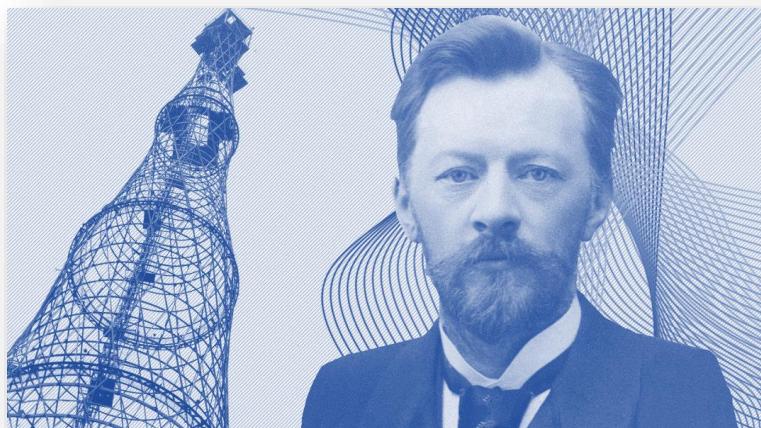


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Администрация Белгородской области  
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова  
Международное общественное движение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

**Международная научно-техническая  
конференция молодых ученых  
БГТУ им. В.Г. Шухова,  
*посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова***



*Сборник докладов*

*Часть 12*

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

Белгород  
16-17 мая 2023 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

М 43 **Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 12. – 485 с.**

ISBN 978-5-361-01142-1

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова.

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 978-5-361-01142-1**

©Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

## **Оглавление**

Августинович А.С., Снегирева Е.В.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ .....	16
Авофуйе А.Д.	
АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ОТ ДАТЧИКА ЭМГ .....	21
Авофуйе А.Д.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОНИЧЕСКОЙ РУКИ В MSC ADAMS ....	24
Акулинина Д.И., Самчинский В.Е.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДАТЧИКА ОСАДКОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МЕТЕОСТАНЦИИ.....	28
Александрова Д.Н., Давиденко М.В.	
УСТРОЙСТВО И МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГИДРОЦИКЛОНОВ ...	31
Алибаева Г.С., Колесникова М.Е.	
ИНФОРМАТИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ ГОРОДА .....	36
Алифанов Т.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА .....	40
Алтыбермак Т.А.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МЕЛИОРАЦИИ.....	42
Базаров Р.	
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОРОШЕНИИ ПОЛЕЙ .....	46
Барбашова Т.М.	
РОЛЬ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЭКОНОМИКЕ.....	50
Баторшин Т.Р., Сафин М.А.	
АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....	53

Башков А.В.	
О ПРОБЛЕМАХ СТАНДАРТИЗАЦИИ РОБОТОВ.....	55
Бесклетка С.А.	
РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СБОРКИ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ .....	58
Близнюк Е.Д.	
ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЭРГОНОМИКУ РАБОЧИХ МЕСТ .....	62
Бойко Я.В.	
УНИФИКАЦИЯ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ .....	65
Бородин Р.А.	
РОЛЬ НЕМЕДИЦИНСКИХ НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ В ОПТИМИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ.....	68
Буханов Д.Г., Гребеник А.Г., Харитонов С.Д.	
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ВЫРАЩИВАНИЮ МОНОКРИСТАЛЛОВ ИСКУССТВЕННОГО САПФИРА .....	71
Быков В.С., Молодкин З.Е.	
ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	76
Виласис С.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА SLAM.....	81
Волков К.А.	
СПОСОБ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВАКУУМНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ .....	85

