм расходов, норм запасов и планированного объема восстановления изношенных деталей;
- полное соответствие по степени обобщенности, периоду планирования, условиям эксплуатации и уровню надежности машин, а также между прогнозными значениями норм расхода и всей системой показателей, используемой в расчетах потребности.

В работе также отмечается, что для ремонтных предприятий прогнозирование потребности в запасных частях базируется на четко спланированной программе ТО и ТР на весь период прогнозирования. В работах [7, 8] выделяют три уровня прогнозирования потребности в запасных частях.

Прогнозирование на первом уровне проводится на этапах проектирования и доведения новой конструкции (прогнозирование потребности на стадии разработки новой модели автомобиля); второй уровень отвечает этапу эксплуатационных испытаний исследованной партии автомобилей; третий – отвечает этапу непосредственной эксплуатации серийной партии автомобилей. В данной работе отмечается, что для прогнозирования потребности в запчастях на третьем уровне целесообразно использовать метод экстраполяции. В общем случае модель прогноза включает три составляющих и записывается в виде:

$$y_t = \gamma_t + v_t + \varepsilon_t$$

- где y_t – прогнозное значение временного ряда;
 γ_t – среднее значение прогноза (тренд);
 v_t – составляющая прогноза, который отображает сезонные колебания (сезонная волна);
 ε_t – случайная величина отклонения прогноза.

Список литературы:

1. Щетина В.А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте. / В.А. Щетина, В.С. Лукинский, В. И Сергеев. – М.: Транспорт, 1988. –112 с
2. Пронштейн М.Я. Исследование потребности в запчастях для автомобилей, принадлежащих населению. / М.Я. Пронштейн, А.А. Таржибаев, Е.И. Кривенко – М.: НИИ Автопром, 1976. – № 9. С. 38 – 44.
3. Воронина И.Ф. Совершенствование методики прогнозирования потребности в запасных частях автомобилей на предприятиях автосервиса / И.Ф.Воронина,
4. Ф.М. Судак, Д.С. Подгорный // Вести Автомобильно-дорожного института. –2016. – № 2. – С. 16–22.
5. Судак Ф.М. Усовершенствование методики расчета необходимого количества запасных частей на предприятиях автомобильного транспорта / Ф.М. Судак, И.Ф. Воронина, А.И. Заика // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2018. – № 3(26). – С. 44–48.
6. Воронина И.Ф. Разработка системы мониторинга материально-технического обеспечения предприятий автосервиса / И.Ф. Воронина, Ф.М. Судак, А.В. Злей // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2018. – №4(27). – С. 46–52.
7. Корчагин В.А. Научно-методические основы управления затратами на качество / В.А. Корчагин, Д.И. Ушаков, И.А. Комарова, Д.К. Сысоев // Вестник МАДИ.– 2007. – №1. – С. 72 – 76.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ УПРОЧНЯЕМОГО БАНДАЖА

Файзибаев Шерзод Сабирович

*д-р. техн. наук, проф. кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, Ташкент
E-mail: sherzod_fayzibaev@mail.ru*

Соболева Ирина Юрьевна

*ст. преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: soboleva_irinayuri@mail.ru*

Нигай Родион Павлович

*доц. кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: radion.49@mail.ru*

Мамаев Шерали Иброхимович

*ст. преподаватель кафедры "Материаловедения и машиностроение"
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mamayevsherali@gmail.com*

Абдирахманов Жамшид Абдиганбар угли

*ст. преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tytmabdiraxmanov@yandex.ru*

THE RESEARCH OF THE IMPACT OF PLASTIC DEFORMATIONS ON THE SURFACE OF A HARDENED BANDAGE

Sherzod Fayzibaev

*Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department "Wagons and Wagon Economy" of TSTU,
Uzbekistan, Tashkent*

Irina Soboleva

*Senior lecturer of the Department "Wagons and Wagon economy" of TSTU,
Uzbekistan, Tashkent*

Nigay Rodion

*PhD, docent of the Department "Wagons and Wagon Economy" of TSTU,
Uzbekistan, Tashkent*

Mamaev Sherali

*Senior lecturer
of the Department " Materials Science and Mechanical Engineering" of TSTU,
Uzbekistan, Tashkent*

Abdirakhmanov Jamshid

*Senior lecturer
of the Department "Wagons and Wagon economy" of TSTU,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приводится расчетное обоснование оценки деформаций на поверхности бандажа. Рассчитывались режимы нагружения, которые обеспечивают пластические деформации поверхностей деталей.

