

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Администрация Белгородской области  
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова  
Международное общественное движение инноваторов  
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»  
Всероссийский фестиваль науки  
Областной фестиваль науки



**Сборник докладов**

**Часть 12**

**Автоматизация и оптимизация технологических процессов  
и производств на базе современных технологий,  
методов и технических средств**

**Белгород**

**13-14 октября 2022 г.**

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**XIV Международный молодежный форум  
«Образование. Наука. Производство»: эл. сборник  
докладов [Электронный ресурс]: Белгород:  
М 43 БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – Ч. 12. – 193 с.**

ISBN 978-5-361-01063-9

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XIV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

**ISBN 978-5-361-01063-9**

©Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

## Оглавление

Абдукахоров А.А. СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ .....	8
Алгазина В.А. ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ.....	11
Васина А.Ю. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИКОЙ И ПЕРСОНАЛОМ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ .....	15
Гальцева О.В., Каракулов А.С. АППАРАТ СТЕРИЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ МАГИСТРАЛЕЙ ЕМКОСТЕЙ С КОМПОНЕНТАМИ КРОВИ .....	19
Глинин Е.В., Карпухина А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	22
Денищук М.В. СЕТЬ КАК УСЛУГА.....	27
Дмитриева Е.В., Петрова В.А., Хижняк И.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА.....	33
Жаворонков Д.А., Типсина А.А. АЭРОЗОЛЬНОЕ НАНЕСЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ, КАК ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ СВЕТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	37
Заболотный В.Н. ПРИМЕНЕНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ .....	43
Захарычев Н.А. РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	46

Каримов И., Савостин Н.В.

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОГО ПРЕДИКТИВНОГО РЕГУЛЯТОРА  
ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ МЕЖЗОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
КОНТУРОВ ПЕЧИ НАГРЕВА МЕТАЛЛА ..... 51

Коротков И.В., Громов Н.А., Шишков С.П.

РАЗБОР И СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ  
СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ РАБОТЫ  
ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ ..... 56

Крутиков А.Н., Даурбеков А.Р., Лукьянов А.С.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ  
ДЛЯ КАЛИБРОВКИ И СОРТИРОВКИ ЯБЛОК ..... 62

Куликов Р.В., Сафин М.А.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОТВЕДЕНИЯ ТЕПЛА ОТ  
МАЙНИНГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ..... 66

Лукьянов А.С., Цыбульников А.С., Крутиков А.Н.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА-  
ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ СОРТИРОВОЧНОЙ ЛИНИИ ..... 70

Мамбетов Э.Б.

СТОПИРОВКА ИЗДЕЛИЙ КАК ПОДГОТОВКА К  
РОБОТИЗИРОВАННОЙ ОПЕРАЦИИ ..... 73

Мифтахов А.Р.

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ..... 78

Мороз Е.А., Гончаренко Е.С., Лисицын А.К.

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ЗАДАНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ  
КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА  
ВАЛА ..... 80

Морозов А.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ  
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ  
ИЗДЕЛИЙ ..... 86

Мустафин Р.Ф.

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КИНОТЕАТРА ПУТЕМ  
ВНЕДРЕНИЯ TELEGRAM БОТА ..... 88

Парамонова А.А., Савостина Я.А.

СТРУКТУРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ  
ЯБЛОК..... 92

Пашутин Е.А.

ЗНАЧИМОСТЬ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ  
СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ УПРАВЛЕНИЯ ..... 95

Пашутин Е.А.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА  
ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ..... 99

Пекарский П.В.

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ И  
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ МЕТОДОЛОГИИ  
ПРОВЕРКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ  
ИЗМЕРЕНИЙ..... 104

Переверзев Д.П.

ПРИМЕНЕНИЕ CALS ТЕХНОЛОГИЙ В ХОЛОДИЛЬНОЙ  
ТЕХНИКЕ ..... 107

Петерникова К.Л.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ  
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ  
ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ..... 111

Петухов И.Ф.

ИНСТРУМЕНТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ..... 121

Петухов И.Ф.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ..... 126

Прокопов М.В., Одобеско И.А., Жигулина Ю.А.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛУЧАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕТАЛИ «ШКИВ» .....	131
Рощук Р.Д.	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАРЯДОМ АККУМУЛЯТОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ.....	134
Рощук Р.Д.	
СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЯРКОСТЬЮ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА .....	139
Савостина Я.А., Парамонова А.А.	
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК .....	145
Сойникова К.С.	
ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ .....	148
Сырых А.А., Грищенко М.С.	
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ.....	152
Танчук М.П., Оль Р.А., Шевченко А.О.	
АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПЕРЕНОС РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ МАТЛАВ В MS WORD .....	157
Топунова Т.С.	
СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ .....	160
Трегуб О.С., Бахаева Ю.В., Варламов П.П.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	164
Удальцов М.А.	
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ .....	169
Устинов А.О.	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ С МНОГОЧЛЕНАМИ .....	173

Худойбергенов М.Б.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ..... 178

Чабаненко А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В  
УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ..... 182

Шалгунов С.И.<sup>2</sup>, Трофимов Д.А.<sup>1</sup>, Соколов В.И.<sup>2</sup>

МОДЕЛЬ, АНАЛИЗ 3D-СТРУКТУРЫ И МЕТОД РАСЧЕТА  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК,  
АРМИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ ..... 186

Экономов Д.И.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА ОДНОФАЗНЫХ  
ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ..... 191

Абдукахов А.А.

Научный руководитель: Фролов С.А., ст. преп.  
Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия

## СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Современные режущие инструменты изготавливаются из углеродистых и легированных инструментальных сталей, быстрорежущих инструментальных сталей, твердых сплавов, минералокерамики, алмазов, абразивных материалов. [1]

Режущий инструмент - это инструмент, без которого невозможно полностью реализовать заложенные в станках технологические возможности и достичь высоких технико-экономических показателей обработки деталей. Вот почему большое внимание уделяется совершенствованию режущих инструментов и инструментальных материалов.

В настоящее время используются четыре группы инструментальных материалов, каждая из которых делится на несколько подгрупп (рис. 1). В зависимости от обрабатываемого материала и типа обрабатываемых микросхем в соответствии со стандартом ISO инструментальные материалы делятся на 6 групп резки: Р, М, К, N, S и H, каждая из которых отмечена цветом.

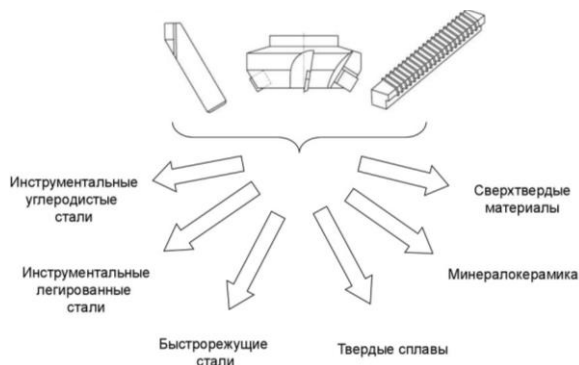


Рис. 1 Состав групп инструментальных материалов

В свою очередь, группы обрезки делятся на группы применения, которые обозначаются буквой (группы обрезки) и числовым индексом (группа применения). Чем ниже твердость и износостойкость инструментального материала, но чем выше его прочность (твердость),



тем выше численное значение индекса группы применения. По мере увеличения значения Индекса увеличивается допустимая глубина подачи и резки.

Таблица 1 – Группы резания

Группа	Область применения
P	Обработка материалов, дающих сливную стружку, в основном сталей
M	Обработка коррозионно - стойких сталей и сплавов дающих как сливную стружку, так и стружку скалывания.
K	Обработка чугунов дающих стружку скалывания
N	Обработка алюминиевых и медных сплавов
S	Обработка труднообрабатываемых материалов (жаропрочные стали и сплавы, титан и его сплавы)
H	Обработка закаленных сталей и литейных чугунов

Среди новых инструментальных материалов особый интерес представляет керамика. Немецкая фирма "Giraf Tec" смешанная (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SiC) керамика высокопрочные чугуны и стали, в том числе закаленные (hrc 54-64), с регулируемой мелкозернистой субмикроструктурой, используемой для скручивания, шлифования и фрезерования. Керамика SH2 этой фирмы хорошо подходит для деликатного скручивания закаленных сталей, которые полностью заменяют шлифование. Его субмикроструктура обеспечивает удаление прочных режущих кромок с инструментов и, как следствие, увеличивает их прочность на 50%. [2]

В современной отечественной промышленности потенциальные преимущества режущей керамики реализуются в очень узкой области применения. В первую очередь из-за несоответствия большей части имеющегося технологического оборудования требованиям эксплуатации инструмента, оснащенного режущей керамикой. Во-вторых, из-за устойчивых представлений заводских технологов о низкой прочности и природной хрупкости керамики в принципе, которые определяют высокую вероятность внезапного разрушения инструмента.

С целью повышения их прочностных характеристик активно ведутся работы по созданию или совершенствованию новых марок керамики. Такие разработки включают керамику, усиленную (вискеризованную) SiC "нитевидными кристаллами" или легированную TiB<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и другими компонентами. Кроме того, наряду с совершенствованием состава керамики, для повышения ее производственных характеристик применяются различные способы применения износостойких покрытий и совершенствование технологий прессования сменных режущих пластин (СПП).

Таблица 2 – Типы и составы современной режущей керамики

Тип	Наименование	Состав
1	Оксидно-карбидная (смешанная или черная)	$Al_2O_3 + Ti(C,N)$
2	Оксидная (белая)	$Al_2O_3 + ZrO_2$
3	Нитридная (силинит)	$Si_3N_4$
4	Нитридная с покрытием CVD	$Si_3N_4(TiN + Al_2O_3, \text{ или } TiCN + TiN)$
5	Сиалон	$Si-Al-O-N$
6	Армированная (вискеризированная)	$Al_2O_3 + SiC$
7	Оксидная с покрытием	$Al_2O_3 + ZrO_2(TiC)$
8	На основе карбида титана	$TiC$

Традиционно керамика использовалась для обработки чугуна и обработки закаленных сталей при благоприятных условиях. Современная керамика позволяет обрабатывать твердые материалы в неблагоприятных условиях (например, при грубой резке), значительно повышает эффективность обработки современных трудно обработанных чугунов, а также выводит обработку термостойких сплавов на новый уровень [3].

Важным направлением в области изготовления современной резной керамики является создание градиентных конструкций. Градиентная керамика-это многослойная разделочная доска, состоящая, например, из чередующихся слоев керамики на основе  $Al_2O_3$  или  $Si_3N_4$  и слоев твердого сплава. Толщина каждого слоя (их количество обычно варьируется от двух до семи) составляет 0,1...3 мм. такой инструментальный материал обладает всеми преимуществами режущей керамики, но обладает высокой прочностью и теплопроводностью [4].

Модернизация оборудования, позволяющая обеспечить максимально полное использование современного режущего инструмента. Конструкция и геометрия режущего инструмента постоянно совершенствуются. Для его изготовления появляются новые материалы, что создает условия для непрерывного увеличения скорости резания и работы с большими шестернями. Если многие машины, установленные в настоящее время на предприятиях, не имеют достаточных оборотов и мощности, необходимых для использования современного режущего инструмента, то модернизация улучшит их качество.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструменты из сверхтвердых материалов / Под ред. Н. В. Новикова. — М: Машиностроение, 2005.—555 с.
2. Маслов А.Р./Инструментальные системы машиностроительных производств: М.: Машиностроение, 2006.—336 с.
3. Производство и эксплуатация современного режущего инструмента /А. А. Борисов, Г. В. Боровский, В. А. Вычеров и др. — М.: Издательство «ИТО», 2011.— 104 с.
4. Мальшев С. Н., Филоненко В. П., Захаревич Е. М., Перфилов С. А. Опыт промышленного применения сверхтвердых инструментальных материалов // РИТМ. 2011. № 2

*УДК 347.23:004.93*

*Алгазина В.А.*

*Научный руководитель: Бузик Т.Ф., канд. техн. наук, доц.*

*Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ  
МИФИ, г. Дмитровград, Россия*

### **ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

На этапе инновационного развития, в условиях активной цифровизации всех сфер деятельности общества, в правовой системе наблюдается усложнение отношений между теорией права и практикой защиты объектов интеллектуальной собственности (ОИС).

С развитием информационных технологий (ИТ) осуществляется незаконное распространение и модификация мультимедийной информации, тиражирование аудио и видео продукции, а также неподвижных изображений, что является нарушением интеллектуальных прав. Целью работы является анализ и обобщение материалов, раскрывающих применение ИТ в сфере защиты объектов ИС.

В современном мире существуют три основных метода защиты прав на объекты ИС: авторские права, патентное право и коммерческая тайна [1, 2]. Процесс защиты прав на ОИС является сложным по следующей причине: происходит нарушение прав через Интернет и через другие средства массовой информации путем заимствования информации в виде текста, мультимедийной информации и изображений. Однако, как показывает практика, защита прав на ОИС

традиционными методами не результативна, так как ИТ активно охватывают все сферы деятельности, в том числе и связанные с нарушением прав на ОИС. В связи с этим, на современном этапе актуально решение вопроса по защите от недобросовестных проявлений использования ОИС на основе применения методов защиты, разработанных на основе ИТ.

Разработкой продуктов в сфере ИТ, направленных на решение задачи защиты прав на ОИС, занимаются научные учреждения, различные исследовательские центры, ИТ-компании, вузы. Для защиты ОИС применяются следующие методы, основанные на основе информационных технологий: DLP-система; электронно-цифровая подпись; DRM-средства; подтверждение авторства с помощью блокчейн-технологий; стеганографическая технология «водяных знаков».

Блокчейн — это технология, основанная на цепочке децентрализованных и общедоступных операционных блоков. Эта технология генерирует общую базу данных, к которой имеют доступ ее участники, которые могут отслеживать каждую совершенную ими транзакцию. Это похоже на большой, неизменный и общий реестр, который записывается одновременно большим количеством компьютеров [3].

Каждый раз, когда участник сети выполняет цифровую транзакцию, эта транзакция генерирует связанные данные, которые будут храниться в одном из блоков. Когда этот блок заполнен информацией, он присоединяется к уже существующей цепочке блоков или блокчейну.

Информация, которая хранится в указанной сети, будет зависеть от цели, для которой она была создана. Это может быть сеть, в которой хранятся платежные данные (криптографическая валюта или криптовалюты), медицинская информация, данные о логистике или отслеживании продуктов питания и даже данные о выборах.

Разница между блокчейном и централизованной сетью (традиционный сервер, на котором хранятся данные) заключается в том, что сеть блокчейн работает на нескольких компьютерах, распределенных по всему миру, а не на одном сайте. Это дает сети блокчейна ряд преимуществ, таких как конфиденциальность, децентрализация или отсутствие зависимости от централизованного исполнителя или безопасности. Однако он представляет собой ряд проблем, которые мы оценим позже в разделе, посвященном преимуществам и недостаткам.

Программируемый и открытый характер этой технологии позволяет внедрять инновации в финансовый сектор и административные процессы, делая их более эффективными и прозрачными. Кроме того, сокращается бюрократия. Блокчейн — это технология, которая разработала биткойн, виртуальную и нематериальную криптовалюту, поддерживаемую протоколом и сетью P2P [4].

Короче говоря, с блокчейном процессы упрощаются и удешевляются, транзакции становятся более прозрачными, а посредники устраняются.

Прежде всего, необходимо программное обеспечение, позволяющее компьютерам создавать сеть, обеспечивающую распределенную работу блокчейна. Факт отсутствия локализованного центрального сервера подразумевает, что это распределенная база данных. Это означает, что вся информация доступна на всех компьютерах, подключенных к одному и тому же блокчейну.

Время от времени различные транзакции, составляющие блок, проверяются, таким образом, блок проверяется независимыми узлами сети (знаменитый майнинг). Каждый блок содержит:

- Несколько регистраций/подтвержденных транзакций.
- Информация о самом блоке.
- Информация о его связи с предыдущим блоком и со следующим (хеш).

Таким образом, каждый блок занимает определенное и неизменное место в цепочке и не может быть изменен. Сама цепочка всегда доступна на всех подключенных компьютерах, поэтому нет риска потерять данные блокчейна в случае выхода из строя сети. Это означает, что практически невозможно изменить какую-либо копию реестра, что вызвало большое доверие и безопасность у пользователей этих криптовалют.

Среди многочисленных функциональных возможностей, которые предлагает технология Блокчейн, большое значение придается ее использованию в качестве инструмента для защиты разработок в любой из областей интеллектуальной собственности. Это инструмент, который создатели и компании, разрабатывающие интеллектуальную собственность, могут учитывать при установлении своих протоколов безопасности и защиты для своих творений [5].

Оцифровка процессов создания произведений, охраняемых авторским правом, повлекла за собой революцию не только в нормативной сфере, но главным образом в коммерческой. Простота воспроизведения и передачи произведений, охраняемых авторским

правом, посредством цифровых файлов привела к появлению новых бизнес-моделей, таких как потоковые платформы и другие сервисы для публикации собственного контента, но также привела к возникновению условий для доступа и несанкционированного воспроизведения произведений.

Кроме того, процессы производства произведений, охраняемых авторским правом, таких как фонограммы или кинематографические произведения, перешли в цифровую сферу. Запись, производство, редактирование и пост-продакшн выполняются в цифровом виде; программным обеспечением, которое, в свою очередь, является разработкой, на которую распространяются различные формы защиты интеллектуальной собственности. С одной стороны, исходный код защищен нормами об авторском праве, а его функциональность может быть частью притязаний патента, для которого его защита необходима с точки зрения промышленной собственности.

Разработка программного обеспечения — это процесс, который обычно требует обмена информацией, передачи файлов и вообще манипулирования данными между разработчиками. Все это происходит в процессе создания исходного кода до его окончательного состояния и готовности к коммерциализации, либо самостоятельно, либо в привязке к изобретению.

Таким образом, несанкционированный доступ к исходному коду может быть крайне пагубным для компании-разработчика, и не задумываясь о том, что это нарушение доступа может существенно повлиять на ее конкурентное преимущество и интеллектуальную собственность.

Обеспечение того, чтобы доступ к этим данным имели только авторизованные стороны, является критической задачей для создателей и организаций, занимающихся разработкой программного обеспечения.

Использование сторонних источников хранения и передачи файлов, таких как учетные записи электронной почты или общедоступные онлайн-системы загрузки файлов, создает риск взлома или вмешательства в такие системы.

В этом смысле блокчейн представлен как инструмент киберзащиты, который может предотвратить мошенничество и обнаружить манипулирование данными. Шифрование данных в блокчейне помогает гарантировать, что несанкционированные третьи лица не получают доступ к этим данным во время их передачи (особенно если данные проходят через ненадежные сети) [6].

Использование систем Blockchain предлагает создателям и организациям инструмент, гарантирующий защиту от различных угроз,

связанных с обменом файлами данных в процессах создания охраняемых авторским правом произведений, таких как фонограммы, кинематографические произведения и, конечно же, программное обеспечение. Это предотвращает такие нарушения, как плагиат или несанкционированное воспроизведение, обеспечивая при этом конкурентные преимущества и имущественные интересы в отношении указанных произведений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Черкасова, О. В. Защита интеллектуальной собственности. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. 102 с.
2. Ивлиев Г. Интеллектуальная собственность. Задачи, перспективы, пути развития. Материалы международной конференции «Цифровая трансформация: интеллектуальная собственность и блокчейн-технологии». М.; 2018. 15 с.
3. Свон М. Блокчейн: схема новой экономики. М.: Олимп Бизнес; 2017. 240 с.
4. Тапскотт Д., Тапскотт А. Блокчейн-революция. Как технология, стоящая за биткоином и другими криптовалютами, меняет мир. М.: ЭКСМО; 2017. 25 с.
5. Кларк Биргит, МакКензи Бэкер. Блокчейн и право интеллектуальной собственности. WIPO Magazine. 2018(1). URL: [https://www.wipo.int/wipo\\_magazine/en/2018/01/article\\_0005.html](https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2018/01/article_0005.html) (дата обращения: 10.09.2022).
6. Нортон Роуз Фулбрайт. Открытие блокчейна: глобальное нормативно-правовое руководство. Лондон; 2018. 44 с.

**УДК 622.691.4.07:658.3**

***Васина А.Ю.***

***Научный руководитель: Плотников В.В., канд. техн. наук, доц.  
Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань, Россия***

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИКОЙ И ПЕРСОНАЛОМ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Оптимизация логических и технологических процессов предприятий, автоматизация процесса сбора и обработки данных и обеспечение надежной системы производственного взаимодействия остаются перспективными направлениями исследования и на

сегодняшний день являются одними из приоритетных, согласно стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года. Актуальность темы обусловлена необходимостью поиска различных решений, которые могли бы позволить российским компаниям обеспечить конкурентоспособность на рынке в условиях четвертой промышленной революции и повысить производительность внутренних процессов предприятия [1,2].

Перестройка под требования четвертой промышленной революции предполагает принципиально новый подход к производству, полностью меняющий способы получения и использования данных. Грамотно организованный сбор и анализ позволяет принимать более эффективные решения в отношении персонала, технологического обслуживания, энергопотребления, внутренней оптимизации и реагирования на новые потребности. Усложнение геополитической ситуации неминуемо влечет потребность в импортозамещении технологического обеспечения.

В качестве потенциального объекта модернизации была выбрана линейная часть магистрального газопровода «Сила Сибири» компании ПАО «Газпром» участка Ковыткинское-Чаядинское. Территория ведения строительства отличается суровыми климатическими условиями (резко континентальный климат:  $-61^{\circ}\text{C}$  в январе,  $+36^{\circ}\text{C}$  в июле), удаленностью от вышек сотовой связи и сложностью рельефа [3,4]. Эти параметры оказывают прямое воздействие на ряд процессов, протекающих как на месте строительства, так и на протяжении всей цепочки контроля работ: низкие температуры делают невозможным использование многих видов новых технологий и средств автоматизации, которые к тому же часто требуют большого количества электроэнергии для стабильной работы; удаленность от вышек сотовой связи не позволяет передавать большие объемы информации, которые собираются в системе промышленного интернета вещей; особенность территории (гористые и заболоченные местности), в свою очередь, порождает потребность в постоянном мониторинге движения строительной техники [5,6]. Отсутствие единой производственной среды для всех участников строительства затрудняет работу с бумажной документацией, осложняет согласование действий при укладке трубопровода, разработке траншеи экскаватором и работе плетевозов.

Внедрение системы, состоящей из бортового компьютера, модуля GSM-связи, программно-аппаратного комплекса «АвтоГРАФ», датчиков приближения и пространственного положения и комплекса БПЛА DELTA-M, позволяет решить проблему согласования действий



между рабочими и руководителями на стройплощадке, а также повысить безопасность на объекте. Схема реализации решения представлена на рисунке. Так оператор строительной техники связывается с участниками строительства посредством GSM-связи, датчики позволяют анализировать динамическую и пространственную информацию и сигнализируют о приближении к препятствию. Следует заметить, что на данном участке строительства из-за особенности его расположения подойдет не каждая система передачи данных, так, в частности VSAT связь не подходит из-за недостаточной дальности распространения, кроме того для ее проведения необходимы вышки. Технология LPWAN, применяемая для распределенных сетей телеметрии имеет низкую скорость передачи данных, а RFID, Bluetooth и Wi-Fi обладают малой дальностью действия и высоким потреблением электроэнергии. Российская технология «АвтоГРАФ» ведет учет времени работы двигателя в различных режимах (простоя, в режиме холостого хода, под нагрузкой). Беспилотники служат для оставления карты местности. Данные, полученные в результате мониторинга могут быть использованы для обнаружения задержек в строительстве, принятия решений об изменении нормативных параметров, уровне квалификации отдельных водителей [7,8]. Передача данных на базу инженерам, а от них к головному офису осуществляется посредством тропосферной системы связи ГРОЗА. Безопасность передачи данных обеспечивается системой ГОСТ VPN.

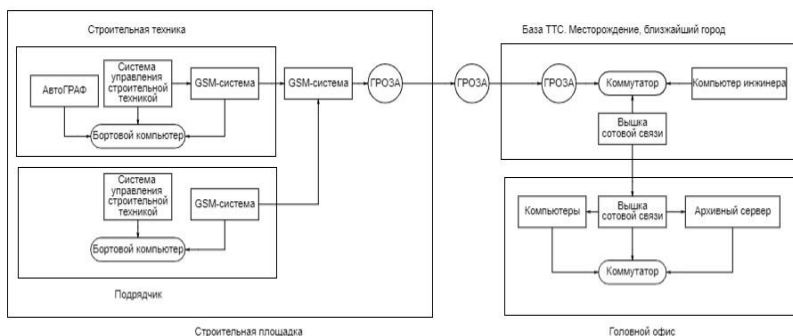


Рис. 1 Блок-схема реализации системы связи на территории ведения строительства

Строительный бизнес отличается сложностью в силу своей специфики и требует соблюдения большого числа нормативных актов, ведения различной документации, оперативного планирования бюджета. Комплекс таких программ как Buildvisor, Hardroller и TraceAir

минимизирует срывы календарных графиков за счёт автоматизации ручной бумажной работы и ускорения согласования в цепочке подрядчик-генподрядчик-заказчик. Менеджер задач Buildvisor обеспечивает доступность необходимой документации всем участникам и предоставляет возможность обсуждения хода работ и добавления отчетов, документов. Hardroller позволяет заверять документы электронной подписью. Веб-платформа TraceAir для контроля строительства на основе данных с БПЛА предполагает полную автоматизацию съемки и обеспечивает возможность мгновенной проверки статуса проекта.

Аналогичная зарубежная система уже доказала свою эффективность, однако тенденция к импортозамещению требует от российских компаний поиск альтернативных решений. Потенциальный положительный эффект от внедрения заключается в упрощении взаимодействия и повышении качества выполняемой работы за счет оптимизации процесса управления как на этапе строительства, так и в период согласования документации [9,10]. Использование данных, полученных в системе мониторинга состояния техники позволит управленцам принимать решения на основе актуальных данных, тем самым возникает возможность сократить затраты на топливо, ремонт и содержание автопарка.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Genkin E. et al. The fourth industrial revolution: personnel, business and state //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 159. – С. 04012.
2. Lee K., Malerba F., Primi A. The fourth industrial revolution, changing global value chains and industrial upgrading in emerging economies //Journal of Economic Policy Reform. – 2020. – Т. 23. – №. 4. – С. 359-370.
3. Осипов В. А. Топливо-энергетический кластер как объект управления // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. –но. S28, pp. 9-14.
4. Горбунов Г.В., Хижняков В.И. Особенности строительства магистрального газопровода «Сила Сибири» на ковыктинском участке трассы // Избранные доклады 66-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – 2020. – С.221-224.

5. Андреев А.А. Анализ решений обеспечения связи участка магистрального газопровода "Сила Сибири" // Вестник магистратуры. 2016. – № 7-2 (58). – С.41-45.

6. Мартынов В. Г., Голунов Н. Н., Макарова Е. Д. Четвертая промышленная революция и ее вызовы для отраслевого рынка труда нефтегазового комплекса // Энергетическая политика. – 2017. – № 5. – С. 3-12.

7. Edwards, J. A review of performativity shaping innovation in the fourth industrial revolution // Proceedings of the European Conference on Innovation and Entrepreneurship, Rome, Virtual, 2020. – P. 764-772.

8. Авдеева И. Л., Цысов А.С. Современный анализ и перспективы развития цифровых технологий в промышленных экономических системах // Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – № 2 (28). – С. 24-30.

9. Попова Л. Ф. Стратегия развития менеджмента качества на отечественных промышленных предприятиях при переходе к "цифре" // Экономический журнал. 2018. – №. 1 (49). –С. 26-40.

10. Konina N. Introduction: At the dawn of the fourth industrial revolution—Problems and prospects //Digital Strategies in a Global Market. – Palgrave Macmillan, Cham, 2021. – С. 1-12.

*УДК 62-83:615.47*

*Гальцева О.В., Каракулов А.С.*

*Научный руководитель: Нариманова Г.Н., канд. физ.-мат. наук, доц.*

*Томский государственный университет*

*систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

## **АППАРАТ СТЕРИЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ МАГИСТРАЛЕЙ ЕМКОСТЕЙ С КОМПОНЕНТАМИ КРОВИ**

На сегодняшний день в стране наблюдается ситуация, когда рынок покидают иностранные компании, занимающиеся перспективными разработками, в частности, в области медицины.

В этой связи важным, а, главное, свободным направлением для технологического развития выступает деятельность, связанная с разработкой устройств стерильного соединения магистралей емкостей с компонентами крови, которые, к примеру, применяются в центрах переливания крови.

Лечение множества гематологических заболеваний осуществляется с использованием компонентов донорской крови (в основном, тромбоцитов).

Их получение происходит следующими способами:

- аппаратным аферезом у одного донора;
- пулированием нескольких лейкоцитарных слоев (ЛТС), выделенных из цельной крови различных доноров (вручную или автоматически) [1].

Из этих двух способов наибольшим преимуществом обладает второй, так как в этом случае наблюдаются экономичность, меньшее количество побочных реакций и рациональное использование донорских ресурсов.

Данная технология предусматривает применение аппарата стерильного соединения (СС) магистралей емкостей с компонентами крови.

В [2] показано, что такой аппарат для смешивания нескольких компонентов путем СС на сегодня просто незаменим

Прибор для описанных целей был спроектирован в ходе нашего исследования, его внешний вид представлен на (рисунке 1).

Известно, что существуют и зарубежные запатентованные аналоги на основе применения механических узлов и их способа соединения [3, 4].

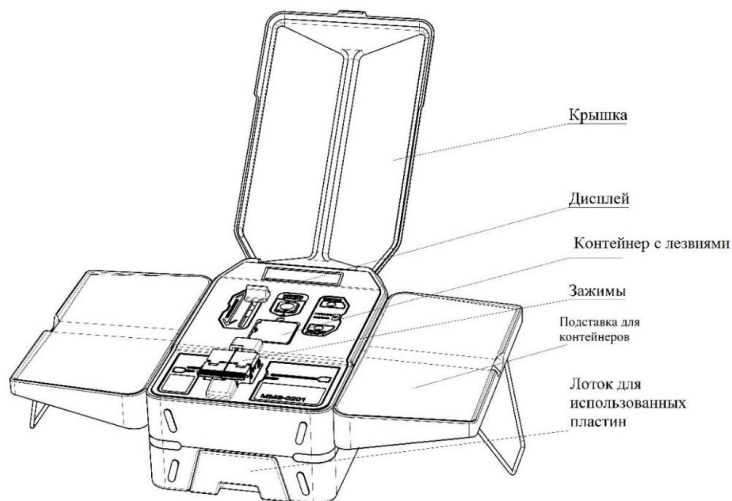


Рис. 1 Внешний вид разработанного прибора

Также известен алгоритм устройства [3] с внутренней информационной системой в EEPROM, которая показывает замедленную скорость загрузки устройства. Еще минусом является то,

что эта информационная система актуальна только для стран европейского союза и не интегрирована в российские системы.

Помимо этого, существует устройство (TERUMO TSCD II) с автоматической подачей лезвий и обеспечивающее температуру 320°C и время процесса до 10 секунд [4].

Таким образом, проведено полноценное результативное исследование, осуществлена разработка и сборка прототипа прибора. Следующим этапом представленной работы планируется оформление соответствующей документации для защиты интеллектуальной собственности и отправка заявки в Федеральную службу по интеллектуальной собственности для получения патента.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аюпова Р.Ф., Султанбаев У.С., Юлбарисова А.К. Мультикомпонентное получение донорских тромбоцитов для пулирования // Трансфузиология. 2017. №4. Т.18. С. 9–16. (дата обращения: 30.08.2022).

2. Национальный исследовательский центр гематологии. URL: <http://blood.ru/transfuziologiya-i-donorstvo-krovi/sovremennaya-nauchno-prakticheskaya-deyatelnost-v-transfuziologii.html> (дата обращения 29.08.2022).

3. Пат. US2006145105A1 United States, IPC F16K7/04; A61M1/14; A61M39/02; A61M39/14; B29C65/20; B29L23/00. Tube clamp device and tube connection device/ I. Shinji, Y. Satoshi; заявитель и патентообладатель TERUMO CORP. № US56282905A, заявл. 29.12.05; опубл. 06.07.06. URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/033549732/publication/US2006145105A1?q=pn%3DUS2006145105A1>. (дата обращения: 30.08.2022)..

4. Пат. US2006144525A1 United States, IPC A61M1/14; A61M1/28; A61M39/02; A61M5/14; B29C65/00; B29C65/20; A61M39/14; B29L22/00; B29L23/00. Tube joining device/ S. Hiroaki, N. Masaru, I. Shinji, F. Hideya, Y. Satoshi; заявитель и патентообладатель TERUMO CORP. № US56281105A, заявл. 29.12.05; опубл. 06.07.06. URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/033562399/publication/US2006144525A1?q=pn%3DUS2006144525A1>. (дата обращения: 30.08.2022).

*Глинин Е.В., Карпухина А.С.*

*Научный руководитель: Истратова Е.Е., канд. техн. наук  
Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, Россия*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

При строительстве зданий и сооружений одним из наиболее распространенных строительных материалов для изготовления несущих конструкций продолжает оставаться сталь. Однако механические нагрузки в процессе эксплуатации и воздействие факторов окружающей среды таких как: сейсмические воздействия, снеговые нагрузки, смены температуры воздуха в течение суток ведут к износу зданий и сооружений [1]. Помимо этого, вследствие большого срока эксплуатации конструкций зданий повышается уровень их износа, что требует выполнения работ по ремонту, реставрации и реконструкции. Для своевременного выполнения данных видов работ необходимо определение величины фактических механических напряжений в элементах конструкций, а также контроль за их изменением в процессе эксплуатации [2].

Для оценивания напряженно-деформированного состояния изделий в различных отраслях промышленности достаточно широко применяется тензометрия [3,4]. Тензометрический метод определения напряженного состояния конструкций основан на измерении местных деформаций, поэтому методы и средства тензометрии обеспечивают выявление причин разрушений по результатам исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкции, позволяют находить наиболее оптимальные и совершенные конструктивные решения, изучать влияние различных технологических факторов на прочность конструкций [5].

Цель исследования заключалась в изучении особенностей поведения балки как элемента стальной конструкции в процессе работы. Для реализации реальных условий нагружения была изготовлена лабораторная установка, на которой были проведены натурные испытания балки.

Стенд для проведения испытаний включал две группы элементов. К первой относятся четыре пакета переключателей, имитирующих заделку, ко второй — сервопривод, который нагружает балку определенным

усилием. Балка имеет шесть отверстий, пять из которых располагаются на рабочей части и выполняют роль концентраторов, шестое отверстие находится под срезанной полкой, выполняя функцию по соединению сервопривода с балкой болтовым соединением. Именно это соединение является точкой приложения силы. В результате проведения серии натурных испытаний были получены экспериментальные данные и проанализирована зависимость напряженно-деформированного состояния балки от различных параметров производственного процесса.

В ходе предварительного исследования было установлено, что на ход натурных испытаний влияют две группы параметров. К первой группе относятся характеристики, задаваемые на этапе монтажа и подготовки стенда к работе, к ним относятся длина и диаметр кабеля, а также качество монтажа тензометрических датчиков. Ко второй группе критериев, оказывающих влияние непосредственно на ход эксперимента, были отнесены нагрузка и микроклимат помещения. Из собранных данных было установлено, что наиболее значимыми характеристиками микроклимата помещения стали температура и влажность воздуха в цехе. Повышение этих параметров оказывает отрицательное воздействие на чувствительность тензометрических датчиков, вследствие чего сильно искажаются поступающие с них сигналы. Значительное воздействие могут оказать только параметры микроклимата помещения и параметр, связанный с нагрузкой, поскольку при использовании одних и тех же датчиков при необходимом качестве их наклеивания их диаметр и длина кабеля остаются неизменными. Анализ данных критериев позволил выполнить полный факторный эксперимент и найти зависимость между величинами.

Для реализации эксперимента был подробнее рассмотрен процесс сбора данных о напряженно-деформированном состоянии балки. Сбор данных осуществлялся в двадцати определенных точках, расположенных на поверхности объекта исследования рядом с концентрационными отверстиями. Перед началом эксперимента в помещении были произведены замеры влажности воздуха и его температуры. Нагружение балки осуществлялось пошагово. Для определения зависимости между значениями прочности и указанными параметрами была запланирована и выполнена реализация полного факторного эксперимента  $2^k$ , где  $k$  равно трем перечисленным параметрам (нагрузка ( $X_1$ ), температура ( $X_2$ ) и влажность воздуха ( $X_3$ )). При этом входные параметры имели следующие ограничения:

- 1) нагрузка изменялась от 100 до 500 кгс;

- 2) температура изменялась от 10 до 30°C;
- 3) влажность воздуха изменялась от 10 до 60%.

Значения уровней и интервалов варьирования факторов приведены в (таблице 1).

Таблица 1 – Исходные данные для проведения ПФЭ  $2^3$

Факторы			Уровни варьирования факторов			Интервалы варьирования
Наименование	Обозначение		+1	0	-1	
	натуральное	кодировое				
Нагрузка	X1	x1	500	300	100	200
Температура	X2	x2	30	20	10	10
Влажность	X3	x3	60	35	10	25

Для указанных исходных данных был выполнен эксперимент типа 2<sup>3</sup>, где число факторов k=3, число уровней p=2, число опытов N=8, число повторных опытов n=2.

Регрессионная модель имеет вид неполного многочлена третьего порядка, который позволяет, наряду с линейными членами, учесть все взаимодействия факторов. На основании полученных коэффициентов уравнение регрессии в нормализованных обозначениях факторов имеет вид (1):

$$y = 9.4345 + 6.2737 * x_1 + 0.1410 * x_2 - 0.0425 * x_3 \quad (1)$$

Далее был проведен статистический анализ полученного уравнения регрессии. Для оценки значимости коэффициентов регрессии была рассчитана величина t-распределения Стьюдента при уровне значимости q=0,01 и числе степеней свободы 8. В результате сопоставления практического и табличного значений критерия Стьюдента все полученные коэффициенты регрессии оказались значимыми.

Проверка адекватности математической модели осуществлялась на основании критерия Фишера. Из таблиц F-распределения для q=0,01 и степеней свободы было найдено значение F<sub>табл</sub>, равное 11,26. Так как F<sub>расч</sub> < F<sub>табл</sub>, была принята гипотеза об адекватности полученной математической модели.

Регрессионная модель с натуральными обозначениями факторов имеет вид (2):

$$y = -0.1093 + 0.0314 * x_1 + 0.0141 * x_2 - 0.0043 * x_3 \quad (2)$$



Для представления о влиянии факторов на отклик были построены графики зависимостей. Влияние на отклик факторов нагрузки и температуры воздуха приведены на (рисунок 1) (влажность воздуха равна 30%). Влияние на отклик факторов нагрузки и влажности воздуха приведены на (рисунок 2) (температура воздуха равна 20°C). Влияние на отклик факторов температуры и влажности воздуха приведены на (рисунок 3) (нагрузка равна 300 кгс).

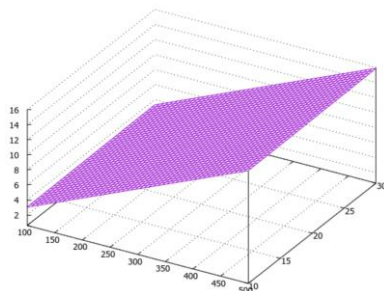


Рис. 1 Зависимость напряженно-деформированного состояния объекта от нагрузки и температуры воздуха

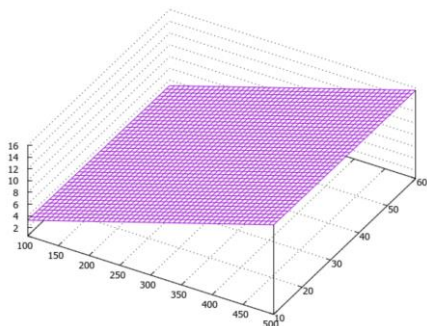


Рис. 2 Зависимость напряженно-деформированного состояния объекта от нагрузки и влажности воздуха

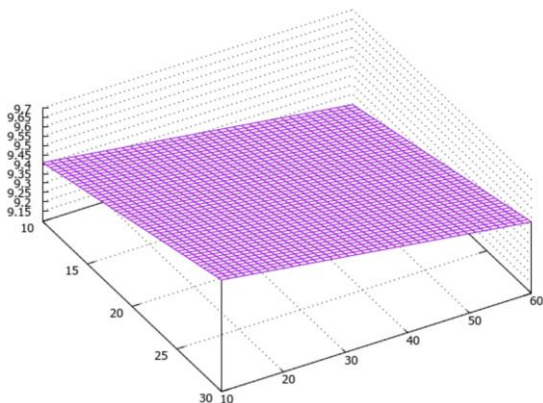


Рис. 3 Зависимость напряженно-деформированного состояния объекта от температуры и влажности воздуха

Таким образом, проведенное исследование и полученное в результате регрессионное уравнение показывают взаимосвязь величины напряженно-деформированного состояния объекта от таких факторов, как нагрузка, температура и влажность воздуха. На напряженно-деформированное состояние балки перечисленные факторы влияют пропорционально, на что указывают линейные эффекты. Наибольшее влияние оказывают значения нагрузки и температуры воздуха в помещении. Наименьшее влияние оказывает значение влажности воздуха. На величину напряженно-деформированного состояния балки не оказывают воздействия парные взаимодействия рассмотренных факторов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рожкова Е.А., Четвериков С.В. Методика проведения экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния профильных соединений с натягом // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. — 2018. — № 1. — С. 46-58.
2. Байден О.В., Шаповалов С.М., Шевченко А.В. Экспериментальное исследование трещиностойкости стержневых сборно-монолитных конструкций // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. — 2019. — № 2. — С. 78-83.
3. Ярцев В.П., Сузюмов А.В., Крюкова А.А. Влияние температуры и длительности нагружения на несущую способность и

деформативность клееной древесины // Вестник ТГТУ. — 2020. — № 4. — С. 650-656.

4. Сопегин Г.В., Сурсанов Д.Н. Использование автоматизированных систем мониторинга конструкций (АСМК) // Вестник МГСУ. — 2017. — № 2 (101). — С. 230-242.

5. Улыбин А.В., Васильков С.Д. Использование резистивного электроконтактного метода для контроля напряженно-деформированного состояния элементов стальных конструкций // Информатика, телекоммуникации и управление. — 2019. — № 6 (91). — С. 155-160.

*УДК 004.72*

*Денищук М.В.*

*Научный руководитель: Федотов Е.А., ст. преп.*

*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СЕТЬ КАК УСЛУГА**

Все большую долю рынка в мировой экономике занимают услуги. Данная тенденция стала актуальной и в сфере сетевой архитектуры. Но переход происходит постепенно, сокращая количество автономных устройств и решений. Изменения на рынок начались с миграции локальных функций (аутентификация, контроль доступа, межсетевой экран, фильтрация контента, защита данных и т. д.) в облако и переходом на программные решения.

Например, внедрение корпоративной сети SD-WAN и частной сети IoT без физических, виртуальных или даже облачных сетевых устройств NGFW или SD-WAN является простым и доступным для многих малых предприятий. В конце концов, корпоративная сеть — это просто виртуальная (логическая) сеть, с которой можно работать из любой точки. При необходимости виртуальная сеть дополняется облачными услугами безопасности NaaS.

Простота управления этими новыми услугами SaaS без значительных инвестиций создаст возможности даже для небольших поставщиков IT-услуг, чтобы конкурировать на рынке корпоративных сетей будущего.

Технология «сеть как услуга» (NaaS) предоставляет сетевое оборудование, программное обеспечение и услуги по эксплуатации/обслуживанию в качестве операционных расходов вместо традиционных капитальных расходов. Как и другие облачные

сервисы, NaaS управляется поставщиком услуг и предоставляется за фиксированную плату.