Волошкин А.А., Попов П.Д.	
ОБЗОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СОРТИРОВКИ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ .....	88
Габуев О.О., Локтев Т.Н., Шкиль А.Д.	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ 3D-АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	93
Галиева А.Р., Сафин М.А.	
ПРЕИМУЩЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....	99
Гафин А.Р.	
ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ И ИХ ВЫБОР НА ОСНОВАНИИ ИХ ОСОБЕННОСТЕЙ.....	102
Гафин А.Р.	
МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	104
Горбов Д.И.	
СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБРАТНОГО МАЯТНИКА ...	106
Городов А.В.	
УСТРОЙСТВО КАМЕРЫ СУШКИ ПРОДУКТА ЛИНИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК.....	110
Гринченко А.С., Самойлова Е.А.	
АЛГОРИТМ АХО-КОРАСИК .....	114
Губайдуллина Р.И.	
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ГАЗООБРАЗНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ .....	121
Давиденко М.В., Кладиева П.В., Александрова Д.Н.	
УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ .....	126

Драничников А.О.	
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ ИОНООБМЕННЫМ СПОСОБОМ..	129
Дьякова Э.В., Пузиков И.В.	
АЛГОРИТМ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ФОРМЫ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ С АСИММЕТРИЕЙ ПО ТОРЦАМ .....	133
Егорова Е.Д., Кузьменко Р.В., Дулевский Е.Р.	
ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССВТЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ .....	138
Жигалова М.В.	
CRM-СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРОДАЖАМ .....	141
Жигулин В.И.	
ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФИЛЬТРОВ В СЛОЯХ ИСКУССВТЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ТОЧНОСТЬ МОДЕЛИ.....	146
Жигулин В.И.	
ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССВТЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ТОЧНОСТЬ МОДЕЛИ .....	148
Жигулин В.И.	
ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ В МОДЕЛИ ИСКУССВТЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ТОЧНОСТЬ МОДЕЛИ.....	150
Забельский Д.С.	
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SMATH STUDIO, КАК АНАЛОГА MATHCAD, ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНОЙ САУ .....	152
Зверевщиков А.М., Пантиухин А.А., Егоров А.В.	

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	156
Землякова А.В.	
ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ЭЛАСТОМЕРНОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО ОГАРКИ ПИРИТА.....	161
Иванова Т.С.	
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА ОРГАНИЗАЦИЙ НА ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ .....	164
Казрятова В.А.	
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: СТЕНД В .....	169
Катасонова А.А.	
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	173
Кирсанов К.О., Кошенский В.И.	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ «УМНОЙ» ОДЕЖДЫ .	178
Китанина Т.И., Лосева А.А., Юрская И.А.	
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ГЕТЕРОГЕННЫХ СМЕСЕЙ И КОМПОНОВОК НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НОНМИКСЕРОВ ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА .....	182
Козлов А.В., Сафин М.А.	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ .....	186
Колотилкина К.В.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДОГРЕВА НЕФТИ В ПЕЧИ .....	189
Корельский Н.П.	

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ARTCAM 2018.....	193
Коротченков К.В.	
РАЗРАБОТКА ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ПОДКЛЮЧЕНИИ ДАТЧИКОВ .....	198
Кошенский В.И., Кирсанов К.О.	
СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ДЛЯ РЕЖИМНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ .....	203
Красовская Я.М., Микитинский М.Е., Герасимова Л.В.	
СПОСОБЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	207
Крючков Е.С.	
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ДО ОБЪЕКТА .....	212
Куликов А.В., Радченко В.О., Крапивин С.Н.	
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ВОДООТДЕЛЕНИЯ ЦЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОБАВКИ .....	216
Кулькова Е.Д.	
ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ СУ-ВИД.....	220
Локтев Т.Н.	
НАВИГАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ПЛАТФОРМ .....	223
Лынник В.В.	
РАБОТА КОМИТЕТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ (ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТК «РОБОТОТЕХНИКА») .....	228
Мандрыкин Д.В.	

БУДУЩЕЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ: КАК АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕВОЛЮЦИОНИЗИРУЕТ РАБОЧЕЕ МЕСТО .....	231
Марданов Р.И.	
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ОСНОВЕ СЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	234
Мартиросян А.А., Воронков И.Е.	
МЕТОДИКА ИНТЕГРАЦИИ САД-, САРР-, САМ- ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА .....	236
Мартиросян А.А.	
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЕТАЛИ «КОРПУС» С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	240
Махорин И.В.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ.....	244
Мбалла Мбалла Лионель	
ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ-МОЙЩИКОВ ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕЛОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	248
Миниханова А.Р.	
ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА КАК СПОСОБЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	252
Митюков А.Е.	
РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕТРОЛОГИЯ.....	256
Мулюков А.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	260
Мурачёв Н.С.	
ВЫБОР ТИПА МОЙКИ ДЛЯ ДЕТЕЙЛИНГА .....	263

Немцев А.А., Игнатьев В.А., Гаврилов Д.В.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ .....	267
Никоноров Д.И.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	272
Нурмиев И.И., Сафин М.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ И РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	274
Орехов В.С.	
МЕЖСЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ.....	277
Осинин В.А.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ МЕТРОЛОГИИ.....	281
Погребняк К.Э.	
УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА СТОЧНЫХ ВОД.....	284
Подпрятов Д.В.	
СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ УТОПЛЕНИЯ В ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ .....	288
Поливина Е.А.	
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	294
Польшин А.А., Грибеников А.Е., Тихонов А.А., Мальцев А.К.	
СБОРНЫЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ .....	298
Польшин А.А., Грибеников А.Е., Тихонов А.А., Мальцев А.К.	
ПРОБЛЕМЫ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	302

Польшин А.А., Грибеников А.Е., Тихонов А.А., Мальцев А.К.	
МИРОВОЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	306
Потапов А.А., Самойлова Е.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SMATH STUDIO ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНОЙ САУ .....	311
Ракчеева И.М., Воронцов И.О.	
ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ.....	315
Решетко Н.А.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШНЕКОВОГО ВЕСОВОГО ДОЗАТОРА ДЛЯ УПАКОВКИ СЕМЯН .....	320
Рогульский М.И., Маслов И.Н., Маслова Г.Д.	
ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК .....	325
Рогульский М.И.	
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ (ОБЗОР) .....	328
Рошчук Р.Д.	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТАМИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ТОКУ ЯКОРЯ.....	331
Рудаков С.Ю.	
СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА .....	337
Рудковская Ю.В., Бабкина А.К.	
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПАНИЙ.....	340

Русанов А.В.	
МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА, ОСНОВАННЫЙ НА ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.....	345
Садулаев А.А-В.	
РАЗРАБОТКА АРМ ДЛЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ОВЕН ПЛК 150 .....	349
Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ .....	353
Сбоев А.А.	
СТАНДАРТИЗАЦИЯ В МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ .....	355
Слюнкин А.С.	
СПОСОБЫ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ С ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА В КОМПЬЮТЕРЕ.....	359
Спирин П.В.	
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ .....	362
Стариков Д.С.	
РАЗРАБОТКА КОНЕЧНОГО АВТОМАТА МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ GROWBOX .....	366
Степанова Е.В.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУСТРОЙСТВА ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ С НИМИ.....	370
Ткачева М.С.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ГОФРОКАРТОНА.....	373

Ткаченко Д.А., Лавров А.С.	
МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН .....	380
Ткаченко Д.А., Лавров А.С.	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ НАЛЕДИ НА ТРОТУАРЕ.....	383
Тышцицкий Н.В.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ПОЛИВА ВИНОГРАДНИКОВ И САДОВ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ.....	386
Ушакова Т.Е.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	390
Федоров М.А.	
МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ПОДАЧИ ЗАГОТОВОВОК В ЗИГОВОЧНУЮ МАШИНУ .....	394
Фетищев М.А., Ворончихин П.А., Лонгортов Н.П., Агеев В.А., Драницников А.О.	
ОХРАНА ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКА ПОСТПЕЧАТИ.....	399
Хайретдинова М.Н., Старостина Я.К.	
УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СЛИПОВОГО КОМПЛЕКСА ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕДУКЦИЕЙ .....	403
Хижняк И.А. <sup>1</sup> , Гольцова М.Ю.	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ РЕЖИМАМИ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ .	407
Черемисин К.В.	
ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....	413
Черкесас Э.Д., Павлов З.Д., Хабибуллина Л.Ф.	