ABSTRACT

The calculated ground of the estimation of the deformation on the surface of the strengthened bandage is presented in this article. The mode of the loading, which provide elastic deformation on the surface of the parts under control, were calculated.

Ключевые слова: колесо, рельс, износ, скорость, поверхность катания, упрочнение.

Keywords: wheel, rail, wear, speed, rolling surface, hardening.

Введение. Взаимодействие колеса и рельса является физической основой движения подвижного состава по железным дорогам. От параметров этого взаимодействия во многом зависят безопасность движения и основные технико-экономические показатели хозяйств пути и подвижного состава. Износ бандажей колесных пар и рельсов представляет собой сложный процесс, который определяется многими факторами. В количественном отношении между ними имеется взаимная связь, которую можно установить на основе имеющихся наблюдений за износом в эксплуатации. Большое влияние на условие работы колесных пар оказывают возрастающие скорости движения поездов. Допустимые скорости движения грузовых поездов установлены в пределах 90 – 100 км/ч, пассажирских: 120 – 160 км/ч (до 200 км/ч – высокоскоростные поезда). Увеличение скорости движения приводит к росту динамических нагрузок на колесные пары и появлению высокочастотных колебаний на участках с большой жесткостью пути. Возрастание нагрузок от колесной пары, максимально реализуемой силы тяги и скорости привело к повышению напряженного состояния рельсов и колес, что еще больше увеличило износ колес и рельсов.

Сужение рельсовой колеи привело к уменьшению среднего зазора между рабочими гранями колеса и головки рельса. Это с одной стороны повысило устойчивость подвижного состава в колее и позволило увеличить допускаемые скорости движения, с другой – вызвало возрастание интенсивности износа гребней подвижного состава и вертикальных граней головок рельсов.

При ширине колеи 1524 мм, в процессе эксплуатации колесных пар сначала нарастал прокат по кругу катания без существенного уменьшения толщины гребня, и лишь при значениях проката, близких к предельно допустимому, отмечалось возрастание интенсивности изнашивания гребня. Таким образом, обточку колесных пар назначали в связи с достижением предельного значения проката или в связи с обнаружением прогнозируемого дефекта (выщербины, раковины и т.п.). После изменения колеи до 1520 мм износ гребня стал опережать нарастание проката. Изменился и характер износа: после сужения колеи он стал происходить как бы по касательной плоскости к внутренней (рабочей) поверхности гребня. Это привело к существенному учащению обнаружения остроконечного наката и к возрастанию нового типа повреждений колес – опасной формы

гребня. Совокупность «острого гребня» и ступенчатого бокового износа рельса, приводила к сходам с рельсов подвижного состава, особенно в кривых участках пути.

Цель. Настоящая работа посвящена изучению особенностей износа поверхности катания бандажей колесных пар локомотивов после механической обработки ввиду того, что при механической обработке снимается упроченный слой металла с поверхности катания, что приводит к интенсивному износу в эксплуатации. Приводится расчетное обоснование оценки влияния поверхностного упрочнения на величину износа. В сложившейся ситуации было принято решение, не отличающееся системным подходом к проблеме, а именно была в одностороннем порядке повышена твердость рельсов, притом, что твердость рабочих поверхностей колес была оставлена прежней. С одной стороны применение рельсов тяжелых типов позволило значительно снизить эксплуатационные расходы железных дорог. Но по мере укладки новых рельсов еще более повышалась интенсивность изнашивания рабочих граней гребней колес. Среднегодовой удельный износ гребней бандажей колесных пар в ряде случаев вырос приблизительно в 3 раза. Интенсивность износа вызвала рост эксплуатационных расходов в локомотивном и вагонном хозяйствах, связанных с внеплановыми обточками колесных пар, дополнительным приобретением новых бандажей и колес. Обтачивания по износу гребня при ремонте связаны с удалением большого объема работоспособного металла колеса, то есть с существенным технологическим изнашиванием. Так при равномерном износе на каждый миллиметр бокового износа гребня требуется снять металл по толщине бандажа на глубину около 1,75 мм. Поэтому возрастание доли таких обточек всегда влечет за собой непропорционально сильное сокращение среднего срока службы колеса. С целью снижения интенсивности изнашивания колесных пар в последние годы проводится ряд мер технического и организационно-технологического характера (лубрикация, улучшение конструкции пути и подвижного состава, совершенствование геометрии профиля поверхности катания колесных пар и рельсов, повышение качества их металла и т.д.). К сожалению ни одно из этих мероприятий в полном объеме проблемы не решило. Разработка новых профилей поверхности катания бандажей, уменьшение разбегов колесных пар в теплке, конструирование гребнесмазывателей и другие методы, хотя и повышают ресурс бандажей, но являются борьбой с последствиями их износа.