NaaS — это логический результат переноса многих бизнес-процессов в облако, согласно наблюдениям Джейкоба Мартина, инженер-программист компании Spacelift, занимающейся автоматизацией ИТ-инфраструктуры. NaaS заменяет виртуальные частные сети, соединения MLPS, устаревшие сетевые конфигурации и несколько типов локального оборудования, например балансировщики нагрузки и устройства брандмауэра. «Это оказало значительное влияние на архитектуру корпоративных сетей», — отметил он.

По сути, NaaS — это служба сетевой подписки. «Корпоративные клиенты часто думают, что NaaS похожа на другие облачные службы, но на самом деле NaaS гораздо менее стандартизирована, чем SaaS, и решения о том, как использовать NaaS, гораздо сложнее», — пояснил Ник Нэги, главный консультант глобальной исследовательской и консалтинговой компании ISG. Дополнительная сложность во многом обусловлена потребностью в локальном оборудовании. «Предприятия должны решить, как использовать различные элементы NaaS для достижения своих бизнес-целей, и это часто сводится к выбору между операционными и капитальными расходами, на который влияют налоговые последствия».

Большинство средних и крупных компаний приобрели услугу частной сети у оператора связи на основе технологии MPLS. Такая корпоративная сеть является виртуальной, но негибкой для заказчика. Конфигурация и управление виртуальной сетью основаны на физических сайтах и устройствах (магистралах, доступ и маршрутизаторы CPE) и IP-подсетях. Конечная идея заключается в размещении служб, устройств и пользователей в этой виртуальной (логической) сети либо физически, либо с помощью программного обеспечения VPN-клиента.

SD-WAN (оверлей) над физической сетью оператора рассматривается как более гибкое корпоративное решение. С помощью решения SD-WAN компаниям требуется более быстрое и гибкое управление изменениями и прямая интернет-маршрутизация к облачным службам. По сравнению с сетью MPLS логическая сеть SD-WAN не привязана к одному оператору, физическому сетевому оборудованию и конфигурации оператора.

Недостатки NaaS включают отсутствие гибкости поставщиков с точки зрения переносимости. Могут возникнуть проблемы с устаревшими системами, такими как программное или аппаратное обеспечение, несовместимое с решением

Большинство проблем совместимости NaaS связаны с инфраструктурой, такой как старое оборудование или все еще используемые локальные приложения. Некоторые важные процессы или приложения работают в локальных центрах обработки данных, а не в облаке на многих предприятиях.

Поскольку соединение NaaS обычно устанавливается с использованием общедоступной широкополосной связи, услуга доступна только в местах, где доступно широкополосное подключение к Интернету. Производительность может быть ограничена скоростью соединения.

Архитектура SaaS и NaaS уникальна. Однако их можно разделить на категории в зависимости от отрасли, категории программного обеспечения или модели аренды.

Вертикальная SaaS — это разновидность архитектуры SaaS, созданная для конкретных отраслевых вертикалей. Эти отрасли включают здравоохранение, недвижимость, сельское хозяйство, финансы, логистику, розничную торговлю и многие другие. В отчете Fractal State of Vertical SaaS 2021 сообщается, что вертикальный SaaS вырос на 28% с 2020 года.

Хотя может показаться, что это более узкий подход к созданию приложений SaaS, он удовлетворяет более широкие потребности отдельной отрасли. Предложение различных функций и услуг для одной отрасли представляется более выгодным, чем предоставление одной функции, поскольку учреждение или организация могут зависеть от одного приложения. Хотя существует вероятность зависимости от поставщика, лица, принимающие решения, должны взвесить все «за» и «против» в зависимости от своих требований, бюджета и требований рынка.

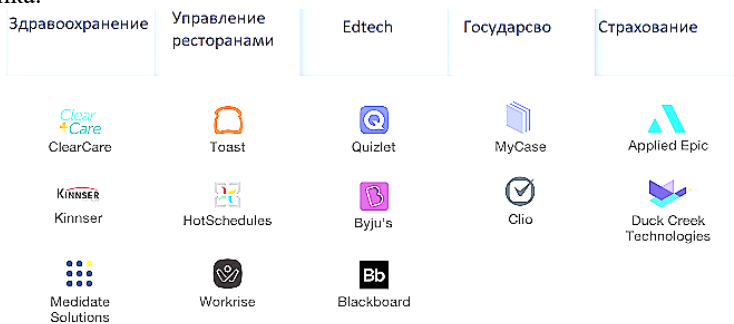


Рис. 1 Вертикальные приложения SaaS

Горизонтальные приложения SaaS больше сосредоточены на функциональности, чем на отраслевых требованиях. Этот тип архитектуры SaaS фокусируется на категории программного обеспечения, независимо от отрасли клиента. Например, приложения для маркетинга, продаж и связи используются во всех отраслях, и приложение SaaS, предлагающее эти функции, может соответствовать конкретным бизнес-требованиям.

Поскольку этот тип SaaS-приложений известен одной функциональностью или услугой, предприятия могут конкретизировать свои условия и выбирать приложение, которое им больше всего нужно. Но, с другой стороны, это также означает, что одни и те же предприятия будут вынуждены инвестировать в несколько приложений SaaS для удовлетворения своих потребностей.

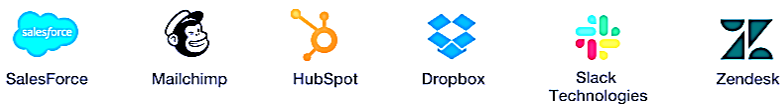


Рис. 2 Горизонтальные приложения SaaS

Архитектура с одним арендатором обслуживает одного клиента, который платит за эту программную услугу. Это означает, что арендатор получает свой выделенный экземпляр программного обеспечения, единую инфраструктуру, сервер и базу данных. Эта архитектура очень выгодна для покупателей, поскольку им не нужно делиться ресурсами базы данных с другими клиентами. Более того, покупатели могут даже настраивать программное обеспечение в соответствии с потребностями своего бизнеса и масштабировать его в любое время.

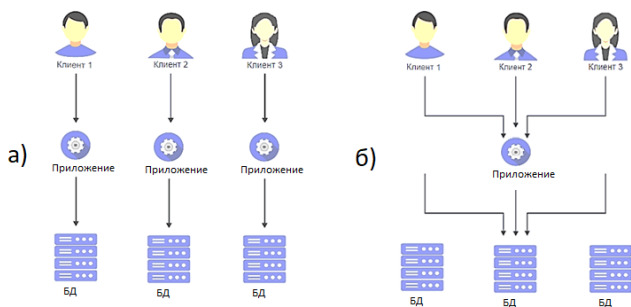


Рис. 3 Архитектура SaaS: а – однопользовательская, б – многопользовательская

Например, Oracle Cloud — это SaaS, в котором используется архитектура с одним арендатором для предоставления среды частного облака SaaS. Гигант облачных услуг размещает отдельные подразделения с изолированными ресурсами и детальным контролем доступа. Это позволяет клиентам иметь другую версию одного и того же продукта SaaS и даже предоставляет доступ к настройке приложения в соответствии с потребностями бизнеса.

Многопользовательская архитектура является одним из наиболее предпочтительных типов архитектуры при разработке приложения SaaS из-за ее основных характеристик. По определению каждый отдельный экземпляр этой модели SaaS обслуживает более одного арендатора. Это означает, что все клиенты совместно используют общую базу данных и информацию о приложениях, за исключением того, что данные каждого арендатора защищены.

Google Workspace, также ранее известный как G Suite, является прекрасным примером многопользовательской архитектуры SaaS. Несколько арендаторов имеют доступ к одному приложению через Интернет. Арендаторы используют общую базу данных Google Cloud для доступа к своим бесплатным 15 ГБ данных. В то время как ресурсы являются общими, вся личная информация клиентов защищена и хранится отдельно для обеспечения высочайшего уровня конфиденциальности и безопасности данных.

В отличие от одного или нескольких арендаторов, где определены границы и функциональные возможности, смешанный арендатор немного отличается. Представьте ситуацию, когда арендатор использует ресурсы общей инфраструктуры. Но конкретные бизнес-требования вынуждают их иметь один или два выделенных компонента. Это может быть база данных, экземпляры или какая-либо другая комбинация компонентов при использовании общей инфраструктуры. Вот тут-то и появляется смешанная архитектура.

В рамках этой модели одна или две части приложения предназначены для каждого арендатора, а остальные компоненты являются общими для всех арендаторов.

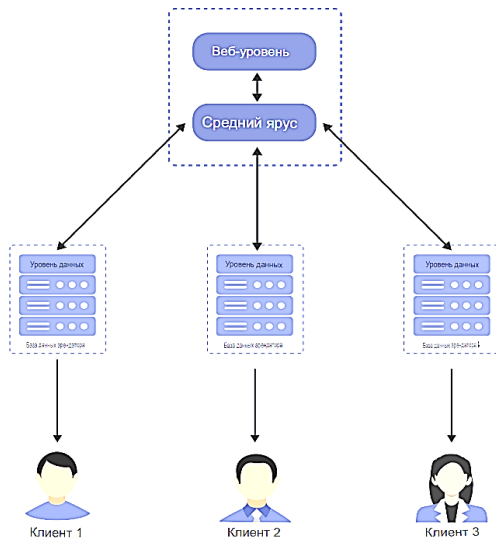


Рис. 4 Смешанная архитектура

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. WiMAX // Wikipedia.org : Свободная энциклопедия [сайт], 2020. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WiMAX> (дата обращения: 25.08.2022).
2. Федотов Е.А. Разработка сетевого протокола для взаимодействия клиента с сервером / Е.А. Федотов, М.И. Поляничка, В.Н. Федотова, С.В. Лю-ку-ган // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 3611–3616
3. UWB Technology // eliko.tech : The most accurate indoor positioning [сайт], 2022. - URL: <https://eliko.ee/uwb-technology/> (дата обращения: 25.08.2022)
4. Программное обеспечение как услуга // Wikipedia.org : Свободная энциклопедия [сайт], 2022. - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%BA%D0%B0%D0%BA\\_%D1%83%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D0%BA_%D1%83%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%B0) (дата обращения: 25.08.2022).



5. RF Page : Evolution of wireless technologies 1G to 5G in mobile communication, 2018. - URL: <https://www.rfpage.com/evolution-of-wireless-technologies-1g-to-5g-in-mobile-communication/> (дата обращения: 25.08.2022)

**УДК 614.446**

*Дмитриева Е.В., Петрова В.А., Хижняк И.Н.  
Научный руководитель: Климова Е.В., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА**

В структуре производственного травматизма в РФ весомую долю занимает человеческий фактор – ошибочные или неправильные действия персонала. Нарушение требований безопасности при организации работ и реализации их на практике является основанием для создания опасной ситуации, приводящей к травмированию работника. Особую роль в профилактике несчастных случаев играет процесс обучения работников [1, 2, 5, 6].

Несмотря на то, что в целом в РФ в период с 2015 по 2020 гг. наблюдается тенденция снижения численности пострадавших при несчастных случаях на производстве, количество смертельных исходов изменяется нестабильно, равномерного снижения не происходит, а в 2021 г. произошло увеличение общего числа НС со смертельным исходом (рис. 1,2).

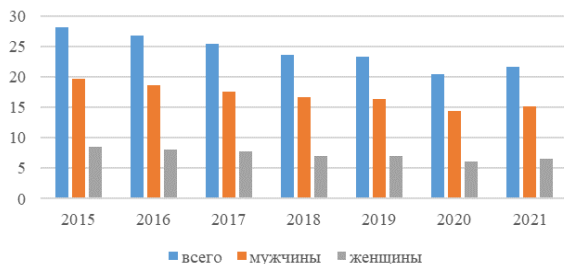


Рис. 1 Производственный травматизм в РФ, 2015-2021 гг., тыс. чел.

Поэтому актуальной задачей остается совершенствование технологии обучения работников вопросам охраны труда, а также

методологических особенностей проверки знаний требований по обеспечению безопасности на рабочих местах.

Минтруда России участвует в реализации программы «Цифровая экономика РФ» и системно занимается этим вопросом с точки зрения цифровизации [3, 4].

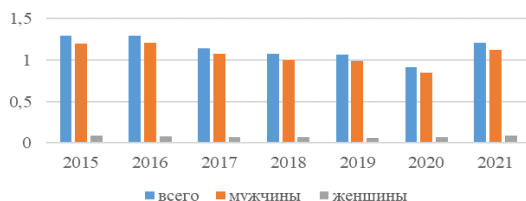


Рис. 2 Производственный травматизм (со смертельным исходом) в РФ тыс. чел., 2015-2021 гг.

Цифровизация в области охраны труда реализуется по следующим направлениям [3]:

1) контроль за безопасным производством работ и условиями труда;

2) контроль за состоянием здоровья работников;

3) документирование процедур в сфере охраны труда;

4) подготовка (обучение) работников по охране труда.

Актуальность разработок цифровых решений в области обучения по охране труда подтверждается ежегодным увеличением количества зарегистрированных программ для ЭВМ и баз данных согласно открытым реестрам, представленным на официальном сайте Федерального института промышленной собственности. Приведем примеры основных разработок (2021-2022 г.):

- RU 2021613414 «Программа подготовки задач по охране труда для автоматизированных систем обучения, в том числе с использованием искусственного интеллекта», публ. 09.03.2021;

- RU 2021666351 «Типовой виртуальный класс для обучения руководителей и специалистов по охране труда в части разработки информационно-образовательной среды», публ. 13.10.2021;

- RU 2022617235 «ЮМС Охрана труда и Техника безопасности», публ. 19.04.2022;

- RU 2022617339 «ЮМС Охрана труда и здоровья», публ. 19.04.2022;

- RU 2022612131 Модуль «Охрана Труда», публ. 08.02.2022;

- RU 2022662192 «Порядок обучения и проверки знаний требований охраны труда», публ. 30.06.2022;

- RU 2021662712 «Основы оказания первой помощи», публ. 03.08.2021;

- RU 2022613750 Интеллектуальная система «ФинИнтелл», опубл. 15.03.2022.

Также регистрируются базы данных, например: RU 2022620806 Тестовые задания по направлению «Охрана труда и промышленная безопасность», опубл. 15.04.2022.

Преимуществами геймификации обучения ОТ является: снятие напряжения у аудитории за счет игрового подхода; упрощение восприятия информации и коммуникации за счет визуализации; уравнивание всех сотрудников не зависимо от их должности; улучшение уровня знаний сотрудников; создание баланса между обучением и реальной деятельностью.

Научно обосновано, что при использовании современных технологий обучения происходит существенный рост уровня знаний (рис. 3).



Рис. 3 Рост уровня знаний при использовании современных технологий обучения

Согласно новому профессиональному стандарту специалисты в области охраны труда должны владеть цифровыми компетенциями – уметь пользоваться цифровыми платформами, справочными правовыми системами, базами данных в области охраны труда. Для этого специалист по охране труда должен знать информацию о технологиях, формах, средствах и методах проведения обучения по охране труда, инструктажей и проверки знаний требований охраны труда, в том числе с применением системы цифровизации. В трудовые функции

специалиста по охране труда добавлена функция по организации сбора и обработки и интеграции в соответствующие цифровые платформы информации, характеризующей состояние условий и охраны труда у работодателя.

Благодаря цифровой автоматизации рутинных процессов специалист по охране труда сможет уделять рабочее время не ведению документации, а развитию культуры безопасности, осознанному отношению к вопросам охраны труда у сотрудников, мероприятиям, направленным на снижение травматизма.

*Работа выполнения в рамках Программы развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2021-2030 гг. «Приоритет 2030».*

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Чубова Е.В. Обучения по охране труда как мера по предотвращению производственного травматизма / Е.В. Чубова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2022. - № 6. - С. 78-81.

2. Гатауллина Д.Р., Омеляненко В.А., Чукриева М.Ю., Ниталиева Д.Д. Проблемы обучения сотрудников организаций по охране труда / Д.Р. Гатауллина, В.А. Омеляненко, М.Ю. Чукриева, Д.Д. Ниталиева // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. - 2022. - № 1. - С. 87-88.

3. Тимофеев С.С., Тимофеева С.С. Цифровое будущее охраны труда / С.С. Тимофеев, С.С. Тимофеева // XXI век. Техносферная безопасность. - 2022. - Т. 7. № 1(25). - С. 51-62.

4. Малофеев М.В., Чермянин П.И., Кошелев М.Б., Хабибуллин А.Ф., Цыренова Н.А. Инновационные цифровые технологии в области промышленной безопасности охраны труда и окружающей среды / М.В. Малофеев, П.И. Чермянин, М.Б. Кошелев, А.Ф. Хабибуллин, Н.А. Цыренова // Экспозиция Нефть Газ. - 2022.- № 5 (90). - С. 82-85.

5. Klimova, E. V. Prospects for the Introduction of Micro Training in the Occupational Safety Management System / E. V. Klimova, A. Y. Semeykin, E. A. Nosatova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019», Vladivostok, Russky Island, 01–04 октября 2019 года. – Vladivostok, Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 072009. – DOI 10.1088/1757-899X/753/7/072009. – EDN WAOWAJ.

6. Совершенствование системы управления охраной труда и промышленной безопасностью с учетом анализа и прогнозирования производственного микротравматизма / Е. Н. Рыжиков, Е. В. Климова,

Е. А. Носатова, В. П. Хлусова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № S7. – С. 194-205. – DOI 10.25018/0236-1493-2019-4-7-194-205. – EDN VZQNPW.

**УДК 628.91**

*Жворонков Д.А., Типсина А.А.*

*Научный руководитель: Туев В.И., канд. техн. наук, проф.  
Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

## **АЭРОЗОЛЬНОЕ НАНЕСЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ, КАК ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ СВЕТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Аддитивные технологии уже присутствуют на многих предприятиях и является сугубо импортными. В данной статье представлено средство технологии для создания печатных плат в области светотехники, а именно, с помощью системы аэрозольного нанесения материалов. Данная система для распыления проводящих материалов позволит создавать стандартные печатные платы, платы на сложной геометрической форме и гибкие печатные платы, которые могут широко применять в осветительных установках и дисплеях. Слой органики на любой экран Oled сейчас наносят с помощью Fine Metal Mask (тенева маска FMM). Предлагаемая методика предполагает аэрозольную печать, которая в будущем может превзойти струйную печать слоев органики.

### **Актуальность проекта**

На текущий момент в России используют плоттерную печать в схемотехнике, минусы такой печати: печать только на плоскости, большие затраты наносимых материалов, небольшой диапазон толщины покрытия. Прилагаемая разработка уменьшит затраты различных проводниковых материалов, таких как: золото, медь, серебро, оксид индия-олова и так далее, и соответственно увеличится производство различных плат. Также с помощью предлагаемого изделия можно усовершенствовать метод печати слоев органики для создания органических полупроводников.

На рынке данных технологий американско-немецкая компания Optomes, является лидирующей, но их оборудование достаточно дорогое, одно устройство стоит с выше 800000\$, что сужает круг потребителей. В России на рынке пока нет таких устройств и компаний,

позволяющих с помощью аэрозольной печати наносить токопроводящий материал.

В настоящей работе представлена разработка макета и функциональной схемы системы аэрозольного нанесения токопроводящих материалов на объемные основания, для создания печатных плат сложной формы, а также для исследования метода аэрозольного нанесения проводниковых материалов на различного рода поверхности.

Задачами настоящей работы является разработка эскизной конструкторской документации, изготовление макета и проведение испытаний.

### **Назначение изделия**

Данный технический продукт может эксплуатироваться большими промышленными предприятиями, но также и малыми предприятиями, например ИП. Также данное устройство можно использовать в различных отраслях промышленности от простых покрасочных работ деталей, до печати гибких графеновых электронных плат и создание органических полупроводников, которые применяются в светотехнических решениях.

### **Функциональная схема устройства**

На рис.1 приведена функциональная схема системы аэрозольного нанесения. Устройство состоит из компрессора (1), который подает определенное давление в генератор аэрозоля (2) по магистральным трубкам (3), аэрозоль под давлением попадает в распылитель (4), который с помощью завихрений направляет поток микрочастиц в сопло (5), производящую тонко сфокусированную струю аэрозоля на определенном расстоянии.

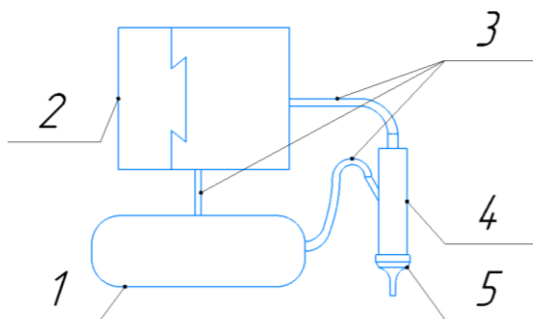


Рис. 1 Функциональная схема системы аэрозольного нанесения

Функциональная схема описывает принцип работы системы. Полупроводниковый материал находится в жидком состоянии в специальной емкости, после чего генератор активизирует жидкость, по средствам ультразвукового возбуждения, на такой частоте, что образуется аэрозоль, подхватываемая потоком воздуха под давлением, создаваемым компрессором, и направляемая по магистральным трубкам в распылитель. Распылитель устроен так, что при подаваемом отдельном давлении в нем образуются завихрения, что увеличивает скорость вылета наночастиц из сопла. С помощью разработанного сопла струя аэрозоля остается тонко сфокусированной на определенном расстоянии, что дает возможность наносить материал на труднодоступные поверхности, при разном расстоянии нанесения материала.

### **Основные технические параметры, определяющие количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции**

Разрабатываемый макет устройства будет отражать принцип работы аэрозольной системы нанесения материалов с высокой точностью и демонстрировать развитие данной технологии в России. Разрабатываемый макет в дальнейшем можно доработать до опытного образца, который продемонстрирует функционал разработки.

Предлагаемая разработка будет являться инновационной так как должен применяться специально разработанный распылитель с вихревым потоком газа, что в свою очередь это увеличит расстояние между печатающей головкой и подложкой, которое составляет от 2 мм до 7 мм, при этом сохраняя точность нанесения материала. В то время как аналоги имеют максимальное расстояние в 5 мм.

Числовые характеристики макета системы аэрозольного нанесения должны составлять примерно следующие параметры: входное напряжение, подаваемое на генератор аэрозоля не более 70 В, с помощью генератора напряжения, напряжение, подаваемое на компрессор 220 В, давление компрессора не более 2.3 бар.

Количественные характеристики: макет аэрозольной установки в количестве 1 шт., включающий в себя генератор аэрозоля (1шт), распылитель с соплом (1шт.), компрессор (1шт), магистральные трубки (3-5 шт.).

Свойства изделия должны быть направлены для разъяснения принципа работы метода аэрозольного нанесения материалов и принцип работы ее отдельных компонентов.

На рынке данных технологий американско-немецкая компания Optomes, является лидирующей, но их оборудование достаточно

дорогое, одно устройство стоит с выше 800000\$, что сужает круг потребителей. В России на рынке пока нет таких устройств и компаний, позволяющих с помощью аэрозольной печати наносить токопроводящий материал.

Разрабатываемая технология будет предназначена как для личного применения, так и для крупно производственного. Система аэрозольного нанесения находит применение в производстве печатных плат, нанесение маркировок на различного рода радиоэлементов и покраска небольших площадей.

### **Результаты проведенных испытаний**

Генератор аэрозоля выполнен на монтажной плате, основным элементом генератора является пьезокерамический излучатель с частотой 2,4 МГц. При подаваемом напряжении в 45 В, появляется аэрозольная среда, которая заполняет резервуар. На рисунке 2 показан макет печатного узла генератора аэрозоля.

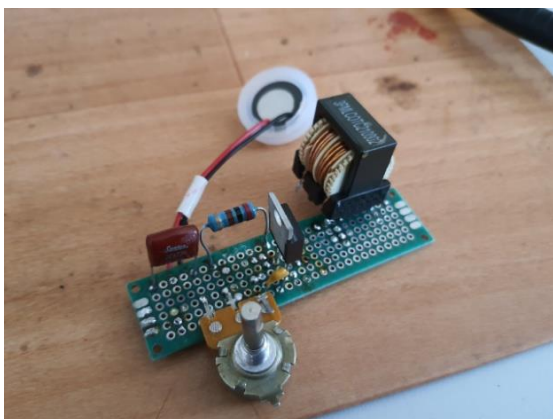


Рис. 2 Макет печатного узла генератора аэрозоля

К резервуару подсоединён шланг от компрессора, который создает поток воздуха под давлением 1,8 Атм.

Аэрозоль подхватываемая потоком воздуха под давлением, создаваемым компрессором, и направляемая по магистральным трубкам в пластмассовый макет распылителя создает тонко сфокусированную струю длиной 15мм и шириной 4мм. Фотография проведенных действий приведена на рисунке 2, на котором показан фрагмент из видеоряда, где распыляется дистиллированная вода на поверхность.



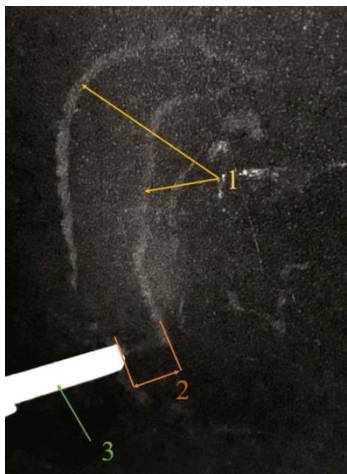


Рис. 3 Распыление аэрозольной среды на поверхность (1 – ширина и направление распыленного рисунка; 2 – длина сфокусированной струи аэрозоля; 3 – макет сопла из пластмассы)

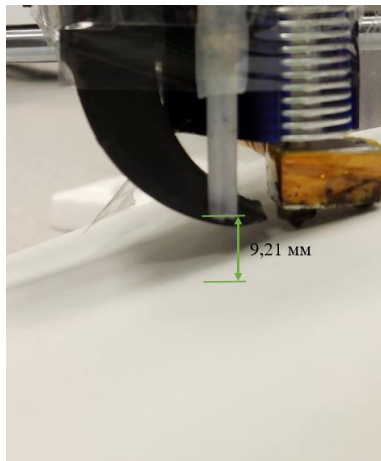


Рис. 4 Расстояние от сопла до подложки при эксперименте, проведенном с помощью предварительного макета

Также было проведено испытание с постепенным увеличением расстояния между распыляющим соплом и поверхностью нанесения.

Сопло зафиксировано на горизонтально движущейся оси, которая будет перемещать сопло горизонтально над подложкой, установленной под углом. Соответственно, при движении сопла в левую сторону, то есть в сторону удаления поверхности подложки от сопла, расстояние между соплом и подложкой будет увеличиваться.

Начальное значение длины распыления равняется 9,21 мм (расстояние от сопла до подложки) (рис. 4).

С помощью специального жидкого раствора, который будет распыляться, можно будет проследить изменение толщины, резкости и длины нанесенного рисунка, от высоты распыления раствора.

На рис. 5 представлено изменение рисунка аэрозольной печати при изменении высоты нанесения материала.

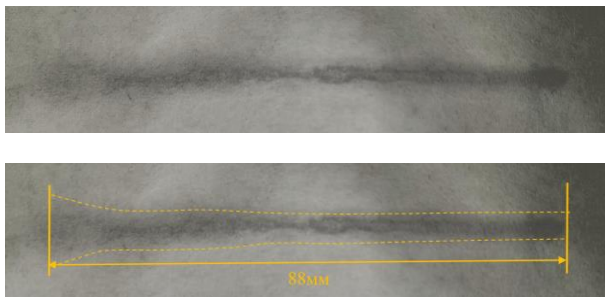


Рис. 5 Изменение рисунка аэрозольной печати

Длина четкого рисунка составила 88 мм, при дальнейшем увеличении длины, а соответственно и высоты, струя аэрозоля переставала быть тонко сфокусированной, что в свою очередь увеличивала ширину наносимого рисунка в 2-2.5 раза.

Ширина распыления составляла 4мм на протяжении 54 мм длины, при этом длина струи аэрозоля изменилась от 9,21 мм до 22,5 мм. Следовательно, в таком диапазоне струя аэрозоля остается тонко сфокусированной.

При увеличении длины между соплом и подложкой, ширина аэрозольной струи увеличивалась. То есть с увеличением длины струи от 22,6 мм до 38,1 мм, ширина струи увеличивалась, а наносимый рисунок терял резкость (четкие границы).

### **Заключение**

Таким образом в статье разработана эскизная конструкторская документация, изготовлен макет и проведены испытания нанесения материала на поверхность.

### **Благодарности**

Выражаем благодарность Фонду содействия инновациям, за финансирование проекта как НИР.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Aerosol based direct-write micro-additive fabrication method for sub-mm 3D metal-dielectric structures: Scopus.com [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 01.09.2022).
2. Технология 3D-печати аэрозольным напылением от Optomec позволяет создавать электронику на микронном уровне: 3dtoday.ru [Электронный ресурс]. <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/the-3d-printing-technology-aerosol-spray-from-optomec-allows-you-to-cr/> (дата обращения: 04.09.2022).

Печатающее устройство аэрозольно-струйного типа: patenton.ru [Электронный ресурс]. <https://patenton.ru/patent/SU1791153A1> (дата обращения: 7.09.2022).

4. Aerosol jet printable metal conductive inks, glass coated metal conductive inks and uv-curable dielectric inks and methods of preparing and printing the same: patents.google.com [Электронный ресурс]. [https://patents.google.com/patent/US20140035995A1/en?q=Optomec&oq="+Optomec](https://patents.google.com/patent/US20140035995A1/en?q=Optomec&oq=) (дата обращения: 12.03.2022).

**УДК 644.68**

**Заболотный В.Н.**

**Научный руководитель: Вендин С.В., д-р техн. наук, проф.**  
*Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, г. Белгород, Россия*

## **ПРИМЕНЕНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

Вода является главным ресурсом для поддержания жизни человека, так же вода используется при производстве сельскохозяйственной продукции. Актуальность данного вопроса связана с тем, что при контакте с водой может привести к тому, что в организм может попасть большое количество вредных микроорганизмов. Поэтому перед использованием воды необходимо провести ее обеззараживание [1].

Например, одним из методов обеззараживания воды является обработка хлорсодержащими реагентами. Однако этот способ имеет недостаток, при котором он может привести к тяжелым заболеваниям с образованием высокотоксичных соединений. При несоблюдении дозы вносимого вещества в воде она может причинить вред человеку, несмотря на то, что некоторые вирусы обладают высокой устойчивостью к хлору, для чего необходимо увеличивать количество вносимого вещества, что приводит к появлению привкуса и запаха хлора.

Еще одним способом обеззараживания воды является озонирование. Технология очистки воды, направлена на добавление в воду озона (O<sub>3</sub>), при добавлении озона происходит реакция на окисление, что приводит к устранению вредных микроорганизмов. Но этот способ энергозатратен и дорог, что связано с получением озона. Недостатком также этого способа обеззараживания является, то, что озон требует большого внимания на соблюдения безопасности, так как озон – опасный газ, требующий отдельных помещений, оборудованных

приточно-вытяжной вентиляцией и специализированными датчиками [2].

Обеззараживание ультрафиолетовым излучением (УФ-обеззараживание) — физический метод обеззараживания, суть которого заключается в том, что под действием фотохимической реакции ультрафиолета происходят невосстанавливаемые нарушения ДНК и РНК вредных микроорганизмов. То есть благодаря воздействию ультрафиолета С-диапазона (с длиной волны 265-275 нм) образуются молекулы ДНК и РНК, которые не допускают размножению вредных микроорганизмов. Такая клетка называется инактивированной. УФ-обеззараживание можно использовать для множества вредных микроорганизмов, поскольку клетки не имеют механизма, который бы гарантированно защищал их от бактерицидного излучения. Вредные микроорганизмы имеют различную чувствительность к УФ-воздействию: наиболее чувствительны бактерии в вегетативной форме и паразитические простейшие, менее чувствительны вирусы и споровые формы бактерий, наиболее устойчивы грибы и плесневые грибы. Критерием сравнения чувствительности микроорганизмов к действию бактерицидного излучения является количество энергии, затрачиваемое для достижения данной степени обеззараживания. Доза облучения принимается как мера бактерицидной энергии излучения, которая является произведением интенсивности облучения в момент облучения и выражается в Дж/м<sup>2</sup>. Каждый тип микроорганизмов требует определенной дозы УФ для инактивации. Международная ультрафиолетовая ассоциация IUVA периодически проводит обзор всех известных исследований и публикует список доз УФ для инактивации различных видов микроорганизмов. Важно отметить, что в мировой практике используется понятие-термин «поверхностная бактерицидная доза» или «флюенс» для обеззараживания воды и воздуха в объеме. Использование понятия «объемная бактерицидная доза» в мировой практике не используется, так как содержит слишком много допущений, делающих его использование во многих случаях некорректным. Например, предполагается, что УФ-излучение равномерно распределено по всему объему помещения или жидкости, в котором осуществляется интенсивное и равномерное перемешивание воздуха (это происходит только при идеальных условиях), либо помещение имеет правильную форму (часто помещения имеют вытянутую форму). Поэтому в современных расчетах и рекомендациях по выбору УФ-оборудования во всем мире, кроме России, используется только поверхностная доза.

Обеззараживание воды ультрафиолетом. В современной концепции развития систем водоподготовки УФ-обеззараживание служит основой принципа многобарьерности в обеззараживании воды. Суть принципа в том, что используется не одна технология обеззараживания, а несколько, сочетание которых позволяет сгладить недостатки отдельных технологий. Наиболее распространено сочетание ультрафиолетового излучения с фильтрами для очистки воды от механических примесей. Фильтра нужны для того, чтобы очищать воду от механических примесей, так как во время обеззараживания микроорганизмы могут находиться на примеси и быть защищенными от попадания на них лучей ультрафиолета, что может привести к некачественной обработке. Также есть и недостатки, которые могут снизить качество обработки. Перед подачей воды камеру УФ-обработки нужно добить того, чтобы мутность воды не превышала 5 единиц мутности (ЕМ) на один литр.

Поэтому для повышения качества обеззараживания воды была предложена комбинированная установка изображена на рисунке 1, состоящая из блока по предварительной очистке воды от механической примесей и блок ультрафиолетовой обработки. А для повышения однородности обработки воды в УФ-узле будет установлена специальная винтовая вставка, которая будет производить перемешивания слоёв воды, что в свою очередь повысит качество обеззараживания воды.

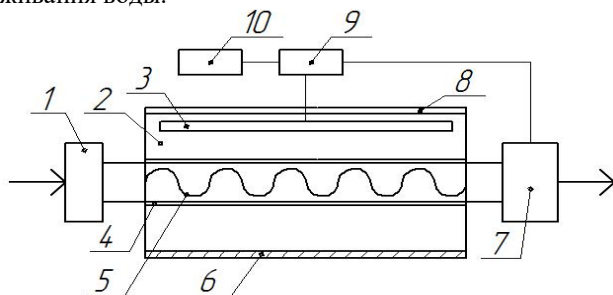


Рис. 1 Комбинированная установка

Процесс работы установки, сначала вода поступает на блок предварительной очистки воды (1), далее вода прошедшая очистку от механических примесей попадает во второй блок ультрафиолетовой обработки (2). Вода поступает в камеру ультрафиолетовой обработки по прозрачной кварцевой трубке (4). Внутри трубки установлен специальный винтовой механизм (5), который перемешивает различные слои воды. На эту кварцевую трубку воздействуют ультрафиолетовые

лучи, излучаемые ультрафиолетовым диодом (3), который излучает в диапазоне оптического спектра 265-275 нм поток бактерицидного излучения не менее 700 мВт. Также стенки камеры ультрафиолетовой обработки выполнены из отражающих элементов (6), чтобы отражать ультрафиолетовое излучение и обратно направлять на кварцевую трубку (4). После прохождения процесса обеззараживания вода, выходит из УФ камеры и с помощью электронасоса (7) вода поступает к потребителям. Также в установке имеется блок управления (9), который подсоединен к ультрафиолетовому диоду (3) и к блоку питания (10).

Благодаря добавлению блока по предварительной очистке воды от механических примесей и установки винтовой вставки в кварцевую трубку, для перемешивания различных слоёв жидкости, позволило, повысить качество обработки воды. Данное устройство гарантирует полное обеззараживание воды, так как экспериментально установлено, что данное устройство обеспечивает степень обеззараживания воды на 99,9%.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Микаева С.А., Микаева А.С., Ашрятов А.А., Коваленко О.Ю. Амальгамные лампы в установках по обеззараживанию воды // Автоматизация и современные технологии - 2012г. №09.
2. Абуога Г.Б., Ибатуллина В.Р., Филимонов В.Н. Сравнительная оценка современных методов обеззараживания для водоподготовки // Перспективы развития строительного комплекса - 2017г. №1.
3. МУ 2.1.4.719-98 «Санитарный надзор за ультрафиолетовые излучения в технологии подготовки питьевой воды».
4. Патент РФ № 2397146 от 08.06.2021 г. Устройство для обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением.

**УДК 69.001.5**

**Захарычев Н.А.**

*Научный руководитель: Давыдова Т.Е., канд. экон. наук, доц.  
Воронежский государственный технический университет,  
г. Воронеж, Россия*

## **РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В современном мире все отчетливее прослеживается тенденция к автоматизации и роботизации производственных процессов,

осуществляемых в системе цифровизации всех сфер жизнедеятельности человека [1, 2]. Однообразный человеческий труд вполне реально заменить трудом машины, что не только сэкономит средства работодателей, но и ускорит темпы производства. Это в полной мере касается и строительной отрасли.

В мировом сегменте строительства масштабно проводится роботизация. Ведущие страны в этом направлении – Китай, Сингапур, Нидерланды; в этих странах, в частности, ускоренными темпами ведется освоение и применение «3D – принтеринга» готовых жилых и производственных зданий. Также все чаще применяются роботы-строители [3]. «3D-принтеринг» - технология возведения зданий с помощью послойной печати, при которой основной каркас здания слой за слоем укладывается специальным механизмом. Данная технология позволяет ускорить строительство при сохранении основных характеристик здания [4].

Основаниями для роботизации и автоматизации строительных процессов служат три показателя: качество, стоимость и сроки завершения строительства. Каждый из этих показателей важен, поэтому мы рассмотрим их по отдельности.

1. Качество. От качества строительной продукции, будь то целое здание или его отдельный элемент, зависит не только комфортность жизни человека, но и сама его жизнь. Поэтому точность и следование нормам строительства стоят во главе угла при возведении зданий. Именно точность является преимуществом механизма над человеком.

2. Стоимость. От стоимости производства работ напрямую зависит доступность жилья. Несмотря на то, что робот-строитель требует серьезных вложений, на длинной дистанции он полностью оправдывает и окупает свое применение – он не устает, ему не страшны вредные факторы окружающей среды и, конечно же, исключается «человеческий фактор», а, значит, и издержки из-за ошибок обычного рабочего.

3. Сроки завершения строительства – показатель, который невозможно игнорировать при планировании возведения здания. Естественно, что застройщик постарается уменьшить сроки строительства там, где это приемлемо и возможно. И на помощь ему приходят роботы – механизмы, способные в кратчайшие сроки сделать то, на что у рабочего уйдет много сил и времени, что, в свою очередь, скажется на времени строительства не самым лучшим образом [5].

Есть еще один фактор, который необходимо учитывать на строительной площадке, а именно – безопасность труда. Да, при возведении объекта проводятся всевозможные мероприятия для

обеспечения безопасности труда рабочего, но они не гарантируют 100%-ю защиту от несчастных случаев и/или профессиональных болезней. В данном случае на помощь вновь приходят механизмы. Они не подвержены вредным воздействиям от строительных процессов, а их поломки вследствие несчастных случаев, приводят лишь к финансовым издержкам, что несравнимо с человеческой жизнью.

Если говорить о безопасности труда, то нельзя не учитывать такое направление автоматизации, как дистанционное управление (ДУ). ДУ позволяет рабочему (оператору), находясь на безопасном расстоянии от места производства работ, управлять строительной машиной и в полном объеме выполнять поставленные задачи. Такой подход имеет несколько преимуществ: человек, управляющий машиной дистанционно, имеет больше возможностей контролировать рабочую зону машины, существенно уменьшается риск травм, гибели, а также профессиональных заболеваний [6]. Дистанционное управление - одно из перспективнейших направлений в строительстве. Дистанционно уже управляются башенные краны, экскаваторы, мини-погрузчики и бульдозеры. Все это позволяет облегчить процесс и скорость строительства [6].

Автоматизация касается не только самого процесса строительства, но и стадии проектирования объекта. Так, например, существует несколько методов по сокращению сроков и стоимости проектирования.

1. Бюджетирование – метод ведения бюджетного планирования, при котором эффективность планирования бюджета повышается за счет тщательного подхода к расчетам затрат на различные этапы строительства, а также повышения частоты произведения таких расчетов. Как итог это приводит к сокращению сроков и стоимости строительства за счет оптимизации затрат на материалы, оборудование и заработную плату.

2. Концепция бережливого производства. Данная концепция основана на принципе «точно в срок с наименьшими затратами» и ставит целью уменьшение стоимости всех этапов строительства за счет эффективного планирования.

3. Использование Microsoft Project. Данная программа позволяет управлять малыми и средними проектами, быстрее производить анализ затрат на тот или иной компонент, а так же имеет возможность производить обмен данными с различными видами программных продуктов, например, Autodesk Navisworks, MSOffice и т.д. Все это в совокупности помогает ускорить процесс подсчета затрат и внесения правок в проект.



4. BIM-технологии. Данные технологии применяются при создании чертежей и 3D-моделей здания. В отличие от плоских чертежей позволяют избежать коллизий, а так иметь более полное представление о геометрии здания, что дает возможность не допускать ошибок при проектировании инженерных систем (электричество, водоснабжение и водоотведение, вентиляция).

В целом исследованные методы позволяют сократить сроки строительства и уменьшить его стоимость еще на стадии проектирования, что позитивно сказывается на экономической привлекательности самого проекта [7].

Из всего выше перечисленного можно выявить несколько факторов и методов их удовлетворения, стимулирующих современных предпринимателей к внедрению роботизации и автоматизации в строительство (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы и методы.

Фактор и его направление	Метод	Преимущества
Стоимость: рациональное сокращение затрат, путем модернизации и оптимизации.	Бюджетирование; Концепция бережливого производства.	Точный контроль за расходами на материалы и заработную плату; Выбор оптимальной схемы строительства.
Сроки строительства: сокращение сроков создания проекта и возведения здания.	BIM-технологии; 3D-принтеринг.	Ускорение процесса проектирования и строительства за счет современных технологий.
Качество: повышение качества готовой строительной продукции.	Роботы-строители; Системы электронного контроля качества.	Улучшение качества строительной продукции за счет высокоточных автоматизированных механизмов; Качественный контроль готовой строительной продукции.
Безопасность: улучшение условий и безопасности рабочего процесса.	Манипуляторы; Системы дистанционного управления.	Обеспечение безопасности рабочего на строительной площадке; Уменьшение риска возникновения профессиональных болезней.

Отдельного внимания требует вопрос подготовки специалистов высокого уровня, способных работать с применением передовых технологий и методов [8, 9].

На основании изложенных выше позиций можно сделать заключение, что автоматизация и роботизация в строительстве могут рассматриваться как следующая ступень в его развитии, поэтому целесообразно уделять этой сфере особое внимание. В частности, это особенно важно нашему государству, так как развитие робототехники и автоматики может, например, существенно облегчить строительство на территориях вечной мерзлоты, которых в нашей стране огромное количество.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Давыдова Т. Е. Риски формирования экосистемы умного города в нестандартных условиях // Цифровая экономика и Индустрия 5.0: развитие в новой реальности. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 315-338. DOI 10.18720/LEP/2022.3/14. EDN QRHJYM.

2. Давыдова Т. Е. Цифровизация в системе развития умного города: преимущества и риски // Экономика и Индустрия 5.0 в условиях новой реальности (ИНПРОМ-2022) : сб. трудов всероссийской научно-практической конф. с заруб. участием, Санкт-Петербург, 28–30 апреля 2022 года. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 650-653. DOI 10.18720/LEP/2022.1/181. EDN KXKJEK.

3. Хабиров Т. Т. Переход от ручного труда к роботизации в строительстве // Аллея науки. 2017. Т. 2. № -9. С. 645-649. EDN YULBZN.