ОБЗОР И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ .....	416
Черновский Д.Д.	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА .....	419
Черновский Д.Д.	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ .....	422
Чикин Н.А.	
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ДВУХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ПО ЛИНИИ .....	425
Чулков К.Д.	
ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК .....	429
Чуриков А.С., Грибанов К.Р., Загирный Р.В.	
К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ПОКРЫТИЙ С ВЫСОКИМ КОЭФИЦИЕНТОМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	434
Чуркин Д.Ю.	
ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.....	438
Шакиров Э.Р., Маслов И.Н.	
СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СИНТЕЗ ГАЗА.....	440
Шарифуллина Р.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОБОТОТЕХНИКЕ.....	443
Швындекова А.В.	
ПРЕДИКТИВНЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	446

Шерстобитова О.Б.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ КОНТРЕЙЛЕРНОГО ТЕРМИНАЛА .....	450
Шило Н.А.	
РОБОТ-ПЕРЕГРУЖАТЕЛЬ .....	457
Шкиль А.Д., Габуев О.О.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ 3D-ПРИНТЕРОМ И НАСТРОЙКА СВЯЗИ... .....	461
Юдин А.В.	
ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ FFF/FDM 3D ПЕЧАТИ В РАМКАХ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	465
Юнда А.И.	
РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	470
Юнда А.И.	
СТРУКТУРА РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПЕРВИЧНЫХ ЭТАПОВ ОБВАЛКИ МЯСА .....	474
Яковлева А.А.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ MASTERSCADA 4D RT С БАЗОЙ ДАННЫХ.....	479

Августинович А.С., Снегирева Е.В.

Научный руководитель: Лепешкина М.А., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Геодезические работы с использованием спутниковых систем являются современной технологией, которая позволяет получать точные и надежные данные о географических объектах. Эта технология применяется в различных отраслях, таких как строительство, земельный кадастр, геодезия, архитектура, геология, сельское хозяйство и многих других.

Спутниковые системы позволяют геодезистам определять координаты точек на поверхности Земли с высокой точностью (рис. 1).



Рис. 1 Схема работы спутниковых систем

Глобальные системы способны значительно облегчить и убыстрить работу кадастрового инженера или геодезиста. Вот лишь небольшой перечень задач, с которыми они способны справиться:

- вычисления при реконструкции или установке опорных сетей;
- топографическая съёмка на значительной территории;
- моделирование проектов на натуре;

- межевание, определение границ земельных наделов;
- привязка измерений к государственной геосети.

Одной из наиболее известных спутниковых систем является GPS (Global Positioning System). Она состоит из 24 спутников, которые вращаются вокруг Земли и передают сигналы на приемники на земле. Приемники принимают сигналы от нескольких спутников и используют их для определения координат точки на поверхности Земли. Однако GPS не является единственной спутниковой системой. Существуют и другие системы, такие как ГЛОНАСС (рис. 2), Galileo и BeiDou. Они используются в разных странах и имеют свои особенности.



Рис. 2 Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС)

Геодезические работы с использованием спутниковых систем могут быть проведены как на открытых пространствах, так и в закрытых помещениях. В последнем случае используются специальные технологии, такие как инерциальная навигация, которая позволяет определять координаты внутри здания (рис. 3).

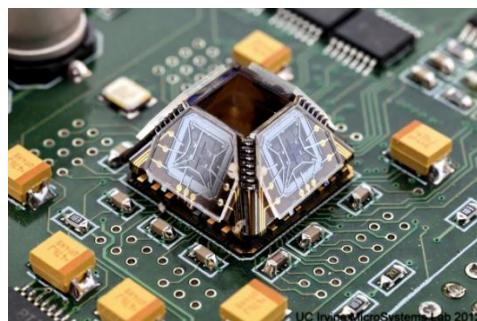


Рис. 3 Образец систем инерциальной навигации

В строительстве спутниковые системы используются для определения геометрических параметров объектов, контроля за перемещением земной поверхности и определения точек для установки строительных конструкций. Это позволяет ускорить процесс строительства и повысить его точность.