Метод

Технология восстановления профиля катания далеко не совершенна. Главным недостатком является отсутствие методов и средств, позволяющих осуществить оптимальный процесс резания, что приводит к заведомо излишнему снятию металла. В результате при восстановлении конфигурации профиля бандажа с поверхности катания колес удаляется упрочненный в процессе эксплуатации износостойкий слой металла. Ведь известно, что в начале приработки деталей, а именно в системе «колесо-рельс» после обточки износ быстро растет. Затем наступает момент, когда износ протекает плавно. Поэтому требовалось найти и устранить первопричины, вызывающие усиленный износ бандажей колесных пар локомотивов и рельсов. В данном случае предлагается метод, позволяющий выполнять упрочнение поверхности бандажей, способствующий увеличению срока службы колесных пар.

На рисунке 1 показана схема нагружения бойка 1 с использованием рычага 8 с шарниром поворота в точке 10 и опорой 11, закрепленной на раме 12.

Рычаг 8 нагружается усилием P_H , создающимся от растяжения пружины 14, концы которой закреплены в точке К к кронштейну на раме установки 6 и в точке L к винту 15. Винт 15 связан с гайкой 16, установленной на рычаге 8 с возможностью вращения вокруг винта 15 и рычага 8. Выбор величины усилия P_H должен быть увязан с размерами l_A , l_H и обеспечивать значения P_A до 15 тс. При $P_A = 12$ тс максимальная нагрузка на один шарик 4 будет достигать $N_{Г1} = 2600$ кг, а всего в опоре 5 должно быть 9 шариков диаметром $d_{Ш} = 28,58$ мм (30 мм) (см.п. 3.1). При этом на шарнир в точке 10 опоры 11 будет передаваться нагрузка $P_{10} = P_A + P_H$, вектор которой P_{10} параллелен P_A , а шарнир в точке К нагружен усилием P_H . Для связи подвижной опоры 5 с плитой 6 должны быть использованы два болта 7 (рис. 2 и 1).