4. Захарычев Н. А. Инновационные материалы и технологии их создания в современном строительстве // Молодежь и научно-технический прогресс: Сб. докладов XV межд. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Губкин, 07 апреля 2022 года / Сост.: Е.Н. Иванцова, В.М. Уваров [и др.]. Губкин: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 235-239. EDN JMAIEZ.

5. Михеев Г. В. Применение технологий автоматизации и роботизации в строительстве // Высокие технологии в строительном комплексе. 2022. № 1. С. 209-214. EDN QHJAMQ.

6. Беляев С. Л., Овчинников Н. М., Калошина С. В. Технологии дистанционного управления в строительстве // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2017. Т. 2. С. 156-165. EDN XQHWPZ.

7. Нуждин А. Д., Рункова К. В. Управление стоимостью строительства посредством планирования и автоматизации // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 60-8. С. 26-32. DOI 10.18411/lj-04-2020-157. EDN OQTRWF.

8. Давыдова Т. Е. Организация системы трудоустройства выпускников высшими учебными заведениями // Экономика и менеджмент систем управления. 2013. № 1(7). С. 46-50. EDN PYGVAN.

9. Давыдова Т. Е. Подготовка специалистов для нужд национального производства в условиях новой реальности // Организатор производства. 2022. Т. 30. № 3. С. 98-110. EDN YPZUW.

*УДК 004.89, 669.162*

*Каримов И., Савостин Н.В.*

*Научный руководитель: Фомин А.В., канд. техн. наук, доц.  
СТИ НИТУ МИСис, г. Старый Оскол, Россия*

## **РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОГО ПРЕДИКТИВНОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ МЕЖЗОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТУРОВ ПЕЧИ НАГРЕВА МЕТАЛЛА**

Металлургический комплекс является энергоемким производством, потребляя значительное количество ресурсов и топлива. Одним из неотъемлемых этапов в производстве металлопродукции, эффективность которого напрямую определяет стоимость готового продукта, является обработка металла в нагревательных печах. В частности, они являются одними из основных потребителей энергии в составе цеха проката металла. Поэтому решение задачи энергосбережения при нагреве металла перед прокаткой является перспективной и актуальной проблемой.

Современные исследования по повышению энергоэффективности печей нагрева металла можно условно разделить на несколько направлений:

1. Большое количество работ направлено на построение математических моделей тепловых процессов, происходящих внутри печей нагрева и построение на основании них кривых нагрева металла. [1,2,3,4]. Однако, несмотря на постоянное совершенствование и усложнение получаемых моделей, ключевым недостатком математического подхода является значительная сложность многозонных печей нагрева и значительную математическую сложность в описании всех процессов внутри печи.

2. Исследования влияния различных конструкций горелочных устройств, тепловых режимов, рекуперации энергии: применение скоростных, рекуперативных горелок, переход на импульсный режим отопления [5,6]. Однако, подобные решения сопряжены с технической модернизацией печей, значительных изменений режимов и технологии нагрева.

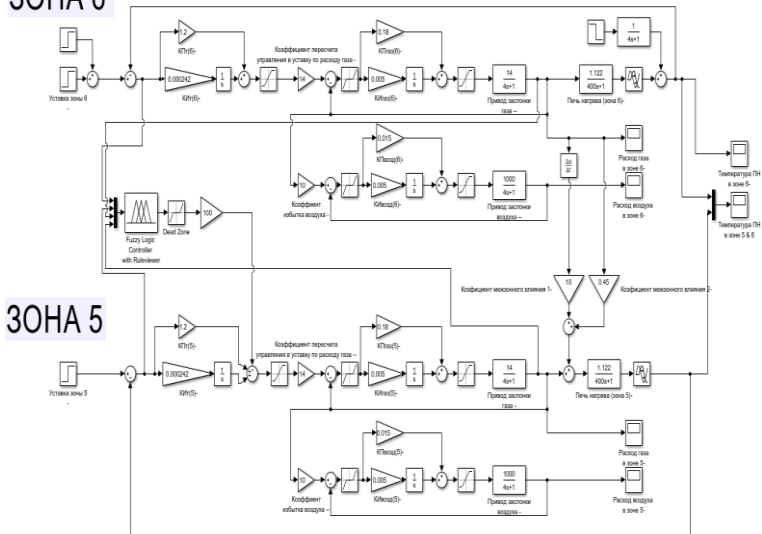
3. Методы адаптивного управления ПИД-регуляторами зон печей с целью минимизации перерегулирований по температуре и повышения точности поддержания параметров [7,8,9,10,11]. Основным недостатком данных методов, является относительно малое количество переходных процессов по температуре относительно всего времени работы печей, чтобы эффект от их применения стал достаточно заметен.

Классические методы управления подразумевают необходимость получения точной модели объекта управления и четко сформулированную целевую функцию. Для сложных объектов управления получение таких данных является сложнейшей задачей и часто проведение подобных изысканий является слишком затратным и долгим процессом. Применяя нечёткую логику для управления над достаточно использовать опыт эксперта для разработки выполняющего все необходимые функции регулятора. Использовать свойства нечеткой логики для обработки неполной информации, для того что бы имитировать опыта эксперта и принимать обоснованные решения является отличной возможностью его интенсивного использования для оперативного контроль технологических процессов, а также решение проблем, связанных с практическим осуществлением контроля технологического процесса объекта управления. Регуляторы, основанные на нечеткой логике, в ряде случаев способны обеспечить более качественные показатели переходных процессов по сравнению с классическими регуляторами. В рамках данной работы будет рассматриваться параллельное регулирование температуры в печи нагрева, где классический ПИ-регулятор формирует управляющее воздействие по температуре, на основе рассогласования по температуре, а нечеткий регулятор в свою очередь формирует компенсирующее воздействие, которое суммируется с основным управляющим воздействием ПИ-регулятора, но используя при этом комплекс входных значений, который поступает в нечеткий регулятор и выполняет возложенную на него задачу без необходимости разработки сложных и громоздких математических моделей, тем самым значительно снижая нагрузку на аппаратную часть программируемых логических контроллеров, взаимодействующих с объектом управления.

Проблематика точного регулирования температуры в зависимых от других зонах наиболее ярко раскрывается в локальном влиянии 6 зоны на 5 зону вследствие наличия перегородки, отделяющей зону 6 от зоны 4, что вызывает еще большее влияние на зону 5. Вследствие того что зона 6 расположена снизу, разогретые воздушные массы стремятся вверх к зоне 5, это выражается снижением расхода газа в верхней зоне, что вызвано меньшим количеством газа, которое требуется для поддержания необходимой температуры в верхней зоне, но при начале переходных процессов в нижней 6 зоне, в следствии смены уставки оператором или увеличению темпа движения металла через печь, регуляторы верхней 5 зоны не успевают своевременно скорректировать управляющее воздействие, что приводит к перерегулированию и излишнему локальному перерасходу газа и непродолжительному скачку температуры в зоне 5. С целью решить эту проблему в САР вводится предиктивный регулятор, синтезированный на базе аппарата нечеткой логики. Компенсирующее воздействие, реализуемое нечетким регулятором, подается параллельно с основным управляющим воздействием ПИ-регулятора системы автоматического регулирования, тем самым предиктивно компенсируя возмущающее воздействие с нижней зоны.

При формировании базы правил была использованы данные эксперта в лице нагревальщика поста управления печью нагрева. Оператор поста управление на основе своего опыта работы с печью нагрева, а так же благодаря возможности аппроксимации правил логики на сложный объект управления в виде печи нагрева способен предсказывать насколько сильно при текущем состоянии технологического процесса межзонное влияние одной зоны повлияет на другую зону и контролируя переходных процесс, загрузку холодного металла в печь или увеличение мощности влияющей зоны в ручном режиме, способен снизить последствия межзонного влияния до нуля. В конечном итоге, база правил нечеткого регулятора состоит из 39 нечетких продукционных правил.

## ЗОНА 6



## ЗОНА 5

Рис. 1 Модель САР с использованием нечеткого регулятора

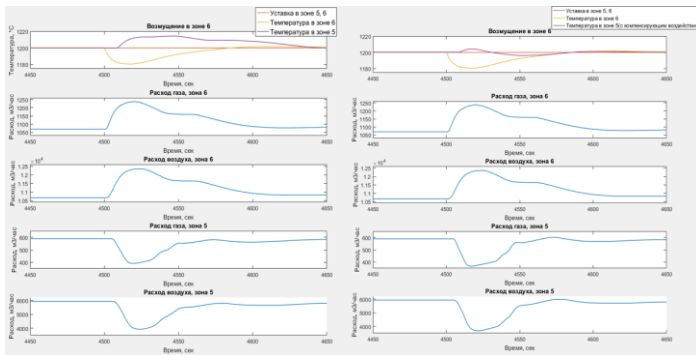


Рис. 2 Результаты моделирования

В результате действия смены уставки в зоне 6 в зоне 5 перерегулирование без использования нечеткого регулятора составило 12 градусов Цельсия, тогда как с введением компенсирующего воздействия нечетким регулятором перерегулирование составило 6 градусов Цельсия. При моделировании был произведен суммарный расход газа, затрачиваемого на поддержание температуры в зоне 5, в результате при введении нечеткого регулирования затраты газа при влиянии возмущения уменьшились на 0.5 процента.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гинкул С.И., Бирюков А.Б., Иванова А.А., Гнитиев П.А. Прогнозная математическая модель процесса нагрева металла в печах с шагающими балками // *Металлург*. 2018. № 1. С. 24-28.
2. Бирюков А.Б., Иванова А.А. Диагностика температурного состояния металла при его тепловой обработке в печах непрерывного действия // *Металлург*. 2018. № 4. С. 33-37.
3. Андреев С.М. Прогнозирование времени нагрева заготовок в условиях нестационарного режима работы методических печей // *Электротехнические системы и комплексы*. 2017. №3(36). С. 35-39.
4. Жуков П. И., Глущенко А. И., Фомин А. В. Модель для прогнозирования температуры заготовки по ретроспекции ее нагрева на основе бустинга структуры «случайный лес» // *Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии*. 2020. Т. 18, № 4. С. 11–27.)
5. Вохмяков А. М., Казяев М. Д., Казяев Д. М. Исследование конвективного теплообмена в проходной печи, оснащенной скоростными горелками // *Цветные металлы*. – 2011. – №. 12. – С. 89-93.
6. Бирюков А. Б. Анализ мероприятий по повышению значения коэффициента использования топлива при нагреве металла в печах // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. – 2013. – №. 10 (116)
7. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И. О применении нейросетевого оптимизатора параметров ПИ–регулятора для управления нагревательными печами в различных режимах работы // *Управление большими системами*. 2015. № 56. С. 143-175.
8. Парсункин Б. Н., Самарина И. Г. Система автоматического энергосберегающего управления на основе математической модели газодинамического режима нагревательной методической печи // *Электротехнические системы и комплексы*. 2017. № 2. С. 55-60
9. Парсункин Б.Н., Васильев М.И. Энергосберегающее нечеткое управление давлением в рабочем пространстве нагревательных печей // *Электротехнические системы и комплексы*. - Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова, 2014. - С. 81-90
10. Фомин А. В., Глущенко А. И. Повышение качества управления нагревательными печами АО "ОЭМК" путем применения табличной адаптации параметров пи-регуляторов. Improving quality of control of heating furnaces of jsc" oemk" with use of tabular adaptation of parameters of pi controllers // *Металлург*. – 2019. – №. 3. – с. 37-42.
11. Фомин, А. В. Построение математической модели давления в рабочем пространстве многозонной печи / А. В. Фомин, П. И. Жуков //

*УДК 621.37*

*Коротков И.В., Громов Н.А., Шишков С.П.  
Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия*

## **РАЗБОР И СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ РАБОТЫ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ**

При эксплуатации современных объемных гидроприводов возникает необходимость изменять скорость движения выходного звена. Способы регулирования этого показателя основаны на изменении расхода жидкости, поступающей в камеру, либо на изменении объема самой рабочей камеры. Рассмотрим подробнее каждый из этих способов и сравним их важнейшие показатели.

При эксплуатации машин, станков и технологических линий, оборудованных гидроприводом, возникает необходимость изменять скорость движения выходного звена их исполнительных механизмов. Выбор способа регулирования определяется многими факторами и, в том числе, величиной регулируемой мощности, характером преодолеваемой гидродвигателем полезной нагрузки, требованиями к стабильности движения исполнительных механизмов, стоимостью комплектующего гидрооборудования, степенью сложности способа регулирования и др.

Способ изменения скорости движения выходного звена, основанный на изменении объема рабочих камер называется объёмным. Объёмное регулирование может осуществляться различными способами:

- 1) Изменением рабочего объёма насоса;
- 2) Изменением рабочего объёма гидромотора;
- 3) Изменением рабочих объёмов насоса и гидромотора.

Объёмное регулирование характеризуется безразмерным коэффициентом  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = V_0^*/V_0,$$

где  $V_0^*$  - текущее значение рабочего объёма;  $V_0$  – максимальное значение рабочего объёма [1].



При регулировании изменением рабочего объёма насоса, то есть при постоянном давлении, скорость исполнительного звена и мощность гидропривода изменяются прямо пропорционально коэффициенту  $\varepsilon$ . (рис. 46, а). Однако сила или момент на исполнительном вене остаются постоянными.

При регулировании рабочего объёма гидромотора мощность  $N_H$  насоса остаётся постоянной (при  $n_H = \text{const}$  и  $p_H = \text{const}$ ), но частота вращения вала гидромотора будет изменяться обратно пропорционально изменению величины  $\varepsilon$ . В соответствии с этим будет изменяться вращающий момент на валу гидромотора.

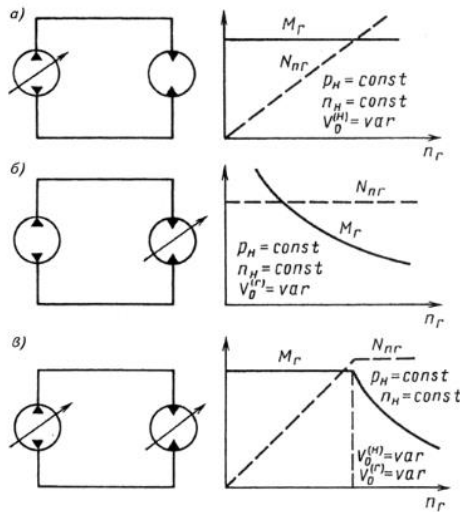


Рис. 1 Объёмное регулирование: а – изменением рабочего объёма насоса при постоянном объёме гидромотора; б - изменением рабочего объёма гидромотора при постоянном объёме насоса; в – изменением одновременно рабочих объёмов насоса и гидродвигателя

Очевидно, что при  $\varepsilon \rightarrow 0$  частота вращения вала гидромотора стремится к бесконечности, что недопустимо, поэтому малые значения рабочего объёма гидромотора приводят сначала к неустойчивой работе, а затем и к самоторможению (рис. 46, б). Вот почему регулирование изменением рабочего объёма гидромотора чаще всего используется в сочетании с регулируемым насосом. В этом случае расширяется диапазон регулирования, которое всегда выполняется последовательно. Например, при разгоне машины вначале устанавливают насос в положение минимального объёма, а гидромотор – в положение

максимального объёма, затем постепенно увеличивают рабочий объём насоса до максимального значения, что соответствует номинальной мощности двигателя, и уменьшают рабочий объём гидромотора для получения минимальной скорости исполнительного звена (рис. 46, в).

К преимуществам объёмного регулирования можно отнести высокий КПД, к недостаткам же – высокую стоимость и сложность системы, из-за необходимости установки регулируемых насосов, и медленное срабатывание. Ввиду перечисленных факторов объёмное регулирование, как правило, применяется для мощных двигателей и тяжёлых машин.

Гидропривод, в котором регулирование скорости движения выходного звена гидродвигателя производят регулирующим гидроаппаратом посредством дросселирования, называют гидроприводом с дроссельным регулированием.

Его принцип заключается в том, что часть подачи нерегулируемого насоса отводится через дроссель или клапан на слив, минуя гидродвигатель. Подача насоса при дроссельном регулировании делится на два потока.

$$Q_n = Q_{гд} + Q_{сл},$$

где  $Q_{гд}$  - расход жидкости, поступающей в гидродвигатель;  $Q_{сл}$  - расход жидкости, сбрасываемой через переливной гидроклапан или дроссель в гидробак, минуя гидродвигатель. Изменяя соотношение этих расходов можно менять скорость движения исполнительных механизмов [2].

При дроссельном регулировании возможны два принципиально разных способа включения регулирующего дросселя: последовательно с гидродвигателем и параллельно гидродвигателю. При этом первый способ может быть реализован в следующих вариантах (рис. 2):

- 1) С дросселем на входе;
- 2) С дросселем на выходе;
- 3) Дросселированием в гидрораспределителе на входе и на выходе.

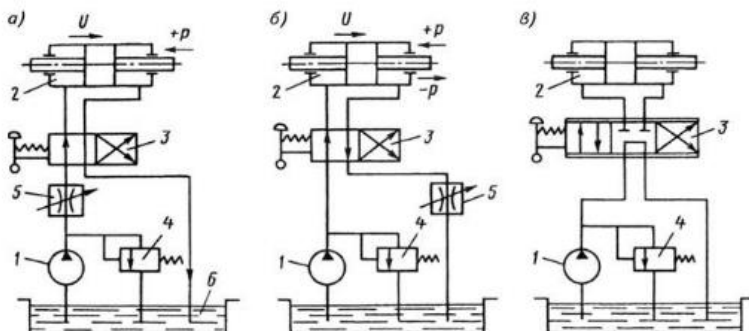


Рис. 2 Дроссельное регулирование при последовательном включении дросселя с гидродвигателем: *а* - дроссель на входе; *б* - дроссель на выходе; *в* - дросселирование в гидрораспределителе на входе и на выходе.

1 - нерегулируемый насос; 2- гидродвигатель в виде гидроцилиндра двустороннего действия; 3 – гидрораспределитель; 4 – предохранительный переливной клапан; 5 – дроссель; 6- маслобак.

В отношении общих потерь и КПД при регулировании последовательно включенным дросселем все три упомянутых варианта равноценны. Однако второй вариант имеет преимущество перед другими в том, что гидродвигатель работает более устойчиво, особенно при законопеременных нагрузках (рис. 2, б). Кроме того, в этом случае теплота, выделяющаяся при дросселировании потока жидкости, отводится без дополнительного нагрева гидродвигателя, что свойственно другим вариантам дросселирования [1].

Отмеченное обстоятельство очень важно, так как КПД регулируемого гидропривода с последовательным включением дросселя не может превышать 0,385. Столь низкое значение объясняется большими путевыми потерями – одновременно в клапане и дросселе. Поэтому дроссельное регулирование применяют в маломощных приводах.

В случае же параллельного включения дросселя (рис. 3) КПД установки определяется лишь степенью открытия дросселя, то есть КПД будет значительно выше, чем в случае последовательного включения дросселя. Однако, при этом исключается возможность регулирования скорости перемещения исполнительного звена, если преодолеваемая сила направлена вдоль штока гидроцилиндра в сторону его перемещения. Клапан 4 (рис. 3) является в этом случае предохранительным [3].

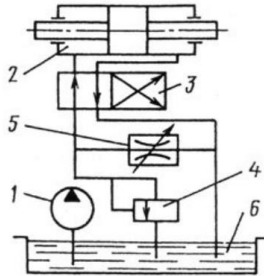


Рис. 3 Дроссельное регулирование при параллельном включении дросселя (обозначения те же, что и на рис. 2)

Что же касается скорости перемещения штока гидроцилиндра, то она находится в обратной пропорциональности к величине открытия дросселя.

К достоинствам дроссельного регулирования относятся простота реализации, низкая стоимость и возможность плавного регулирования в широком диапазоне. Среди недостатков можно выделить низкий КПД вследствие потерь энергии и необходимость использования теплообменников из-за нагрева рабочей жидкости [4].

Сравним между собой рассмотренные выше способы регулирования гидропривода. В ходе сравнения мы рассмотрим три важнейших показателя: КПД, стоимость применяемой аппаратуры и нагрузочные характеристики, т.е. зависимости скорости выходного звена от нагрузки на нём (рис. 4). Из графика видно, что наибольшей стабильностью обладает гидропривод с объёмным регулированием. Результат установки с последовательным включением дросселя значительно ниже, а параллельное включение дросселя показывает худшую стабильность среди приведённых [2].

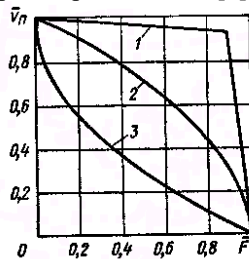


Рис. 4 Нагрузочные характеристики гидропривода при регулировании. 1-объёмное регулирование; 2-дроссельное с последовательным включением; 3-дроссельное с параллельным включением.

Также при объёмном регулировании мы получаем самый высокий КПД, благодаря низким путевым потерям. Самым низким КПД обладает последовательное включение дросселя вследствие выделения теплоты при дросселировании жидкости [5].

Но, не смотря на преимущества объёмного способа по двум важнейшим характеристикам, необходимо рассмотреть экономические показатели. Регулируемые гидромашины более дорогостоящие и требуют значительных капитальных затрат, но, благодаря высокому КПД обеспечивают экономию в эксплуатационных затратах [4]. Таким образом, объёмный способ регулирования стоит применять, когда энергетические показатели являются существенными, например для гидроприводов большой мощности с длительными периодами работы [6]. В маломощных системах и при кратковременных режимах работы целесообразнее использовать гидроприводы с дроссельным регулированием и более дешевыми насосами.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гроховский Д. В. Основы гидравлики и гидропривод: учебное пособие / Д. В. Гроховский. СПб.: Политехника, 2016. 237 с.
2. Овсянников, Ю. Г. Гидропривод и основы гидропневмоавтоматики: учебное пособие / Ю. Г. Овсянников. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. 132 с.
3. Дадабаев Ш.Т. Перспективы внедрения регулируемых электроприводов в насосных агрегатах большой мощности // Энергетик. 2015. № 7. С. 31–33.
4. Трубаев П.А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2010. 143 с.
5. Федоров С.С., Кобелев Н.С., Тютюнов Д.Н., Бойцова Е.А., Бурилич И.Н., Минко В.А., Дорошенко Е.В. Системы автоматического регулирования параметров теплоносителя отапливаемых зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 111-115.
6. Кобелев Н.С., Минко В.А., Кобелев В.Н., Семенов А.С., Гунько И.В., Токарева А.В., Тарасов Д.М. Энергосберегающее решение в биосферных системах отапливаемых жилых и общественных зданиях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65.

*Крутиков А.Н., Даурбеков А.Р., Лукьянов А.С.  
Научный руководитель: Четвериков Б.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ И СОРТИРОВКИ ЯБЛОК**

Одними из наиболее популярных и востребованных фруктов на рынке России являются яблоки. Обусловлено это тем, что цена на эти плоды относительно не высока, а предложение актуально круглый год, также на прилавках представлены в широком ассортименте как импортные, так и отечественные сорта яблок. Но внешние качества зачастую становится основным критерием, определяющим выбор потребителя. Яблоки одного размера, отсортированные при помощи калибратора, не имеющие каких-либо дефектов выглядят приятнее и имеют больший шанс на продажу.

Какие операции включает в себя процесс калибровки и организации хранения урожая? Для сохранения и улучшения товарного вида урожая, они должны быть отсортированы по нескольким критериям:

Сортировка продукции по размеру и весу. Калибровку плодов производят по диаметру максимального поперечного сечения и по массе плода соответственно. Важность такого подхода к сортировке выражена не только в улучшении товарного вида, но также и в повышении качества хранения урожая. Чем крупнее плод, тем меньше срок его хранения, созревание плода происходит быстрее, что приводит к активному выделению веществ на соседние плоды, увеличивая скорость их созревания. Поэтому плоды разного размера необходимо хранить раздельно друг от друга.

Калибровка по внешним признакам. Важно определить свежесть фруктов и степень их зрелости. Осуществляется внешний осмотр плода на присутствие физиологических дефектов, таких как следы от града, сетка на кожице. Также включает в себя визуальный осмотр на наличие тех или иных повреждений, гнили, порчи, присутствие плодоножки. Бракованный плод, который попал к другим фруктам, может распространить гниль на соседние здоровые плоды.

Сортировка по цвету. Плоды, имеющие однородный цвет, выставленные на продажу, выглядят привлекательнее и пользуются большим спросом.

Переработка плодов не товарного вида может стать дополнительным способом дохода. Из мелких, не прошедших сортировку по внешним признакам фруктов можно изготовить сухофрукты, повидло и т.д.

Что включает в себя линия оптической калибровки и сортировки яблок? Изначально яблоки поступают на линию сортировки в ящиках, которые, с помощью погрузчика, помещаются в робот-перегрузатель, имеющий пневматические захваты (рис.1), которые в свою очередь выполняют аккуратную выгрузку плодов вместе с ящиками в разгрузочный резервуар, наполненный водой.

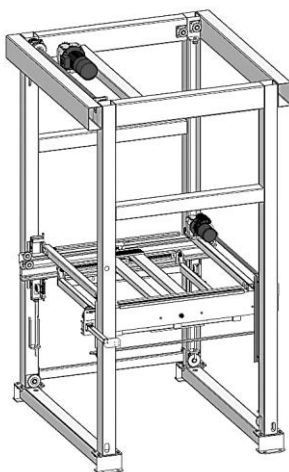


Рис. 1 Робот-перегрузатель

Далее, при помощи гидротранспортёра (рис.2) и замкнутому кругу циркуляции водного потока, плоды проходят первичную очистку от загрязнений и перемещаются к наклонному элеватору (рис.3).

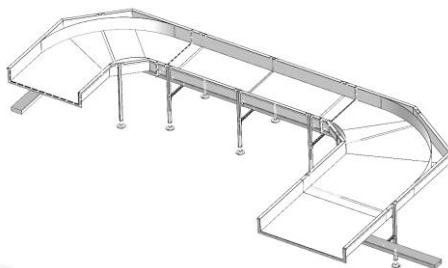


Рис. 2 Гидротранспортёр

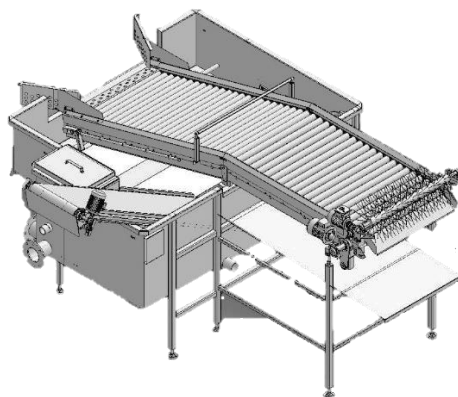


Рис. 3 Наклонный элеватор

Элеватор представляет собой систему приводной тяговой цепи, которая приводится в движение при помощи приводного вала и системы ведомых, со специальными выступающими штифтами, на которые установлены прорезиненные валики, перемещающие фрукты. По средствам транспортировки по наклонному элеватор, плоды поступают к сушильному аппарату (рис. 4), состоящему из специальных впитывающих валиков, которые в свою очередь вращаются и выполняют перемещение плодов по транспортировочным каналам к устройству оптической калибровки продукции.

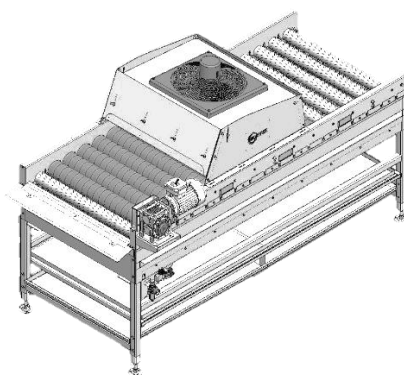


Рис. 4 Сушильный аппарат



После прохождения плодов через оптический сканнер, они попадают на сортировочную машину, на которую установлены специальные чаши (лапки), обеспечивающие бережное перемещение продукции по транспортировочной машине (рис. 5) и выгрузке ее на упаковочный стол.

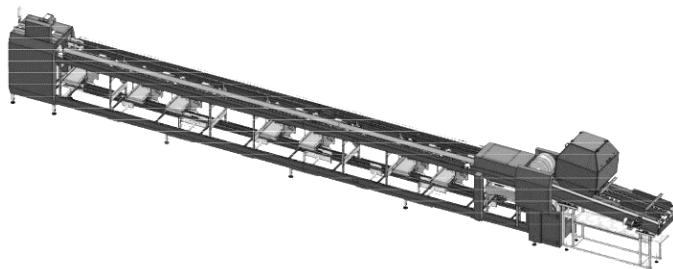


Рис. 5 Транспортировочная машина

Организация автоматической линии калибровки и сортировки яблок имеет большее значение в аграрном бизнесе. Она позволяет повысить качество выпускаемой продукции, увеличить качество и срок хранения урожая, а также оптимизировать процесс отбора и упаковки плодов, что в свою очередь способствует уменьшению затрат на производство выпускаемой продукции.

*Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Табекина, Н. А. Влияние явления дифракции света на точность автоматизированного процесса определения геометрических параметров профиля объектов / Н. А. Табекина, Б. С. Четвериков, М. С. Чепчуров // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 1. – С. 90-93.

2. Четвериков, Б. С. Управление технологическим процессом изготовления бурового инструмента с использованием автоматизированного проекционного контроля: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)" : автореферат диссертации на соискание

ученой степени кандидата технических наук / Четвериков Борис Сергеевич. – Белгород, 2016. – 22 с.

3. Чепчуров, М. С. Позиционирование изделия в процессе автоматизированного бесконтактного контроля формы его поверхности качения / М. С. Чепчуров, Б. С. Четвериков // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 2. – С. 99-103.

4. Пат. 2689854 Российская Федерация, В07С 1/00. Способ проверки при автоматической сортировке картофеля/ А.Г. Дивин, Г.В. Шишкина, П.В. Балабанов, В.В. Прилипухов, М.М. Мордасов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный технический университет". № 2018128805, заявл. 06.08.16; опубл. 29.05.19.

5. Оборудование для мойки, калибровки, сортировки, упаковки овощей и фруктов : официальный сайт. – Краснодар. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://аск-юг.рф> (дата обращения 20.10.2022). – Текст : электронный

6. Chetverikov, B. S. Automation of component selection of ball-bearing support of drilling bit / B. S. Chetverikov, M. S. Chepchurov, I. A. Teterina // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2017. – Т. 90. – № 1-4. – С. 1059-1065. – DOI 10.1007/s00170-016-9432-4.

**УДК 004.3'124**

**Куликов Р.В., Сафин М.А.**

**Научный руководитель: Сафаров И.М., канд. техн. наук, доц.**

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОТВЕДЕНИЯ ТЕПЛА ОТ МАЙНИНГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Особое место в современном мире занимает криптовалюта. Несмотря на то, что за последнее время виртуальная валюта потеряла в стоимости, она все еще остается ценным ресурсом.

Важную роль в существовании криптовалюты занимает ее добыча. Она бывает трех видов – форжинг (минтинг), ICO и майнинг [1].

Форжинг представляет из себя создание новых блоков в блокчейне на основе подтверждения владения доли с возможностью получения доли. ICO – привлечение инвестиций в криптовалюту путем продажи инвесторами новых единиц криптовалюты. И последний, самый

распространенный способ – майнинг. Майнинг это использование вычислительных возможностей электронно-вычислительных машин по сути для обслуживания криптовалют. Обычно майнинг представляет из себя вычисления с перебором параметров для нахождения хеша и создания блоков в блокчейн. [2]. Для этого используются графические устройства и устройства на основе интегральных схем. С начала майнинг был возможен на центральных процессорах компьютеров с минимальным количеством ядер, но из-за возрастания сложности вычислений пришло время графических адаптеров и FPGA- устройств, но в итоге все они вытеснились ASICs [3].

ASIC (Application Specific Integrated Circuit) представляет из себя специальную интегральную схему для решения строго определенных задач. Рассматриваемые в данном случае ASIC предназначены для выполнения криптографических вычислений, связанных с майнингом криптовалют. Основным производителем ASIC-майнеров является фирма Bitmain, занимаая лидирующее положение на рынке. Свое место так же нашли фирмы Canaan, Ebang, Innosilicon и другие.

В процессе майнинга устройства потребляют большое количество электричества [4]. Поэтому так же выделяется большое количество тепла, обусловленное внутренним сопротивлением любого электрического прибора. От температуры интегральных схем зависит ее долговечность и производительность, поэтому организация эффективной системы отвода тепла является важным аспектом в процессе майнинга.

Традиционно для охлаждения вычислительных устройств используются воздушные системы охлаждения. Например, в AntminerS19 для охлаждения радиаторы устанавливаются на чипы и продуваются при помощи четырех кулеров с производительностью по 6000 оборотов в минуту каждый. Такая система охлаждения имеет ряд недостатков, таких как высокий уровень шума, быстрое загрязнение радиаторов. Из-за забитых радиаторов происходит снижение эффективности охлаждения с возможным выходом из строя устройства.

Другим способом снижения температуры оборудования является применение жидкостного охлаждения. Оно заключается в погружении устройств в диэлектрическую теплопроводную жидкость, которая в дальнейшем охлаждается обычной проточной водой. В качестве жидкости в основном используются неемкостные непроводящие минеральные масла, так как они менее агрессивны к электронике. В сравнении с воздушным охлаждением использование имерсионного дает такие преимущества как: снижение потребляемой электроэнергии на 41%, увеличение эффективности охлаждения за счет большей

теплоемкости жидкости в сравнении с воздухом, уменьшение шума, вырабатываемого системой охлаждения, уменьшение занимаемого пространства, занимаемого установкой. Однако такая система имеет и недостатки. Так как оборудование погружено в жидкость, то со временем происходит микроскопические отслоение элементов устройства, и в иммерсионной жидкости появляются электропроводные частицы с возможным появлением микротоков. Также есть постоянная необходимость в подпитке системы холодной водой, из-за чего так же возрастают расходы на эксплуатацию такой системы.

Компания Vnish предлагает использовать замкнутую систему комбинированного охлаждения на ASIC, которая будет включать элементы как воздушного, так и жидкостного охлаждения [5]. Ее можно увидеть на рисунке ниже.

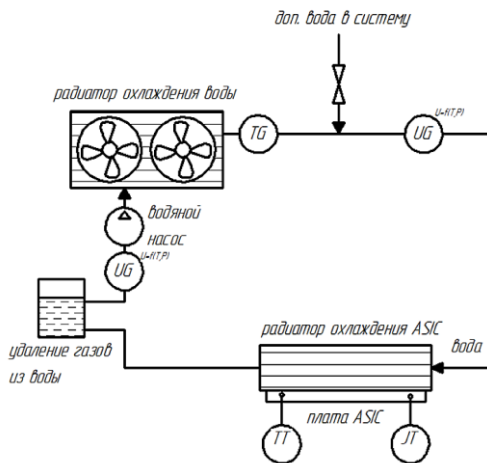


Рис. 1 Схема автоматической системы отвода тепла.

В данной системе отвод тепла от плат ASIC осуществляется при помощи радиаторов, через которые проходит подготовленная вода, из которой удалены лишние примеси. Далее вода проходит через специальный расширительный бачок, в котором происходит удаление пузырьков воздуха, находящихся в воде. Так как воздух имеет в разы меньшую теплопроводность, удаление воздуха из воды позволяет добиться большей эффективности охлаждения. Бачок так же совмещает в себе и визуальный уровень для контроля уровня жидкости в системе. После бачка вода попадает в водяной насос, в котором создается необходимый напор жидкости для прохождения воды через весь контур. Далее следует радиатор с 2 вентиляторами 500 мм. для

охлаждения воды, в котором происходит передача выработанного ASIC-ом тепла из воды в воздух с последующим охлаждением теплоносителя. Так же для увеличения экономичности системы вместо радиатора возможна установка теплообменника, который будет подогревать воду для отопления или других нужд. После воздушного радиатора вода через тройник для добавления воды в систему поступает обратно в радиатор охлаждения ASIC, в результате контур замыкается.

Для организации автоматического отведения тепла от ASIC используется датчик температуры ТТ, установленный на саму плату интегральной схемы. Для местного контроля за состоянием системы установлены 2 датчика давления и температуры UG – перед насосом и после тройника для добавления воды. Так же предусмотрен датчик температуры TG сразу после радиатора. Контрольная плата ASIC, использующая значения с датчиков, вырабатывает управляющее воздействие в виде регулирования скорости вращения вентиляторов и скорости потока водяного насоса. Таким образом происходит автоматическое отведение тепла.

Вода имеет в 3 раза большую теплопроводность чем иммерсионные масла и в 6 раз больше, чем воздух. Поэтому предложенная система обеспечивает наиболее эффективный отвод тепла от оборудования. Благодаря этому возможно значительное увеличение эффективности майнингового оборудования без всякой опасности для нее. В сравнении с воздушным охлаждением, предложенная система практически не издает шума и не требует регулярной чистки радиаторов охлаждения ASIC. Благодаря всем перечисленным выше факторам при использовании данной системы увеличивается надёжность и производительность системы, а это позволяет увеличить доходность майнинга, что является значительным плюсом.

Таким образом, из всех перечисленных выше систем автоматического отведения тепла комбинированная система является наиболее эффективной и выгодной.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Гаврилов В. А., Арзина И. Ю. Майнинг криптовалюты// Аллея науки – 2017- Т. 2-№16 – С. 355-361
2. Русскоязычный информационный сайт о криптовалюте Bitcoin / [Электронный ресурс]- <http://btcsec.com/news/>
3. Марамыгин М. С., Терешкин М. Л. Виды и особенности майнинга современных денежных суррогатов-криптовалют // Kant.

2017. №4 С.216 - 217.

4. Самохин В. И., Самохин Д. В., Бабкин Е. Е., Петров И. М. Актуальность вопросов энергосбережения на майнинг-фермах // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы. 2019. №2, с. 103

5. Русскоязычный сайт компании по производстве систем охлаждения для ASIC. / [Электронный ресурс] - <https://vnish.net/>

*УДК 681.52*

*Лукьянов А.С., Цыбульников А.С., Крутиков А.Н.  
Научный руководитель: Четвериков Б.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

### **РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА- ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ СОРТИРОВОЧНОЙ ЛИНИИ**

Автоматическая сортировочная линия представляет собой автоматизированную систему для обработки, мойки и сортировки продукции и грузов, группировки их по определенным параметрам.

Автоматическая линия сортировки плодоовощной продукции должна иметь следующие характеристики:

- производительность: до 9 тонн в час;
- размер продукта: от 60 до 120 мм;
- сортировка: по диаметру и массе;
- количество потоков: не менее 3;
- количество групп(ручьёв) не менее 13;
- размер контейнера №2,3,4,5 по ГОСТ 21133-87.

Автоматическая линия включает в себя следующие основные зоны:

1. Зона разгрузки контейнеров.
2. Зона гидротранспортировки продукта.
3. Зона мойки и очистки продукта.
4. Зона весового контроля.
5. Зона оптического контроля
6. Зона селективной разгрузки.

В зоне 1 выполняется перегрузка продукта из контейнера с использованием водяного потока. Перегрузку выполняет робот-перегрузатель.

В зоне 2 выполняется транспортировка продукта ламинарным водяным потоком.

В зоне 3 выполняется мойка и очистка продукта, а также, удаление воды. В зоне 3 выполняется распределение продукта по потокам.

В зоне 4, в каждом потоке, выполняется измерение массы каждого яблока [1].

В зоне 5 выполняется измерение диаметра каждого яблока [2].

В зоне 6 выполняется распределение продукта по потокам, в соответствии с заданным алгоритмом сортировки и назначенными группами по массе и диаметру [3].

Структура линии сортировки яблок представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Структура линии сортировки яблок

№ зоны	Наименование зоны	Оборудование зоны	Примечание
1	разгрузка контейнеров	Робот- перегружатель	
2	гидротранспортировка продукта	Специальный лоток, насосная станция.	
3	мойка и очистка продукта	Очистные приспособления, роликовый конвейер	
4	весовой контроль	Приборы весового контроля	Оборудование установлено для каждого потока
5	оптический контроль	Система технического зрения	
6	селективная разгрузка	Устройства разгрузки потока, транспортёры продукта в каждой группе	

Для управления автоматической линии требуется разработка многоуровневой распределённой системы управления [4]. Предлагается использование компьютера, в котором хранятся алгоритмы сортировки по каждому продукту и локальных микрокомпьютеров. Структурная схема управления представлена на рисунке 1.

Условные обозначения на схеме: ПК – головной компьютер; МК – микроконтроллер весового и оптического контроля, с управлением автоматическими разгрузителями потоков [5]; ВК – устройства весового контроля; ТЗ – устройства технического зрения; ТП – приводы транспортёров; ПН – привод насоса; КП – приводы транспортёров продукта в линии; П – привод конвейера; ПЛК – управление перегружателем; Д– датчики перегружателя; ППП – привод подъёма перегружателя; ПГ – привод перемещения каретки перегружателя.

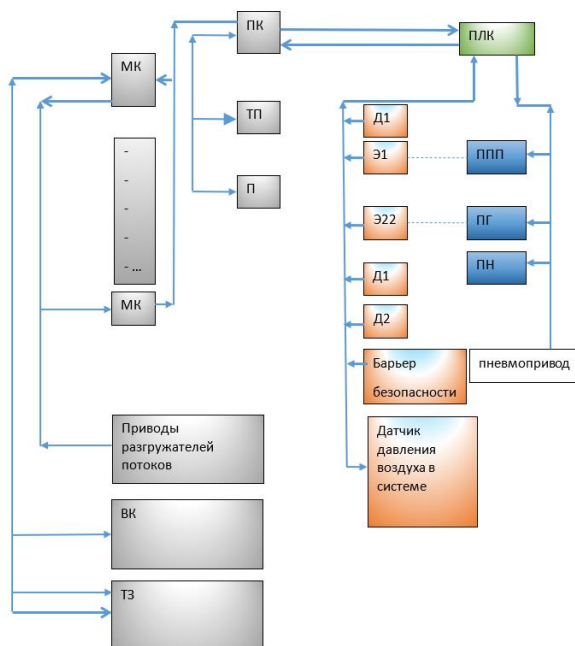


Рис. 1 Структурная схема управления автоматической линии

Таким образом, разработанная структурная схема управления [6] сортировочным комплексом, позволяет определить функциональность основных узлов и их структурные связи.

*Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Табекина, Н. А. Влияние явления дифракции света на точность автоматизированного процесса определения геометрических параметров профиля объектов / Н. А. Табекина, Б. С. Четвериков, М. С. Чепчуров // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 1. – С. 90-93.
2. Чепчуров, М. С. Positioning of a part in the process of automated non-contact control of its surface shape



качения / М. С. Чепчуров, Б. С. Четвериков // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 2. – С. 99-103.

3. Chetverikov, B. S. Automation of component selection of ball-bearing support of drilling bit / B. S. Chetverikov, M. S. Chepchurov, I. A. Teterina // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2017. – Т. 90. – № 1-4. – С. 1059-1065.

4. Пат. 2750086 Франция, МПК G01N 21/35, G01N 21/17, GB07C 5/342. Способ и устройство оптического анализа фруктов или овощей и устройство для автоматической сортировки/ Ф. Бланк; заявитель и патентообладатель МАФ АГРОБОТИК. № 2019129450, заявл. 30.01.18; опубл. 22.06.21.

5. Пат. 2689854 Российская Федерация, В07С 1/00. Способ проверки при автоматической сортировке картофеля/ А.Г. Дивин, Г.В. Шишкина, П.В. Балабанов, В.В. Прилипухов, М.М. Мордасов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный технический университет". № 2018128805, заявл. 06.08.16; опубл. 29.05.19.

6. Четвериков, Б. С. Управление технологическим процессом изготовления бурового инструмента с использованием автоматизированного проекционного контроля: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Четвериков Борис Сергеевич. – Белгород, 2016. – 22 с.

**УДК 62-52**

**Мамбетов Э.Б.**

**Научный руководитель: Чепчуров М.С., д-р техн. наук, проф.**  
*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СТОПИРОВКА ИЗДЕЛИЙ КАК ПОДГОТОВКА К РОБОТИЗИРОВАННОЙ ОПЕРАЦИИ**

В современном мире более востребованными на производстве становятся автоматические линии. Это связано с потребностью реализовать такое производство, которое будет тратить минимальное количество времени и получать при этом товар с высоким качеством.