В геологии спутниковые системы используются для измерения высот и расстояний, определения параметров горных массивов, контроля за сейсмической активностью и многих других задач.

В сельском хозяйстве спутниковые системы используются для определения площадей полей, контроля за выращиванием растений, определения оптимальных маршрутов для тракторов и другой сельскохозяйственной техники (рис. 4).



Рис. 4 ГЛОНАСС в сельском хозяйстве

Одним из наиболее важных преимуществ геодезических работ с использованием спутниковых систем является возможность получения данных в режиме реального времени. Это позволяет геодезистам получать информацию о перемещении объектов на поверхности Земли и оперативно принимать решения в случае возникновения каких-либо проблем. Также это улучшает качество данных и позволяет уменьшить количество ошибок при проведении измерений.

Примером использования спутниковых систем в геодезии является картографирование. С помощью спутниковых систем можно создавать точные карты, которые позволяют определять координаты объектов на поверхности Земли с высокой точностью. Также это позволяет определить площадь территории, а также визуализировать объекты в трехмерном пространстве (рис. 5).

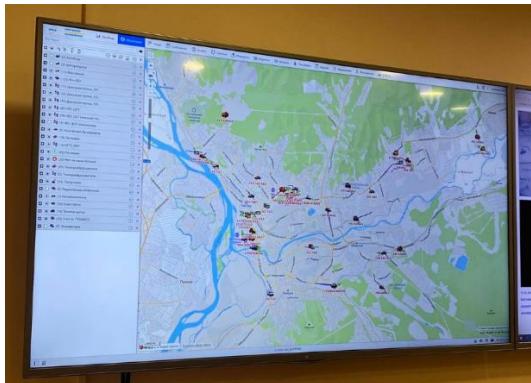


Рис. 5 Электронная карта города Улан-Удэ

Спутниковые системы также используются для контроля за перемещением земной поверхности. Это особенно важно в случае возникновения землетрясений, оползней и других природных катастроф. С помощью спутниковых систем можно определить точное местоположение и масштабы этих явлений, что позволяет оперативно принимать меры по защите населения и предотвращению ущерба.

Еще одним примером использования спутниковых систем в геодезии является контроль за перемещением зданий и сооружений. С помощью спутниковых систем можно контролировать деформации зданий и сооружений, что позволяет оперативно принимать меры по предотвращению повреждений и аварий.

Однако, несмотря на все преимущества, геодезические работы с использованием спутниковых систем также имеют некоторые недостатки. Например, спутниковые системы могут быть подвержены воздействию различных факторов, таких как магнитные бури, что может привести к искажению данных. Также стоимость оборудования для проведения геодезических работ с использованием спутниковых систем может быть довольно высокой, что делает эту технологию не доступной для некоторых компаний и организаций.

Также спутниковые системы используются для создания баз данных о географических объектах. Это позволяет организациям и правительственные учреждениям определять местоположение объектов на поверхности Земли, определять планирование территорий и разрабатывать стратегии для развития городов и регионов.

В целом, геодезические работы с использованием спутниковых систем являются важной технологией, которая позволяет получать точные и надежные данные о географических объектах. Она