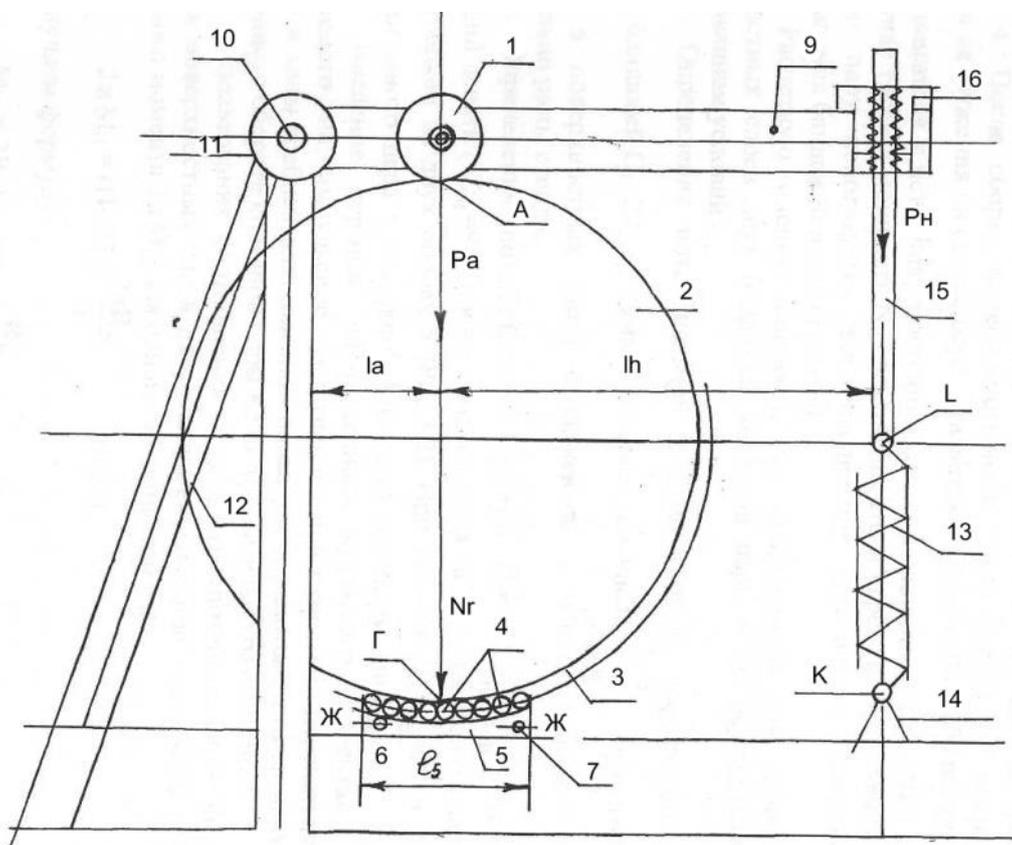


Рисунок 1. Расчетная схема нагружения бойка 1, бандажа 2, шариков 4 в опоре 5, плиты 6 и рамы стэнда 12

Расчетное обоснование используется для технического задания на разработку установки для импульсного упрочнения материала бандажей колесных пар тепловозов типа ТЭ10 в двух зонах:

- на поверхности перекатывания колесных пар по рельсам БАВ для бандажа 2Н (рис. 2) от бойка 1 конической формы под расчетной нагрузкой P_A ;
- в зоне гребня ДГЕ бандажа 2Н (снизу) от воздействия шарика 4 диаметром $d_{Ш} = 28,58$ мм,

нагружаемого усилием $N_{Г}$ и являющегося результатом суммирования векторов $P_A = F_r + N_r$, реакция вектор F_r через колесный центр и ось колесной пары передается на второй колесный центр, шарик 41 и опору 51. Нагрузка $N_{Г}$ от шарика 4 передается на подвижное основание опоры 5 и поверхность ЖЖ плиты 6. Для обеспечения регулировки относительного расположения опоры 5 и плиты 6 введены болты 7 и набор шайб 8 калиброванной толщины.

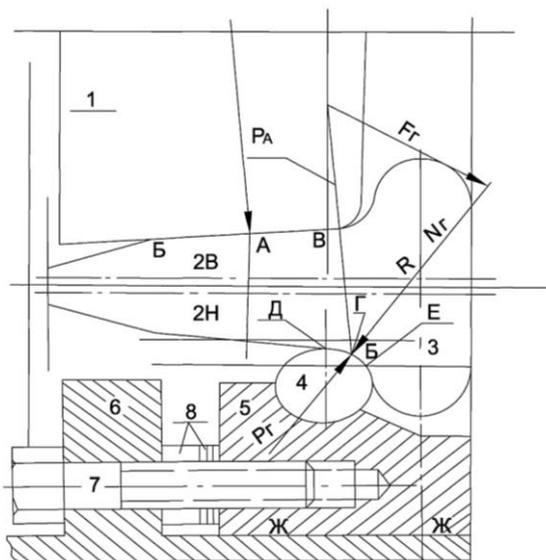


Рисунок 2. Расчетная схема силового нагружения от бойка 1 на поверхность БАВ бандажа 2 и зоны ДГЕ гребня 3 на шарик 4, опору 5 и плоскость ЖЖ плиты 6

Расчетное обоснование проведем для модели нагружения поверхностей деталей и бандажей [4] через шаровую поверхность радиуса $r_{ш} = (13-15)$ мм от шариков подшипников, используемых на локомотиворемонтных заводах.