В данной статье мы рассмотрим, как робот *Kuka KR 90-2700* помогает автоматизировать производство. Данный робот предназначен для складирования металлических изделий разных форм (в нашем случае для ведер). Стопировщик, изображенный на рисунке 1, необходим для создания ровных стопок (рядов) из металлических изделий (ведер).

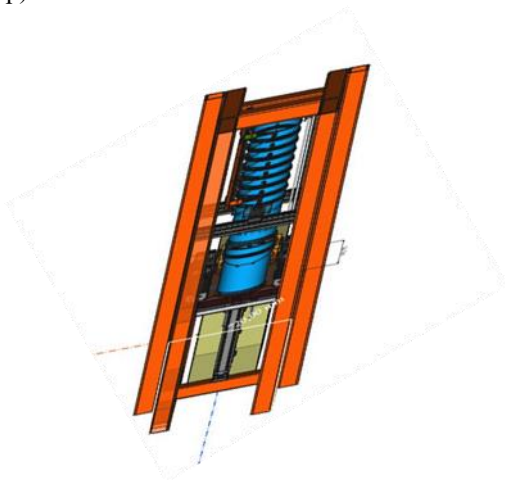


Рис. 1 Объёмная модель стопировщика

После окончания проектирования нами был собран автоматический стопировщик, представленный на рисунке 2.



Рис. 2 Рабочий реальный образец стопировщика

Данный стопировщик оснащен функциональными датчиками, благодаря которым он может работать автоматически. Функции датчиков состоят из команд: «запуск», «оборот ведер», «сбор ведер».

Рассматриваемый стопировщик оснащен рабочей зоной. Например, на рисунке 3 мы видим главное меню дисплея, предназначенного для контроля работы автоматического стопировщика человеком.



Рис. 3 Экран «Работа» программы управления стопировщиком

Дисплей дает возможность запуска установки, а также ведет счет количества ведер и поддонов, которые были собраны.

При помощи меню «наладка», изображенном на рисунке 4, можно наладить стопировщик в реальном времени.



Рис. 4 Экран «Наладка» стопировщика

На случай повреждения экрана мы имеем функциональные кнопки, продемонстрированные на рисунке 5, расположенные на самом стопировщике.



Рис. 5 Шкаф управления стопировщиком

Стрелочки на данном изображении (рисунок 5) помогают передвигаться по меню, значения F1, F2, F3, F4 отвечают за отдельные функции.

После создания физической модели были запрограммированы контроллеры, предназначенные для работы стопировщика в автоматическом режиме (рисунок 6).

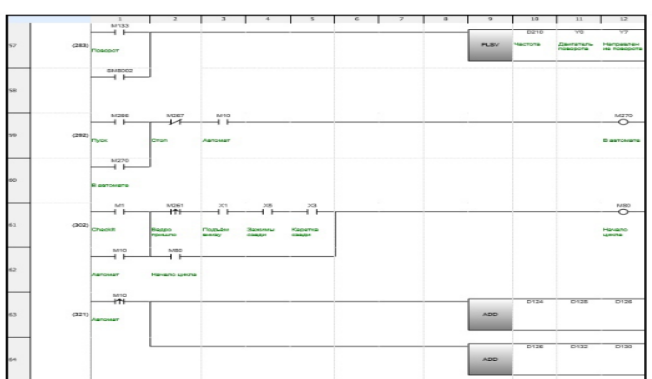


Рис. 6 Фрагмент программы ПЛК

Чтобы просмотреть работу, проделанную стопировщиком, обратимся к рисунку 7.

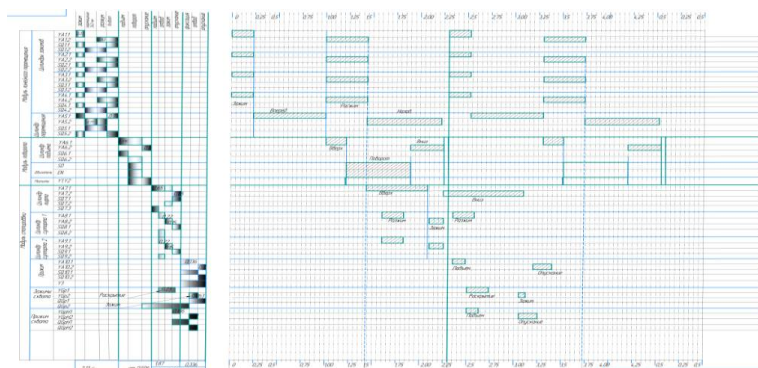


Рис. 7 Цикорппамма работы стопировщика

По итогу проделанной работы можно сделать вывод о том, что автоматический стопировщик полностью функционален и может использоваться на предприятиях для различных целей.

Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепчуров М.С. Модернизация управления приводом фрезерного станка с ЧПУ при использовании ПК/ М.С.Чепчуров.- Текст: непосредственный//Ремонт. Восстановление. Модернизация.- 2008.- №7.-С. 13-15.
2. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве: Ч.1: учебное пособие для вузов/ В. И. Аверченков, А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек [и др.]. –М: Изд-во Флинта, 2011. – 216с. – Текст: непосредственный.
3. Программируемые контроллеры: рук-во для инженера. – 3-е изд: пер. англ. – М: БИНОМ, 2007ю – Текст: непосредственный.
4. ГОСТ 21753-76\* Группа Т58. Государственный стандарт союза СССР система ЧЕЛОВЕК-МАШИНА. Рычаги управления. Общие эргономические требования Man-machine system. Control levers. General ergonomic requirements Дата введения 1977-01-01. Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 27 апреля 1976 г. N 952 срок введения установлен с 01.01.77.
5. Свид. 2021660722 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Программа

управления перемещением рабочего органа оборудования/ М. С. Чепчуров; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» (RU). – №2021661722; заявл. 07.07.2021; опублик. 14.07.2021.

**УДК 621.3**

***Мифтахов А.Р.***

***Научный руководитель: Сабитов А.Х., канд. техн. наук, доц.***  
*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

В работе, основанной на анализе актуальных научных источников, предпринимается попытка рассмотрения перспективы развития автоматизации технологических процессов в электроэнергетических системах. Изучена научная литература по данной теме и сформулирован вывод.

В настоящее время происходят кардинальные изменения во многих сферах промышленности, в том числе связанные с развитием техники, экономики и общества в целом.

Благодаря высокому уровню развития информационных технологий и возможностей вычислительных машин процессу автоматизации можно уделить особое внимание, применяя современные технологические методы проектирования, контроля и оценки эффективности автоматизируемых процессов.

Наибольшее влияние цифровизация окажет на электроэнергетику. Новые цифровые технологии не только повысят стабильность работы энергосистем, но и создадут возможности для развития распределенной генерации в масштабе от одной станции до целой сети с сотнями объектов, в том числе и на основе возобновляемых источников энергии, а также электроэнергетических систем и сетей.

Также по оценкам экспертов, повсеместное внедрение новых методов мониторинга и прогностики состояния генерирующего и сетевого оборудования в разы снизит аварийность, а также ежегодные потери электроэнергии.

При разработке автоматических устройств специалисты предусматривают возможность отслеживания и локализации аварийных ситуаций на ключевых узлах производства в электрических системах.

Для этого в систему встраиваются автоматические датчики, подключаемые к оборудованию. АСУ может изменять значения параметров или переключать узлы как самостоятельно, так и по команде оператора.

Рассмотрим основные виды систем автоматического управления в электроэнергетике, применяющиеся в настоящий момент:

- релейная защита (РЗ);
- локальная противоаварийная автоматика (ПА);
- локальные регуляторы для генераторов, такие как автоматическое регулирование возбуждения (АРВ), автоматическое регулирование скорости (АРС);
- локальные регуляторы для электростанций, такие как групповой регулятор активной мощности (ГРАМ), групповой регулятор напряжения и реактивной мощности (ГРНРМ);
- локальные регуляторы напряжения синхронных и статических компенсаторов, автоматические регуляторы РПН автотрансформаторов и трансформаторов;
- общесистемная ПА, такая как автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ);
- автоматическая система регулирования частоты и активной мощности (АРЧМ).

Анализ актуальных источников показывает, что на сегодняшний день в электроэнергетике уже заложен фундамент для цифровых преобразований.

Теоретически изученная база дает понять, что особенность всех существующих систем автоматического управления в электроэнергетике заключается в том, что в алгоритмах управления участвует ограниченное количество контролируемых параметров режима (чаще всего измеряемые на одном энергообъекте).

Однако при этом не учитывается взаимосвязь управляющих воздействий и неконтролируемых параметров режима, даже тех, за нахождение которых в допустимых диапазонах отвечает оперативно-диспетчерский персонал.

Таким образом, из проведенного нами анализа можно сделать вывод, что развитие современных устройств автоматического регулирования главным образом направлено на поддержание частоты напряжения, хотя в перспективе такие мероприятия теряют свою значимость.

Так же стоит отметить, что имеющиеся в энергосистемах России устройства автоматического регулирования слабо приспособлены для поддержания напряжения на шинах потребителей. Однако с каждым

годом их развитию уделяется все больше внимания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанов В., Матисон В., Виноградов А., Сибирцев А., Лавров А., Бахарев П., Прокудин А. Новые средства энергосбережения и оптимизации энергопотребления // Силовая электроника. № 3. 2005. С. 30–33.
2. Аспекты аппаратурного оформления энерго- и ресурсосберегающих процессов / И.Е. Шабанов [и др.] // Вестник ВГТА. 2005. № 10. С. 73–81.
3. Курнасов Е.В. Алгоритмы анализа и контроля эффективности автоматизированных технологических процессов // Автоматизация и современные технологии. 2014. С. 17–33.
4. Холопов В.А., Ладынин А.И. Анализ структур АСУТП по отношению к типам производства // Промышленные АСУ и контроллеры. 2015. С. 17–25.
5. Дилигенский Н.В., Цапенко М.В. Методология DEA: оценка эффективности экономических объектов, анализ метода и свойств решений // Высшее образование, бизнес, предпринимательство. 2001. С. 149–159.

*УДК 62-233.3/9*

*Мороз Е.А., Гончаренко Е.С., Лисицын А.К.  
Научный руководитель: Воронкова М.Н.*

*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ЗАДАНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА ВАЛА

Современное производство в значительной степени опирается на использование станков с ЧПУ. Сами станки усложняются, становятся более интеллектуальными. Вместе с тем их эффективная эксплуатация требует эффективного управления. Усиление конкуренции и потребность рынка в сложных изделиях заставляют предприятия задумываться о комплексной автоматизации производства. В такой постановке стадия разработки управляющих программ уже не воспринимается как автономная задача, а должна быть связана с другими этапами конструкторско-технологической подготовки производства.



Одним из способов автоматизации являются системы автоматизированного проектирования (САПР). На рынке представлены программы одного из лидеров Siemens PLM Software, такие как NX, Solid Edge (CAD), TECNOMATIX, а также PDM/PLM система Teamcenter [1-3]. NX - относится к САПР высшего уровня, создана для внедрения комплексных интегрированных решений CAD/CAM/CAE/PDM/PLM, предназначенных для сопровождения изделия на всех этапах его жизненного цикла, включая промышленный дизайн, проектирование, подготовку производства и инженерный анализ. Модуль CAD предназначена для автоматизации проектных, конструкторских и чертёжных работ на современных промышленных предприятиях.

Альтернативой является программный продукт ANSYS, который позволяет выполнять широкий спектр расчетов так как включает в себя целый ряд решателей [4-6]. Ansys — универсальная программная система анализа методом конечных элементов (МКЭ), существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является довольно популярной у специалистов в сфере автоматизированных инженерных расчётов (САПР, или CAE) и решения МКЭ линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Предлагаемые фирмой ANSYS Inc. средства численного моделирования и анализа совместимы с некоторыми другими пакетами, в частности система ANSYS сопрягается с CAD-системами NX, CATIA, Pro/ENGINEER, SolidEdge, SolidWorks [7], Autodesk Inventor и некоторыми другими.

**Конечно-элементный анализ.** Проведем конечно-элементный анализ вала используя различные подходы. Первым проведем конечно-элементный анализ используя только геометрию самого вала.

Ход построения:

Используем команды Начало→Расширенная симуляция.

Задаём все настройки диалоговых окон по умолчанию:  
Настройки→Интерфейс пользователя→Общий→Сбросить настройки меню.

Создаём новую КЭ модель и симуляцию, в качестве решателя выбираем NX Nastran

Используем команды Начало - Расширенная симуляция.

Задаём все настройки диалоговых окон по умолчанию: Настройки→Интерфейс пользователя→Общий→Сбросить настройки меню.

Создаём новую КЭ модель и симуляцию, в качестве решателя выбираем NX Nastran (рис. 1).

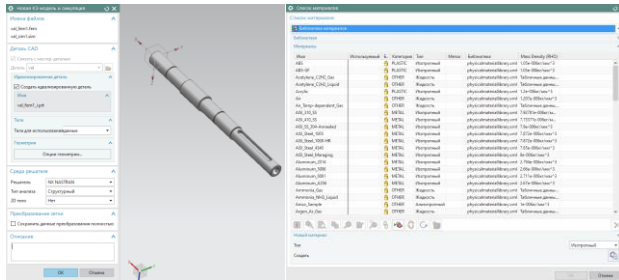


Рис. 1 Создание новой КЭ модели и симуляции

Для отделения геометрии мастер-модели от идеализируемой выполняем команду Перенос на панели инструментов, после чего идеализируем модель. Переходим к КЭ модели, создаем таблицу физических свойств применяемых материалов, далее назначаем материал - Iron\_Cast\_G25.

Следующим шагом является создание коллектора сетки. Далее для генерации КЭ сетки выбираем команду 3D тетраэдральная сетка. В появившемся окне в опции Тип выбираем CTETRA (10), в качестве объекта для генерации сетки выберем деталь «Вал», как показано на рис. 2. Во вкладке Параметры сетки для опции Размер элемента выбираем устанавливаем автоматический размер элемента равное 10,2 мм.

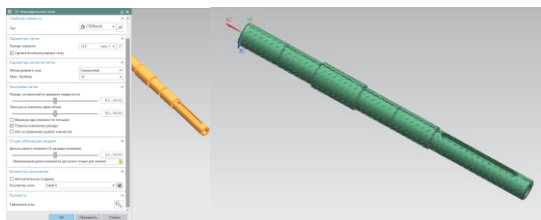


Рис. 2 Создание новой КЭ модели и симуляции

Рассмотрим два способа симуляции: первый способ предполагает определение ограничений и нагрузки непосредственно на конечно-элементную модель вала, второй способ является более сложным и предполагает расчет конечно-элементной модели вала как часть

конечно-элементной сборки. Второй подход актуален в том случае, когда накладываемые ограничения приводят к тому, что конечные элементы сетки в области накладываемых ограничений перестают воспринимать нагрузку относительно той или иной оси, в зависимости от типа ограничения.

В контейнере сопряжений задаём ограничение Цилиндрический шарнир в области шеек вала (рис. 3а), а ограничением вращения вала будет являться жёсткая заделка шпоночного паза. В качестве нагрузки выступает крутящий момент, ступень вала диаметром 32 мм. Крутящий момент принимаем равным 120 Н\*м. Для второго случая создана конечно-элементная сборка, которая имеет вал, шпонку и условно выполненные обоймы подшипников (рис. 3б). Нагрузка, как и в первом случае прикладывается непосредственно на ступень вала диаметром 32 мм, а ограничения прикладываются к элементам сборки (шпонки, подшипникам), которые объединены операцией склеивание поверхности.

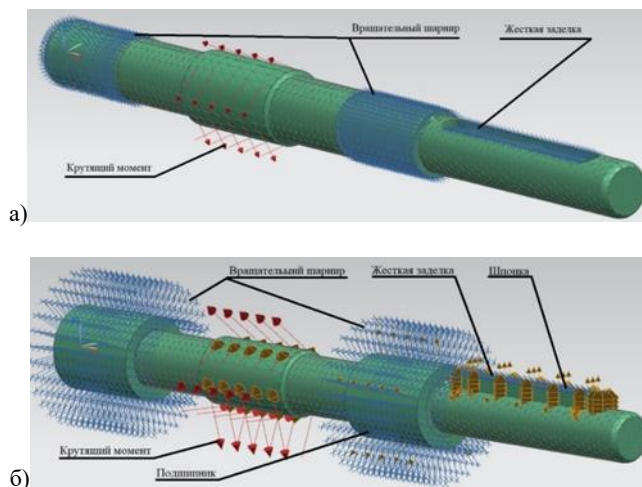


Рис. 3 Создание новой КЭ модели и симуляции  
а) – применение непосредственно к валу, б) – вал как часть сборки.

Проведём расчёт и анализ результатов с помощью команд Solution1 – Решить. В навигаторе постпроцессора получаем визуальное отображение перемещения по узлам и напряжения по элементам для номинальной нагрузки (рис.4а, б).

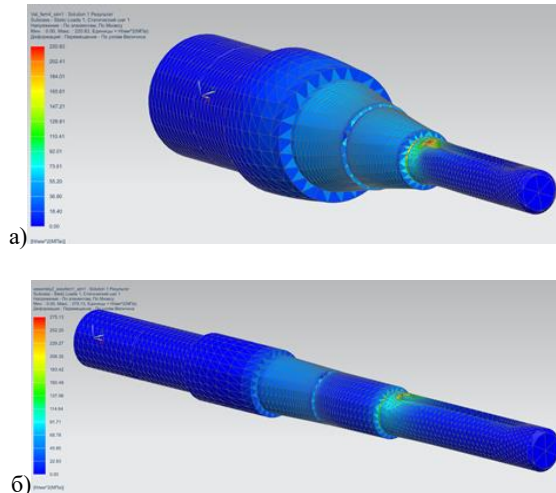


Рис. 4 Результаты расчета напряжения по Мизесу  
 а) – применение непосредственно к валу, б) – вал как часть сборки.

Результаты расчета разошлись, так в первом случае (а) предельное напряжение составило 220 МПа, а во втором (б) 275 МПа. Это происходит в результате того, что во втором случае шпонка также подвергается деформации, поэтому перемещение конечно-элементной сетки вала также изменятся, что можно видеть на рисунке 5 (а), (б).

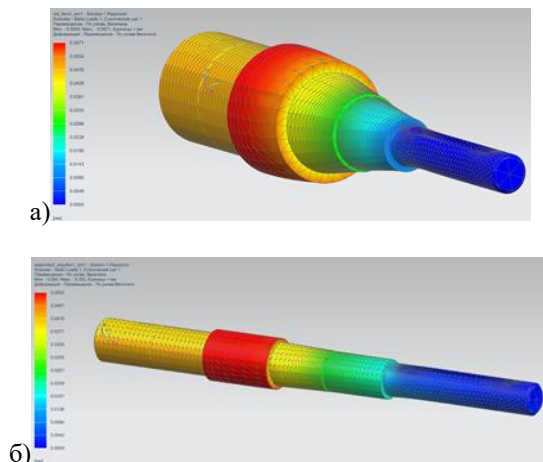


Рис. 5 Результаты расчета деформации: применение непосредственно к валу:  
 а) – применение непосредственно к валу, б) – вал как часть сборки.

На примере стандартного расчета вала, показано влияние различных подходов составления расчетной конечно-элементной модели на результат симуляции. Так расхождение в результатах при наложении ограничений непосредственно на поверхность рассчитываемой конечно-элементной модели, составили 0.007 мм для показателя деформации и 55 МПа для напряжения по Мизесу. Выполнение расчетов при помощи конечно-элементного анализа значительно ускоряет процесс проектирования и позволяет выполнять довольно точные расчеты, однако правильная интерпретация полученного решения является не менее важной задачей, которая требует внимания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. NX для конструктора-машиностроителя. / Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лаптев И.В., Осюк В.А. Учебное пособие – Москва. Издание, ДМК Пресс, 2010. – 503 с.
2. Программирование обработки в NXCAM. / Ведмидь П.А., Сулинов А.В. Учебное пособие - Москва. Издание, ДМК Пресс, 2014. – 305 с.
3. Автоматизированная технологическая подготовка в машиностроении. / А.В. Хуртасенко, И.В. Маслова. Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 84 с.
4. Ельцов, М. Ю. Проектирование в NX под управлением Teamcenter / Ельцов М. Ю., Козлов А. А., Седойкин А. В., Широкова Л. Ю. - Москва: ДМК Пресс, 2013. - 752 с.
5. Konyukhov A.V. Основы анализа конструкций в ANSYS. (in Russian) English translation: The Basics of Structural Analysis with ANSYS. Publisher: Kazan State University Press. 2001..
6. Song Wang, Yunyu Cao. Analysis of Planetary Gear Transmission Characteristics Based on ANSYS. Journal of Engineering Research and Reports. 2022. DOI:10.9734/jerr/2022/v23i117588.
7. Han E, Zhibin L, Jianyu Z, Zhiying L, Chen Y. Wenping Han1 ABAQUS and ANSYS implementations of peridynamics-based finite element method (PeriFEM) for brittle fracture. posted 23 Aug, 2022 DOI: 10.21203 / rs.3.rs-1888499 / v1
8. Antsiferov S.I., Voronov V.P., Evtushenko E.I., Yakovlev E.A. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042007.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для проведения анализа и синтеза функционирования АСУПМ будем использовать комплексный метод общепринятый в моделировании систем, в котором ожидается поочередные переходы от совместного к личному, когда в базе рассмотрения лежит задача, при этом разбираемый объект отличается из находящейся вокруг сферы. Представленная ниже схема (рис. 1) подробно описывает многофункциональные взаимосвязи среди блоков и представлен главный комплекс характеристик.



Рис. 1 Обобщенная структурно-логическая схема АСУ

Выходными характеристиками  $y_i(t)$  являются:  $y_1(t)$  – максимально минимальная величина остаточного напряжения;  $y_2(t)$  – максимальный по амплитуде ПИС;  $y_3(t)$  – стабилизированные магнитные и упругие характеристики.

Магнитоотрицательные чувствительные элементы, выполненные в виде ферромагнитной проволоки, используются во многих приборах. В процессе эксплуатации, они обеспечивают надежность, а самое главное точность [1...3].

Для достижения стабильно высоких характеристик магнитоупругости по всей длине, уменьшения «вредных» зон, а так же

увеличения диапазона предложен новый метод технологии изготовления акустических волноводов из холоднотянутых ФМП представленный на рисунке 2.

Суть предложенного метода состоит в деление процесса нагрева и контролирования на конкретные кратковременные периоды, почти не изменяя термические режимы. До начала процесса на механизме устанавливается нужное значение  $P_{\text{пн}}$  усилия на ФМП. Процесс начинается с того что ИТВ через генератор проводит предварительную диагностику, создающую крутильные магнитоакустические волны. В начале возможной зоны обнаружения стоит магнит, который помогает уловить ИС акустическим преобразователем. Механические напряжения на ФМП создается с помощью механизма 8 до  $P_{\text{пн}}$  и в тоже время постоянный магнит перемещается ближе к преобразователю до того момента пока зона обнаружения станет наименьшей из возможных вариантов.

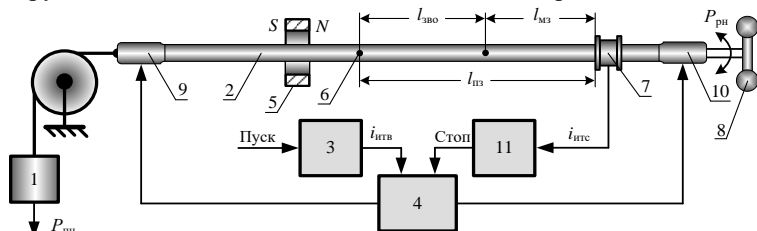


Рис. 2 Установка для термомеханической обработки ферромагнитной проволоки

К ферромагнитной проволоки подключается генератор и производится термообработка. Значение тока выбирается в соответствие с размерами, химическим составом и физическими свойствами возникающих при термообработке образца.

Когда в ФМП подается ток, она нагревается и образует вокруг себя КМП, а в стабильном режиме АВ не формируются. В ферромагнитной проволоки с небольшими периодами  $T_{\text{п}}$  отключают генератор на короткий промежуток времени, которое определяется отношением длины «вредных» зон и скорости магнитоакустических волн  $t = l_{\text{вз}}/v_{\text{мв}}$ . После постоянный магнит воздействует на ФМП

и возникают КМВ, а они достигают преобразователя, считываются им и гасятся в демпферах на обоих концах [4...5].

Когда проходит начальный цикл ТМО блок управления проводит измерения и фиксирует начальные параметры, после отключения тока

на короткое время. Следующие циклы проходят с определенными интервалами и все показания сравниваются до тех пор, пока не будет достигнута максимальная амплитуда. После этого блок отдает команду STOP и ТМО прекращается.

Описанная выше технология ТМО ФМП дает возможность получить стабильные по всей длине магнитоупругие свойства, уменьшение ОН, уменьшения «вредных» зон с 45 мм до 20 мм, а так же увеличения примерно на 50 % длительности «естественных» затуханий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артемьев Э.А. Магнитострикционные преобразователи перемещений: классификация, принципы построения. // Датчики и системы. 2002. №5. С. 3.

2. Прошкин В.Н., Магомедова Э.А., Тимонин Д.В. Автоматизированная система для термомеханической обработки ферромагнитных изделий / Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции // Пенз. гос. технол. ун-тет. Пенза: ид-во ПензГТУ, 2017. С. 149 – 150.

3. Прошкин В. Н. Конструкторско-технологические способы совершенствования магнитострикционных преобразователей линейных перемещений для специальных условий эксплуатации: Дис. канд. техн. наук. Астрахань.: АГТУ, 2007. С. 46-48.

4. Опарина И.И. Автоматизация производства // А и У. 2012. №212. С. 125-131.

5. Волков А.С. Теоретическое и экспериментальное исследование магнитострикционных линий задержки на продольных волнах: Дис. канд. техн. наук. – Ростов на Дону, 1962. С. 67-69.

**УДК 004:042**

*Мустафин Р.Ф.*

*Научный руководитель: Зарипова Р.С., канд. техн. наук, доц.*

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КИНОТЕАТРА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ TELEGRAM БОТА

В данной статье рассматривается один из наиболее удобных способов быстрого и качественного доведения необходимой



информации посредством диалога пользователя с Telegram ботом. Разработке ПО предшествуют несколько этапов: изучение существующих продуктов на рынке информационных систем для магазинов, анализ деятельности предприятия, реинжиниринг бизнес-процессов, выбор стека технологий, программирование приложения, а также проверка экономической эффективности.

В условиях динамичного и изменчивого рынка каждая компания стремится занять лидирующие позиции и привлечь максимально возможное количество клиентов. В настоящее время большинство предприятий активно ведут рекламные кампании в онлайн-пространстве, так как интернет является неотъемлемой частью жизни практически каждого человека.

Один из наиболее важных аспектов конкурентоспособности компании является применение в рабочей деятельности новых информационных технологий. Развитие ИТ привело к изменению подходов к автоматизации бизнес-процессов предприятия.

Актуальность данной статьи заключается в необходимости использования онлайн-сервисов для взаимодействия между организацией и клиентами в целях сокращения временных издержек текущего бизнес-процесса по консультированию пользователей.

Для данных целей была подобрана такая технология как чат-бот в социальной среде Telegram.

**Цель работы.** Целью создания программного средства автоматизации работы связи с клиентами является ликвидация ручных процессов, уменьшение количества затрачиваемого человеческого ресурса, увеличение обсуждаемости предприятия в социальных сетях, прогрессивность компании, а также максимальной поддержки и увеличения клиентской базы, а так же целью является улучшение качества обслуживания клиентов путем разработки и внедрения в предприятие «кинотеатр» чат бота, автоматизирующего бизнес-процесс обработки клиентов в чате.

Основная деятельность кинотеатра – это преимущественно показ киноновинок и кинопремьер. Объем рынка кинотеатров по-прежнему растет. Каждый год российские и зарубежные кинопроизводители ускоряют развитие рынка кинотеатров, увеличивая размеры целевой аудитории. После проведенного опроса статистика показывает, что чаще всего в данное заведение ходят люди в возрасте от 22 до 30 лет.

Предметной областью данной работы является уменьшение количества затрачиваемого ресурса сразу нескольких отделов: технический, отдел маркетинга и smm.

Назначение программного средства – это обеспечение сбора и хранения представленной клиентами информации, обеспечение быстрого перехода информации в нужный отдел и контроль доходимости ответов до клиентской базы.

Главными показателями качества работы программного обеспечения являются сокращения временных затрат на выполнение бизнес-процессов, снижение загруженности сотрудников.

В процессе анализа было выявлено, что следует ликвидировать ручные поиски данных, а также сбора информации, ее передачу из отдела в отдел, разработать систему для автоматического поиска ответов и сбора отзывов в одном месте, что позволит уменьшить количество потребляемого человеческого ресурса и времени ожидания клиента, следовательно и увеличения доходности организации.

**Результаты исследований.** Для разработки чат бота помощника для ускорения работы использованы следующие инструментальные средства: Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения. Язык является полностью объектно-ориентированным.

Visual Studio Code – редактор исходного кода, который позиционирует себя как легкий редактор для кроссплатформенной разработки веб- и облачных приложений.

Библиотека Telegram.BOT позволяет принимать и отправлять сообщения пользователей, осуществлять их обработку и предоставляет необходимую информацию о пользователях.

Входным информационным массивом задачи «Разработка чат бота помощника» является текстовое сообщение пользователя то, есть клиента. Бот принимает в себя методом `get_message_bot` переменную `message` в которой содержится текст, проверяет его и работает только с ним.

При выходе пользователь получает сообщение о решении своей проблемы либо расписание, которое тоже выводится в переменную текстового типа.

Как архитектурное решение используется один из видов многокомпонентной архитектуры – трёхуровневая архитектура. Данный вид позволяет разумно распределять модули обработки данных, которые передаются на один отдельный сервер (рис 1.).

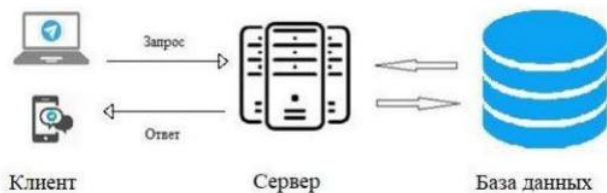


Рис. 1 Диаграмма компонентов

При использовании данного программного продукта с клиентской стороны интерфейс выглядит так (рис. 2):

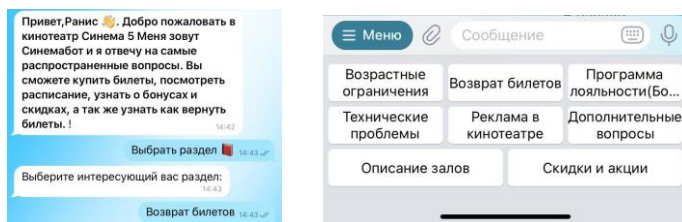


Рис. 2 а - Интерфейс общения с ботом; б - Интерфейс части функционала

На данный момент бот имеет базовые функции, но будет дорабатываться и обрастать новым функционалом под запросы компании.

Telegram-боты стали прорывом в своей области как удобная платформа для реализации различных программных средств под цели пользователя.

В результате проведенных исследований были определены требования к программному обеспечению, разработана модель ПО, а также разработано приложение, обеспечивающее быструю связь и управление задачей «обратная связь с клиентами», и проведено тестирование.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблема разработки и реализации стратегии в российских компаниях при переходе к цифровой экономике // Наука Красноярья. 2019. Т. 8. № 3-3. С. 101-105.
2. Ширмамедова З.Н., Зарипова Р.С. Организация электронного бизнеса // Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 3-2. С. 150-154.

3. Зарипова Р.С., Галямов Р.Р., Шарифуллина А.Ю. Организация производства в условиях цифровой экономики // Наука Красноярья. 2019. Т.8. № 1-2. С. 20-23.

4. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Актуальные проблемы автоматизации бизнес-процессов на предприятии / Наука Красноярья. 2020. Т.9. №4-4. С. 258-262.

5. Ригович Д.С., Зарипова Р.С. Бизнес-интеллектуальные технологии как важнейший тренд информационных технонологий/ Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах.2020. №4 (22). С. 25-27

*УДК 62-52*

*Парамонова А.А., Савостина Я.А.*

*Научный руководитель: Чепчуров М.С., д-р техн. наук  
Белгородский государственный технологический институт  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.*

## **СТРУКТУРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК**

Многоуровневая распределённая система необходима для управления автоматической линии. Для хранения алгоритмов сортировки по каждому продукту необходимо использование головного компьютера, а для управления отдельным оборудованием нужны локальные микрокомпьютеры или ПЛК. Структурная схема управления представлена на рис. 1.

Условные обозначения на схеме: МК – микроконтроллер весового и оптического контроля, с управлением автоматическими разгрузателями потоков; ПК – головной компьютер; ВК – устройства весового контроля; П – привод конвейера; ПЛК – управление перегружателем; ТЗ – устройства технического зрения; ТП – приводы транспортёров; ПН – привод насоса; КП – приводы транспортёров продукта в линии; Д– датчики перегружателя; ППП – привод подъёма перегружателя; ПП – привод перемещения каретки перегружателя; Пневм – пневмопривод.

Головная система управления, применяемая на ПК, связана с схемой управления робота-перегрузателя. Управление производится от ПЛК, имеющего панелью оператора (ОП). С помощью ОП выполняется настройка работа: определение кол-ва загружаемых контейнеров, высоты контейнера, скорости перемещения исполнительных органов и механизмов.

В зону загрузки РП погрузчик устанавливает необходимое количество контейнеров. Датчики зоны загрузки настроены на заданную высоту контейнера, это даёт возможность проведение необходимого расчёта. Когда контейнер находится в зоне загрузки к нему подводится каретка со схватами, которые раскрыты. Затем подаётся в пневмосхему на цилиндр сигнал. При помощи механизмов подъёма и перемещения, схваты зажимаются, перемещается в зону гидротранспортировки. Контейнер удаляется из этой зоны и приходит в первоначальное положение с помощью автопогрузчика после выхода продукта из контейнера.

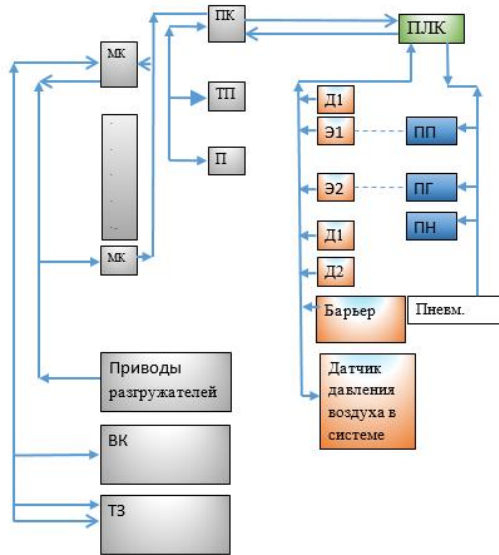


Рис. 1 Структурная схема управления автоматической линией: Э – энкодер привода.

Управление роботом-перегрузателем выполняется от ПЛК, связанного с головным ПК по CANopen интерфейсу.

ПЛК управляет:

- включением\выключением насоса;
- приводом подъёма (3);
- приводом горизонтального перемещения (3);
- золотниками схватов (3);
- подачей сигнала тревоги;
- сигналами состояний (3)

Автоматическая линия включает в себя следующие основные зоны:

- 1) Зона разгрузки контейнеров.
- 2) Зона гидротранспортировки продукта.
- 3) Зона мойки и очистки продукта.
- 4) Зона весового контроля.
- 5) Зона оптического контроля
- 6) Зона селективной разгрузки.

Пример модели автоматической линии сортировки яблок представлен на рисунке 2.

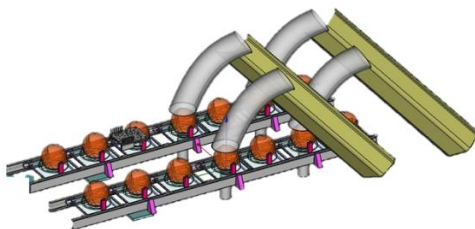


Рис. 2 3D модель зоны селективной разгрузки автоматической линии сортировки яблок.

Исследование выполнено (работа выполнена) в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепчуров М.С., Четвериков Б.С. Позиционирование изделия в процессе автоматизированного бесконтактного контроля формы его поверхности качения. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 2. С. 99-103.

2. ГОСТ 34.201-89. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем: государственный стандарт союза ССР.: издание официальное: УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.03.89 № 664 - М.: Стандартиформ, 2008. - 9 с.

3. ГОСТ 19.701-90.Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения: Государственный стандарт союза ССР.: издание

официальное: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26.12.90 № 3294- М.: Стандартиформ, 2010. - 23 с.

4. ГОСТ 2.704-2011. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем: издание официальное: ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 12 мая 2011 г. N 39): дата введения 1 января 2012 г.. - Москва: Стандартиформ, 2011. - 27 с.

5. ГОСТ 2.052-2006. Межгосударственный стандарт. Электронная модель изделия. Общие положения: издание официальное: ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 23 от 28 февраля 2006 г.): дата введения 1 января 2010 г. - Москва: Стандартиформ, 2012. - 20 с.

6. ГОСТ Р 57976-2017. Национальный стандарт российской федерации. Фрукты и овощи свежие: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2017 г. №1797-ст: дата введения 1 января 2018 г. - Москва: Стандартиформ, 2018. - 20 с.

7. ГОСТ 27819-88. Межгосударственный стандарт. Яблоки свежие. Хранение в холодильных камерах: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 14.09.88 № 3149. г. - Москва: Стандартиформ, 2018. - 11 с.

**УДК 006.012**

**Паушин Е.А.**

*Научный руководитель: Луценко О.В., канд. техн наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ЗНАЧИМОСТЬ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

На сегодняшний день автоматизация компаний приобретает все более массовый характер. Практически невозможно представить какую-либо деятельность без участия информационных технологий. В соответствии с ГОСТ Р 59853–2021, автоматизированной системой считается система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций. Такие системы, как

правило, эффективны, технически и логически совместимы, а также надежны и помехоустойчивы [1, 3].

Максимальный эффект от автоматизации достигается лишь при комплексном подходе, когда практически вся деятельность организации погружена в информационную систему или ряд связанных между собой систем. Таковым подходом может считаться использование существующей в компании системы менеджмента качества (СМК) [2].

Применение СМК является стратегическим решением для организации, которое может помочь улучшить результаты ее деятельности и обеспечить прочную основу для инициатив, ориентированных на устойчивое развитие [3].

Потенциальными преимуществами для организации от применения СМК являются:

- способность стабильно предоставлять продукцию и услуги, которые удовлетворяют требования потребителей;
- создание возможностей для повышения удовлетворенности потребителей;
- возможность продемонстрировать соответствие установленным требованиям СМК и др.

Факторами автоматизации СМК можно считать следующие:

- выполнение циклических монотонных работ с разной протяженностью;
- отсутствие стандартизации и унификации бизнес-процессов;
- неэффективная архитектура информационных потоков, недостаточный уровень автоматизации;
- избыточное число подразделений и департаментов, дублирование функций, неэффективное взаимодействие между ними;
- излишние трудозатраты на контрольно-отчетную деятельность.

Решением вышеперечисленных факторов является автоматизация СМК с помощью большого количества программных продуктов. Рассмотрим работу наиболее популярных в производственной сфере программных продуктов.

Хорошо известен векторный графический редактор MS Visio – программа для создания всевозможных видов схем (рис. 1). К их числу относятся блок-схемы, планы зданий и этажей, схемы технологических процессов, модели бизнес-процессов и др.



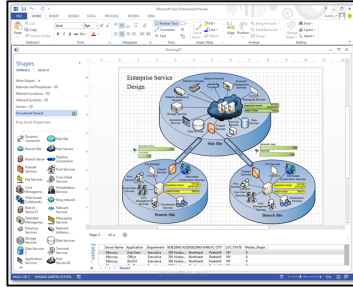


Рис. 1 Пример работы в среде MS Visio

Российская система отечественной ИТ – компании «Современные технологии управления» Business Studio – полноценный инструмент бизнес-анализа, а именно, система бизнес-моделирования, позволяющая спроектировать эффективную организацию (рис. 2).

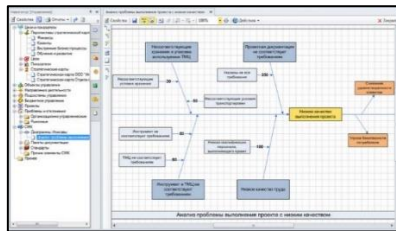


Рис. 2 Пример работы в среде Business Studio

Программное обеспечение для мультимедийного имитационного моделирования AnyLogic – единая платформа для моделирования любых бизнес-систем, позволяющая обеспечить повышенную эффективность и меньший риск при решении рабочих задач в сложных предметных областях (рис. 3).

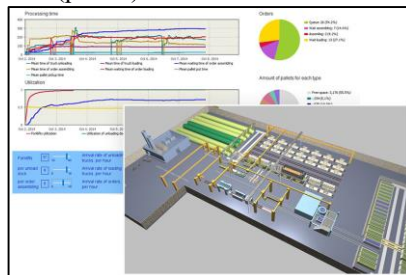


Рис. 3 Пример работы в среде AnyLogic

ИТ технологии значительно расширили сферы своего действенного применения в системах менеджмента, на сегодняшний день нормативные документы в области аудита качества также прописывают современные подходы в области методов аудита. В стандарте ГОСТ Р ИСО 19011–2021 рекомендованы интерактивные средства связи. В табл. 1 показаны методы аудита, которые можно использовать по отдельности и в сочетании для достижения поставленных целей. Если аудит включает аудиторской группы, состоящей из нескольких человек, то можно одновременно использовать дистанционные методы и методы, применяемые на месте.

Аудиторская деятельность на месте выполняется на территории проверяемой организации. Дистанционный аудит осуществляется из любого другого места, кроме местоположения проверяемой организации, независимо от расстояния.

Таким образом, для осуществления комплексной автоматизации систем менеджмента необходима интеграция различных систем, где выбор их состава определяется действующими процессами и потребностями организации.

Таблица 1 – Методы аудита

Степень участия аудитора и проверяемой организации	Местонахождение аудитора	
	На месте	На расстоянии
Взаимодействие с людьми	Проведение опросов Заполнение анкет с участием проверяем организации Проведение анализа документов с участием проверяемой организации Выборка	Через интерактивные средства связи: - проведение опросов; - дистанционное наблюдение за выполняемой работой; - заполнение анкет; - проведение анализа документов с участием проверяемой организации.
Без взаимодействия с людьми	Проведение анализа документов Наблюдение за выполнением работы Выезд на место Заполнение анкет Выборка	Проведение анализа документов Наблюдение за выполняемой работой с помощью средств наблюдения Анализ данных

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородачев С.М. «Статистические методы в управлении качеством: Учебное пособие» // Издательство Уральского института, 2016. с. 17–29;
2. ГОСТ Р ИСО 19011–2021. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента. ФГУП «Стандартинформ» М.: 36 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качеств. ФГУП «Стандартинформ» М.: 23 с
4. Кухты С. В., Стандартизация и сертификация программного обеспечения: учеб. –метод. комплекс для студ. спец. 1–40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» // Новополоцк: ПГУ, 2007. – 305 с.
5. Рубанов В.Г., Коробкова Е.Н., Луценко О.В. Метод синтеза формирователя тестовой последовательности с перестраиваемыми параметрами, основанный на представлении логических функций в обобщенной форме //Сетевой научный журнал «Экономика. Информатика» /Economics. Information technologies. 2020. Том-43 №3. с.583-599

*УДК 006.012*

*Папутин Е.А.*

*Научный руководитель: Луценко О.В., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

Жизненный цикл проекта – набор последовательных фаз проекта, происходящих с системой в процессе её создания и использования.