применяется в различных отраслях и помогает ускорить процесс работы и повысить его точность. Несмотря на некоторые недостатки, спутниковые системы остаются важным инструментом для многих компаний и организаций, которые стремятся повысить эффективность своей деятельности и оптимизировать использование ресурсов нашей планеты.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ворошилов А.П. Спутниковые системы и электронные тахеометры: Учебное пособие. Челябинск: АКСВЕЛЛ, 2007. -163 с.
2. Лысов А.В., Шиганов А.С. Геодезические работы при землеустройстве: Учеб. пособие ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова». Саратов, 2007, 147 с.
3. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Т.1.2. М. "Картгеоцентр", 2006г.
4. Дементьев В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение. Тверь "Ален", 2006 г.
5. Беспроводные технологии [Эл.ресурс]. Режим доступа: <https://wireless-e.ru/gps/zed-f9p/>
6. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС. История ГЛОНАСС. [Эл.ресурс]. Режим доступа: <https://glonass-iac.ru/guide/>
7. Наука 21 век. Научно-популярный журнал. GPS-независимая инерциальная система навигации [Эл.ресурс]. Режим доступа: <http://nauka21vek.ru/archives/32167>
8. МСС ГЛОНАСС. Иванов О. ГЛОНАСС в сельском хозяйстве. [Эл.ресурс]. Режим доступа: <https://mssglonass.ru/articles/glonass-v-selskom-hozyajstve/>
9. Кузубова М.И. Применение беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой отрасли. В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук. Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. Белгород, 2022. С. 135-138.
10. UlanMedia.ru. Уборку улиц Улан-Удэ контролируют с помощью ГЛОНАСС. [Эл.ресурс]. Режим доступа: <https://ulanmedia.ru/news/1421731>
11. Шин Е.Р., Щекина А.Ю., Черкасов Р.А. Технология создания топопланов масштаба 1:500 по данным съёмки с квадракоптера Phantom 4. Вектор ГеоНаук. 2019. Т.2. № 1. С 54-59.

**УДК 681.1**

*Авофуйе А.Д.*

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

## **АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ОТ ДАТЧИКА ЭМГ**

Электромиография(ЭМГ) - это метод, используемый для регистрации электрической активности мышцы. Для того чтобы мышца двигалась, электрический сигнал поступает из мозга через двигательный нейрон, причем частота нервных импульсов управляет силой сокращения. Это создает разность потенциалов на поверхности кожи (величиной 30 микро - 50 милливольт)\*, которую схема ЭМГ может улавливать и усиливать примерно до 1-2 В, что позволяет легко считывать ее на аналоговом входе микроконтроллера, в данном случае Arduino.

Простейшая схема ЭМГ имеет 3 электрода и может измерять электрическую активность одной мышцы. 2 электрода расположены рядом друг с другом в середине мышцы, на расстоянии 3-8 см друг от друга, а третий заземляется и помещается на кость или держится в руке и действует как электрод сравнения. Обычно электроды ЭМГ являются "влажными" и состоят из проводящей гелевой наклейки, которая наклеивается на кожу в том месте, где находится необходимая для измерения мышца. и обеспечивает постоянную связь. "Сухие" электроды не содержат геля, и хотя они могут издавать более шумные сигналы и иногда отключаться, они гораздо удобнее и могут быть изготовлены из проволоки.

Для изготовления датчика ЭМГ необходимы следующие компоненты:

- провода для электродов и электрических схем;
- металлический лист (можно использовать банку из-под напитков со снятым пластиковым покрытием);
- микросхема операционного усилителя общего назначения LM324n
- Резистор 200-220 Ом;
- 3 резистора по 10 Ком;
- 2 резистора по 100 Ком;
- 2 резистора по 1 МОМ;
- макетная плата;
- микроконтроллер (Arduino).

Схема состоит из двух дифференциальных усилителей, один из которых предназначен для предварительного усиления сигналов, а второй усилитель предназначен для дальнейшего усиления сигналов.

Он также включает в себя делитель напряжения (резисторы 100 К $\Omega$  внизу) для создания опорного "заземления" для операционных усилителей и электродов между выводами GND + 5 В Arduino, которые используются в качестве положительного и отрицательного напряжений микросхемы. Это устраняет необходимость в шине отрицательного напряжения и связанных с ней дополнительных схемах и батареи, позволяя питать схему непосредственно от напряжения Arduino. Это также устраняет любой риск повреждения микроконтроллера, вызванный случайной подачей отрицательного напряжения на его аналоговые контакты.