Анализируется нагружение неподвижной поверхности бандажа (цилиндрической радиуса R_k) через шар радиусом $r_{ш}$. Для такого случая используем формулы модели «цилиндр - сферическое тело» [5] с материалами, имеющими равные модули упругости $E_1 = E_2 = 2,1 \cdot 10^4$ кг/мм² и коэффициенты Пуассона $\mu_1 = \mu_2 = 0,3$. Для первого варианта расчета принимаем $r_{ш} = 12$ мм $R_k = 525$ мм и усилие нагружения $P_k = 10^4$ кг; определяем отношение $r_{ш} : R_k = 12 : 525 = 0,0229$, по которому из таблицы 52 [5] находим методом интерполяции коэффициенты $n_a = 4,31$, $n_B = 0,389$, $n_p = 0,6$ и $n_d = 0,562$.

Выполняем расчеты для модели нагружения величин:

- размеров полуосей эллипса контакта шара и бандажа

$$a = 1,397 \cdot 4,31 \sqrt[3]{\frac{1}{2,1} \cdot \frac{12 \cdot 525}{(1050 + 12)}} = 8,51 \text{ мм,}$$

$$B = a \frac{n_B}{n_a} = 8,51 \frac{0,389}{4,31} = 0,768 \text{ мм,}$$

- максимальных контактных напряжений

$$\sigma_x = 0,245 \cdot 0,6 \sqrt[3]{2,1^2 \cdot 10^2 \left(\frac{1050 + 22}{525 \cdot 12} \right)^2} = 735,6 \text{ кг/мм}^2$$

- сближений шара и бандажа

$$\Delta = 0,977 \cdot 0,562 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{2,1} \right)^2 \cdot \frac{12 + 1050}{12 \cdot 525}} = 0,185 \text{ мм}$$

Используем допущение о соотношении между контактным напряжением $\sigma_{КТ}$ и пределом текучести $\sigma_T = 35$ кг/мм², при которых появляются остаточные деформации

$$\sigma_{КТ} = \frac{\sigma_T}{1 - \mu} = \frac{35}{0,7} = 50 \text{ кг/мм}^2$$

Выбор расчетного $\sigma_T = 35$ кг/мм² объясняется планированием опытов на бандажах из стали 60. Определяем расчетное усилие $P_{КТ}$, при котором будут достигаться контактные напряжения, равные $\sigma_{КТ}$ из условия $\sigma_{КТ} = \sigma_k \sqrt[3]{\frac{P_{КТ}}{P_k}}$, откуда получим

$$P_{КТ} = P_k \cdot \left(\frac{\sigma_{КТ}}{\sigma_k} \right)^3 = 10^4 \left(\frac{50}{735,6} \right)^3 = 3,14 \text{ кг}$$

Для условий нагружения усилием $P_{КТ}$ определяем расчетное сближение модели шара и бандажа

$$\Delta_{КТ} = 0,977 \cdot 0,562 \sqrt[3]{\left(\frac{3,14}{2100} \right)^2 \cdot \frac{12 + 1050}{12 \cdot 525}} = 0,000185 \text{ мм}$$

Выполняем оценку остаточной упругой деформации

$$\Delta_0 = \Delta - \Delta_{КТ} = 0,185 - 0,000185 = 0,184 \text{ мм}$$

Вводим допущение о взаимосвязи диаметра d_0 отпечатка на поверхности бандажа с радиусами $r_{ш}$, R_k и упругой деформацией Δ_0

$$\Delta_0 = r_{ш} \left(1 - \cos \frac{d_0}{2r_{ш}} \right) + R_k \left(1 - \cos \frac{d_0}{2R_k} \right) \quad (1)$$

Выполняем разложения тригонометрических функций в ряды по степеням (при ограничении учета вторых членов), в этом случае получим условие

$$\Delta_0 \approx \frac{d_0^2}{8} \left(\frac{1}{r_u} - \frac{1}{R_k} \right) = \frac{d_0^2 (R_k + r_u)}{8 r_u R_k} \quad (2)$$

откуда получим формулу для диаметра

$$d_0 = \sqrt{\frac{8 r_u R_k \Delta_0}{R_k r_u}} \quad (3)$$

Для принятых условий нагружения при $P=10^4$ кг, $\Delta=0,185$ мм, $\Delta_0=0,184$ мм получим

$$d_0 = \sqrt{\frac{8 \cdot 12 \cdot 525 \cdot 0,184}{525 + 12}} = 4,15 \text{ мм}$$