Моделью жизненного цикла программного продукта принято называть набор определенных фаз (этапов, стадий) проекта по созданию программного обеспечения (ПО), в которых выполняются отдельные процессы, разбитые на задачи и операции [1, 5]. Другими словами, это структура, которая отражает различные состояния системы, начиная с момента создания программного продукта и заканчивая моментом полного завершения разработки. Модель жизненного цикла разработки ПО является единственным видом процесса, в котором представлен порядок его осуществления. Проектирование и испытания

программных средств строго регламентируется национальным стандартом РФ ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010. Рекомендации данного стандарта являются общими для различных моделей.

В настоящее время известны некоторые типовые модели жизненного цикла ПО, которые проявили себя в определенных условиях, имеют определенные преимущества, недостатки и условия применимости: каскадная, итерационная, спиральная и другие модели. Рассмотрим данные модели подробнее.

1. Каскадная модель (англ. waterfall model) — модель процесса разработки ПО, жизненный цикл которой выглядит как последовательное выполнение всех этапов проекта в строго фиксированном порядке. Переход на следующий этап означает полное завершение работ на предыдущем этапе (рис. 1).

Основными принципами каскадной модели являются:

- строго последовательное выполнение фаз;
- каждая последующая фаза начинается лишь тогда, когда полностью завершено выполнение предыдущей фазы;
- каждая фаза имеет определенные критерии входа и выхода.

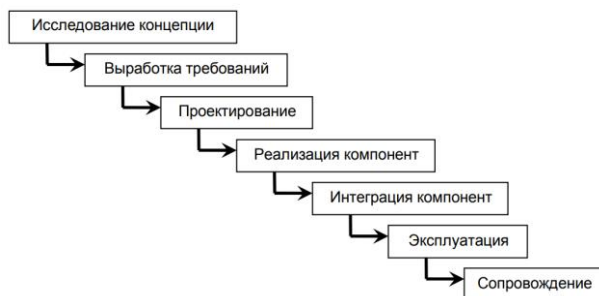


Рис. 1 Схема каскадной модели жизненного цикла ПО

Среди преимуществ каскадной модели можно выделить простоту и удобство в применении, доступность понимания процесса разработки и возможность контроля хода разработки программного продукта. К недостаткам можно отнести невозможность вернуться на несколько стадий назад для исправления возникшей проблемы, отсутствие гибкого моделирования, а также запаздывание с получением результатов в случае изменения требований к проекту [3].

Наиболее эффективным применением каскадной модели является разработка таких проектов, требования которых не изменяются в

течение жизненного цикла, и проектов, связанных с переносом уже разработанного программного продукта на другую платформу.

2. Итерационная модель (рис. 2) является развитием классической каскадной модели и предполагает возможность возвратов на ранее выполненные этапы.

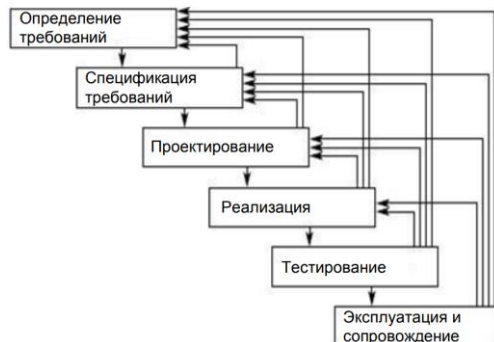


Рис. 2 Схема итерационной модели жизненного цикла ПО

Причинами возвратов в классической итерационной модели являются выявленные ошибки, устранение которых и требует возврата на предыдущие этапы в зависимости от типа ошибки – ошибки кодирования, проектирования, спецификации или определения требований. Реально итерационная модель является более жизненной, чем классическая каскадная модель, т.к. создание ПО всегда связано с устранением ошибок.

К достоинствам итерационной модели можно отнести непрерывное итеративное тестирование и возможность реальной оценки текущего состояния проекта. Недостатком в данной модели является отсутствие понимания объема работ для завершения проекта.

3. Спиральная модель представляет собой процесс разработки программного обеспечения, сочетающий в себе как проектирование, так и поэтапное прототипирование с целью сочетания преимуществ восходящей и нисходящей концепции [2].

Основные принципы спиральной модели можно сформулировать следующим образом:

- разработка вариантов продукта, соответствующих различным вариантам требований с возможностью вернуться к более ранним вариантам;
- планирование следующих вариантов с оценкой альтернатив и анализом рисков, связанных с переходом к следующему варианту.

Схема работы спиральной модели выглядит следующим образом (рис. 3). Разработка вариантов продукта представляется как набор циклов раскручивающейся спирали. Каждому циклу спирали соответствует такое же количество стадий, как и в модели каскадного процесса. В каждом цикле выделяются четыре базовые фазы:

- определение целей, альтернативных вариантов и ограничений;
- оценка альтернативных вариантов, идентификация и разрешение рисков;
- разработка продукта следующего уровня,
- планирование следующей фазы.

Таким образом, спиральная модель жизненного цикла ПО чаще используется при разработке долгосрочных проектов [4].

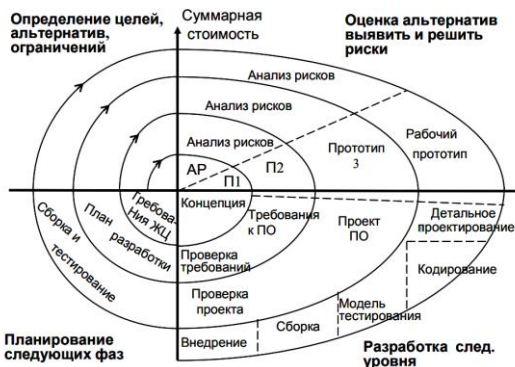


Рис. 3 Схема спиральной модели жизненного цикла ПО

К преимуществам спиральной модели можно отнести возможность разработки программного продукта по частям, поэтапное уточнение требований в процессе выполнения на каждом этапе работы и более тщательное проектирование со способностью выявления возникших ошибок на ранних стадиях проекта. Однако данная модель обладает значительными недостатками в силу её сложности, например сложность анализа и оценки рисков разработки на каждом этапе и «бесконечность» данной модели.

4. Инкрементная модель представляет собой процесс поэтапной реализации всей системы и поэтапного наращивания функциональных возможностей. Модель объединяет элементы каскадной модели с прототипированием. Проект можно разложить на несколько составляющих, каждая из которых спроектирована и построена независимо от другой (рис. 4). Инкрементная модель используется в тех

случаях, когда основные требования к разработке программного продукта четко определены и понятно, однако некоторые детали могут дорабатываться с течением времени.



Рис. 4 Схема инкрементной модели жизненного цикла ПО

К преимуществам данного метода можно отнести гибкость и простоту в управлении итерациями на каждой стадии. К недостаткам – неподвижность каждой фазы итерации.

В заключении следует отметить, что каждая из представленных моделей жизненного цикла ПО имеет свои достоинства и недостатки, поэтому последовательность этапов разработки может существенно отличаться. Очень важно выбрать именно такую модель, которая будет востребована при реальной эксплуатации, в наибольшей степени отвечая характеру проекта и реальным условиям его реализации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голосовский М. С. Модель расчета оценок трудоемкости и срока разработки информационных систем на начальном этапе жизненного цикла проекта // Программная инженерия. 2016. Т. 7. № 10. С. 446–455.
2. Кухты С. В., Стандартизация и сертификация программного обеспечения: учеб. –метод. комплекс для студ. спец. 1–40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» // Новополоцк: ПГУ, 2007. – 305 с.
3. Ларкин Е. В., Богомолов А. В., Привалов А. Н. Методика оценивания временных интервалов между транзакциями в алгоритмах сжатия речевых сообщений // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2017. № 9. С. 23–28.
4. Нарыжная, Н. Ю. Сравнительный анализ моделей жизненного цикла программного обеспечения // Молодой ученый. — 2020. — № 28 (318). — С. 28–32.
5. Рубанов В.Г., Коробкова Е.Н., Луценко О.В. Метод синтеза формирователя тестовой последовательности с перестраиваемыми

параметрами, основанный на представлении логических функций в обобщенной форме //Сетевой научный журнал «Экономика. Информатика» /Economics. Information technologies. 2020. Том-43 №3. с.583-599

*УДК 006.89:007.2*

*Пекарский П.В.*

*Научный руководитель: Луценко О.В., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ МЕТОДОЛОГИИ ПРОВЕРКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**

В современном мире различные средства измерений представляют собой автоматизированные приборы, которые несут в себе некоторое программное обеспечение. Несмотря на все положительные свойства наличия ПО в СИ, это является признаком появления рисков, которые обуславливаются с свойствами программного обеспечения и различных внешних факторов, воздействия на него. Отсюда вытекает проблема о доверии к измерениям.

В данной проблеме присутствует актуальность и на правовом метрологическом уровне. Она была обозначена деятелем в данной области J.F. Magana. Он подчеркнул, что с помощью программного обеспечения возможно расширять и изменять возможности современных средств измерений. В то же время возникает вышеупомянутая проблема, которая решается законодательной метрологией, с помощью технологий защиты информации [7].

В первых отечественных нормативных документах федерального значения указание о необходимости проведения оценки влияния ПО на метрологические характеристики СИ и уровня его защищенности закреплено в п. 1 и 2 ст. 9 Федерального закона РФ «Об обеспечении единства измерений» и в приказах Минпромторга России от 30 ноября 2009 г. №1081 и Минэкономразвития России от 30 мая 2014 г. № 326.

Проанализировав, увидим, что данные вопросы остаются актуальными и на сегодняшний день. Отсюда появляется задача разработки, изучения и модернизации способов испытаний и оценки характеристик и свойств программного обеспечения средств измерений.



Директива 2004/22/ЕС европейского парламента, впервые установила на законодательном уровне требования к программному обеспечению средств измерений. Большая часть пунктов данной директивы содержат требования к защите ПО СИ от несанкционированного, случайного или же преднамеренных влияний.

Рекомендация КООМЕТ R/LM/10:2004 Программное обеспечение средств измерений. Общие технические требования. Данная рекомендация содержит в себе требования к программному обеспечению с измерительным функционалом, а также этапы процессов испытания данного ПО в целях его утверждения. Разработчики СИ стран, входящих в Евро-Азиатское сотрудничество государственных метрологических утверждений используют данную рекомендацию при разработке средств измерений в области законодательной метрологии [3].

Рекомендация OIML D 31:2008 Общие требования к программному обеспечению, контролирующему средства измерения (OIML D 31:2008 General requirements for software controlled measuring instruments). Данный документ был выпущен в 2008 году. В его названии присутствует литера «D», что означает, что данная рекомендация имеет статус международного документа. В данной рекомендации произведен учет метрологических терминов в области ИТ. Также в документе учтены требования к измерительным приборам, которые разделили на общие и требования, которые ориентируются на типовые решения в области информационных технологий. Общие требования применяют ко всем видам СИ с программным управлением [2].

В руководстве WELMEC 7.1, Issue 2, Software Requirements on the Basis of Measuring Instruments Directive впервые было предложено разделять ПО на метрологически значимую, та которая влияет на результаты метрологических измерений, и не значимую части. Такое выделение метрологически значимой части ПО СИ позволяет подвергать проверкам и аттестациям только эту часть, что облегчает разработку, контроль и сам процесс аттестации данного программного обеспечения [1].

Международная организация по стандартизации решает вопросы стандартизации, сертификации во всех областях, помимо электроники и электротехники. Большая часть стандартов ИСО по теме программного обеспечения определяют лишь общие критерии оценки качества.

В отечественных документах различают общую и метрологическую аттестацию ПО СИ. Программное обеспечение

средств измерений (ПО СИ) - программа, использующаяся в средствах измерения для сбора, обработки, передачи, хранения, представления информации. Общая аттестация программного средства представляет собой анализ внутренних свойств для обоснования применения ПО в специальных задачах. Под метрологической аттестацией понимается исследование свойств алгоритма программного обеспечения для выполнения конкретных задач.

С помощью данных методик аттестации ПО СИ могут быть получены наиболее важные характеристики: устойчивость, точность, сложность алгоритма.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. Данный документ описывает следующие характеристики: функциональность, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость, мобильность. Эти свойства могут полно описать качество программного обеспечения. Но данный ГОСТ не описывает принципы и методы, ранжирования и оценки измерения характеристик [4].

ГОСТ Р 51904-2002 был создан с развитием стандарта ИСО/МЭК 12207. Он описывает специфику и структуру жизненного цикла ПО, на которую можно использовать в программной индустрии. Данный стандарт описывает требования для разработки ПО по каждому из этапов жизненного цикла программного обеспечения. От планирования и реализации ПО до интегральных процессов, обеспечивающие качественное выполнение процессов разработки и их выходных данных [5].

ГОСТ Р ИСО МЭК 25041-2014 Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Руководство по оценке для разработчиков, приобретателей и независимых оценщиков.

Текущий ГОСТ описывает требования, а также рекомендации к оценке качества программного обеспечения и используется разработчиками, оценщиками и закупщиками. Данный документ не предназначен для других оценки других характеристик ПО СИ, таких как функциональные требования, требования к процессу и т.д. [6].

Таким образом, анализ отечественных и зарубежных нормативных документов и публикаций, описывающие стандарты и требования к программному обеспечению средств измерений показал, что текущая отечественная база ГОСТов в данной сфере находится на высоком уровне, а также, учитывая российскую специфику применения

требований к ПО СИ, гармонизирует с требованиями в развитых странах мира.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. WELMEC 7.2. Issue 5. Software Guide (Measuring Instruments Directive 2004/22/EC) March 2012.

2. OIML D 31 Edition 2008 (E) General requirements for software controlled measuring instruments. (Общие требования к программно контролируемым средствам измерений)

3. Рекомендация КОOMET R/LM/10:2004 Программное обеспечение средств измерений. Общие технические требования.

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. М., 1994, 13 с.

5. ГОСТ Р 51904-2002. Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию. М., 2002, 62 с.

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25040-2014 Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Процесс оценки.

7. В. А. Слаев, А.Г. Чуновкина. Аттестация программного обеспечения, используемого в метрологии: Справочная книга / Под ред. В.А. Слаева. – СПб.: «Профессионал», 2009 – 320 с.

*УДК 621.56/.59:681.5*

*Переверзев Д.П.*

*Научный руководитель: Луценко О.В., канд. техн. наук, доц.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## ПРИМЕНЕНИЕ CALS ТЕХНОЛОГИЙ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

В современном мире каждая сфера деятельности сталкивается с необходимостью поддержки жизненного цикла объектов техники и IT-технологии, сформулированных как проблема cals-технологий. Для решения данной проблемы огромное значение придается оптимизации процессов обслуживания, ремонта, снабжения запасными частями и модернизации», в том числе путем разработки и внедрения интерактивных электронных технических руководств.

В дословном переводе аббревиатура CALS означает «непрерывность поставок продукции и поддержки ее жизненного цикла». **CALS-технологии** — информационные технологии, используемые в управлении процессами жизненного цикла изделия или системы, в основном для сложных (высокотехнологичных и наукоёмких) образцов продукции машиностроения и иных объектов техники. [1]

Задачи, решаемые CALS технологиями очень востребованы и в сфере бытовой техники в частности в холодильном оборудовании. Главная цель такой технологии минимизировать затраты в ходе использования холодильного оборудования, повышения жизненного цикла изделия, его качества и конкурентоспособности. Управление их техническим состоянием на различных стадиях жизненного цикла на основе обобщенных моделей и единых критериев качества функционирования также является актуальной задачей. [2]

Достигается этот результат за счет существенного сокращения сроков освоения производства новых изделий, улучшения качества этих изделий, оснащение их автоматическими, цифровыми устройствами, использование и развитие технической документации, представляемой в электронном виде.

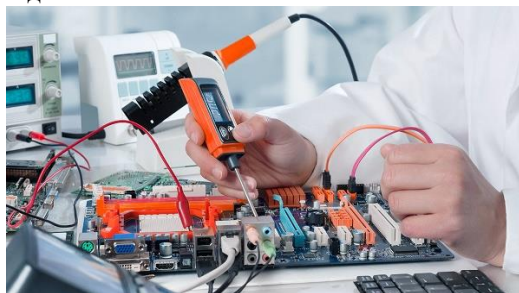


Рис. 1 Цифровое и автоматическое оснащение.

Повышение эффективности достигается благодаря интегрированности и преемственности информации. А также благодаря тому, что характеристики многих деталей создававшихся ранее изделий, описания систем, процессов, станков и оборудования, задействованных при его изготовлении, технических данных, предназначенных для предоставления справочной и описательной информации о производственных, эксплуатационных и ремонтных процедурах хранятся в интерактивных электронных технических руководствах (ИЭТР). ИЭТР – это комплекс интегрированных

программных средств, который включает в себя базу данных об изделии и правилах его эксплуатации. [3]

Для внедрения ИЭТР в рамках концепции *CALS*-технологий необходимо создание базы данных бытовых холодильных приборов БХП, содержащей ее конструктивные особенности, критерии работоспособности, сведения о составе, взаимозаменяемости запасных частей и интегрированных информационных моделях изделия и его производственной и эксплуатационной среды

В качестве критериев работоспособности БХП предлагается использовать математические модели подобия функционирования (критерии подобия), которые могут использоваться применительно к различным моделям БХП на всех этапах их «жизненного цикла».

Например, на основе предлагаемого способа задача определения холодопроизводительности БХП решается следующим способом. БХП представляется в виде сложной системы с подсистемами: «компрессор», «конденсатор», «испаритель», «капиллярная трубка», «фильтр-осушитель» и т.д.

По каждой из подсистем определяют множества выходных, входных, внутренних параметров; устанавливается функциональная зависимость выходной характеристики, например, холодопроизводительности, от входных и внутренних параметров. Из функциональных зависимостей формируют методом нулевых размерностей частные критериальные зависимости, отражающие подобие функционирования подсистем.

Полученное значение холодопроизводительности сравнивают с холодопроизводительностью испарителя по паспорту и делают вывод об исправности. Затем проводят по этой же зависимости поиск возможных причин неисправности и намечают пути ее устранения. Анализ приведенных критериальных зависимостей позволяет сделать вывод об универсальности критериальных зависимостей как математических моделей достижения и управления качеством холодильной техники. [4]

Более того, благодаря применению компьютерных сетей и стандартных форматов данных, *CALS*-технологии позволяют совместно использовать информацию и корректно её интерпретировать. *CALS*-технологии базируются на возможности совместного использования и обмена информацией во время процессов, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта.



Рис. 2 Промышленная холодильная установка.

Например, для того чтобы своевременно распознать возможный переход процесса в аварийный режим, предлагается создать систему идентификации предаварийных ситуаций (ПАС), основанную на современных информационных технологиях и базы данных, по которой будет происходить сравнение текущих показателей с допустимыми. Информация об отклонениях процесса от нормы, о симптомах или признаках неполадки, а также о причинах возникшей неполадки и способах их устранения будет отправляться на управляющее устройство автоматизированной системы управления холодильной установкой. Она работает в режиме реального времени, т.е. в сопряжении с датчиками, с помощью которых информация о параметрах работы холодильной установки поступает на вход в систему через определенные промежутки времени (например, через каждые 10 с). Таким образом, можно оценивать состояние холодильной установки и проводить диагностику неисправностей во время ее работы, т.е. в динамике. [5]

Таким образом, можно сказать что CALS технологии способствуют повышению качества работы холодильной техники. Такие технологии позволяют повышать надежность и безопасность холодильной техники, за счет повышения жизненного цикла ее основных элементов и систем, создания интегрированных программных средств, с использованием необходимых баз данных.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Википедия свободная библиотека «CALS-технологии» [Сайт]. – URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/CALS-технологии/>. (дата обращения: 16.03.2022).
2. Концепция развития CALS-технологий в промышленности

России / НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»; Е.В. Судов, А.И. Левин. – М., 2002. С. 8-21.

3. Настольный журнал ИТ-руководителя [Сайт]. – URL:<http://www.osp.ru/cio/2001/02/171129/> (дата обращения: 28.03.2022).

4. Черпакова, Б.И. Компьютерно-интегрированные производства и CALS- технологии в машиностроении [Текст]/Б.И. Черпакова. – М.: ГУП ВИМИ, 1999. С. 512.

5. Теория проектирования бортовых систем управления мобильными роботами, обладающих свойством живучести: монография / В. Г. Рубанов, И. А. Рыбин, А. Г. Бажанов [и др.]. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. С. 211.

**УДК 621.914.2.01**

***Петерникова К.Л.***

***Научный руководитель* Леонов С.Л., д-р техн. наук, проф.**

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул, Россия*

## **АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ**

Силы резания и их моменты имеют большое значение в технике машиностроения и вообще в теории технологии обработки материалов. Они представляют основные категории механики резания.

Общеизвестно, что в процессе резания металла геометрия инструмента изменяется в результате износа инструмента и что эти изменения могут иметь нежелательные последствия для производительности процесса. Наиболее значительным отклонением от работы острого инструмента является увеличение сил резания, что может привести к изменениям в стабильности процесса, точности деталей и чистоте поверхности деталей.

Исследования в области технологии обработки металлов, снятия стружки в большинстве работ были сосредоточены на обрабатываемости материала. Обрабатываемость материала, определяет характеристики долговечности инструмента, силы резания, качество поверхности, температуры резания и форму стружки. Знание этих особенностей, а также важных технологических характеристик материала важно как при классической, так и при проектировании технологии автоматизированного процесса резки. В соответствии с

этим необходимо создать базу данных об обрабатываемости и оптимизации параметров резания.

Важность знания силы резания, как одной из важнейших функций обрабатываемости, велика, в связи с чем этот вопрос постоянно привлекает внимание исследователей в данной области. Знание величины силы резания позволяет: определять энергетический баланс станков, производить расчет и определение размеров кинетических элементов станков, производить расчет и определение размеров режущего инструмента и вспомогательного оборудования, производить оптимизацию процессов механической обработки (на основе расчета оптимальные значения элементов режима и уравнения, описывающие силу резания), системы адаптивного управления механической обработкой и другие. Силы резания при фрезеровании интенсивно изучаются как аналитически, так и экспериментально [1]. На (рисунке 1) показаны ортогональные силы в процессе торцевого фрезерования.

Особенности процесса торцевого фрезерования, такие как многозубье, это одновременное резание с разницей в поперечном сечении стружки одного зуба повлияло на разработку множества моделей для расчета силы резания. Изменение поперечного сечения стружки приводит к различию в интенсивности усилий резания и тепловой нагрузке на один зуб.

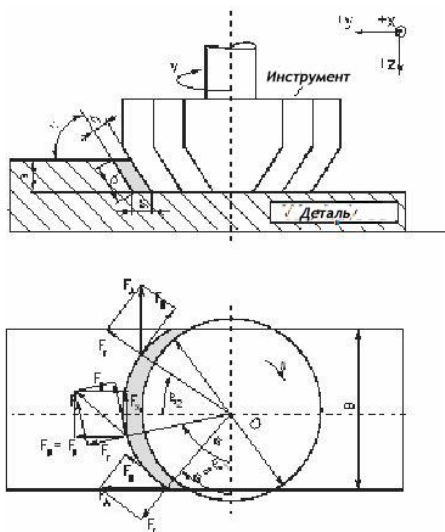


Рис. 1 Схема сил резания при торцевом фрезеровании [2]



Сила  $F_a$  изменяется в направлении и интенсивности во время нарезания зуба, поэтому его составляющие  $F_x$  и  $F_y$  имеют разную интенсивность в зависимости от изменения угла от  $0$  до  $180^\circ$ . Положение  $\varphi = \xi_1$  компонент  $F_x = 0$  и  $F_a$  имеет направление движения подачи, и  $F_a = F_p$ , где  $F_p$  является силой подачи. Если направление  $F_a$  перпендикулярно направлению оптимальной подачи, то  $F_y = 0$  ( $\varphi = \pi/2 + \xi_2$ ). Если компоненты  $F_x$  и  $F_y$  известны, его можно вычислить на основе их силы  $F_a$ .

Две другие составляющие, которые могут разлагать силу  $F_a$  на силы в тангенциальном и радиальном направлении. Это главная сила резания  $F_g$  и (пассивная) проникающая сила резания  $F_r$ .

Если рассматривать два положения фрезерных зубьев в резе, то первое положение для  $\varphi < \pi/2$ , второе для  $\varphi > \pi/2$ . Уравнения, связывающие эти силы:

Позиция I:

$$F_x = -F_g \cdot \sin \varphi + F_r \cdot \cos \varphi \quad (1)$$

$$F_y = F_g \cdot \cos \varphi + F_r \cdot \sin \varphi \quad (2)$$

$$F_z = F_a \quad (3)$$

Решение системы уравнений (1), (2) и (3) дает:

$$F_g = -F_x \cdot \sin \varphi + F_y \cdot \cos \varphi \quad (4)$$

$$F_r = F_x \cdot \cos \varphi + F_y \cdot \sin \varphi \quad (5)$$

$$F_a = F_z \quad (6)$$

Сила подачи в направлении движения подачи  $F_p$  в любой момент времени равна силе  $F_y$ , соответственно:

$$F_p = F_g \cdot \cos \varphi + F_r \cdot \sin \varphi = F_y \quad (7)$$

Позиция II:

$$F_x = -F_g \cdot \cos \left( \varphi - \frac{\pi}{2} \right) - F_r \cdot \sin \left( \varphi - \frac{\pi}{2} \right) \quad (8)$$

$$F_y = -F_g \cdot \sin \left( \varphi - \frac{\pi}{2} \right) + F_r \cdot \cos \left( \varphi - \frac{\pi}{2} \right) \quad (9)$$

$$F_z = F_a \quad (10)$$

Принимая во внимание формулу сложения:

$$\sin\left(\varphi - \frac{\pi}{2}\right) = \sin\varphi \cdot \cos\frac{\pi}{2} - \cos\varphi \cdot \sin\frac{\pi}{2} = -\cos\varphi \quad (11)$$

$$\cos\left(\varphi - \frac{\pi}{2}\right) = \cos\varphi \cdot \cos\frac{\pi}{2} + \sin\varphi \cdot \sin\frac{\pi}{2} = \sin\varphi \quad (12)$$

уравнения (8), (9) и (10) сводятся к уравнениям (4), (5) и (6), решение которых уже было показано.

#### Экспериментальное исследование

В данной работе с помощью разработанной системы контроля, сбора и измерения сил резания в процессе фрезерования с использованием виртуальных приборов были выполнены измерения сил фрезерования. Целью было провести анализ влияния элементов механической обработки на величину составляющих силы резания. Расчет измеряемых составляющих сил резания; основная сила резания, сила врезания и сила движения подачи во временной области длительностью за оборот инструмента. Дополнительно было проведено сравнение соотношения между основными силами резания для двух разных сталей при одинаковых режимах обработки.

Система сбора данных об усилии во время торцевого фрезерования

Измерительная система сбора данных должна удовлетворять следующим требованиям [3,4,5]:

- высокая эффективность и точность результатов;
- использование существующих лабораторных ресурсов и их совместимость;
- рациональное использование времени и лабораторных ресурсов при минимальном расходе материалов для заготовок, режущих инструментов и времени;
- быть пригодным для серийных испытаний на большом количестве материалов для формирования компьютерных баз данных по обрабатываемости материалов резанием;
- хорошая портативность и совместимость;
- обеспечение отображения результатов и мониторинга процессов в режиме реального времени;
- обеспечить сбор, хранение и обработку данных.

На (рисунке 2) показана схема измерительной системы сбора данных о силе резания при торцевом фрезеровании.

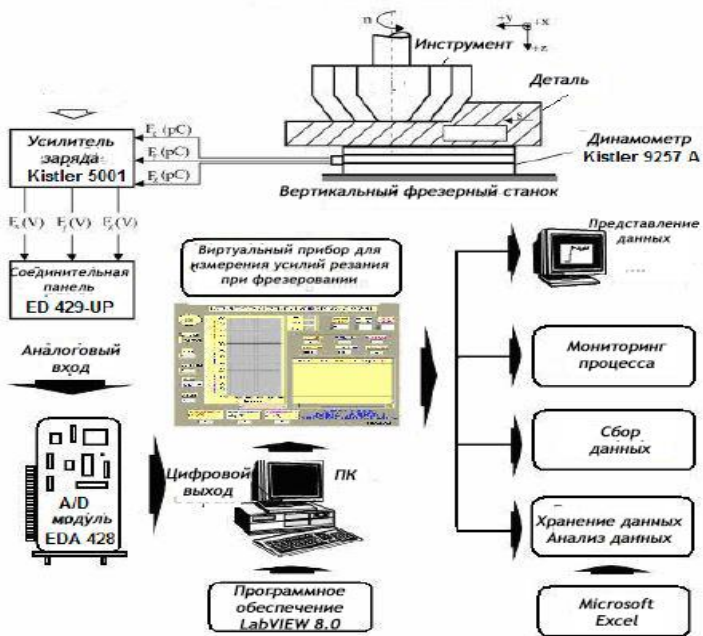


Рис. 2 Модель измерительной системы сбора данных для измерения силы резания при торцевом фрезеровании [3]

Из (рисунка 2) видно, что система состоит из следующих компонентов:

- станок (вертикально-фрезерный FAS-GVK-3);
- инструменты (фрезерная головка со сменными режущими пластинами);
- сенсорная измерительная система (трехкомпонентный пьезоэлектрический динамометр «Kistler 9257 A»);
- система измерения усилителя (емкостный усилитель «Kistler-CA 500»);
- коммутируемая панель для связи модуля с фактическим процессом сбора данных (ED429-UP);
- сбор данных - аналого-цифровой преобразователь ED428;
- компьютерная система;
- система поддержки программ;
- система виртуальных приборов для сбора, отображения в режиме реального времени, хранения и обработки данных.

## Виртуальный инструмент

Виртуальный прибор, используемый для измерения усилия при торцевом фрезеровании, был разработан с использованием графического программного обеспечения Lab VIEW 8.0. Виртуальный прибор предназначен для удобного считывания напряжения с помощью динамометра, которое соответствует силам резания при торцевом фрезеровании  $F_x$ ,  $F_y$  и  $F_z$ , просматривать, изменять значения в виде диаграмм и таблиц, и отображать максимальные значения в одном измерении.

Виртуальный прибор состоит из трех компонентов:

- передняя панель – служит графическим интерфейсом пользователя;

- блок-схема – содержит графический исходный код виртуального прибора, определяющий его функциональность;

- разъем и значок (панель значков и разъемов) – идентифицирует виртуальный прибор, чтобы его можно было использовать в другом виртуальном приборе. Другой виртуальный прибор соответствует подпрограмме в текстовых языках программирования.

Используя показанную систему на (рисунке 2), были выполнены измерения и получены ортогональные составляющие силы резания во время фрезерования.

В ходе экспериментального исследования были измерены ортогональные силы резания  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  и на их основе были получены с помощью вычислительной обработки компоненты  $F_g$ ,  $F_r$  и  $F_p$  и  $F_a$  согласно уравнениям (1)-(10). На рисунке 3 показано изменение силы резания при торцевом фрезеровании фрезой диаметром  $D = 125$  [мм] и одним зубом (вставка из твердого сплава) [6]. Экспериментальные испытания проводились с новой и изношенной режущей пластиной. Материал заготовки – сталь 1530 (углеродистая сталь, нересульфидированная  $Mn \geq 1\%$ ) и сталь 4732 (легированная сталь 1,05% Ni, 0,45% Cr, 0,2 или 0,35% Mo). Маркировка была использована по системе обозначения AISI. На графике на (рисунке 3) представлены измерения силы резания в зависимости от положения зуба для следующих режимов резания:  $v = 177$  м/мин;  $a = 1,5$  мм;  $s_z = 0,223$  мм/зуб.

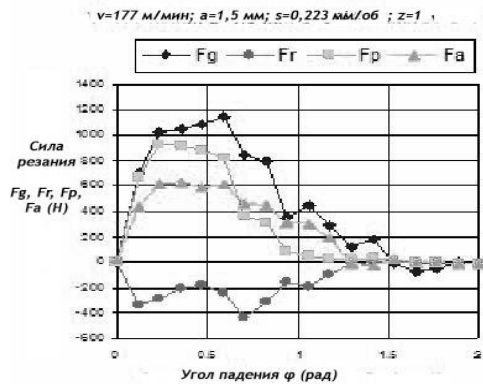


Рис. 3 Изменение составляющих сил резания в зависимости от угла установки нового режущего инструмента

Во втором эксперименте (рисунок 4) обработка выполняется с тем же режимом резания и тем же материалом заготовки, но на этот раз используется изношенная режущая пластина. Износ по задней поверхности составил 0,4 мм но в углу пластины наблюдался концентрированный износ инструмента наконечника с максимальным размером 2 мм.

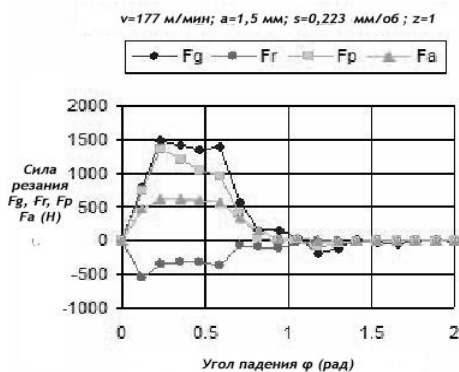


Рис. 4 Измерение составляющих сил резания в зависимости от угла установки изношенного режущего инструмента

Анализ диаграмм на (рисунке 3 и 4) показывает, что обработка изношенной режущей пластиной увеличивает значение силы резания по сравнению со случаем, когда резание производится новой пластиной.

При дальнейшей обработке результатов была исследована зависимость ортогональной силы резания от изменения постоянной глубины  $a=1$  мм и скорости резания  $v=2,32$  м/с, а также различных подач  $s_z$  в интервале 0,178 мм/зуб, 0,223 мм/зуб, 0,280 мм/зуб (рисунок 5). Также изменялась глубина при постоянной скорости резания и подаче (рисунок 6). В этом случае значение глубины резания  $a_1 = 1$  мм;  $a_2 = 1,5$  мм;  $a_3 = 2,25$  мм. Значение скорости резания для этого случая было постоянным  $v=2,32$  м/с, а подача  $s_z=0,178$  мм/зуб.

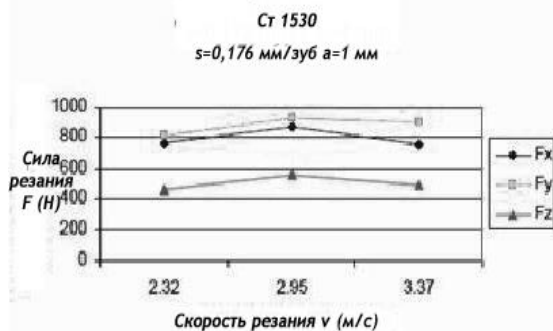


Рис. 5 Изменение ортогональной силы резания при постоянной глубине резания и подачи, а также различных скоростей при изношенном режущем инструменте

Анализ диаграммы на (рисунке 6) показывает, что с увеличением значений подачи и глубины резания силы резания возрастают. Изменение скорости резания не имеет большого влияния на изменение силы резания. Наибольшее увеличение силы резания происходит в зависимости от изменения глубины резания (рисунок 7).

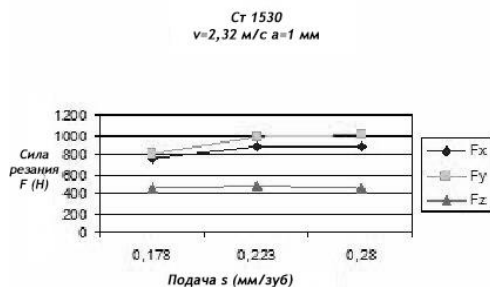


Рис. 6 Изменение ортогональных составляющих сил резания при постоянной глубине резания и скорости резания, а также различных подачах при изношенном режущем инструменте

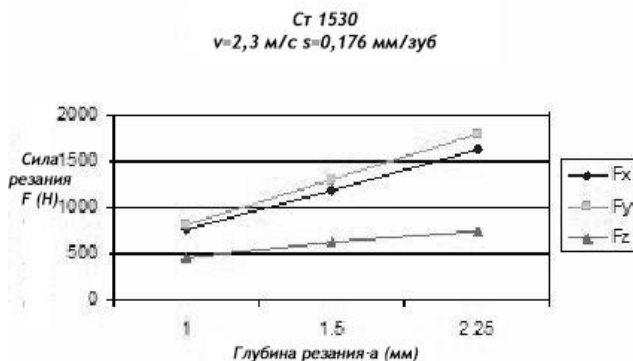


Рис. 7 Изменение ортогональных составляющих сил резания при постоянной скорости резания и подачи, а также различной глубине резания при изношенном режущем инструменте

В конце были проанализированы зависимости для основного усилия резания для Ст 1530 и Ст4732 при одних и тех же условиях обработки (рисунок 8).

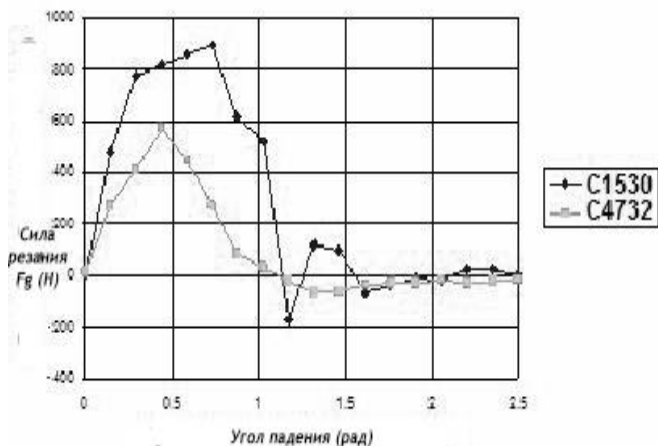


Рис. 8 Сила резания для различных обрабатываемых материалов (Ст 1530 и Ст 4732) и одинаковых условий резания

Из (рисунок 8) видно, что стали с более низким содержанием серы (Ст 1530) плохо подвергаются механической обработке (более крупные мощности) по сравнению со сталью с более высоким содержанием серы

(Ст 4732). Это можно объяснить тем, что повышенное содержание серы позволяет создать большее количество частиц MnS, которые легче пластически деформируются в процессе резания. Наличие частиц MnS уменьшает длину контакта на рабочей поверхности инструментов. Меньшая длина контакта с режущим инструментом приводит к более тонкой стружке и меньшим компонентам силы резания [1].

Исследование сил резания является ключевой частью разработки технологии резания. Они являются одним из основных критериев оценки обрабатываемости материала и поэтому привлекают внимание многих исследователей в этой области. Точное знание характеристик и значений силы резания при торцевом фрезеровании необходимо для изучения динамики процесса резания во взаимодействии с динамикой поведения конструкции станка.

В соответствии с рассматриваемыми уравнениями были определены: основная сила резания  $F_g$  и (пассивная) проникающая сила резания  $F_r$  в зависимости от положения зуба на оборот.

Анализ экспериментальных результатов показывает влияние режима резания на силу резания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. M. Sekulić, Development of base for calculation of cutting forces, master thesis, FTN, Novi Sad, October, 1998.
2. Lazić B., Development of measurement acquisition system for cutting force during milling with virtual instrumentation (in Serbian) Master work, FTN, Novi Sad, 2009.
3. A. Mijić: Cutting forces modeling in face Milling, (in Serbian) Master work, FTN, Novi Sad, 2009
4. Milikić, D., Gostimirović, M., Uzelac, S., Sekulić, M.: A contribution to the development of information systems for acquisition control of parameters in cutting process; II World Congress on Intelligent Manufacturing Processes & Systems, Budapest, 1997, pp 18-21
5. D. W., Smithey, S. G. Kapoor, R. E. DeVor: A new mechanistic model for predicting worn tool cutting forces, Machining science and technology, 5(1), 2001, pp 23–42
6. Gostimirović M., Milikić D., Uzelac S., Sekulić M.: Development of data acquisition information system in creep-feed grinding process, New trend in Machinery at the new millennium, Kosice 1997.



УДК 004.032.2

*Петухов И.Ф.*

*Научный руководитель: Фролов С.А., ст. преп.  
Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия*

## **ИНСТРУМЕНТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Цифровизация влечет за собой перепроектирование процессов за счет интеграции ИКТ (например, больших данных, искусственного интеллекта и датчиков), роботизированной производственной и сервисной среды. Чтобы сохранить конкурентное преимущество, компании должны инвестировать в цифровизацию и желательно быстрее, чем это делают конкуренты. Цифровизация — одна из самых преобразующих сил нашего времени. Это меняет то, как мы работаем, живем и играем так, как никто не мог предсказать несколько десятилетий назад. И хотя в некоторых отраслях цифровизация набирала обороты медленно, цифровизация оказала большое влияние на производство. Цифровизация относится к использованию компьютеров и цифровых технологий для преобразования аналоговой информации в цифровую информацию для хранения, обработки или передачи. Преимущества цифровизации заключаются в возможности производить более точные расчеты, точно контролировать процессы, повышать скорость и эффективность и снижать затраты. Сегодняшние производственные процессы становятся более цифровыми, чем когда-либо прежде.

Существует множество доступных технологий и решений, но часто трудно оценить, действительно ли они повысят производительность или качество работы. Компаниям не хватает ресурсов или времени для проведения такой оценки, а организации находятся на разных этапах своей способности усваивать новые технологии и бизнес-модели.

Серьезные улучшения требуют также переосмысления бизнес-моделей и создания стоимости всей бизнес-экосистемы. Участие в инновационных экосистемах гарантирует, что компании знакомятся с новейшими технологиями и могут тестировать их в безопасных условиях с исследовательским сообществом.

Количественное аналитическое описание всей совокупности элементарных процессов, происходящих в многокомпонентной системе, не представляется возможным. Характер реакции (структурирование, деструкция), тип образуемых связей и зависимость

от них разных свойств сильно изменяется в связи с различными условиями протекания процессов. Суммарные кинетические кривые, проявляемые в зависимостях свойство - продолжительность, могут быть монотонно и нелинейно возрастающими, с максимумами и минимумами. Поэтому, если процессу приписывать какой-то порядок, например, первый, то константы скорости реакции оказываются функциями как температуры, так и степени (продолжительности) процесса, т.е. являются кажущимися или так называемыми эффективными характеристиками. Это позволяет цифровизировать технологические процессы, например, процесс вулканизации [1, с. 47].

Ресурсное обеспечение сотрудников традиционно является проблемой в большинстве трудоемких отраслей. Управленец использует глубокое обучение для создания предложений по повседневным ресурсам, что освобождает руководителей-людей для более продуктивных задач. Существует опыт анализа данных производственного процесса для выявления аномалий, которые можно автоматизировать и изучить с помощью технологии искусственного интеллекта. В области разработки цифровых услуг необходимо планировать и реализовывать лучшие цифровые услуги на основе данных, которые также будут совместимы с любой информационной системой. Широкая перспектива цифровизации означает непредвзятую нормативную оценку этого процесса. Это предполагает рассмотрение не только изменений в технологии, но и изменений, вызванных социальной средой. Незадолго до того, как электронная наука попала в повестку дня, несколько авторов признали фундаментальные изменения в том, как наука в целом понималась.

Технологические инновации всегда происходят в форме совместной эволюции инженерной и социальной областей. Теоретики усыновления отмечают, что процесс усыновления — это не только вопрос времени, но и индивидуальных различий, системных характеристик, социального влияния и благоприятных условий. На этом фоне мы можем предположить, что внедрение цифровых инструментов — не такой простой процесс, как это показано в некоторых теоретических отчетах, обсуждавшихся выше: он продолжается, и его необходимо наблюдать эмпирически, чтобы определить его состояние и направление. Наша статья дополняет небольшую, но растущую эмпирическую литературу о влиянии цифровых инструментов на науку.

Когда данные фрагментированы, командам сложно получить доступ к информации, необходимой им для достижения успеха в своих ролях. Они тратят больше времени на поиск и уточнение данных, чем на решение бизнес-задач. Это несоответствие приводит к ошибкам,

задержкам, высоким затратам и неудовлетворенности клиентов. Когда приходит время принимать решительные меры, почти невозможно прийти к единому мнению, в какой из хранилищ данных содержится истина.