Дифференциальный усилитель увеличивает разницу между двумя напряжениями. Два входа используются для подключения 2 электродов, расположенных поперек мышцы. Он включает в себя высокоомные резисторы, обеспечивающие максимально высокое входное сопротивление, соответствующее импедансу кожи, что позволяет ему улавливать сигналы от мышц. Он имеет коэффициент усиления равный 100.

Присутствует неинвертирующий усилитель с коэффициентом усиления около 46. Выход этого усилителя может быть подключен непосредственно к аналоговому входу микроконтроллер.

Чтобы упростить этот дизайн, фильтры не были включены. Это означает, что для построения схемы не требуются конденсаторы. Это Отсутствие фильтров на входе усиления может сделать его восприимчивым к шуму, особенно от сетевых сигналов частотой 50/60 Гц. Однако после тестирования было обнаружено, что такая схема может функционировать достаточно хорошо и внешние помехи существенно не влияют на работу схемы (рис. 1).

При проверке движения мышц предплечья электроды необходимо будет поместить на кожу. Перед установкой электродов необходимо смочить кожу и протереть ее, чтобы очистить и обеспечить лучшую проводимость.

Необходимо поместить 2 входных электрода на мышцу, а электрод сравнения на соседнюю кость или просто держать его в руке. Не все позиции дадут хорошие результаты; может потребоваться некоторое экспериментирование, чтобы определить подходящие расположение.

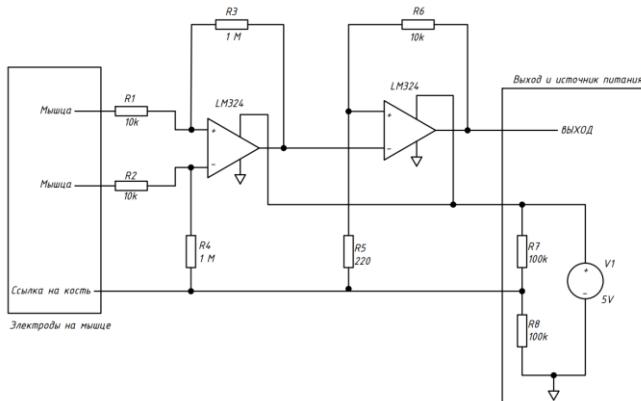


Рис. 1 Схема ЭМГ

Схема имеет 3 входа, 2 источника питания и 1 выход:

Два входных электрода, подключенных к входным выводам положительному и отрицательному дифференциального усилителя, и электрод сравнения к опорному напряжению "заземления" между 2 резисторами делителя напряжения.

Контакты микроконтроллера - +5 В и GND должны быть подключены через делитель напряжения, а выход схемы - к аналоговому выводу. Датчик подключен к arduino. pinMode в arduino активируется для конкретного pin-кода, к которому подключен датчик. pinMode активирует pin-код для вывода или ввода данных.

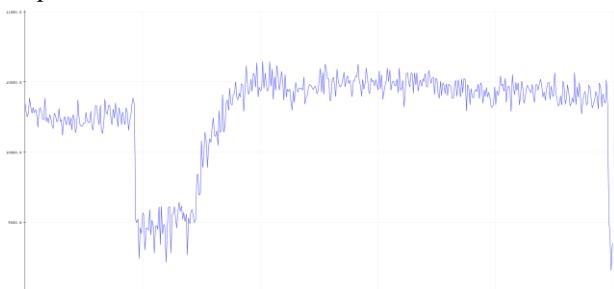


Рис. 2 Сигнал от датчика ЭМГ

Сигнал, полученный от датчика, показан на рис. 2. Когда мышца касается только одного электрода, уровень сигнал низкий, но как только средняя часть мышцы касается второго электрода, амплитуда сигнала повышается. По амплитуде сигнала легко увеличить когда мышца

расслаблена и когда сгибается, следовательно, можно легко установить порог и серию пороговых значений, чтобы показать, когда мышца расслаблена и когда сгибается.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. maciejzajaczkowskiscience in Circuits, Simple Dry Electrode EMG for Arduino // 2022.
2. Рубанов В.Г., Бушуев Д.А., Бажанов А.Г., Ващенко Р.А. Проектирование робототехнических систем и комплексов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 190 с.