Выполняем проверку формулы (3.25)

$$\Delta_0 = 12 \left(1 - \cos \frac{4,15}{24} \right) + 525 \left(1 - \cos \frac{4,15}{1050} \right) = 0,183 \text{ мм.}$$

Используем соотношения для прибора Бринелля между нагрузкой $P_{ш}$ на шарик, его диаметром $2r_u=D_{ш}$ и диаметром отпечатка d_n

$$HB = \frac{2P_{ш}}{\pi D_{ш} (D_{ш} - \sqrt{D_{ш}^2 - d_n^2})} = \frac{2P_{ш} \cdot 1}{\pi D_{ш}^2 \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^2} \right]} \quad (4)$$

Выполняем разложение функции в ряд по степеням с ограничением до третьего члена ряда

$$1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^2} \approx \frac{1}{2} \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^2 - \frac{1}{8} \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^4 \approx \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{8} \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^2 \right]$$

В этом случае из (4) получим

$$HB = \frac{4P_{ш}}{\pi d_n^2 \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{d_n}{D_{ш}} \right)^2 \right]}, \text{ откуда при известных}$$

$P_{ш}$, HB и $D_{ш}$ получим уравнение для определения d_n

Список литературы:

1. Глушенко А.Д., Файзибаев Ш.С. Моделирование импульсного динамического и теплового нагружения материала колесных пар локомотивов Ташкент.: Фан, 2002. – 194 с.
2. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986. – 412 с.
3. Шур Е.А., Бычкова Н.Я., Марков Д.П., Кузьмин Н.Н. Износостойкость рельсовых и колесных сталей. Трение и износ. М.: Транспорт, 1995. – 240 с.
4. Яковлев В.Ф. Исследование сил взаимодействия деформаций и напряжений в зоне контакта железнодорожных колес и рельсов. Л.: Транспорт, 1964. – 324 с.
5. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Наукова думка, 1988 с. – 734.

$$d_n^2 - \frac{1}{4} \frac{d_n^4}{D_{ш}^2} - \frac{4P_{ш}}{HB\pi} = 0$$

или

$$d_n^4 - 4D_{ш}^2 d_n^2 + \frac{16P_{ш}}{HB\pi} \cdot D_{ш}^2 = 0$$

Решаем это уравнение

$$d_n^2 = 2D_{ш}^2 \pm \sqrt{4D_{ш}^4 - \frac{16P_{ш}}{\pi HB} D_{ш}^2} = 2D_{ш}^2 \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4P_{ш}}{\pi HB D_{ш}^2}} \right)$$

Так как $d_n < D_{ш}$, то решение последнего уравнения получим в виде

$$d_n = D_{ш} \sqrt{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4P_{ш}}{\pi HB D_{ш}^2}} \right) \quad (5)$$

Принимаем $P_{ш}=10^4$ кг, материал бандажей из стали 60 с $\sigma_B=90$ кг/мм² и $HB=250$ ед., $D_{ш}=24$ мм.

При этих исходных данных получим

$$d_n = 24 \sqrt{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 10^4}{\pi \cdot 250 \cdot 24^2}} \right] = 1,53 \text{ мм}$$

Сопоставление d_n : $d_0=1,53:4,15=0,369$ мм

При увеличении $\sigma_{ВМ}$ до 150 кг/мм² (максимального значения) получим

$$HB_M=417 \text{ ед. и } d_{nm} = 24 \sqrt{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 10^4}{\pi \cdot 417 \cdot 24^2}} \right]$$

$$d_{nm} \approx 0,91 \text{ мм.}$$

Отношение d_{nm} : $d_0=0,91:4,15=0,219$ мм.

Вывод

В результате исследования было установлено, что поверхностное упрочнение ведет к уменьшению износа и доказано, что диапазон пластических деформаций находится в пределах от 0,219 до 0,369 расчетного значения d_0 упругой деформации, определяемой по формулам теории контактных напряжений.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 1(94)
Январь 2022

Часть 1

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3
16+