Без чистых, непротиворечивых данных производители не могут определить тенденции, необходимые для улучшения продуктов, процессов и качества обслуживания клиентов. Они не могут предсказать возможности или увидеть опасности до того, как они материализуются. Вместо того, чтобы строить будущее, они застряли здесь и сейчас. А здесь и сейчас опасно, когда рынок меняется с головокружительной скоростью.

Единый источник достоверной информации — это централизованная, актуальная, всеобъемлющая среда данных. Это не «инструмент» как таковой, а скорее состояние данных компании, которое интегрирует ваших людей, процессы и системы, устанавливая общий язык, видимость и соответствующий роли доступ.

Преыдущие исследования показали, что изучение использования учеными цифровых инструментов создает методологические проблемы. Существует множество различных подходов, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. В целом можно выделить качественную ориентацию с упором на углубленный анализ ограниченного числа случаев, часто основанный на интервью с заинтересованными сторонами или тематических исследованиях. и количественная ориентация с упором на оценку всей области, часто на основе стандартизированных опросов. Поскольку наша цель состоит в том, чтобы обеспечить целостную и реалистичную оценку состояния принятия, мы в основном рассматриваем предыдущие количественные исследования.

Таким образом, комплекс по автоматической корректировке позволяет интенсифицировать процессы, повысить качество и долговечность изделий, производительность оборудования, а также выполнять следующие основные функции:

- сбор информации от датчиков на оборудовании;
- математическое моделирование процесса;
- сравнение текущего и заданного показателей;
- выработка управляющего воздействия на исполнительный механизм оборудования;
- вывод информации о ходе процесса на монитор и печатающее устройство [2...5].

Цифровизация имеет много преимуществ. Основным преимуществом является скорость обработки информации. Другим

важным преимуществом является точность расчетов и процессов управления. Чем более точным будет ваш производственный процесс, тем более качественный продукт вы сможете производить. Представьте себе гарнитуру виртуальной реальности (VR), которая предоставляет подробные инструкции о том, как собрать бытовую технику, или робота, который автоматически собирает продукты. Это всего лишь два примера цифровизации производственных процессов, но они иллюстрируют, как цифровые продукты становятся все более распространенными в современном производственном мире. Благодаря цифровизации компании увидят более высокий уровень эффективности и снижение затрат, поскольку они смогут контролировать свое производство гораздо точнее, чем когда-либо прежде.

Традиционные производственные процессы становятся все более цифровыми, поскольку компании стремятся увеличить производство, скорость доставки и эффективность. Например, в традиционном производственном процессе производитель будет производить продукт на сборочной линии. Это известно как массовое производство, потому что оно производит большое количество продукции. Однако этот процесс был не очень точным и дорогостоящим из-за необходимости человеческого труда и длительных операций. Однако с цифровизацией производители могут использовать робототехнику для повышения точности и контроля над сборочными линиями, а также снижения затрат за счет использования человеческого труда только там, где создается добавленная стоимость, освобождая рабочих от повторяющейся механической работы.

Профилактическое обслуживание — это стратегия, направленная на повышение надежности за счет принятия корректирующих мер еще до того, как произойдет поломка. В нем используются датчики, измерительные устройства и устройства беспроводной связи, которые собирают информацию об условиях работы оборудования [6]. Специализированное программное обеспечение выполняет анализ с использованием данных в режиме реального времени для выдачи предупреждений и рекомендаций по техническому обслуживанию. Эта стратегия гарантирует, что активы находятся в хорошем состоянии, не тратя внутренние ресурсы компаний на ненужные работы по техническому обслуживанию.

Раньше программные продукты предназначались исключительно для компаний определенного размера или вида деятельности. Программное обеспечение по запросу не оставляло достаточно места для расширения или обновления. С другой стороны, облачное программное обеспечение предлагает более настраиваемый опыт.

Продукты обычно доступны в виде услуг по подписке, которые можно адаптировать по мере изменения приоритетов компании или увеличения ее размера.

Несмотря на эти современные инструменты, цифровая трансформация не является (и не должна быть) столько технологической инициативой, сколько бизнес-инициативой. В конечном счете, цель состоит в том, чтобы добиться общего повышения производительности, эффективности и качества. Естественно, внедрение улучшений в этих областях приведет к значительному увеличению чьей-либо прибыли.

Поскольку цифровизация в производственном секторе быстро набирает обороты, предприятия могут подготовить свою деятельность к будущему, чтобы она соответствовала требованиям Индустрии 4.0. Они могут быть в курсе новейших технологий и тенденций, чтобы получить преимущество над своими конкурентами. Благодаря цифровизации все производители получают справедливую возможность ускорить свой путь к достижению более высокой производительности и прибыли.

Наличие единого источника достоверных данных необходимо для цифровизации в обрабатывающей промышленности. Он связывает все этапы жизненного цикла продукта и обеспечивает коммерческий контроль над операциями и непрерывное совершенствование. Это позволяет производителям внедрять новейшие цифровые технологии, необходимые для создания умных заводов и повышения производительности продукции.

В то время как технологии могут быть инструментом для достижения этих целей, цифровизация выходит за рамки только аппаратного обеспечения — она преобразует методы ведения бизнеса для достижения и поддержания целей. Это помогает проложить путь к непрерывному циклу операционных улучшений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Богданов Д.А., Ершов Е.В. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Математическое моделирование и разработка системы автоматической корректировки режимов вулканизации эластомерных покрытий валов металлургических производств // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2017. – С. 46-53.
2. Старостин А.В., Яняк С.В., Комиссарова И.И. Аналитическое математическое моделирование РК-сверления отверстий квадратного

сечения // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2015. – №1. – С. 86-94.

3. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Богданов Д.А. Влияние способа термообработки эласто-мерных покрытий на химическую стойкость // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2016. – № 5. – С. 20-24.

4. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Богданов Д.А. Задача интенсификации теплообмена при восстановлении эластомерных покрытий на основе теории оптимального управления // Фундаментальные исследования. – 2016. – №12. – С. 20-24.

5. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Богданов Д.А. Методы разработки и интенсификации режимов термообработки покрытий гуммированных объектов. Обзор // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2016. – № 3 (72). – С. 15-20.

6. Фролов С.А., Порядина Т.Д., Степанов А.С., Яхричев В.В. // Эффективность цифровых инструментов проектирования технологической оснастки для изготовления узлов и деталей козловых кранов // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 1. – С. 22-26.

**УДК 621.91.02**

***Петухов И.Ф.***

***Научный руководитель: Фролов С.А., ст. преп.***

*Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия*

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Поддержание требуемого уровня надежности технических объектов в процессе эксплуатации осуществляется путем проведения комплекса организационно-технических мероприятий. Сюда входят периодическое техническое обслуживание, профилактические и восстановительные ремонты. Периодическое техническое обслуживание направлено на своевременные регулировки, устранение причин отказов, раннее выявление отказов [1, с. 80].

Режущая головка является основным рабочим механизмом для резки материалов. Эффективная и высокопроизводительная конструкция режущей головки является ключом к совершенствованию, например, технологии добычи полезных ископаемых.

Рассмотрим особенности автоматизированного проектирования режущего инструмента на примере режущей части (головки) комбайна

для добычи полезных ископаемых. Проходческий комбайн в основном состоит из механизма передвижения, рабочего механизма, механизма загрузки и механизма перезарядки. В процессе проходки тоннелей и добычи угля режущая головка постоянно дробит углепородные материалы, что является основным рабочим механизмом проходческого комбайна. Таким образом, эффективная и разумная конструкция режущей головки является ключом к обеспечению режущей способности и срока службы проходческого комбайна. Еще с 1960-х годов было проведено множество исследований конструкции и анализа производительности режущей головки проходческого комбайна.

Одинаковое расположение резцов по окружности является важным фактором для обеспечения стабильности режущей головки. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Калашников В.В. разрабатывали модель для прогнозирования производительности проходческого комбайна, разрезающего твердую породу, на основе экспериментальных испытаний образцов породы [2]. Важно разработать программное обеспечение для анализа устойчивости проходческого комбайна и проанализировать влияние наклона резца и формы режущей головки на устойчивость. Ученые исследовали влияние индекса хрупкости пород на производительность проходческого комбайна и установить новую эмпирическую формулу для прогнозирования производительности проходческого комбайна при различных условиях резания. Кроме того, они разработали базу данных, содержащую переходные скорости резания и параметры механических свойств угля и породы, и проанализировали базу данных с использованием статистических методов для получения прогнозной модели производительности проходческого комбайна. Была разработана численная модель зависимости энергии, затрачиваемой на единицу объема, от типа резцов, условий износа и механических свойств породы. Еще одним направлением было изучение колебания нагрузки режущей головки проходческого комбайна с продольной осью математическим методом и найти, что частота низкочастотных колебаний является произведением числа витков и частоты вращения, а частота высокочастотных колебаний связана с расстоянием между резцами по окружности.

С развитием и продвижением технологии промышленных режущих инструментов постепенно используется для резки стояка заливки клапана и других отливок. В настоящее время обычным способом является закрепление отливки на механизме. Режущие инструменты, такие как режущий диск и газовый резак, устанавливаются на конце режущего инструмента. Траектория резки

определяется обучением; затем автоматический инструмент управляется, чтобы закончить резку в соответствии с обучающей траекторией. Преимущество этого метода в том, что теоретически для резки одной и той же отливки можно использовать одну учебную дорожку. Однако на практике из-за сложной формы заготовок трудно определить программу для повышения точности позиционирования, что приводит к перерезанию или подрезанию. Кроме того, предприятия будут нести огромные затраты на изготовление позиционирующих и зажимных устройств для различных отливок. Таким образом, большие временные затраты на обучение автоматического инструмента приводят к снижению эффективности и не могут удовлетворить производственные потребности предприятий.

Таким образом, разработка универсального метода позиционирования и приспособления имеет большое значение. Кроме того, позиционирующее устройство должно отвечать следующим двум требованиям:

1) для разных типов деталей один и тот же метод и устройство позиционирования могут быть закреплены на одном и том же позиционирующем зажимном устройстве;

2) для одних и тех же заготовок, закрепленных на зажимном устройстве в том же положении, резка будет завершена с использованием той же программы обучения после обучения пути.

Как отмечают В.П. Полетаев, Д.А. Богданов, С.А. Фролов, периодическое техническое обслуживание проводится в установленные сроки и в установленном объеме. Задачей любого ТО является проверка контролируемых параметров, регулировка в случае необходимости, выявление и устранение неисправностей, замена элементов, предусмотренная эксплуатационной документацией.

Важной задачей на пути повышения качества продукции является автоматизация поверки средств измерений, так как это область, где в большинстве своем используется ручной труд. Работы по созданию автоматизированных метрологических систем активно ведутся многими метрологическими институтами, но автоматизация поверки в различных областях происходит неравномерно. Это связано с особенностями и спецификой различных видов измерений. [3...4].

С развитием компьютерных технологий в 1980-х годах появился первый пакет программного обеспечения для проектирования режущих головок для проходческих комбайнов. Затем ученые начали постоянно применять его в процессе проектирования режущих головок. К 1990-м годам многие ученые разработали различные пакеты программного обеспечения для проектирования режущих головок. Некоторые из этих



программных пакетов могут генерировать схемы резки и рассчитывать силы и моменты резцов; некоторые могут получать информацию о мощности, моментах и окружных силах под разными углами окружности резки; некоторые могут генерировать диаграммы расположения резцов и рисовать кривые нагрузок и удельного энергопотребления при резке. В начале двадцать первого века разработано новое программное обеспечение для проектирования режущей головки проходческого комбайна, которое учитывает уравнение коэффициента силы резания при прогнозировании усилия на резцы по сравнению с предыдущим вспомогательным программным обеспечением для проектирования.

Программное обеспечение может отражать разницу в силе и стружке между одним резцом на линию и тремя резцами на линию. Однако программа не учитывает взаимосвязь между механическими свойствами горных пород и прогнозированием удельных энергозатрат на резание и выбором конструкции режущей головки. Позже составлено программу моделирования чип-диаграммы резцов в условиях бурения проходческим комбайном [5]. Кроме того, ученые совместно готовят программу проектирования спиральной линии и распределения режущей кромки режущей головки, а также программу для сравнения силы и формы стружки режущей головки при различном расположении режущей кромки. Была разработана интерактивная система параметрического проектирования режущих головок на основе ANSYS APDL и языка VC++, что значительно повысило эффективность и качество проектирования [6]. Было разработано программное обеспечение для анализа динамической устойчивости проходческого комбайна с продольным валом. Автоматизированное проектирование рабочих органов горных машин, а автоматизация процесса изготовления рабочих органов горных машин осуществляется путем автономного программирования. Несколько лет спустя разработали математическую модель измерения и процедуры, которые позволяют автоматически позиционировать систему камер на фотографируемых объектах, а также получать и анализировать изображения измерений.

Программное обеспечение для проектирования режущей головки постоянно обновляется и совершенствуется, а учитываемые функции и факторы программного обеспечения становятся все более полными. Основываясь на вышеуказанных результатах исследования, в этом исследовании предлагается автоматизированное эффективное проектирование и оптимизация производительности режущей головки, которое визуализирует процесс проектирования режущей головки путем составления кода расчета, а также считывания и сохранения

соответствующих данных в сочетании с Excel. Стоит отметить, что производительность резания в предлагаемом подходе не рассчитывается полностью по теоретическим уравнениям, а на основе технологии виртуального прототипа строится модель сопряжения режущей головки, режущей скальную стенку, и база данных, соответствующая конструктивным параметрам, рабочим параметрам, свойства угольной породы и производительность резания устанавливаются с помощью большого количества симуляций. Благодаря конструкции и применению режущей головки EBZ220 было обнаружено, что процесс проектирования удобен и быстр, а режущая головка имеет хорошие характеристики, что указывает на то, что предлагаемый подход может обеспечить четкую количественную основу для ее структурного проектирования и оптимизации производительности.

Мы рассмотрели хронологию проектирования конструкции и оптимизации производительности режущей головки. Основные компоненты предлагаемого подхода включают компиляцию кода расчета совместно с EXCEL и получение информации о нагрузке режущей головки и других данных о производительности на основе технологии виртуального прототипа. Создание и моделирование модели сопряжения режущей головки, режущей скальную стенку, играет решающую роль для точности и эффективности предлагаемого подхода. Совместная модель режущей головки, разрезающей горную породу, подтверждена физическими экспериментами.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Богданов Д.А., Полетаев В.П. Применение автоматизированного комплекса для оценки состояния технических систем со скрытыми отказами // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – С. 80-84.
2. Старостин А.В., Яняк С.В., Комиссарова И.И. Аналитическое математическое моделирование РК-сверления отверстий квадратного сечения // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2015. – №1. – С. 86-94.
3. Полетаев В.П., Богданов Д.А. Управление периодичностью обслуживания технических систем при оптимизации коэффициента технического использования // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2007. – №1. – С. 237-239.

4. Полетаев, В.П., Богданов Д.А. Оптимизация периодичности профилактики отказов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2015. – С. 35-37.

5. Рудобашта С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. М.: КолосС, 2010. – 478 с.

6. Фролов С.А., Стратий И.В., Степанов А.С. Разработка программы по оптимизации расстановки шипов противоскольжения на протекторе шины // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. сборник научных трудов XII-ой Международной научно-практической конференции в 4-х томах. – 2015. – С. 90-95.

УДК 621.9.04

*Прокопов М.В., Одобеско И.А., Жигулина Ю.А.*  
*Научный руководитель: Чепчуров М.С., д-р техн. наук, проф.*  
*Белгородский государственный технологический университет*  
*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛУЧАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕТАЛИ «ШКИВ»

Радиальное биение - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси [1].

Согласно чертежу «Шкива» (рисунок 1), необходимо проверить отклонение формы и взаимного расположения диаметров с номинальными размерами 25 мм и 40 мм, имеющих отклонение по js6.

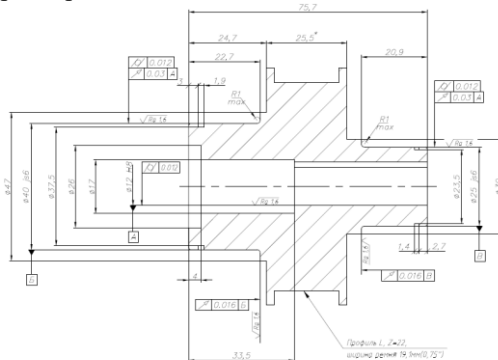


Рис. 1 Чертеж детали «Шкив ведомый».

Согласно ГОСТ 25347-82 отклонения размеров составляют:

- для диаметра 25 мм:  $\pm 0,0065$  мм;

- для диаметра 40 мм:  $\pm 0,008$  мм.

Таким образом минимальные размеры с учетом допусков 24,9935 мм и 39,992 мм.

Чтобы осуществить измерения, необходимо (согласно, инструкции на микрометр):

- протереть сухой тряпкой губки выключенного прибора;

- вручную установить линию нуля барабана вровень с отметкой на шкале стебля;

- включить цифровой прибор и проверить, читает ли он нуль;

- при неудовлетворительном результате отрегулировать трещотку;

- выбрать нужную систему единиц для измерений;

- поместить между губками и плотно зажать деталь.

Отклонения от цилиндричности диаметров 25 мм и 45 мм, согласно чертежу, составляет 0,012 мкм, что не соответствует требованиям по назначению допусков согласно ГОСТ 26643-81. С учетом назначенного конструктором допуска цилиндричности минимальные размеры 24,9815 мм и 39,98 мм, в соответствии с требованиями ГОСТ 28187-89 (СТ СЭВ 6329-88), допускаемое отклонение от номинального размера для диаметра 25 мм – 0,0185 мм, для диаметра 40 мм – 0,02 мм.

Исходя из результатов измерения ни один из образцов не является годным.

В связи с этим необходимо предусмотреть корректировки в области качества изготовления детали на производстве, пересмотреть технологический процесс изготовления, довести до сведения рабочего персонала и ИТР сведения о браке, чтобы в дальнейшем выработать меры по повышению качества продукции.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества» организация должна:

а) определять процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение во всей организации;

б) определять последовательность и взаимодействие этих процессов;

в) определять критерии и методы, необходимые для обеспечения результативности как при осуществлении, так и при управлении этими процессами;

г) обеспечивать наличие ресурсов и информации, необходимых

Организация должна разработать, задокументировать, внедрить, поддерживать в рабочем состоянии систему менеджмента качества,

постоянно улучшать ее результативность в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

В связи с тем, что в производстве происходит отход от двумерных моделей изделия в виде чертежа, и его замена трёхмерной моделью, разработать алгоритм в виде дополнительного сценария в программном пакете геометрического моделирования, позволяющий выполнять простановку обозначения шероховатости в трехмерных моделях, реализуемый на базе свободно распространяемой САПР – FreeCAD [2], что позволит учитывать влияние шероховатости на получение и требуемых размеров при обеспечении их точности

Предлагаемым авторами вариантом решения проблемы обеспечения точности поверхностей является – активный контроль в процессе их получения механической обработкой, например, можно использовать метод с помощью линейного структурированного света.

Этот метод позволяет измерять величину радиального биения и направление в режиме «онлайн». Метод измерения проверен специализированным экспериментом, и результаты эксперимента показывают, что измерения этого метода соответствуют необходимым требованиям. Этот метод позволяет осуществлять онлайн-измерение радиального биения шкива всего по одному изображению без вращения зубчатого шкива, поэтому он обеспечивает быстрое измерение по сравнению с существующей технологией измерения. [4, 5]

*Исследование выполнено (работа выполнена) в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.*

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки: справочник. В 2-х ч. Л.: Машиностроение. 1982. 543 с.

2. Чепчуров М. С., Четвериков Б. С., Масловская А. Н., Любимый Н. С. Реализация автоматизированного обозначения шероховатостей поверхностей объектов электронной модели изделия // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2020. № 8(281). С. 3-9. DOI 10.14489/hb.2020.08.pp.003-009.

3. Дуганов, В. Я., Сумской А. М. Повышение точности обработки деталей с учетом их деформации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 2. С. 202-207. DOI 10.12737/24493. – EDN XTBNDP.

4. Схиртладзе А. Г., Борискин В. П. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2008. 539 с.

5. Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства. Учеб. Пособие для машиностроит. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1999. 415 с.

*УДК 621.354.322*

*Рошук Р.Д.*

*Научный руководитель: Кижук А.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАРЯДОМ АККУМУЛЯТОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ**

Активное развитие портативной техники в конце XX века подняло вопрос об используемых химических источниках питания. Применение однозарядных солевых и щелочных элементов стало экономически невыгодным. Самым очевидным решением стало использование свинцово-кислотных (Pb) и никель-кадмиевых (NiCd) аккумуляторов. Некоторое время данные типы аккумуляторов всех устраивали, но низкая удельная плотность энергии и выраженный эффект памяти привели к активным разработкам других типов элементов.

На данный момент, самыми удачными решениями являются литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы. Хотя они и встречаются с разными химическими составами, литиевые аккумуляторы в целом характеризуются высокой плотностью энергии, низким внутренним сопротивлением, высоким напряжением единичного элемента. Данные аккумуляторы являются основой современной портативной техники. Однако данный тип элементов оказался привередливым к процессу зарядки, а именно стал обладать низкой терпимостью к перезарядке. Ранее, если производители пытались сэкономить на зарядке NiCd аккумуляторов, они делали примитивный источник тока с использованием токоограничивающего резистора. По окончанию процесса зарядки вся лишняя энергия уходила на нагрев аккумулятора. Хотя это и снижало срок его службы по сравнению с полной разрядкой и последующей зарядкой по методу дельта V, однако все же данный подход был вполне допустим. В случае Li-ion аккумуляторов такой подход приводит к выходу аккумулятора из строя, с возможным возгоранием.

Классически зарядка Li-ion аккумуляторов производится в два этапа (constant current/ constant voltage). На первом заряд происходит при постоянном токе, вплоть до достижения максимального напряжения на элементе. Затем на аккумулятор подается постоянное напряжение, а принимаемый ток снижается до нуля (обычно до 1/10 максимального тока зарядки, после чего процесс зарядки прекращается). Существует множество специализированных микросхем зарядки таким методом, что позволяет встраивать их в различные гаджеты. Одной из таких микросхем является TP4056 (Рис.1). Она специализирована для зарядки Li-ion аккумуляторов с максимальным напряжением 4.2В.

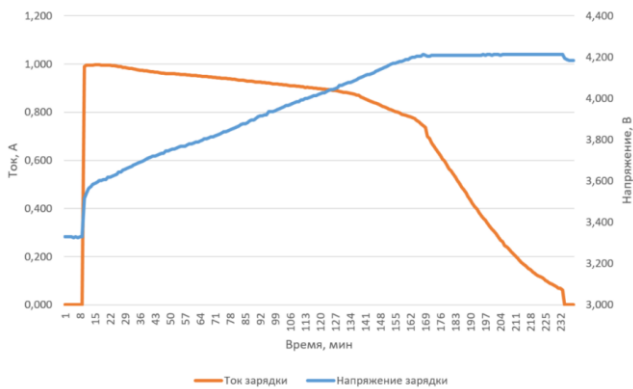


Рис. 1 График зарядки Li-ion аккумулятора модулем на основе TP4056

Небольшое падение тока зарядки на первом этапе обусловлено применением в модуле резистора, подключенного к напряжению питания последовательно с микросхемой. Это позволяет снизить нагрев микросхемы, но вносит небольшие искажения на больших токах зарядки. Несмотря на это, процесс зарядки аккумулятора полностью соответствует вышеописанному.

Однако не всегда аккумуляторы встроены в устройства. Зачастую появляется необходимость в использовании нескольких внешних аккумуляторов совместно с зарядкой для них. Обычно зарядки, кроме поддержки нескольких типов химии аккумуляторов, имеют такие полезные функции как: установка максимального тока зарядки и измерение емкости элемента (позволяет выявлять изношенные экземпляры). Однако у данных универсальных зарядных устройств есть ряд минусов. Одним из них является отсутствие поддержки редких типов аккумуляторов, например, литий-титанатных (LTO). Кроме того,

у некоторых моделей наблюдается нестабильная работа при использовании в качестве источника питания солнечных батарей в условиях переменной облачности. Для ликвидации данных недостатков можно создать новое зарядное устройство, которое позволит производить зарядку всех доступных Li-ion элементов питания при любой доступной мощности от источника питания.

За основу устройства (Рис.2) можно взять линейный источник тока. Обычно его используют при заряде методом ступенчатого тока, однако при высокой дискретности такого источника можно имитировать работу источника напряжения на втором этапе зарядки. Это потребует постоянного слежения за напряжением на элементе питания. Поэтому используется микроконтроллер ATmega168, который следит за напряжением на заряжаемом аккумуляторе и за напряжением питания. На основании этих и заданных пользователем данных через резистивную матрицу подается опорное напряжение на источник тока, который подключен к аккумулятору.

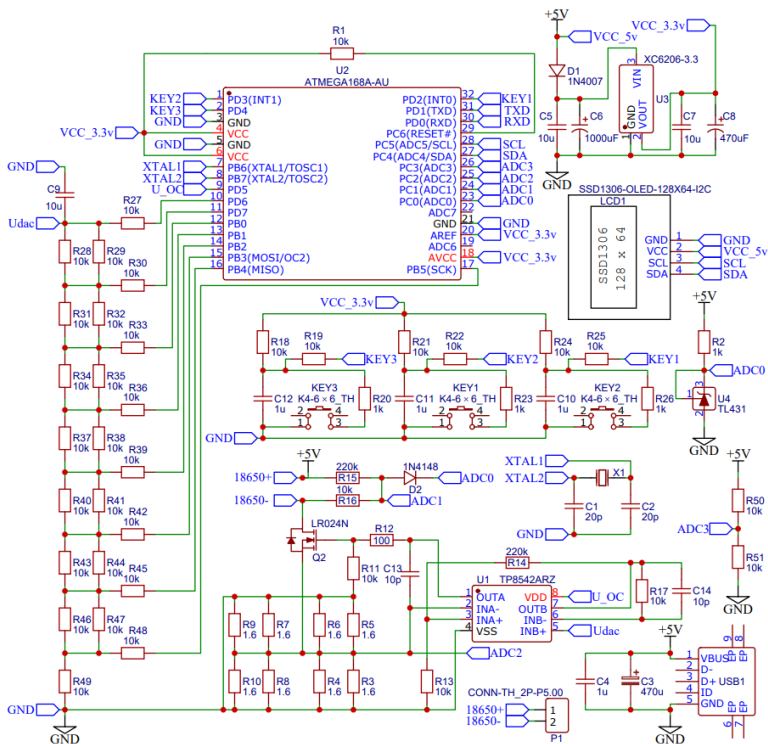


Рис. 2 Схема разработанного устройства



Кроме вышесказанных узлов, на схеме так же присутствуют кнопки и экран, которые позволяют выбрать необходимые режимы работы устройства, а также получать информацию о процессе зарядки. Стоит отметить систему питания микроконтроллера, которая способна обеспечить его питание при кратковременной нестабильности напряжения из-за попытки взять слишком большой ток от источника питания.

При работе зарядного устройства необходимо производить слежение за питающим напряжением и за напряжением на батарее. Эти данные проверяются на допустимость применения к выбранному типу аккумулятора и источнику питания. Если они не допустимы, то необходимо снижать ток источника для получения допустимых значений этих параметров.

Если эти параметры допустимы, то необходимо проверить соответствие напряжения на батарее и тока зарядки выбранному режиму (методу). Если напряжение или ток зарядки превышают ожидаемые данным методом, то следует понизить ток источника. В случае, когда оба этих параметра подходят для текущего режима, но ни одних из них не является максимальным для него, следует повышать ток зарядки.

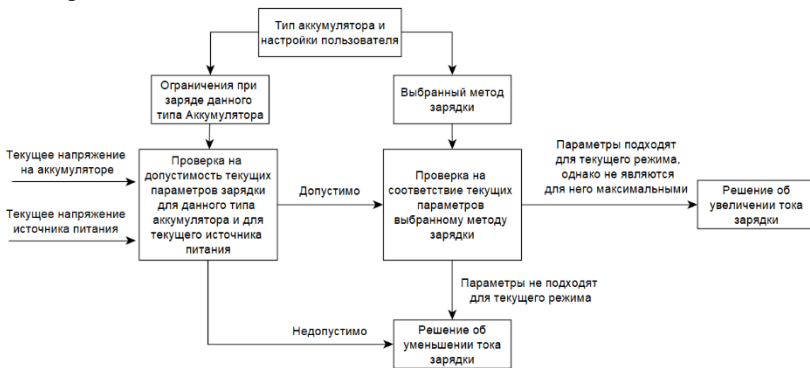


Рис. 3 Функциональная схема

Пользователю можно выбрать тип химии аккумулятора (максимальное напряжение зарядки), максимальный ток зарядки (актуально для аккумуляторов малой емкости), будет ли пред-заряд сильно севших аккумуляторов током 10% от максимального, а также метод зарядки. Ранее был описан метод CC/CV, который используется в большинстве случаев. Однако он обычно подразумевает заряд до 100% емкости, что негативно сказывается на ресурсе. Поэтому

рационально предусмотреть режим, в котором аккумулятор не заряжается до верхнего порога напряжения (Рис.4). Кроме того, необходимо предусмотреть зарядку аккумулятора до напряжения хранения (30-40% заряда), ведь при длительном хранении 100% заряженного аккумулятора уменьшается его емкость (на 20% в год при температуре 25 градусовх и на 35% в год температуре при 40 градусах). Однако возможны случаи, когда понадобится взять батарею с хранения и сразу установить ее в прибор (является одним из требований военных к поставляемым им аккумуляторам). Для этого случая используется компромиссный метод зарядки, а именно происходит зарядка постоянным током вплоть до достижения максимального напряжения. Однако в отличие от метода CC/CV, нет второго этапа с постоянным напряжением. Такой компромиссный метод позволяет длительно хранить аккумуляторы без сильной потери их емкости и с близким к максимальному значению зарядом. Доступ пользователя к выбору разных режимов зарядки позволит оптимально использовать имеющиеся Li-ion аккумуляторы разных химических составов.

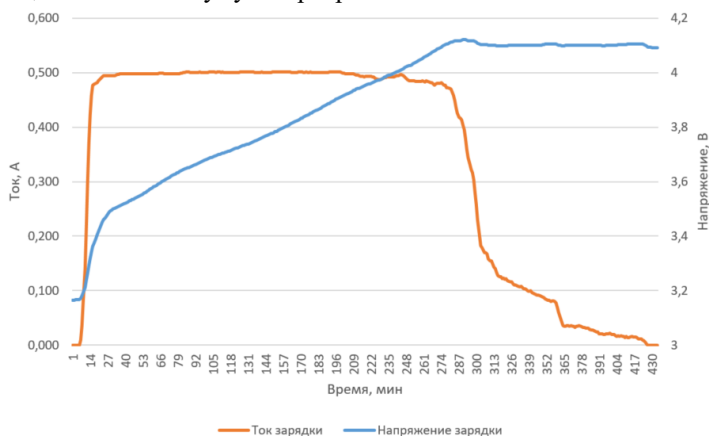


Рис. 4 График зарядки Li-ion аккумулятора разработанным устройством

Разработанное зарядное устройство имеет развитую систему управления зарядом аккумуляторных элементов питания. Оно способно заряжать различные типы аккумуляторов оптимальным для них методом. Кроме того, при уменьшении доступной мощности, получаемой от источника питания, реализована защита, которая позволяет продолжать (или начинать) заряд малым током при питании от солнечной батареи в условиях слабой освещенности.

Хотя данное решение и предполагает его изготовление в виде отдельного готового устройства, вполне допустимо его упрощение и интеграция в различное оборудование. Это может быть актуально для новых типов аккумуляторных элементов, для которых еще не разработаны дешевые специализированные микросхемы зарядки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Бином, 2014. - 704 с - ISBN 978-5-9518-0351-1.
2. Способы заряда Li-ion аккумуляторов и батарей на их основе [Электронный ресурс]. URL: <https://kit-e.ru/battery/sposoby-zaryada/> (дата обращения 13.10.2022).
3. Литий-ионный аккумулятор — Википедия [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Литий-ионный\\_аккумулятор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Литий-ионный_аккумулятор) (дата обращения 14.10.2022).
4. Литий-ионные (li-ion) аккумуляторы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.powerinfo.ru/accumulator-liion.php> (дата обращения 15.10.2022).
5. Компенсационный стабилизатор напряжения [Электронный ресурс]. URL: [http://electrochainic.ru/stabilizator\\_kompens.php](http://electrochainic.ru/stabilizator_kompens.php) (дата обращения 15.10.2022).
6. Кижук А. С. Микроконтроллеры в системах управления: учебное пособие для вузов / А. С. Кижук. - Белгород: Издательство БГТУ, 2009. — 203 с.

**УДК 628.944**

**Роцук Р.Д.**

*Научный руководитель: Кижук А.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЯРКОСТЬЮ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Появление светоизлучающих диодов ознаменовало новую эру в развитии человечества. Светодиоды в последнее десятилетие активно вытесняют с рынка люминесцентные лампы и лампы накаливания. Это происходит благодаря удачному сочетанию таких характеристик как:

1) Высокое КПД (80-250лм/Вт против, 5-20лм/Вт у ламп накаливания и 40-100лм/Вт у люминесцентных ламп);

2) Большой срок службы (более 50000ч, против 1000ч у ламп накаливания и 10000ч у люминесцентных ламп);

3) Высокий индекс цветопередачи у современных моделей.

Для портативных источников света самым, пожалуй, важным из этих параметров является световая отдача, т.е. отношение излучаемого источником светового потока к потребляемой им мощности. Более низкое энергопотребление позволяет как снизить вес и габариты устройства, так и поднять яркость и время автономной работы осветительного прибора.

Однако нельзя напрямую заменить, например, лампочку накаливания на светодиод. Это вызвано главной особенностью светодиодов, а именно их вольт-амперной характеристикой (ВАХ).

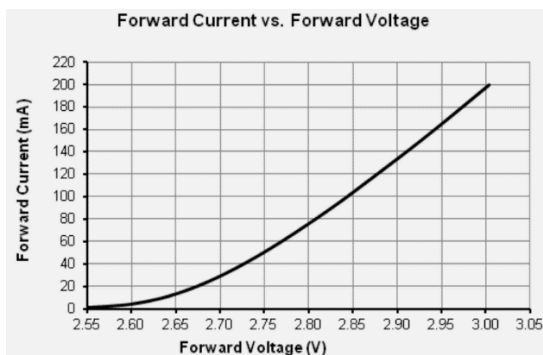


Рис. 1 ВАХ из технической документации на Samsung LM561C.

Хотя диапазон рабочего напряжения и зависит от конкретной модели, но обычно белые светодиоды начинают светиться при напряжении на кристалле более 2.5В, а максимальная яркость достигают при напряжении 3.3В. Из ВАХ (рисунок 1) следует что управление яркостью светодиода удобнее всего производить при помощи источника тока. Использование же источника напряжения возможно, но небольшое изменение напряжения приводит к сильному изменению яркости, что усложняет такое управление, но не делает его невозможным. Так же стоит отметить различие параметров светодиодов в разных партиях, что может привести к необходимости использования различных напряжений для получения одинаковых яркостей в разных партиях производимых устройств.

В целом для питания светодиодов в осветительных приборах применяются 3 концептуальных подхода:

1) Использование балластного резистора;

- 2) Применение линейного стабилизатора тока;
- 3) Построение импульсных преобразователей.

Чаще всего в дешевых фонарях используются токоограничивающие резисторы, роль которых в некоторых случаях выполняют тонкие провода. Это очень простой и дешевый способ, который к сожалению, не может обеспечить стабильную яркость свечения по мере разряда элемента питания.

В более дорогих устройствах применяются специальные линейные стабилизаторы для светодиодов, например, АМС7135, который обеспечивает ток 350мА. Различные режимы работы достигаются использованием сразу нескольких таких стабилизаторов и управлением ими посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ) микроконтроллером (встречается в Convoy S2+). Но многие такие стабилизаторы имеют большое падение напряжения, что при питании от литий-ионного источника ухудшает стабилизацию при подсевшем аккумуляторе.

Другим вариантом решения данной проблемы является применение импульсных преобразователей напряжения. Во многих случаях такие преобразователи имеют большой КПД и широкий диапазон питающих напряжений. Но к сожалению, нет распространённых общедоступных специализированных решений для питания светодиодов от нескольких щелочных гальванических элементов или одного литий-ионного аккумулятора с возможностью гибкой настройки яркости в разных режимах работы фонаря. Производители обычно используют свои уникальные решения или ухищряются и приспособливают более распространённые решения для данной цели.

Из данных подходов стоит выделить линейные стабилизаторы тока. При небольшом напряжении питания, например, при использовании литий-ионной батареи формата 18650 с номинальным напряжением 3.7В, и светодиодом с рабочим напряжением 2.7-3В получается неплохое значение КПД, которое не сильно уступает импульсным решениям. При использовании же литий-железо-фосфатных аккумуляторов с номинальным напряжением 3.2В, КПД линейного стабилизатора вообще сопоставимо с импульсными. Но необходимо улучшить стабилизацию при небольшой разнице входного напряжения питания и напряжения на светодиоде. Так в рамках данной статьи прорабатывается схема (рисунок 2) системы стабилизации яркости параллельно соединённых светодиодов с возможностью изменения яркости при получении управляющего сигнала.

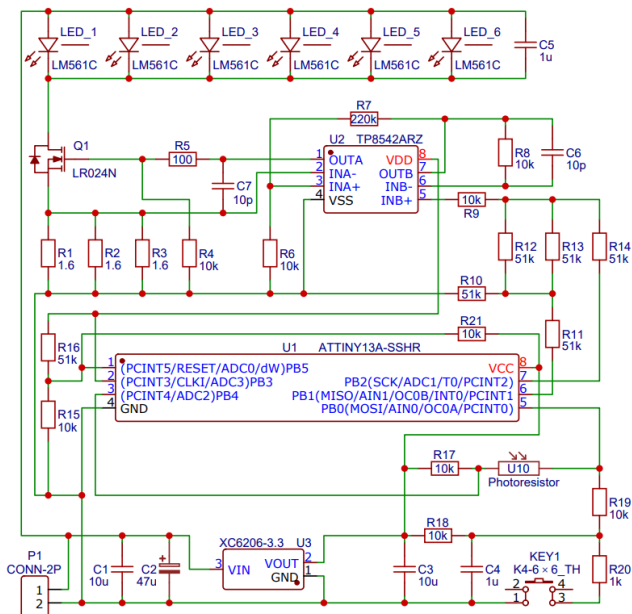


Рис. 2 Схема система стабилизации и управления яркостью.

Главным элементом данной схемы является массив светодиодов Samsung SPMWHT541ML5XAT0S6 (серия LM561C), которые обладают одним из самых высоких показателей светоотдачи (36-38лм при токе 65mA), низкое рабочее напряжение (2.6-2.9В), хорошую цветопередачу (CRI 80+) и нейтральную цветовую температуру (4000K).

Исполнительным элементом линейного стабилизатора компенсационного типа выступает n-канальный полевой транзистор с изолированным затвором IRLR024N (Q1). Данный элемент выступает в роли управляемого резистора, чем тем самым регулирует протекающий через светодиоды ток. Основным параметром при выборе конкретной модели транзистора было малое пороговое напряжение включения равное 2В. Это позволило избежать использования для управления затвором более высокого напряжения чем напряжение элемента питания. Так же данная модель имеет достаточную максимальную рассеиваемую мощность для работы в линейном режиме и может обеспечить необходимый ток с малым падением напряжения.

Для измерения тока, протекающего через светодиоды, используется токовый шунт (параллельно соединенные R1, R2 и R3). Напряжение с данного датчика поступает на инвертирующий вход

первого операционного усилителя (ОУ) в составе TP8542ARZ (U2, содержит 2 ОУ), чем обеспечивает отрицательную обратную связь (ООС) по току. На неинвертирующий вход подается то напряжение, которое соответствует ожидаемому на токовом шунте, чем обеспечивается протекание требуемого тока через светодиоды. Управляющий сигнал с ОУ поступает на затвор транзистора через резистор R5. Здесь стоит отметить выбор TP8542ARZ, который обладает выходами типа Rail-to-Rail. Данный ОУ предназначен для работы с низким питающим напряжением и может обеспечивать на выходах напряжение равное напряжению его питания. Если рассматривать другие ОУ, например, LM358, то они способны обеспечить на выходе лишь напряжение на 1.5В ниже чем питающее, что не даст возможности управлять транзистором при не полностью заряженном аккумуляторе.

Рассмотренной выше системе стабилизации тока необходима система управления, основой которой будет микроконтроллер ATMEGA16 (U1). Данный микроконтроллер не имеет встроенный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) для получения напряжения управления системой стабилизации, следовательно, необходимо использовать внешний. Самым простым вариантом является использование резистивной матрицы (R10, R11, R12, R13 и R14). Обычно данный тип ЦАП занимает много выводов МК и требует большого количества резисторов, однако нам не требуется высокая дискретность получаемого таким способом сигнала. Достаточно им обеспечить несколько старших режимов работы устройство, а в младших использовать минимальное напряжение ЦАП совместно с высокочастотной ШИМ модуляцией.

Один из выводов (PB3) МК ATmega16 будет использоваться для питания ОУ TP8542ARZ, что позволит отключать его в режиме ожидания. Еще, например, два вывода потребуются для задания управляющего напряжения (PB2 с весом 50% от напряжения питания МК, PB1 с весом 25% и возможностью формировать ШИМ сигнал). В зависимости от требований, можно увеличить точность ЦАП, но в целом для портативных фонарей вышеприведенные параметры являются достаточными.

Однако возникает несогласованность уровня напряжения, подаваемого на ОУ (равно напряжению на шунте, которое является довольно малой величиной) и получаемого с ЦАП (равно до 75% напряжения питания МК). Для решения данного вопроса применяется делитель напряжения (R6 и R7). Чтобы он не вносил искажение в работу ЦАП на втором ОУ в TP8542ARZ построен повторитель напряжения.

Напряжение, формируемое ЦАП зависит от напряжения питания МК. Так как по мере разряда аккумулятора напряжением на нем сильно падает, необходимо для питания МК использовать линейный стабилизатор ХС6206 (U3).

Управление устройством можно производить при помощи кнопки К4-6 х 6 (KEY1). Для слежения за изменением ее состояния можно воспользоваться прерыванием по изменению (фронт/срез) состояния на РВ0. МК будет находиться в режиме глубокого сна с включенными только лишь внешними прерываниями, что позволит продлить время ожидания за счет снижения энергопотребления.

С учетом наличия оставшихся свободными выводов МК (РВ4 и РВ5), можно измерять напряжение после линейного стабилизатора, которое начинает падать только при сильном разряде аккумулятора, что позволит информировать пользователей о том, что устройство необходимо подзарядить. Для этого можно использовать вывод РВ5 (reset) с работой АЦП от внутреннего источника опорного напряжения и делитель напряжения на R15 и R16. Кроме того, можно используя R17, фоторезистор и оставшийся вывод РВ4 организовать слежение за уровнем освещенности, что позволит использовать устройство как систему аварийного освещения.

Рассмотренная в рамках статьи схема позволяет создавать автономные источники света различного спектра применения. Система стабилизации яркости обеспечивает стабильную яркость все зависимости от уровня напряжения батареи вплоть до ее полной разрядки. Система управления позволяет организовать точную настройку яркости (включая ее очень плавную регулировку) для различных режимов работы готовых устройств.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Бином, 2014. - 704 с - ISBN 978-5-9518-0351-1.

2. Light-emitting diode - Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting\\_diode](https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode) (дата обращения 30.09.2022).

3. LM561C | SAMSUNG LED | Samsung LED Global Website [Электронный ресурс]. URL: <https://www.samsung.com/led/lighting/mid-power-leds/5630-leds/lm561c/> (дата обращения 01.10.2022).

4. Компенсационный стабилизатор напряжения [Электронный ресурс]. URL: [http://electrochainic.ru/stabilizator\\_kompens.php](http://electrochainic.ru/stabilizator_kompens.php) (дата обращения 01.10.2022).



5. Операционные усилители Rail to Rail от STMicroelectronics. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200108/4.html> (дата обращения 01.10.2022).

6. ATtiny13 - 8 битный AVR микроконтроллер с 1 КБ внутрисистемно программируемой Flash памяти. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/attiny13.htm> (дата обращения 01.10.2022).

7. Кижук А. С. Микроконтроллеры в системах управления: учебное пособие для вузов / А. С. Кижук. - Белгород: Издательство БГТУ, 2009. — 203 с.

*УДК 62-52*

*Савостина Я.А., Парамонова А.А.*

*Научный руководитель: Чепчуров М.С., д-р техн. наук  
Белгородский государственный технологический институт  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.*

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК**

Исходя из анализа результатов разработки алгоритма работы робота-перегрузателя, необходимо управлять тремя приводами переменного тока по интерфейсу STEP-DIR-ENBLE. Двое из них приводы манипулятора, а третий – привод насоса гидроконвейера, управление включение и выключение которого выполняется магнитным пускателем. Наличие контейнера и выход продукта из него определяются конечными выключателями, а на выходных концах редукторов приводов установлены энкодеры. Выходит следующая конфигурация ПЛК:

Дискретные входы – 12

Дискретные выходы – 4

Аналоговый вход – 1

Высокосортные входы – 4

Высокоскоростные выходы – 4

Подобную конфигурацию подбираем на основе аналога ПЛК S7-500:

Модуль входов (8) – 2

Модуль высокоскоростных входов – 1

Модуль аналоговых входов – 1

Модуль релейных выходов (8)–1  
Модуль транзисторных выходов (8) –1  
Модуль CAN интерфейса –1

Вывод-вывод информации выполняется с помощью HMI (Kinco) панели оператора и кнопочного пульта.

Для создания программы использован язык LD, входящий в стандартный набор ПО для программирования ПЛК, панель оператора программируем с помощью *KincoHMIware 2.5*.

Циклограмма работы робота-перегрузителя изображена ниже.

По каждому потоку выполняется обработка от RPi графической информации МК. Информация о кол-ве объектов заданного в определённом диапазоне размеров и массой продуктов по каждому из диапазона передается в головной компьютер. О массе каждого объекта сортировки данные поступают в МК.

Схема алгоритма проекционной пиксельной оценки приведена на рисунке 1.

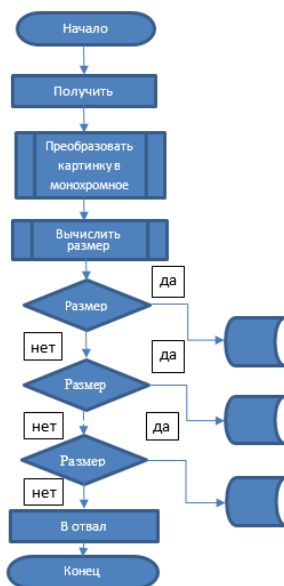


Рис. 1 Схема алгоритма визуальных измерений

Для моделирования работы робота-перегрузителя предназначена его кинематическая модель или при перемещении рабочих органов и основных узлов верификации объёмной модели. На рисунке 2 изображена объёмная модель робота.

Основные узлы: рама –1, мост –2, рама моста–3, схваты –4.

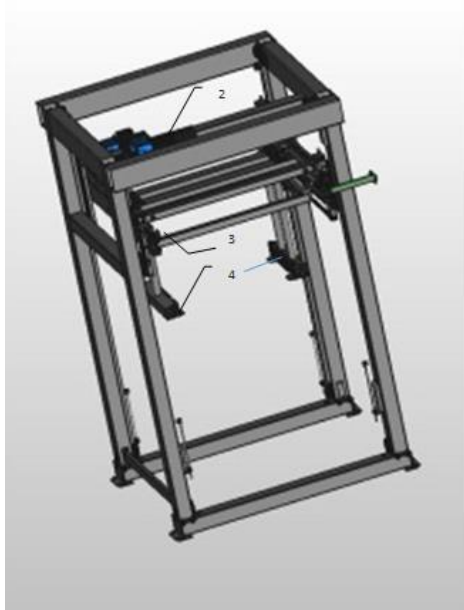


Рис. 2 Объёмная модель перегружателя.

С помощью программы написанной в Python в виде макроса возможно моделирование перемещений узлов и рабочего органа оборудования.

На основе S7 совместного ПЛК, которая представляет собой отдельную подсистемой компьютера разработана программа для управления роботом-перегружателем. Так же, разработан алгоритм для определения геометрических характеристик сортировки объекта, который функционирует на базе проекционного метода и позволяет выполнять быструю сортировку объектов.

Временное расположение узлов и рабочих органов робота, на основе расчетов, позволяет смоделировать полученную кинематическую модель оборудования.

Исследование выполнено (работа выполнена) в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепчуров М.С., Жуков Е.М., Блудов А.Н. Способы проекционной оценки геометрии объектов в машиностроении и их реализация. Монография. Белгород, 2015.
2. Чепчуров М.С., Четвериков Б.С. Позиционирование изделия в процессе автоматизированного бесконтактного контроля формы его поверхности качения. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 2. С. 99-103.
3. Журнал “ИСУП” № 2(80)\_2019. [Электронный ресурс]. URL: [https://isup.ru/upload/pdf-zhurnala/2-80-2019/104\\_107\\_KINKO\\_2.pdf](https://isup.ru/upload/pdf-zhurnala/2-80-2019/104_107_KINKO_2.pdf). Дата обращения 29.08.2022
4. Официальный сайт «GCAN-PLC». [Электронный ресурс]. URL: [https://www.gcanbus.com/products/plc-con-ru/?\\_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs3NTQyMDAzMzcxMjI5ODM4NDUyODt5YW5kZXgucnU6cHJlbW11bQ&yclid=2110295918103756799](https://www.gcanbus.com/products/plc-con-ru/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs3NTQyMDAzMzcxMjI5ODM4NDUyODt5YW5kZXgucnU6cHJlbW11bQ&yclid=2110295918103756799). Дата обращения 29.08.2022
5. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 284 с.

*УДК 004.056.5*

*Сойникова К.С.*

*Научный руководитель: Затолокина Н.М., канд. геогр. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

В настоящее время жизнь человека в информационном мире подвергается «утечкам» данных.

Защита персональных данных – это ряд мероприятий разного характера, позволяющий выполнить требования законодательства РФ, касающиеся обработки, хранению и передачи персональных данных граждан. Необходима для возможности противодействия несанкционированных атак к хранимым данным. Согласно требованию закона о защите персональных данных, оператор персональных данных обязан выполнить мероприятия технических и организованных мер касающихся процессов обработки персональных данных [1...2].

Вместе с продвижением информационных технологий, которые позволяют хранить, отправлять и получать материалы, также активно появляются все новые виды угроз персональным данным.

Предотвратить угрозы помогают введение аппаратных средств защиты, необходимое программное обеспечение, использование криптографических способов защиты данных, шифрование.

Персональные данные являются конфиденциальной информацией, не подлежащей распространению, характеризуются особой защитой.

В таблице представлены наиболее распространенные и опасные угрозы информационной безопасности [4].

Таблица – Распространенные угрозы информационной безопасности

№	Наименование	Процент, %
1	Кража информации	65%
2	Халатность сотрудников	52%
3	Вредоносные программы	45%
4	Аппаратные и программные сбои	43%
5	Финансовое мошенничество	36%
6	Хакерские атаки	21%
7	Спам	18%
8	Саботаж	15%

Система защиты информации важна не только в крупных компаниях, но и для обычного пользователя. Поэтому тема защиты персональных данных продолжает оставаться актуальной.

Новаторские технологии информационной безопасности позволяют выявить и предотвратить постороннее вмешательство в электронные ресурсы. Так Федеральная государственная информационная система ведения Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН) размещена в распределенных центрах обработки данных. ФГИС ЕГРН предусмотрели резервное копирование данных на всех этапах, в результате чего устраняются риски потери, ухудшения или недоступности информации. Так же для получения доступа к ФГИС ЕГРН требуется ввести уникальный ключ доступа [3].

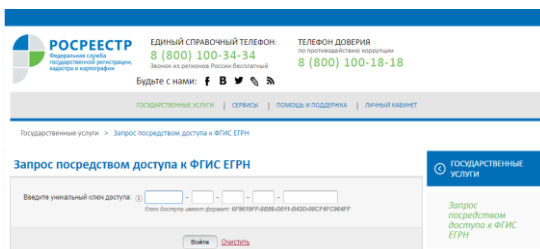


Рис. 1 Ввод уникального ключа доступа

Доступ к системе сотрудников ведомства строго отрегулирован: во всех субъектах РФ есть определенное количество государственных регистраторов, доступ каждого из которых персонализирован, в том числе с применением электронной подписи, что позволяет контролировать процесс работы в системе на каждом из этапов и допускать только законных пользователей.

Так же данные об имуществе, хранящиеся в электронной системе Росреестра, имеют многоуровневую систему защиты как от угроз, так и от потери и ухудшения данных. проводится шифрование сетевого трафика в сети Росреестра с использованием средств криптографической защиты информации. Помимо этого, в Росреестре существует совершенствование навыков специалистов в связи с постоянно повышающимися требованиями к их квалификации. В настоящее время, в реестре содержатся сведения о 697 343 операторах персональных данных (по состоянию на 05.10.2022).

Стоит отметить, что с 1 сентября 2022 года вступили в силу изменения в Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ "О персональных данных". Почти все операторы персональных данных, должны уведомлять Роскомнадзор о своем намерении обрабатывать персональные данные. Но пока что закон не устанавливает предельный срок уведомления Роскомнадзора об обработке персональных данных. Ведомство подчеркивает, что 1 сентября 2022 года – это не последний срок уведомления. Учитывая это, можно считать, что подавать уведомление об обработке персональных данных, если оно не было подано ранее, следует в том числе и после 1 сентября 2022 года. Это так же касается тех лиц, которые уже обрабатывают персональные данные, однако ранее у них не было обязанности уведомлять об этом. На портале Роскомнадзора оператору предоставлена возможность сформировать и отправить уведомление в территориальный орган Роскомнадзора одним из следующих способов: в бумажном виде; в электронном виде с использованием усиленной квалифицированной электронной подписи, в электронном виде с использованием средств единой системы идентификации и аутентификации [5].

Защита информации с каждым днем считается самым актуальным и требуется в любой сфере деятельности. Защищать нужно не только персональный компьютер (ПК), но и технические устройства, соприкасающиеся с информацией. При этом, обыкновенный принтер был есть и будет одним из наиболее распространенных каналов утечки данных.

Все данные могут стать угрозой в руках злоумышленников, поэтому конфиденциальность современных ИТ-систем должна находиться на высшем уровне.

Ответственность за правонарушение по отношению к информационным системам определяется по согласию действующего законодательства страны, в первую очередь, по уголовному кодексу.

Приостановление угроз информационной безопасности стороны возможны только в связи с прохождением постоянного обновления системы защиты и мониторинга.

Совершенных способов обезопасить себя от угроз не существует, поэтому информационную систему защиты необходимо всегда усовершенствовать и обновлять, так как мошенники тоже усовершенствуют свои методы и идеи. В настоящее время не придуман всеобщий способ, который подходит каждому и дает точную защиту. Но также остается важным остановить проникновение злоумышленников на раннем этапе.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение. М.: Изд-во ДМК Пресс, 2017. 434 с.

2. Защита персональных данных недвижимости [Электронный ресурс] - URL: <http://www.pointlane.ru/personal/> (дата обращения: 03.10.22).

3. Каким способом обеспечивается защита данных в Росреестре [Электронный ресурс] - URL: <https://kadastr.ru/magazine/vopros-otvet/kak-zashchishcheny-dannye-sobstvennikov-v-reestre-ndvizhimosti/> (дата обращения: 04.10.22).

4. Угрозы информационной безопасности [Электронный ресурс] - URL: <https://www.anti-malware.ru/threats/information-security-threats> (дата обращения 02.10.22).

5. Федеральный закон о персональных данных от 27.07.2006 №152-ФЗ [Электронный ресурс] - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61801/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/) (дата обращения 04.10.22).

6. Хабаров И.А., Хабаров Д.А., Попова О.О.Ю., Кожевников В.А. Цифровизация процесса осуществления кадастрового учета. Вектор ГеоНаук. 2019 Т.2. №3. С. 55-61.

*Сырых А.А., Грищенко М.С.*

*Научный руководитель: Высоккая М.А., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ**

Цифровизация дорожной отрасли является одним из сегментов эпохи цифровизации социальной жизни. Цифровые технологии нашли применение на всех этапах строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

Начальным этапом являются предпроектные изыскания, в том числе геодезические изыскания. На сегодняшний день съемка местности осуществляется с помощью GNSS оборудования (спутниковых приемников). Полученные результаты в течение нескольких минут переносятся в САД системы (Civil 3D, AutoCAD), где с полученными данными и нанесенными точками уже можно работать (наносить проектируемые границы объекта, считать площадь, объем и прочее). Также можно просмотреть координаты и высоты точек, которые будут варьироваться в зависимости от выбранной системы высот, получить трехмерное геометрическое представление участка земли – поверхности, для вычисления объема, просмотра уклонов и т.д. Если же GNSS оборудование по каким-либо причинам не подходит для ведения съемки на данном участке, то используется тахеометр. С его помощью можно также получить результаты съемки в оцифрованном виде, однако они, как правило, будут в условных системах высот и координат. К минусам можно отнести также и тот факт, что тахеометр на больших расстояниях, а также местностях со сложным для съемки рельефом (леса, холмы, скалы, виражи на дорогах и др.), придется часто переставлять. В настоящее время также существуют системы съемки с использованием квадрокоптеров – топосъемка. Однако их точность во многом зависит от точности определения координат опорных точек, в отличии от описанных выше методов, точность измерений которых доходит до миллиметров.

На основании полученных в результате предпроектных изысканий данных разрабатывается проектное решение. Программные продукты, в которых на сегодняшний день выполняются проекты, позволяют сформировать цифровую модель проекта и работать с любым из его этапов отдельно на каждой стадии проектной реализации.



Выполнению непосредственно строительно-монтажных работ предшествует стадия подготовительных работ - подготовка строительной площадки. Данный этап включает в себя в том числе разбивку границы полосы производства работ и вынос реперов, а также иных ключевых точек на местности. Для этих целей и в последующем уже до самого завершения строительства используется еще одна цифровая технология - система 3D нивелирования, необходимая для выполнения работ операторами техники с заданной проектом точностью, а также для моментального контроля выполнения работы. Эта система контролирует положение рабочего оборудования (отвал, ковш и др.) техники по высоте и уклону. Она считывает положение оборудования в координатах, а также положение его кромки. На основе этих данных система может контролировать точность формирования необходимой поверхности машиной. В случае разницы между отметками, предусмотренными загруженным в систему проектом, и отметками, полученными с реального положения рабочего оборудования, система способна в автоматическом режиме компенсировать эту разницу. Согласно данным Торсон - одной из компаний, производящих геодезическое оборудование, а также модули для работы систем 3D нивелирования, с использованием данной системы производительность одних только земляных работ повышается в 2-3 раза. Система 3D нивелирования устанавливается на бульдозеры, экскаваторы, на которых имеется функция гидравлического управления глубиной копания и углом ковша, изменение положения которого в реальном времени транслируется на экран машинисту. Эта система работает в паре с GNSS приемником, т.е. со спутниковым оборудованием, однако, если по каким-то причинам доступ к связи со спутниками затруднен, то используется тахеометр, работающий с отражателем на технике. Тахеометр геометрическим способом получает собственные координаты и высоты и, в последующем, координаты и высоты техники с помощью реперов, подготовленных предварительно. Система нивелирования используется даже на самосвалах для отслеживания машин на участках работ, а также для отслеживания объемов материалов и их точного расхода на том же участке. В случае же не нового строительства, а ремонта вышедшей из эксплуатации автомобильной дороги, используется дорожная фреза, на которую также устанавливается 3D система нивелирования для точного фрезерования существующего покрытия с погрешностью до 5 миллиметров. Также следует сказать, что современное оборудование, устанавливаемое на всю дорожную технику, позволяет контролировать с высокой точностью каждый элемент рабочего органа любой машины.

На этапе устройства дорожного основания вновь встречаются системы нивелирования. Они устанавливаются на автогрейдеры, регулируя работу отвала для точного выведения профиля будущей дороги по уклону и отметке, точно следуя проекту. На грунтовые катки также устанавливаются специальные системы, позволяющие контролировать количество проходов по создаваемой карте работ, скорость уплотнения, основываясь на данные, получаемые со специальных датчиков уплотнения.

На этапе укладки асфальтобетонного покрытия используются асфальтоукладчики, также модифицированные специальными системами, позволяющими автоматически управлять положением выглаживающей плиты, направлением движения машины, добиваясь, при этом, необходимой точности высотной отметки и уклона. На асфальтовых катках для качественного уплотнения используются температурные датчики для постоянного контроля температуры.

Таким образом, можно сказать, что современные системы, устанавливаемые на дорожную технику, выполняют большой объем работы автоматически, основываясь на проект, информации с датчиков и положении техники.

Для контроля качества построенной дороги используются специальные системы сканирования, устанавливаемые на автомобили, или специальные дорожные лаборатории, например, дорожная лаборатория «Трасса», с помощью которой измеряется поперечная ровность, геометрические параметры дороги, к которым относятся продольные и поперечные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, высотные отметки, видимость в профиле, измеряется коэффициент сцепления и показатель ровности дорожного покрытия с помощью специального динамометрического прицепа, а также продольная ровность, прочность дорожной одежды под нагрузкой специальной установки динамического нагружения, ведется панорамная съемка, фиксируются параметры инженерного обустройства, определяется интенсивность и состав дорожного движения. Результаты измерения оцифровываются и переносятся в специальные программы типа ПИК ДорогаПРО, в которых можно произвести анализ данных и дать оценку эксплуатационному состоянию автомобильной дороги. Раньше весь вышеописанный комплекс пришлось бы измерять вручную с помощью нивелира, дорожной рейки и прочего, если такое представлялось возможным.

По завершению строительства (реконструкции и ремонта) дороги начинается этап эксплуатации и содержания. Современные информационные системы позволяют оцифровывать дорожную сеть, с

нанесением конструктивных элементов дорог и их технических характеристик. По оцифрованной сети отслеживается передвижение дорожной техники, оснащенной системами навигации ГЛОНАСС, и выполняющей дорожные работы. В автоматическом режиме подсчитывается количество рейсов, маршруты движения, количество используемого противогололедного материала (при зимнем содержании). Все это позволяет в автоматическом режиме отслеживать выполнение подрядными организациями работ, рассчитать их стоимость по нормативам в зависимости от зафиксированных действий, отмечать аварийные участки, выносить предписания и прочие действия.

Также стоит упомянуть об активно развивающихся на территории нашей страны интеллектуальных транспортных системах (ИТС). ИТС – это комплекс систем, позволяющих более эффективно эксплуатировать транспортную сеть с помощью современных технологий, встроенных в транспортное средство или дорожную инфраструктуру, а также управлять дорожным движением. Для того, чтобы с помощью ИТС осуществлялось управление дорожным движением, необходимо анализировать дорожный трафик в реальном времени. Для сбора данных о состоянии трафика существует несколько способов. Первый способ предполагает использование аналитики Big Data – с помощью специальных программ и ряда систем представляется возможным анализировать скорость передвижения людей через SIM-карты, собирая массивы анонимных данных. Второй способ – это использование высококачественных камер, детекторов и дорожных радаров для мониторинга состояния транспортного потока. ИТС представляют собой целый комплекс специального оборудования, осуществляющего помимо сбора данных, управление транспортным потоком и информирование участников дорожного движения. ИТС существует для оптимизации движения частного и общественного транспорта, в т.ч. уменьшения количества заторов, для быстрого реагирования на любые дорожно-транспортные происшествия, безопасности дорожного движения, контроля за соблюдением ПДД и т.д.

Неотъемлемыми частями ИТС являются:

- Дорожные видеокамеры, позволяющие следить за транспортным потоком, выделять и трассировать движущиеся объекты, захватывать кадры с государственными регистрационными знаками транспортных средств (ТС) с последующей расшифровкой;

- «Умные» светофоры, которые запрограммированы самостоятельно принимать решения на основе поступающей информации о дорожной обстановке с других элементов ИТС;

- Детекторы транспортного потока, фиксирующие факт нахождения ТС в зоне действия прибора и перерабатывающие этот факт для дальнейшего использования;
- Информационное табло с выводимой на него информацией о ситуации на участке автомобильной дороги – загрузка участка дороги, ДТП, количество общественного транспорта и прочее;
- Паркоматы – приборы для оплаты платной парковки;
- Система автоматизированного управления освещением, работающая по заранее загруженному алгоритму в соответствии с информацией, получаемой с различных датчиков;
- Средства автоматической фиксации нарушений – камеры, способные фиксировать нарушение ПДД с последующей передачей в органы ГИБДД.

Таким образом, российская интеллектуальная транспортная система, активно внедряемая в нашу жизнь сейчас, направлена на повышение безопасности дорожного движения, уменьшения числа ДТП, оперативное доведение информации об инцидентах до спецслужб, оптимизацию движения с учетом ситуации на дороге, обеспечение беспрепятственного передвижения спецтранспорту и повышение удобства передвижения на общественном транспорте. Автоматизация дорожного строительства как можно быстрее стала развиваться, так как замена человеческого труда на машинной является экономически верным решением, помимо этого почти исключается вероятность ошибки, повышая уровень качества дорожного покрытия.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Гришина Н., Завтур А. Автоматизация дорожного строительства. Опыт компании КРОК в BIM-технологиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2016 №5. – 6 с.
2. Кононыхин, Б.Д. Лазерные системы управления машинами дорожного строительства / Б.Д. Кононыхин. – М.: Машиностроение, 2018. – 118 с.
3. Гаврилов, К.Л. Дорожно-строительные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт / К.Л. Гаврилов, Н.А. Забара. – М.: Майор, Издатель А.И. Осипенко, 2017. – 271 с.
4. Богомолов А. А. Качественный асфальтобетон - это качественные дороги / А. А. Богомолов, А. С. Корнеев // Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения): Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. - Ч. 1. - С. 86-90

5. Яковлева Е.А., Толочко И.А. Инструменты и методы цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Том 11. – № 2. – С. 415-430.

*УДК 004.421.6*

*Танчук М.П., Оль Р.А., Шевченко А.О.  
Научный руководитель: Анисимова З.Г., ст. преп.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПЕРЕНОС РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ MATLAB В MS WORD**

Оформление отчетов может занимать существенный процент рабочего времени. В этих целях Microsoft предлагает использовать VBA скрипты, упрощенную версию языка Visual Basic, встроенную в продукты Microsoft Office. Такой подход позволяет создать макросы для автоматизации простых действий, но возможности языка для инженерных расчетов ограничены.

Отличным средством для расчетов можно считать среду MATLAB, которая имеет несколько вариантов генерации отчетов. В MATLAB существуют live скрипты являющийся интерактивными документами. Они позволяют комбинировать код вместе с форматированным текстом, уравнениями, изображениями в среде Live Editor. Результат выполнения кода отображается в этой же среде рядом с остальными элементами. Документ Live скрипта можно сохранять в формате Microsoft Word. Несмотря на кажущееся удобство такого решения результат расчетов появляется только в определенном месте, а файл скрипта имеет ограниченные возможности форматирования.

Второй способ генерации – это MATLAB Report Generator. Дополнение предоставляет API, которое позволяет создавать отчеты из приложения MATLAB. С его помощью создаются программы, которые динамически генерируют отчеты в формате PDF, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint и HTML на основе встроенных или пользовательских шаблонов.

Также существует способ доступа к выполнению скриптов VBA в Word из среды MATLAB. Для этого используется фреймворк ActiveX позволяющий работать с Component Object Model (COM) Microsoft Word из других приложений. ActiveX – модуль для определения компонентов, с которыми могут взаимодействовать программы, написанные на разных языках программирования. В данном случае этот

модуль позволяет связать скрипт на VBA и MATLAB. Рассмотрим на примере эту связь.

Сначала нужно создать файл Word, который будет выступать в качестве шаблона и в нем записать названия меток (рис. 1), которые будут заменены на значения из MATLAB. Все метки заключаются в угловые скобки, так как эти скобки в паре не воспринимаются в поле формул как скобки математического выражения. Для меток, расположенных в поле формул нужно убрать созданное по умолчанию курсивное начертание иначе такие метки потом невозможно найти.

```
<text>¶  
  
a+< formula > +b¶  
  
<figure>¶  
  
Рисунок:¶
```

Рис. 1 Пример структуры шаблона для генерации отчета

В MATLAB нужно выполнить следующие действия:

- Произвести расчеты;
- Открыть файл шаблона Word и получить доступ к его редактированию;
- Найти в файле метки и заменить их на рассчитанные значения;
- Сохранить полученный файл.

Код MATLAB будет выглядеть следующим образом:

```
%% Расчеты  
testStr = 'Hello';  
testData = 3.3;  
fg1 = figure(1);  
plot(0:10);  
  
%% Получение доступа к файлу шаблона  
word = actxserver('Word.Application');  
document = word.Documents.Open([pwd, '\', 'template.docx']);  
selection = word.Selection;  
  
%% Замены  
ReplaceInDocument(selection, 'text', testStr);  
ReplaceInDocument(selection, 'formula', testData);  
ReplaceInDocument(selection, 'figure', fg1);  
  
%% Сохранение результата  
document.SaveAs2([pwd, '\', 'template_out.docx']);  
document.Close();  
word.Quit();  
delete(word);
```

Основную работу выполняет функция `ReplaceInDocument(selection, findString, replaceVariable)`, которая находит нужную строку в файле и заменяет ее на значение переменной. Исходный код этой функции:

```
function [] = ReplaceInDocument(selection, findString, replaceVariable)
findString = ['<', findString, '>'];
find = selection.Find;
find.Text = findString;
find.Wrap = 1;
find.MatchCase = true;
find.Execute();
while find.Found
    selection.Delete();
    if isfloat(replaceVariable)
        selection.TypeText(num2str(replaceVariable));
    else
        if isgraphics(replaceVariable)
            print(replaceVariable, '-dbitmap');
            selection.Paste();
        else
            selection.TypeText(replaceVariable);
        end
    end
end
find.Text = findString;
find.Wrap = 1;
find.MatchCase = true;
find.Execute();
end
end
```

В данной функции цикл `while` позволяет использовать несколько меток с одинаковым именем. Для строк, чисел и графиков используются разные методы печати. Файл шаблона, функции замены и скрипта нужно разместить в одной папке. После запуска на выходе получим файл отчета с данными из MATLAB.

По сравнению с использованием MATLAB Report Generator очевидным недостатком рассмотренного метода является низкая скорость выполнения. Это связано с необходимостью одновременного запуска двух интерпретаторов, как MATLAB, так и VBA. А преимущество в том, что Word позволяет записать последовательность действий в виде макроса, для которого сгенерируется пример кода. Этот код можно запускать из среды MATLAB.

Таким образом рассмотренная методика может существенно оптимизировать рабочие процессы в компаниях, которые производят инженерные и бухгалтерские расчеты. В дальнейшем программу можно улучшить, оформив ее в виде отдельного класса и добавив элементы

взаимодействия с пользователем [1]. Среди таких элементов может быть окно выбора файла шаблона или выбора места сохранения результата.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наместников С.М. Основы программирования в MatLab. / Сборник лекций: УлГТУ, Ульяновск. – 2011. – 39 с.
2. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил.
3. Стремнев А.Ю. Основы Visual Basic: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Информационные технологии" для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 205 с.
4. Документация MATLAB // exponenta.ru : ЦИТМ Экспонента [сайт], 2021. – URL: <https://docs.exponenta.ru/matlab/> (дата обращения: 26.10.2022).
5. Справочник по Visual Basic для приложений (VBA) в Word // learn.microsoft.com: Microsoft Learn: [сайт], 2022. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/office/vba/api/overview/word> (дата обращения: 26.10.2022).

**УДК 621.1:004.896**

***Топунова Т.С.***

***Научный руководитель: Рыбина А.В., асс.***

*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Рациональное и экономически выгодное использование природных энергоносителей достигается благодаря внедрению информационных технологий в теплоэнергетику. Внедрение грамотного программного обеспечения повышает КПД теплоэнергетических установок и коммуникаций теплоснабжения, сокращая теплотери, так как появляется много возможностей отслеживать показатели и делать прогнозы. Усовершенствованию существующей системы ЖКХ и теплоэнергетической отрасли в целом способствует автоматизация процессов сбора и анализа статистических



данных, также это позволяет быстрому и правильному решению многих задач теплоснабжения.

По оценкам Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ, спрос российского топливно-энергетического комплекса (ТЭК) на передовые цифровые технологии в ближайшее десятилетие может вырасти в 13,5 раза (с 30,7 млрд руб. в 2020 г. до 413,8 млрд руб. в 2030 г.). Об этом НИУ ВШЭ сообщила 20 января 2022 года.

При этом развитие цифровизации ТЭК затруднено использованием устаревшего оборудования: постоянно возрастает износ, однако решение по модернизации не разработано. Выполнение цели «цифровизации» в таких условиях усложняется, выбор программного обеспечения ограничен [1].

Однако, по уровню автоматизации теплоэнергетика занимает одно из ведущих мест среди других отраслей промышленности. Автоматизация технологических процессов теплоэнергетических установок играет определяющую роль в обеспечении экономичной и безопасной работы энергоблоков.

Решению главных задач теплоэнергетики способствует установка современного программного обеспечения и автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), которая осуществляет удаленный контроль и удаленное управление объектами учета. Данная система представляет широкий комплекс информационно-управляющих функций:

- Измерение и отображение технологических параметров с объекта учета (давление, расход, температура, напряжение, положение корректирующих клапанов, положение регулирующих клапанов, состояние насосов);
- Ручное изменение технологических параметров;
- Автоматическое регулирование технологических параметров;
- Противоаварийные защиты и блокировки;
- 3D макет объекта учета с указанием расположения оборудования.

В некоторых случаях для использования таких функций необходима модернизация оборудования. Также для корректной и полной работы данного комплекса потребуются следующие компоненты: дискретные датчики, контрольно-измерительные преобразователи, корректирующие и регулирующие клапаны с возможностью подключения к микропроцессорному модулю, модем для передачи данных и т.д. [2]. Подробная схема комплекса

автоматизированной системы управления технологическими процессами представлена на рисунке 1.

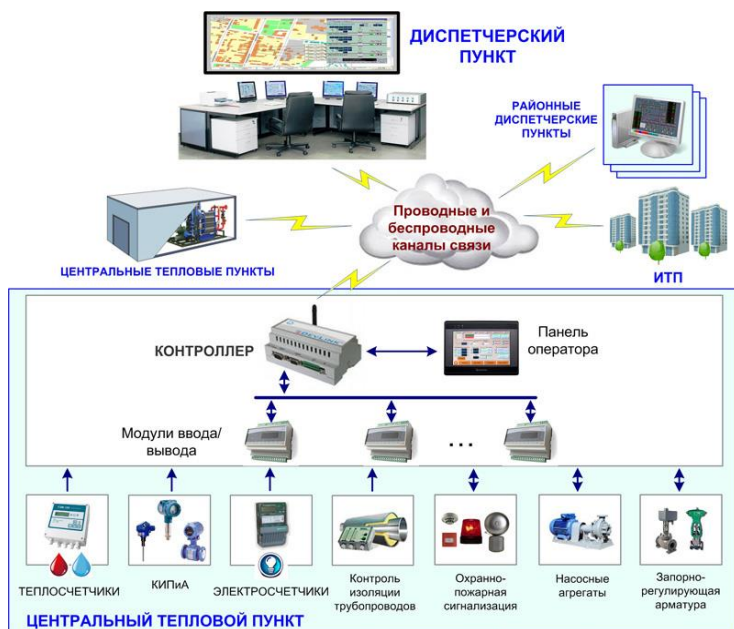


Рис. 1 Схема АСУ ТП

Система регулирует температуру теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды и компенсирует перепады температуры, одновременно поддерживая гидравлический баланс системы отопления.

Регулирование реализуется по заданному температурному графику отопления с учетом реальных измеренных значений температур наружного воздуха. При этом система автоматически производит коррекцию выбранного температурного графика [3].

Для обеспечения работоспособности данного комплекса необходим штат высококвалифицированных сотрудников, которые будут иметь многолетний опыт работы не только с оборудованием и программным обеспечением, но и расположением этого оборудования на объекте учета.

Чтобы максимально быстро разбираться в данной системе и технологических показателях, необходимо создать объект учета с

помощью графического редактора и анимировать следующие элементы:

- Циркуляция воды по трубопроводу. Обозначение магистрали с горячей и холодной водой;
- Работа насосов, регулирующих клапанов.
- Расположение оборудования для снятия технологических показателей.
- Местоположение шкафа АСУТП и других объектов на тепловом пункте.

Создание 3D модели объектов, построенных по точным размерам конструктивных решений ЦТП, позволит планировать установку, изменение, реконструкцию объектов по заранее выработанным решениям [4]. Что минимизирует или даже исключит ошибки проектирования, автоматизации данных объектов [5].

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что развитие автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоснабжающих предприятиях находится на стадии развития и внедрения, данная сфера очень специфична и уникальна, требует большого анализа данных для внедрения комплекса [6]. Разработка графического интерфейса АСУТП с использованием 3D объектов позволяет сделать процесс обслуживания системы максимально эргономичным и позволит уменьшить время реакции сотрудников на изменения значимых параметров.

Современное программное обеспечение позволяет логически управлять технологическим оборудованием, отключать основное и вспомогательное оборудование при возникновении аварийных ситуаций, дистанционно управлять исполнительными устройствами, управлять оборудованием с поддержанием заданных параметров во всех эксплуатационных режимах.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шехтман М.Б. Модернизация + Цифровизация + Стандартизация = интегрированный подход к трансформации коммунальной инфраструктуры / М. Б. Шехтман // [energiavita.ru](http://energiavita.ru): [сайт], 2021. – URL:<https://energiavita.ru/2021/11/02/modernizaciya-cifrovizaciya-standartizaciya-integrirovannyj-podhod-k-transformacii-kommunalnoj-infrastruktury/> (дата обращения: 11.10.2022).

2. НПФ «Круг». URL: <https://www.krug2000.ru/> (дата обращения: 11.10.2022).

3. Тверской Д.Ю., Тверской Ю.С. Задачи и проблемы совершенствования АСУ ТП энергоблоков в направлении их интеллектуализации / Управление и информационные технологии: сб. докл. 4-й Всерос. науч. конф. // СПб.: ЛЭТИ, 2006. С. 230-236.

4. Трубаев П.А., Рыбина А.В. Автоматизированное проектирование теплоэнергетического оборудования. Учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. 154 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48397973> (дата обращения: 05.10.2022).

5. Тверской Ю.С., Таламанов С.А., Мурин А.В. Особенности новой технологии создания АСУ ТП на базе ПТК сетевой организации // Автоматизация в промышленности. 2003. №4. С. 3-6.

6. Таламанов С.А. Концепция построения станции контроля качества автоматического регулирования и автоматизации настройки АСР в составе АСУ ТП тепловых электростанций / Управление и информационные технологии: сб. докл. Всерос. науч. конф. (УИТ2006) // Санкт-Петербург, 2006. С. 196-201.

*УДК 622.23.05*

*Трегуб О.С., Бахаева Ю.В., Варламов П.П.*

*Научный руководитель: Шеметов Е. Г., ст. преп.*

*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Горная промышленность является важнейшей отраслью для экономики многих стран мира, а в некоторых выступает в роли настоящего флагамена. Ввиду этого наблюдается заметный рост объемов добычи полезных ископаемых, в частности, это касается ряда секторов добычи, таких как железорудный, нефтегазовый. Обуславливается этот фактор тем, что в связи с ростом объемов промышленного производства увеличивается и потребность в исходном сырье [1].

Для этого на сегодняшний день ведущие горнодобывающие предприятия активно занимаются освоением и внедрением либо уже модернизацией имеющихся, так называемых, цифровых двойников. Что же они из себя представляют и действительно ли являются технологиями настоящего и будущего?

Цифровой двойник – это цифровая модель конкретного объекта, которая имеет с ним непосредственную связь с помощью датчиков, сетевых средств и различного программного обеспечения и отражает

все его свойства и характеристики в настоящий момент времени. Благодаря такому двойнику открывается возможность управления характеристиками изделий, технологическими и производственными процессами, также симуляция различных ситуаций без вмешательства в реальное производство [2].

Для нефтегазового сектора цифровые двойники представляют огромную важность, вытекающую из двух причин:

1. Такие объекты как нефтяные вышки и платформы удалены от места основного производства и головного офиса компании, зачастую находятся в крайне труднодоступных местах. С помощью системы цифровых двойников осуществляется удаленный контроль за их работой.

2. Процесс добычи и переработки нефти и газа имеет повышенный уровень опасности, аварии на подобных объектах приводят к огромным финансовым потерям, которые связаны с расходами на восстановление цикла добычи, к большим экологическим катастрофам. Система цифровых двойников позволяет минимизировать вероятность возникновения подобного рода инцидентов, а значит избежать внеплановых расходов на восстановление и простой оборудования и самое важное, предотвратить человеческие жертвы.

Транспортировка газа до конечных потребителей и заказчиков является важной задачей нефтегазового сектора. Её могут осуществлять рядом способов, таких как: трубопровод, автоперевозка, танкерные перевозки. Трубопровод является эффективным способом транспортировки газа, по ряду причин:

1. более дешевый, по сравнению с альтернативными вариантами транспортировки [3];

2. потеря газа при транзите минимальная;

3. процесс перемещения происходит в автономном режиме;

4. простая в эксплуатации и долговечная система транспортировки.

При проектировании подводных трубопроводов используется облачная платформа «Цифровой двойник месторождения» [4]. Данная технология позволяет сэкономить количество расчетных часов, во многом благодаря исключению ошибок человека. Расчеты, которые необходимы для проектирования трубопроводов и подводных сооружений выполняются через веб – графический пользовательский интерфейс – GUI (рисунок 1).

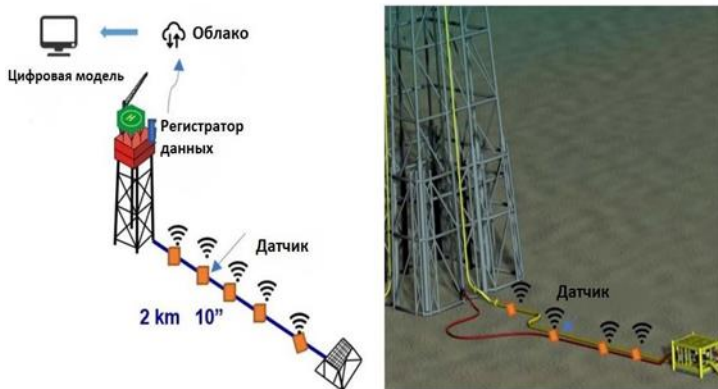


Рис. 1 Датчики вдоль трубопровода для передачи информации цифровому двойнику

Облачная платформа «Цифровой двойник месторождения», позволяет значительно снижать общую стоимость проекта, а также обладает функцией автоматической генерации отчетной документации.

Огромную роль играют цифровые двойники в разведке и добычи нефти. Изначально применялась практика использования умных скважин, которые, в свою очередь, были оснащены датчиками и системами для дистанционного управления. Однако это не позволяло добытчику учитывать геологические особенности месторождения и оборудования для добычи. Цифровые скважины открывают возможность контролировать процесс добычи и эффективно им управлять.

Цифровой керн (рисунок 2) представляет собой столбики породы, которые извлекают из скважин в процессе геологоразведки, чтобы в дальнейшем исследовать нефтяной пласт.

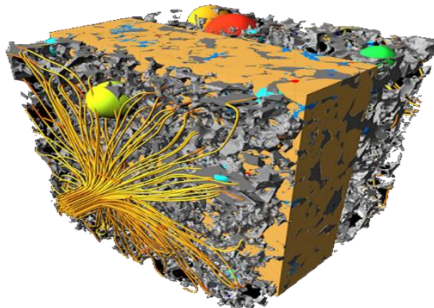


Рис. 2 Цифровой керн

Извлечение и лабораторное исследование реальных кернов— очень сложный и весьма дорогостоящий. Зачастую образцы могут разрушаться в ходе извлечения или испытаний, и тогда приходится добывать новые.

Технологию цифровых двойников активно развивают многие нефтегазовые компании мира.

Транснациональная нефтегазовая компания «BP». Британская компания с 2017 года использует виртуальные модели производственных систем на базе системы моделирования APEX. Цифровые двойники помогают «BP» следить за нефтяными трубопроводами, скважинами и другой инфраструктурой в труднодоступных местах, в том числе в Северном море. Их внедрение позволило строить цифровые модели любых объектов за 20 минут, ранее это занимало до 40 часов. Они дают возможность проводить тестирование различных сценариев в безопасном режиме, обнаруживать сбои и нарушения, чтобы оптимизировать добычу и производство.

Итальянская нефтегазовая компания «Eni» использует цифровые решения на базе искусственного интеллекта и VR для моделирования операций, поддержки принятия решений и автоматизации буровых работ. Это открывает возможность проводить анализ объектов в реальности.

Компания «Equinor» использует цифровые двойники на месторождении Юхан Свердруп в Северном море, на которое приходится до 25% всей морской нефтедобычи в Норвегии. Данные о работе оборудования поступают в режиме реального времени. Данная функция позволяет решать различного рода технические задачи и обеспечивать бесперебойную и стабильную работу нефтедобывающих скважин.

Российская компания «Газпром нефть» [5]. Эта компания с начала 2000-х годов занимается реализацией проектов различных цифровых двойников. Они позволяют оценить объем и характеристики нефти и нефтепродуктов, ожидаемую нагрузку трубопроводов, прогнозировать состояние нефтеперерабатывающих установок и моделировать производственные процессы. В 2017 году в «Газпромнефть – Хантос» (дочернее предприятие «Газпром нефти», занимающееся разработкой месторождений в ХМАО-Югре) был запущен Центр управления добычей, который соединил все разработанные решения для более эффективной добычи нефти. На сегодняшний день эти центры сопровождают разработку ключевых месторождений «Газпром нефти» по всей России. На этапе геологоразведки они позволяют исследовать

месторождения: находить и уточнять расположение пласта нефти, его характеристики и объем запасов. Важнейшим проектом в этой области в 2020 – 2021 годах стало внедрение цифрового двойника сейсморазведки D–Seis. В Центре управления добычей «Газпромнефть-Хантос» данные с более 5 000 скважин поступают в цифровой двойник, на основе которого ИИ каждую минуту пересчитывает тысячи вариантов эксплуатации и выбирает лучший режим управления месторождением.

Цифровые двойники всё больше становятся важнейшими инструментами, которые применяются в нефтегазовом секторе. Безусловно, их усовершенствование и модернизация даёт огромной рост этой отрасли, процессы, которые ранее занимали огромное время, сейчас решаются буквально в считанные часы. Исходя из этого мы понимаем, что цифровой двойник по праву является технологией настоящего и будущего.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриенко В.Г., Шеметов Е.Г., Масловская А.Н., Степанов М.А. Анализ состояния рынка пигментированных наполнителей, железноокисных пигментов и перспективы развития импортозамещения. В сборнике: Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. Межвузовский сборник статей. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; под ред. В.С. Богданова. Белгород, 2015. С. 185-188.

2. Наговицын О. В., Степачева А. В. Формирование цифрового двойника месторождения твердых полезных ископаемых // Цифровые технологии в горном деле. - Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2021. – С. 42 - 43.

3. Способы транспортировки газа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://promzn.ru/gazovaya-promyshlennost/transportirovka-gaza.html>. Дата обращения: 9.08.2022г.

4. Быкова В.Н., Ким Е., Гаджиалиев М.Р., Мусиенко В.О., Оруджев А.О., Туровская Е.А. Применение цифрового двойника в нефтегазовой отрасли // Актуальные проблемы нефти и газа. – Москва. № 1 (28). 2020. С. 8

5. «Газпром нефть» — технологический лидер нефтегазового рынка России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/>. Дата обращения: 9.08.2022г.



**УДК 004.896**

**Удальцов М.А.**

*Научный руководитель: Богданов Д.А., ст. преп.  
Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия*

## **ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ**

Традиционно проектирование и производство независимы и относительно не связаны друг с другом, что приводит к низкой возможности повторного использования проектной информации. Отсутствие связующей нити приводит к тому, что у компаний возникают проблемы с длительными циклами разработки.

Развитие виртуальных технологий, таких как виртуальная и дополненная реальности, технологии 5G дают дополнительный толчок для прогресса в области машиностроения.

Цифровой двойник – это виртуальная симуляция, объединяющая многочисленные данные, измерения и возможности применения в контексте информационных технологий нового поколения, промышленных интернет-технологий и концепций умного производства [1].

Появляющаяся концепция цифрового двойника может предложить возможное решение. Она позволяет в режиме реального времени обеспечивать обратную связь из виртуального мира с инженерами, которые могут комбинировать информацию из виртуального мира с информацией из баз данных для принятия решений по техническому обслуживанию, что значительно сократит время и затраты. Сочетание цифрового двойника с проектированием, производством и обслуживанием оборудования может помочь сделать более эффективные, экономически выгодные и удобные шаги в разработке новых продуктов и управлении оборудованием в процессе эксплуатации.

Целью производства, управляемого данными, является преобразование данных, полученных на протяжении всего жизненного цикла продукта, в производственный интеллект, чтобы предоставить решения на основе данных для развития производства. В производстве, управляемом данными, данные, генерируемые производственными системами, переживают взрывной рост. Другими словами, производство, управляемое данными, можно рассматривать как необходимое условие умного производства. В результате данные становятся ключевым фактором конкурентоспособности производства,

и производители начинают осознавать стратегическую важность данных [2].

Одной из особенностей цифрового двойника является создание виртуальных моделей физических объектов в цифровом виде для имитации поведения физических объектов. Виртуальные модели могут понимать состояние физических объектов, собирая данные для прогнозирования, оценки и анализа динамических изменений моделируемых объектов. В свою очередь, физический объект будет реагировать в соответствии с оптимизированным решением в моделировании. Замкнув цикл, можно добиться оптимизации всего производственного процесса. Эта интерактивность между реальным и цифровым мирами продукта или процесса обеспечивает богатый набор моделей и данных для анализа и оптимизации.

В последнее время интеллектуальное производство постепенно становится доминирующим. В результате интеллектуальные производственные системы стали новой парадигмой улучшения производственных операций в производственной среде.

Традиционное производство – это процесс, при котором проекты и чертежи продукта отправляются в цех для изготовления. Цифровые технологии, с другой стороны, представляют собой циклический процесс концептуального проектирования и инноваций продуктов в программном обеспечении для автоматизированного проектирования. Эти проекты и процессы моделируются для проверки возможности производства продукта. Продукция проверяется на каждом этапе производственного процесса с использованием методов контроля и компьютерных методов контроля качества [3].

В настоящее время все больше и больше стран инвестируют в производственные мощности для повышения производительности до установленных затрат, а производители вынуждены разрабатывать передовые производственные технологии для достижения большей производительности с помощью более быстрых и сложных систем.

Ценность, основанная на данных, зависит не только от количества рассматриваемых данных, но и от информации и знаний, скрытых внутри [4]. Цифровой двойник обеспечивает современную техническую основу для интеллектуального производства в обрабатывающей промышленности и играет вспомогательную роль в обеспечении безопасности промышленного интернета и стратегии интеллектуального производства.

В машиностроении эксплуатация и техническое обслуживание станков требуют регулярного осмотра и регулировки людьми. Разнообразие и сложность промышленных требований делают станки с

ЧПУ все более автоматизированными и объединенными в сеть. Удаленный мониторинг и интеллектуальная система диагностики неисправностей являются основой и незаменимым элементом автоматизации станков и сетей. Если станки могут быть построены с цифровым двойником в виртуальном пространстве, который может отслеживать состояние работоспособности и историю эксплуатации станков в любое время, можно значительно избежать ненужных потерь, вызванных непредвиденными событиями.

В процессе проектирования механического оборудования появится большой объем информации о данных, но в настоящее время существуют препятствия для обмена этой информацией.

Для достижения высокой четкости, высокой точности и визуализации при производстве механического оборудования крайне необходима поддержка технологии цифровых двойников [5].

Текущее использование технологии цифровых двойников для производства по-прежнему в основном основано на моделировании методом конечных элементов, что требует усовершенствования технологии изготовления цифровых двойников для достижения высокой точности и точности изготовления механического оборудования [6].

Технология цифровых двойников обеспечивает реальное решение для этой интеграции, поскольку она охватывает весь жизненный цикл продукта: проектирование, производство и техническое обслуживание. Она помогает унифицировать стандарты и правила моделирования, поскольку хорошо представлены геометрические параметры, данные о производстве и обслуживании. Только в виртуальном пространстве можно построить большое количество моделей и данных, включая модели продуктов, производственные модели и модели технического обслуживания. Проектирование, производство и техническое обслуживание осуществляются в режиме реального времени, являются двунаправленными, прозрачными и требуют систематического рассмотрения.

Поэтому применение технологии цифровых двойников для интеграции оптимального проектирования, интеллектуального производства и эффективной эксплуатации, и обслуживания является многообещающим.

Интеграция проектирования, производства и технического обслуживания на основе цифровых двойников требует структуры для информационно-физической комбинации, которая может описывать и управлять данными, генерируемыми на разных этапах разработки и применения продукта. С точки зрения проектирования, научное

моделирование требуется для максимизации контроля над неопределенностью и, таким образом, для определения разумных интервалов безопасности, что требует учета взаимодействия различных механизмов отказа и разработки основанных на физике точных методов прогнозирования срока службы. Что касается производства, достижение бездефектного и без остаточного напряжения является долговременной задачей.

Таким образом, цифровые производственные технологии позволяют производителям управлять в реальном времени двунаправленными и совместно развивающимися сопоставлениями между физическими объектами и их цифровыми представлениями, что прокладывает путь для глубокой кибер-физической интеграции. В сочетании с цифровым двойником интеллектуальное производство на основе данных станет более гибким, адаптивным и предсказуемым.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цифровые технологии машиностроения / В. П. Белоусова, Д. А. Богданов, В. Ф. Булавин [и др.]. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. – 184 с. – ISBN 978-5-87851-971-7. – EDN XBYRCZ.

2. Фролов, А. А. Влияние it-технологий в основном производстве машиностроительного предприятия на формирование условий для развития бизнеса непрофильной продукции / А. А. Фролов, Д. А. Богданов, В. П. Белоусова // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте: материалы XV Международной научно-технической конференции, Вологда, 08 декабря 2020 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. – С. 44-47. – EDN UZYRNI.

3. Оптимизация уровня качества управления производственными процессами / С. Ю. Осипов, Ю. Р. Осипов, Д. А. Богданов, С. А. Шлыков // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 3. – С. 64-68. – EDN YUUORI.

4. Яхричев, В. В. Автоматизированные системы передачи и обработки информации / В. В. Яхричев. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. – 97 с. – EDN YGNONY.

5. Полетаев, В. П. Анализ методов исследования и оценки надежности технических систем / В. П. Полетаев, Д. А. Богданов // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: Материалы XIII Международной научно-

технической конференции, Вологда, 27 марта 2018 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2018. – С. 212-215. – EDN УТИНУТ.

6. Полетаев, В. П. Системная модель оценки состояния оборудования / В. П. Полетаев, Д. А. Богданов // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2018. – Т. 1. – С. 201-202. – EDN YAFHXX.

*УДК 004.021*

*Устинов А.О.*

*Научный руководитель: Коломыцева Е.П., ст. преп.*

*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ С МНОГОЧЛЕНАМИ**

Целью данной работы является разработка программы для выполнения операций с многочленами (полиномами)  $n$ -ой степени. Полиномом  $n$ -ой степени называется функция вида:

$$P_n(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_0 \quad (1)$$

где  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}, a_n$  – коэффициенты многочлена,  $a_n \neq 0$  [1].

Многочлены появляются во многих областях математики и естественных наук. Например, они используются для формирования полиномиальных уравнений, которые кодируют широкий спектр задач, от элементарных словарных задач до сложных научных задач; они используются для определения полиномиальных функций, которые появляются в различных областях, от базовой химии и физики до экономики и социальных наук. В высшей математике полиномы используются для построения колец многочленов и алгебраических многообразий, которые являются центральными понятиями в алгебре и алгебраическая геометрия [3].

Назначением программного средства является автоматизированное вычисление операций с многочленами.

В статье сделан акцент на 4 вида операций с многочленами:

1. проверка на равенство двух многочленов
2. вычисление значения многочлена при определенном  $x$
3. вычисление  $k$ -ой производной многочлена
4. нахождение суммы многочленов.

Реализация поставленной задачи проводилась в интегрированной, единой среде разработки Visual Studio C++.

Данный многочлен (1) следует хранить в виде односвязного списка, состоящего из 3 элементов: коэффициент в виде вещественного числа, целочисленная степень и ссылка на следующий элемент.

Рассмотрим каждый вид операций отдельно.

1. Понятие «равны» для многочленов может определяться по-разному.

Первый вариант: многочлены считаются равными, если один из них может быть преобразован в другой по правилам алгебры (раскрытием скобок, приведением подобных, вынесением за скобку и т.п.).

Второй вариант: многочлены считаются равными, если при подстановке любых чисел вместо букв они принимают одно и то же числовое значение [2].

В нашем случае, многочлены равны, когда при соответственных переменных (т.е. имеющих одинаковые степени при  $x$ ) стоят одинаковые коэффициенты (Рис. 1).

$$\begin{array}{ccccccc}
 3x^4 & + & x^3 & + & 2x^2 & + & x + 2 \\
 3x^4 & + & x^3 & + & x^2 & + & 5x + 2 \\
 = & & = & & \neq & & 
 \end{array}$$

Рис. 1 Проверка на равенство

Как видно из рисунка, если находится хотя бы одно несоответствие, то проверка последующих одночленов не имеет смысла.

2. Для вычисления значения многочлена существует множество алгоритмов. самое широкое применение получило правило Горнера — алгоритм вычисления значения многочлена, записанного в виде суммы одночленов, при заданном значении переменной.

Однако, в случае, когда многочлен заранее неизвестен, проще вместо переменной подставить её значение (Рис2).

$$\begin{array}{l}
 \underline{3x^4} + \underline{x^3} + \underline{2x^2} + \underline{x} + 2, \quad \boxed{x = 2} \\
 3 * \underline{2^4} + \underline{2^3} + 2 * \underline{2^2} + \underline{2} + 2 = 68
 \end{array}$$

Рис. 2 Вычисление значения при определенном  $x$

3. Для получения производной многочлена его необходимо дифференцировать, т. е. перемножить коэффициенты при переменных и степени соответствующих переменных, понизить степени на 1 и удалить свободные члены.

Для нахождения k-ой производной многочлена исходный многочлен дифференцируют k раз (Рис. 3).

$$y = 3x^4 + x^3 + 2x^2 + x + 2, \quad k = 2$$

$$y' = 12x^3 + 3x^2 + 4x + 1$$

$$y'' = 36x^2 + 6x + 4 \text{ свободные члены}$$

Рис. 3 Вычисление k-ой производной

4. Для сложения многочленов достаточно поставить между ними «+» и сложить соответственные переменные (Рис. 4).

$$\begin{array}{r} 3x^4 + x^3 + 2x^2 + x + 2 \\ + \\ 3x^4 + x^3 + 5x + 2 \\ \hline 6x^4 + x^3 + 2x^2 + 6x + 4 \end{array}$$

Рис. 4 Нахождение суммы многочленов

Первые 3 операции не трудно перевести в код, но с суммой могут возникнуть некоторые проблемы. Ниже приведён код функции с комментариями:

```
void summ(полном*& poly1, полном*& poly2)
{
    полном* q1 = poly1, * q2 = poly2; // устанавливаем q на вершину
    while (q1) // цикл для складывания элементов первого и второго
    { // многочленов
        while (q2)
        {
            if (q1->degree == q2->degree) // если степени элементов равны, то
            {
                q1->k += q2->k; // прибавляем коэффициент второго к первому
                if (q2 == poly2) // если такой указатель равен вершине, то есть
```

```

    { // элемент, который нам нужно удалить - вершина
      q2 = q2->next; // передвигаем указатель второго
      deleteFirst(poly2); // функция удаления первого одночлена и
// перемещения указателя на следующий элемент
    }
  }
  else if (q2->next != NULL && q1->degree == q2->next->degree)
// если следующий после текущего элемента 2 многочлена не пустой и
// степени элементов равны, то
    q1->k += q2->next->k; // прибавляем коэффициент следующего
                        // после второго к первому
    if (q2->next != poly2) // если элемент последний или находится
                        // между двумя другими элементами
    {
      deleteAfterQ(q2); // функция удаления одночлена после
// текущего и перемещения указателя на следующий элемент
    }
  }
  else // иначе
    q2 = q2->next; // перемещаем указатель на следующий
  }
  q2 = poly2; // устанавливаем q2 на вершину
  q1 = q1->next; // перемещаем указатель на следующий элемент
}
q1 = poly1; // устанавливаем q1 на вершину
q2 = poly2; // устанавливаем q2 на вершину
while (q2) // цикл для добавления элементов второго многочлена,
{ // которых нет в первом
  while (q1)
  {
    if (poly1->degree < q2->degree) // если степень элемента первого
    { // меньше степени второго многочлена
      if (q2 == poly2) // если элемент является вершиной
        poly2 = q2->next; // передвигаем вершину на следующий
      insertTop(poly1, q2); // вставляем элемент на место вершины
                          // первого многочлена
      break; // прекращаем цикл
    }
    else if (q1->next != NULL) // если следующий элемент существует
    {
      while (q1->next->degree > q2->degree) // пока следующий

```



```

// элемент первого меньше второго
    q1 = q1->next; // передвигаем указатель первого
    if (q2 == poly2) // если элемент является вершиной
        poly2 = q2->next; // передвигаем вершину на следующий
    insertMiddle(q1, q2); // вставляем элемент после элемента
// первого многочлена
    break; // прекращаем цикл
}
else // иначе
    q1 = q1->next; // перемещаем указатель на следующий элемент
}
q1 = poly1; // устанавливаем q1 на вершину
q2 = q2->next; // перемещаем указатель на следующий элемент
}
}

```

Как видно из примера кода, для нахождения суммы многочленов не хватит сложения элементов с одинаковой степенью, ведь не всегда в обоих многочленах присутствуют одночлены с одной степенью.

```

1-й многочлен: -1.1x^4 +2x^3 +4x +1
2-й многочлен: +5x^5 +3.3x^3 +2x^2 -1x +2
Сумма 2-ух многочленов:
+5x^5 -1.1x^4 +5.3x^3 +2x^2 +3x +3

```

Рис. 5 Пример выполнения кода

Таким образом, можно сделать вывод, что автоматизированное вычисление операций с многочленами можно осуществить на языке C++. Это значительно экономит время при работе с полиномами и поможет в работе во многих областях математики и естественных наук.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Верещагина, Л. С. Основные понятия и операции над многочленами / Л. С. Верещагина. — Текст : непосредственный // Новая наука: теоретический и практический взгляд. — 2016. — № 6-3 (87) . — С. 40-42.
2. Гельфанд, И. М. Алгебра / И. М. Гельфанд, А. Шень. — 4-е изд. — Москва : МЦНМО, 2017. — 144 с. — Текст : непосредственный.
3. Многочлен. — Текст : электронный // wikipedia : [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Polynomial#Polynomial\\_functions](https://en.wikipedia.org/wiki/Polynomial#Polynomial_functions) (дата обращения: 23.10.2022).

4. Акритас, А. Основы компьютерной алгебры с приложениями / А. Акритас. — Москва : Мир, 1994. — 544 с. — Текст : непосредственный.

5. Ленг, С. Алгебра / С. Ленг. — Москва : Мир, 1968. — 575 с. — Текст : непосредственный.

#### УДК 67.05

*Худойберганов М.Б.*

*Научный руководитель: Фролов С.А., ст. преп.*

*Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия*

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАТКА

Технологическое оборудование в различных отраслях как инструмент технологического снабжения является необходимым переменным звеном технологической системы, обеспечивающим гибкость ассортиментной политики. Особая значимость оборудования обусловлена его определяющим влиянием на качество продукции. Конструктивное разнообразие использования оборудования определяет высокий уровень специализации его производителей.

Основным требованием для современного производства является предоставление максимального количества продукции высочайшего качества по самой низкой цене. В первую очередь это касается машиностроения, предназначенного для поддержки технического развития всех отраслей народного хозяйства.

Технологическое оборудование объединяет все устройства, необходимые для крепления заготовок во время обработки, а также для сборки и контроля. В производстве в одну деталь входит около десятка элементов технологического оборудования, кроме того, оно значительно улучшает качество продукции, влияет на точность обрабатываемой заготовки, повышает производительность и расширяет технологические возможности. Поскольку металлообработка играет такую большую роль, о качественном уровне используемых машин нужно заботиться не меньше, чем о самой конструкции. [1]

Оборудование станка необходимо для всех видов оборудования, в частности, можно выделить устройства для работы токарного, фрезерного, сверлильного, шлифовального станка и других видов – сколько их видов, а также есть многофункциональные устройства, например, тиски.

Все производимые нами технологические устройства в зависимости от их назначения подразделяются на устройства для

установки заготовок, режущих и измерительных инструментов, а также вспомогательных элементов. [2]

К первой группе относятся патроны (могут быть до двух, трех и шести камер), тиски (пример многофункционального инструмента, основная задача крепления заготовки перед обработкой), держатели и т.п. режущий элемент требует элементов для установки режущего держателя, патронов, сопел, втулок. Вспомогательные устройства для третьей группы состоят из устройств для фиксации удара (радиального, осевого и последнего типа), штативов, пластин. Последняя группа дополнительных приспособлений включает поворотный стол, упоры (для крепления суппорта), плиты.

Среди перечисленных устройств первая группа является наиболее востребованной, необходимой для установки обрабатываемых деталей. Разработка этих устройств происходит в зависимости от размера, формы, точности заготовки и типа производства, необходимого для конкретной операции.

В понятие технологической оснастки входят различные механические приспособления – устройства, применяемые для крепления деталей при обработке, сборе и контроле изделий. По функциональному назначению, механические приспособления делят на:

- станочные – используемые для установки и закрепления заготовок и режущего инструмента на станках;
- сборочные - для соединения деталей в единицы и узлы;
- контрольные, используемые для промежуточного и итогового контроля заготовок.



Рис. 1 Технологическая оснастка

В современной производственной практике в технологическое оборудование внедряются устройства контроля, настройки, блокировки и защиты. Средства мониторинга, как правило, напрямую связаны с процессом обработки, связаны с основным устройством. Когда они достигают заданного размера детали в процессе обработки, они подают командный импульс, чтобы остановить обработку. [3]

Устройства управления непосредственно контролируют детали после обработки и подают командный импульс для автоматической регулировки механизмов. Устройства блокировки и защиты дают командный импульс, чтобы остановить обработку в этом случае из-за сломанных настроек, сломанного инструмента и т. д.

Для управления оснасткой целесообразно разработать стандарт организации.

Основной стандарт по оснастке: ГОСТ 31.0000.01-90 Технологическая оснастка. Основные положения

В процедуре управления технологической оснасткой можно выделить следующие этапы:

- оформление заказа на проектирование или технического задания для приобретения технологической оснастки;
- проектирование технологической оснастки;
- изготовление технологической оснастки;
- эксплуатация технологической оснастки;
- ремонт технологической оснастки;
- контроль соответствия технологической оснастки установленным требованиям;
- хранение, защита технологической оснастки;
- прекращение эксплуатации, списание, утилизация.

На любых современных промышленных предприятиях активно используется технологическое оборудование (ТО). Благодаря ему не только уменьшается трудоемкость и ручное время работы, но и повышается надежность и точность производства. При этом количество дефектных изделий уменьшается, что облегчает производственный процесс и позволяет повысить производительность труда. Главное - технологическое оборудование является основным фактором многостанционного производства.

Если кратко, то использование технологической оснастки позволяет:

- увеличить производительность труда и повысить качество изготавливаемых конструкций;
- снизить себестоимость выпускаемой продукции;
- уменьшить число нерентабельных рабочих мест;

- улучшить условия труда и обеспечить работников необходимой безопасностью;
- значительное сокращение стапельного периода постройки судна. Современное технологическое оборудование позволяет:
  - \* значительное снижение себестоимости готовой продукции;
  - \* повышение производительности, а также уровня качества обработки;
  - \* сокращение количества рабочих мест;
  - \* повышение качества сборки металлических изделий;
  - \* уменьшить количество станков, а также площадь производства;
  - \* значительно упростить условия труда и сделать их более безопасными [4].

При выборе оборудования необходимо обращать внимание на конструктивные особенности, характер всех технологических операций и максимальное использование возможностей применяемого оборудования. Для этого проводится следующий анализ:

- \* сравнение вариантов оборудования для выполнения определенных задач;
- \* выбор вариантов используемой информации;
- \* анализ затрат на производство технологического оборудования, а также на его использование в производстве;
- \* учет всех требований, касающихся промышленной санитарии и техники безопасности.

Исходя из стадии изготовления продукции, рентабельность использования приборов определяется в соответствии с установленными нормами, правилами и ГОСТами.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Слесарев В.Е. Совершенствование учетных форм для внутреннего контроля технологической оснастки // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. — Самара: Самарский гос. ун-т путей сообщения. -Вып. 5(17). — Т. 2. С. 116-121.
2. Пучков Н.Ф. Техническое перевооружение машиностроительного производства. — К.: Техника, 1977. — 96 с.
3. Битумов В.В., Бабицкий С.Л. Влияние уровня оснащенности технологических процессов на технико- экономические показатели отрасли // Технология производства, научная организация труда и управления. 1977. № 8. С. 20-22.
4. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: учеб. пособие для машиностроит.

спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 1999. – 415 с. : ил.

**УДК 378+004**

**Чабаненко А.В.**

**Научный руководитель: Коломыцева Е.П., ст. преп.**  
*Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

В статье рассматривается роль информационных технологий в учебном процессе высшей школы, приводятся формы и способы их применения. Отмечается, что информационные технологии стали неотъемлемым компонентом содержания обучения, которые способствуют реализации принципов развивающего обучения к позволяют сформировать современную молодежь, осведомленного в информационно-коммуникационных технологиях.

За последние десятилетия информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) получили глобальное распространение, и без них нельзя представить жизнедеятельность современного человека. В то же время, более успешным будет тот человек, который владеет оперативной информацией и использует современные компьютерные технологии для ее своевременного получения, быстрого оценивания, анализа и прогнозирования. Как следствие, сегодня большое внимание уделяется глубинным процессам информатизации современного общества. В свою очередь, общая информатизация существенно повлияла на учебный процесс, который благодаря использованию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) поднялся на качественно новый уровень.

Психолого-педагогические аспекты использования информационных технологий в учебном процессе рассматриваются в работах М. И. Жалдака, Н.В. Морзе, В. Ю. Быкова, А. М. Спирина, В. П. Зинченко и др.

Исследователи рассматривали возможности применения информационно коммуникационных технологий в начальной, высшей, средней школе, инклюзивном и профессиональном образовании и тому подобное.

Целью статьи является освещение основных преимуществ использования информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе.

Главной отличительной чертой обучения с использованием информационно-коммуникационных технологий является непосредственное применение компьютера как средства обучения, применение которого кардинально меняет систему форм и методов преподавания учебных дисциплин. При этом использование ИКТ в учебном процессе выступает не самоцелью, а педагогически оправданным подходом, который позволит получить существенные преимущества по сравнению с традиционными технологиями организации учебного процесса.

По мнению многих ученых, внедрение компьютерных средств в учебный процесс расширяет теорию и методику образования путем применения новых дидактических средств. Основными направлениями применения ИКТ в учебном процессе являются:

- разработка методических и дидактических материалов (презентации, изображения, анимация и тому подобное);
- управление учебным процессом высшей и средней школы;
- целенаправленный поиск учебной информации в сети Интернет;
- проведение эксперимента с помощью компьютерных моделей, математическая обработка результатов эксперимента;
- разработка web-ресурсов учебного назначения (дистанционное обучение, массовые онлайн курсы);
- разработка и внедрение педагогических программных средств.

Собственный опыт и учебная практика показали, что применение информационно-коммуникационных технологий позволяет значительно повысить эффективность учебного процесса во время самостоятельной работы студентов, на лекциях, лабораторных, практических и семинарских занятиях.

Так, проблемам использования ИКТ с целью повышения эффективности самостоятельной работы в учебном процессе посвящены исследования С. Шарова, который отмечает, что внедрение информационно-коммуникационных технологий в учебный процесс способствует более полному овладению системой знаний и умений, развивает творческую направленность познавательной деятельности студентов, обеспечивает объективный самоконтроль и самопроверку полученных знаний, помогает формированию соответствующих профессиональных компетентностей и личностных качеств, позволяет обеспечить дифференцированный подход и тому подобное.

Сегодня довольно распространены являются интегрированные занятия с применением мультимедийных средств, а учебные презентации часто становятся неотъемлемой частью изложения нового материала. Использование видеосюжетов и анимационных эффектов позволяет перейти от традиционной технологии представления материала с использованием доски и мела в использование новой образовательной среде, содержащей все возможности представления учебной информации в электронном виде. За счет этого мультимедиа-лекции можно использовать для преподавания практически всех курсов.

Преподаватель с помощью мультимедиа в аудитории получает мощный инструмент для представления учебной информации в различной форме (текст, графика, анимация, звук, видео), самостоятельно определяет последовательность и формы изложения материала. В случае необходимости можно создать слайды, которые содержат развернутые рисунки, схемы, диаграммы, другие материалы с целью уточнения наиболее трудных вопросов лекции или для представления дополнительных объяснений, если это необходимо для конкретной аудитории.

Для проведения семинарских и практических занятий информационно-коммуникационные технологии тоже имеют огромные потенциальные возможности для повышения эффективности обучения за счет индивидуальной работы студентов электронной учебной информацией. В этом смысле эффективными являются Internet-методы, которые позволяют получить значительные преимущества при организации учебной деятельности студентов, а именно:

- обеспечение возможности самостоятельного поиска нужной информации среди огромного количества электронных источников;

- использование облачных технологий для сохранения учебной информации;

- обеспечение коммуникации между студентами и преподавателем;

- использование различных форм контроля учебных достижений студентов;

- проведение олимпиад, вебинаров и других форм учебной и научной деятельности.

Следует отметить, что информационно-коммуникационные технологии уместно использовать в сочетании различных форм обучения для получения максимального учебного эффекта. Так, презентации, поиск информации в Интернет, текстовый процессор часто используются в проектной деятельности, во время которой



студенты (учащиеся) вместе выполняют учебный проект в виде определенного практического задания.

Применение информационных технологий в образовании определенным образом зависит от качественного программного обеспечения учебного назначения и его методично спланированного использования. Поэтому, не менее важной составляющей учебной среды являются электронные средства учебного назначения, которые позволяют совершенствовать учебный процесс. Они начали свое распространение как локальные программно-педагогические средства, затем воплотились в электронные учебники, которые будут интегрироваться с государственной e-платформой.

Следует заметить, что создание средств учебного назначения является достаточно трудоемким процессом, который предусматривает совместную деятельность программиста, преподавателя-предметника и дизайнера. Электронный учебник должен быть не только компьютерной программой или образовательным ресурсом, он должен аккумулировать в себе дидактический опыт преподавателя, актуальное и научное информационное наполнение по определенной учебной дисциплине. Кроме того, сам процесс внедрения программного продукта в учебный процесс порождает определенные проблемы, связанные с наличием аппаратного обеспечения, методических рекомендаций к использованию, лицензии и тому подобное.

Следует отметить, что преподавание дисциплины с использованием информационно-коммуникационных технологий предполагает готовность преподавателя к такой формы учебного процесса, наличие у него достаточной информационной культуры. Он должен обладать не только предметной областью, но и быть осведомленным в существующих технологиях обучения с использованием ИКТ, способах достижения определенной дидактической цели с помощью информационных технологий. Кроме этого, преподаватель должен иметь хотя бы поверхностное представление об имеющемся аппаратном и программном обеспечении, которое может быть использовано для изучения соответствующей дисциплины.

Следовательно, информационно-коммуникационные технологии активно внедряются в учебный процесс высшей школы за счет своих мощных возможностей, которые касаются представления информации и обеспечения взаимодействия участников учебно-воспитательного процесса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рога, С. Н. Повышение качества обучения в процессе взаимодействия с компьютерными программами / С. Н. Рога. — Текст : непосредственный // Проблемы современной науки и образования. — 2015. — № 7(37). — С. 57-60.
2. Ларина, Т. Б. Электронное обучение: обзор и анализ концепций / Т. Б. Ларина, Е. О. Гаврикова. — Текст : непосредственный // Образовательные ресурсы и технологии. — 2018. — С. 49-55.
3. Батракова, Л. Г. Использование информационных технологий в оптимизации учебного процесса в вузе / Л. Г. Батракова. — Текст : непосредственный // Ярославский педагогический вестник. — 2012. — № 1. — С. 7-13.
4. Мошнинова, Г. Н. Современные подходы к использованию средств информационных технологий в учебном процессе / Г. Н. Мошнинова. — Текст : непосредственный // Омский научный вестник. — 2010. — № 1. — С. 236-240.
5. Глухов, Д. В. Проблемы процесса обучения и возможные пути решения в рамках дистанционного обучения в техническом вузе / Д. В. Глухов. — Текст : непосредственный // Проблемы современной науки и образования. — 2020. — № 12. — С. 36-38.

*УДК 678.021*

*Шалгунов С.И.<sup>2</sup>, Трофимов Д.А.<sup>1</sup>, Соколов В.И.<sup>2</sup>*

*Научный руководитель: Симонов-Емельянов И.Д.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.*

*<sup>1</sup>МИРЭА-Российский технологический университет» (Институт тонких химических технологий имени М. В. Ломоносова), г. Москва, Россия*

*<sup>2</sup>АО «НПО Стеклопластик», г. Москва Россия)*

### **МОДЕЛЬ, АНАЛИЗ 3D-СТРУКТУРЫ И МЕТОД РАСЧЕТА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, АРМИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Армированные полимерные композиционные материалы (АрПКМ) применяют для создания высокопрочных конструкций и изделий, работающих в наиболее передовых областях техники [1].

Физико-механические свойства АрПКМ определяются в основном армирующим элементом структуры (непрерывное волокно, нити, ровингов, ткань и т.д.), а полимерная матрица фиксирует необратимые

деформации армирующего каркаса, форму изделия, придают материалу монолитность и передают внешние нагрузки на волокно [2].

Связь параметров структуры и характеристик армирующего материала с физико-механическими свойствами АрПКМ достаточно сложна и зависит от множества различных факторов.

Сложная иерархическая организация структуры армирующих наполнителей [3], например стеклотканей, включает: *уровень 1* - элементарное волокно, *уровень – 2* – нить из элементарных волокон, *уровень 3* - конструкционная ткань из нитей.

Аналогичные тенденции наблюдаются для армирующих материалов на основе волокон другой природы (углеродные, кварцевые, базальтовые, органические и т.д.) [4].

Актуальность данной задачи несомненна и физико-механические свойства АрПКМ всегда находятся в зоне повышенного внимания разработчиков изделий из конструкционных материалов [5,6].

Известные аналитические подходы и методы для ее решения ограничиваются самыми простыми вариантами рассмотрения армированных в одном направлении пластиков или их простейшими комбинациями, что ограничивает применимость получаемых результатов при разработке реальных АрПКМ и изделий.

Развитие современных средств 3D проектирования и систем инжиниринговых расчетов позволяет моделировать достаточно сложные структуры АрПКМ, проводить исследования и расчеты комплекса технологических и физико-механических свойств по разрабатываемым моделям.

Главный вопрос заключается в степени адекватности предлагаемой модели АрПКМ и параметров по отношению к реальной структуре полимерного композита.

Таким образом, для построения алгоритма и решения задачи по определению связи комплекса физико-механических характеристик АрПКМ с параметрами структуры армирующего наполнителя, армированного материала и его состава, можно выделить три основных этапа:

*Этап 1* - получение достоверных экспериментальных данных о параметрах структуры армирующего материала, непосредственно в реальном АрПКМ и изделии;

*Этап 2* - построение обобщенной 3D - модели элементарной структурной ячейки, которая полностью адекватна структуре АрПКМ без нарушения ее монолитности;

Этап 3 – проектирование и анализ сложнапряженного деформированного состояния элементарной структурной ячейки АрПКМ по 3D – модели и расчет физико-механических характеристик.

Каждый из указанных этапов связан с разными разделами науки и техники, материаловедения и требует знания уровня его современного развития.

Нами предлагается комплексный подход по решению важной материаловедческой задачи по проектированию и созданию АрПКМ и изделий с использованием модельных представлений, разработки обобщенной 3D - модели элементарной структурной ячейки, которая адекватна структуре реального АрПКМ, а также возможностям современной компьютерной техники и программного обеспечения.

Впервые в обобщенную 3D - модель элементарной структурной ячейки АрПКМ нами включено рассмотрение параметров и построение не только армирующей фазы наполнителя, а также и полимерной матрицы (связывающей), которая обеспечивает монолитность материала.

По результатам исследования (Этап 1) композиционных материалов методом РКТ и анализа построения армированной структуры нами с помощью системы автоматизированного проектирования (САД) была построена адекватная обобщенная 3D-модель элементарной структурной ячейки АрПКМ (рисунок 1).

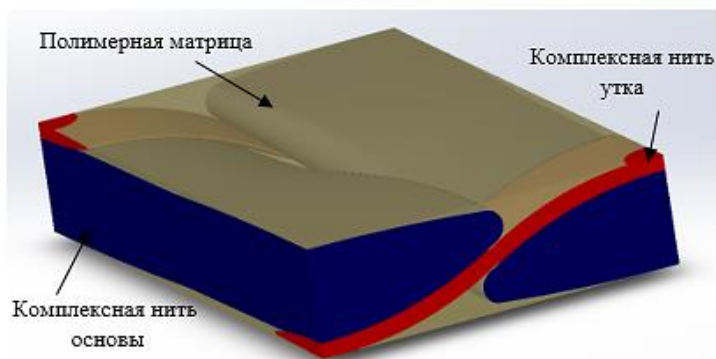


Рис. 1 Обобщенная 3D-модель элементарной структурной ячейки анизотропного материала АрПКМ на основе стеклоткани марки Т-25 (ВМП)

Отличительными характеристиками данной обобщенной 3D - модели являются:

– высокая точность определения параметров 3D – модели (неразрушающий метод РКТ) и полное соответствие реальному

положению армирующего материала в образце АрПКМ (изделия), полученного по заданной технологии;

– соответствие 3D - модели физической структуре монолитного композиционного материала.

Решение задачи по определению комплекса физико-механических характеристик на основе обобщенной 3D-модели элементарной структурной ячейки АрПКМ в первом приближении осуществляли в рамках классического закона Гука [6].

Виртуально нагружая данную 3D – модель (рисунок 1) в режиме одноосного сжатия (растяжение), например, вдоль оси  $x$ , , относительные перемещения на гранях, перпендикулярных приложенной нагрузке, позволяет определить коэффициент Пуассона  $\mu_{xy}$ ,  $\mu_{xz}$  в соответствующих направлениях, а также модуль упругости  $E_x$  в направлении приложения нагрузки.

В (таблице 1) приведены данные расчета физико-механических характеристик, полученных в ходе экспериментах для случаев виртуального одноосного нагружения по всем трем осям  $(x, y, z)$  по разработанной 3D-модели элементарной структурной ячейки АрПКМ на основе стеклоткани марки Т-25 (ВМП) и эпоксидной матрицы.

Таблица 1 – Значения модуля упругости АрПКМ вдоль основы  $E_x$ , вдоль утка  $E_z$  и перпендикулярно основе и утку  $E_y$

Характеристики	Модуль упругости, ГПа
$E_x$ (вдоль основы)	46,91
$E_y$ (перпендикулярно основе и утку)	10,25
$E_z$ (вдоль утка)	13,06

О точности расчетных (уравнение 2) и экспериментальных данных по определению коэффициента Пуассона АрПКМ в режиме одноосного сжатия можно судить по соответствующим значениям, приведенным в (таблице 2).

Таблица 2 – Экспериментальные и расчетные значения коэффициента Пуассона АрПКМ

Коэффициент Пуассона	Значение коэффициента Пуассона	
	Эксперимент	Расчет
$\mu_{xy}$	0,320305	0,320268
$\mu_{xz}$	0,243777	0,243818
$\mu_{yx}$	0,069995	0,070003
$\mu_{yz}$	0,274978	0,275033

$\mu_{zx}$	0,067900	0,067889
$\mu_{zy}$	0,350460	0,350390

Из данных приведенных в (таблице 2) следует, что точность расчетов основных физико-механических характеристик АрПКМ, по разработанной методике, достаточно высока, а адекватность обобщенной 3D-модели элементарной структурной ячейки полностью соответствует реальному армированному пластику, причем погрешность составляет не более ~ 0,01%.

Предложенная адекватная обобщенная 3D-модель элементарной структурной ячейки, неразрушающие методы оценки параметров структурной организации АрПКМ и расчетный комплекс представляет собой фундаментальную научно-техническую базу и достаточно точный инструмент для исследования и проектирования структур и свойств конструкционных материалов и изделий, который существенно сокращает расходы и время на разработку инновационной продукции с комплексом требуемых характеристик.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуртовник И.Г., Соколов В.И., Трофимов Н.Н., Шалгунов С.И. Радиопрозрачные изделия из стеклопластиков - МИР, 2002.
2. Трофимов Н.Н., Канович М.З. Основы создания полимерных композитов - Москва «Наука», 1999.
3. Трофимов Д.А., Шалгунов С.И., Симонов-Емельянов И.Д. Иерархические уровни организации структуры, параметры и комплекс физико-механических характеристик конструкционных стеклотканей // Все материалы. Энциклопедический справочник – 2022. - №.5. – С.24-31.
4. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С., Горбаткина Ю.А., Крыжановский В.К., Куперман А.М., Симонов-Емельянов И.Д., Халиулин В.И., Бунаков В.А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие. – 5-е изд., испр. и доп. под общ. ред. Берлина А. А. - С-Пб.: ЦОП «Профессия», 2019.
5. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела - М. «НАУКА», 1977.
6. Рабинович А.Л. Введение в механику армированных полимеров - М. «НАУКА», 1970.
7. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации - М. ДМК Пресс, 2015.

*Экономов Д.И.*

*Научный руководитель: Красилов А.В., инженер-электроник АО  
«Отделение разработки систем»*

*Вятский государственный университет, г. Киров, Россия*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Процесс электроснабжения представляет собой доставку электроэнергии от места, где она производится (электрические станции) до места ее потребления (электроприемники). Транспорт электроэнергии осуществляется по электрическим сетям, включающим в себя линии электропередачи, силовые трансформаторы, распределительные устройства и другое вспомогательное оборудование.

Одна из особенностей транспорта электроэнергии заключается в наличии нейтрального провода в схеме, который представляет собой общую точку источников питания трехфазной электрической системы, также называемой нейтралью.

Одним из наиболее частых видов повреждений на линиях электропередачи является однофазное замыкание на землю (ОЗЗ) — это вид повреждения, когда одна из фаз трехфазной системы замыкается на землю или на элемент, электрически связанный с землей. Процессы, протекающие в сети при возникновении такого замыкания, значительным образом зависят от режима работы нейтрали данной сети [1].

В сетях с изолированной нейтралью ток ОЗЗ замыкается через емкости неповрежденных фаз. Его значение невелико и определяется суммарной емкостью неповрежденных фаз. Однако, однофазное замыкание на землю представляет значительную опасность для оборудования вследствие того, что уравнивание потенциала поврежденной фазы и земли приводит к увеличению напряжения между неповрежденными фазами и землей до значения порядка номинального линейного напряжения сети. Кроме того, ток однофазного замыкания, растекаясь по земле вблизи места замыкания на землю, представляет опасность для жизни людей и животных.

Задача определения присоединения с однофазным замыканием на землю в сетях 6-35 кВ в настоящее время не имеет эффективного решения несмотря на динамичное развитие техники релейной защиты и

увеличение установленного парка микропроцессорных устройств на объектах энергетики.

В реальных условиях на энергообъектах до сих пор при возникновении ОЗЗ на секциях шин срабатывает неселективная сигнализация по повышению напряжения нулевой последовательности. При этом нет четкого определения фидера с ОЗЗ. Если секция шин питается от вышестоящей подстанции, то такая же неселективная сигнализация срабатывает на нескольких распределительных устройствах 6-10 кВ [2].

В настоящее время нет таких приборов, которые могли бы определять неполадку на определенной линии. Все это делается вручную: попеременно диспетчер отключает каждую секцию, а на одной секции подстанции шин порядка 10, затем бригада электромонтеров выезжает на место, осуществляет визуальный осмотр и устраняет проблему. На это уходит много времени. Кроме того, существующие методы определения ОЗЗ в электросетях имеют значительные погрешности в поиске поврежденного фидера (точность определения направления с ОЗЗ ~80%).

Новый метод определения места ОЗЗ в распределительных сетях с изолированной нейтралью основан на использовании математического аппарата искусственных нейронных сетей.

Нейронная сеть — это последовательность нейронов, объединенных между собой. Это тип процесса машинного обучения, называемый глубоким обучением, который использует взаимосвязанные узлы или нейроны в слоистой структуре, напоминающей человеческий мозг. Он создает адаптивную систему, с помощью которой компьютеры учатся на своих ошибках и постоянно совершенствуются. Таким образом, искусственные нейронные сети пытаются решать сложные задачи [3-4].

Благодаря оптимальным параметрам конфигурации нейронной сети и алгоритма обучения, погрешность нахождения места ОЗЗ минимальна.

Возможные варианты реализации нейронных сетей для поиска однофазных замыканий на землю.

Вариант 1 (локальный): на базе контроллера телемеханики внести данные по подстанции и соответственно реализовать на каждом объекте отдельно. Результат реализовать в виде исходящего телесигнала на сервер.

Вариант 2 (централизованный): в трафике 104 протокола, приходящего в сервер ТМ с подстанционных контроллеров отлавливать только нужные данные и подавать их на вход нейронной сети,



работающей на отдельном сервере. Результат реализовать в виде исходящего ТС на сервер.

Недостатки метода:

- данная сеть, скорее всего, будет нечувствительна к «клевкам» и кратковременным замыканиям;

- труднореализуем вариант создания универсальной нейронной сети, не требующей дальнейшего обучения, способной масштабироваться. Топология кабельной сети сильно влияет на результаты;

- непонятно как обучать.

Достоинства метода:

- лёгкая масштабируемость в случае успеха;

- не требует значительных материальных затрат в случае подготовленной инфраструктуры;

- если инфраструктура не готова, то есть возможность реализации дополнительных услуг.

Таким образом, использование нейронных сетей для поиска ОЗЗ в электрических сетях будет востребованным благодаря высокой эффективности и отсутствия значительных материальных затрат, что предстоит экспериментально доказать в ходе дальнейших исследований.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Однофазные замыкания на землю в распределительных сетях 6-35 кВ – что это? // Микропроцессорные технологии: [сайт]. – URL: <http://i-mt.net/blog/stati-po-rza/odnofaznye-zamykaniya-na-zemlyu-v-raspredelelityh-setyah-6-35-kv-chto-eto> (дата обращения: 19.10.2022).

2. Достоверное и быстрое выявление поврежденных присоединений при однофазных замыканиях на землю в сети 6-35 кВ // elec.ru: [сайт]. – URL: <https://www.elec.ru/publications/tsifrovye-tehnologii-svjaz-izmerenija/6214/> (дата обращения: 19.10.2022).

3. Типы нейронных сетей. Принцип их работы и сфера применения // OTUS онлайн образование: [сайт]. – URL: <https://otus.ru/nest/post/1263/> (дата обращения: 19.10.2022).

4. Что такое нейронная сеть? // aws: [сайт]. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/neural-network/> (дата обращения: 19.10.2022).