**УДК 681.5**

*Авофуйе А.Д.*

*Научный руководитель: Кариков Е.Б., канд. техн. наук, доц.*

*Белгородский государственный технологический университет*

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

## МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОНИЧЕСКОЙ РУКИ В MSC ADAMS

При моделировании бионической руки было использовано программное обеспечение, которые позволяет управлять бионической рукой с помощью кода или внешних датчиков, подключенных к персональному компьютеру.

Для моделирования физических объектов использовалась MSC ADAMS (Автоматизированный динамический анализ механических систем) - это програмная система для моделирования динамики нескольких тел. В настоящее время он принадлежит MSC Software Corporation. MSC Adams моделирует поведение системы с течением времени и может анимировать ее движение и вычислять такие свойства, как ускорения, силы и т.д. Система может включать в себя дополнительные сложные динамические элементы, такие как пружины, трение, гибкие тела, контакт между телами. Программное обеспечение также предоставляет дополнительные инструменты САЕ, такие как исследование дизайна и оптимизация на основе выбранных параметров. Входы и выходы моделирования могут быть сопряжены с Simulink для таких приложений, как управление.

Для управление физической моделью был применения MATLAB. Программы, написанные на MATLAB, бывают двух типов — функции и скрипты. Функции имеют входные и выходные аргументы, а также собственное рабочее пространство для хранения промежуточных

результатов вычислений и переменных. Скрипты же используют общее рабочее пространство. Как скрипты, так и функции сохраняются в виде текстовых файлов и компилируются в машинный код динамически.

Бионическая рука была импортирована из онлайн-библиотеки Grabcad(3). Импортированная бионическая рука была в формате SolidWorks (Рис. 1). Затем файл был загружен в программное обеспечение MSC Adams. Файл появилась в MSC Adams, как тело, состоящее из различных отдельных частей. Этим деталям был присвоен вес, и были установлены метки, показывающие центр массы каждой детали.

Вес деталей был установлен путем модификации каждой детали и выбора конкретных типов материалов для каждой детали. Части, которые не обладали массой, были удалены, так как не использовались.

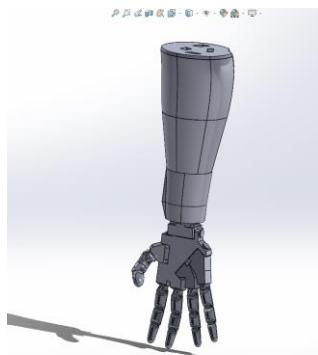


Рис. 1 Импортированная бионическая рука в SolidWorks

Далее были нанесены необходимые маркеры для разъемов, которые были размещены на каждой части бионической руки. Неподвижные соединители были установлены на неподвижные детали, из которых состоит предплечье. Соединители для вращающихся суставов были размещены на каждом суставе пальцев, подвижных частях ладони и на запястье для вращения вверх-вниз, влево-вправо. На задней части предплечья также был установлен разъем для неподвижного сустава, чтобы рука оставалась неподвижной во время моделирования и не падала под действием силы тяжести. Затем на каждый соединитель вращательного соединения было установлено вращательное движение шарнира. Вращательное движение сустава позволяет создавать движение во время моделирования. Вращательное движение сустава имеет конструктор функций, который отвечает за то, как происходит вращение и в каком направлении. Функция VARVAL()

использовалась для того, чтобы управлять вращательным движением шарнира с помощью системных элементов. Эти системные элементы создаются путем создания значения состояния и установки нуля в конструкторе функций. Как только все это будет сделано, на рисунке ниже показано, как выглядит бионическая модель в MSC Adams (Рис. 2).

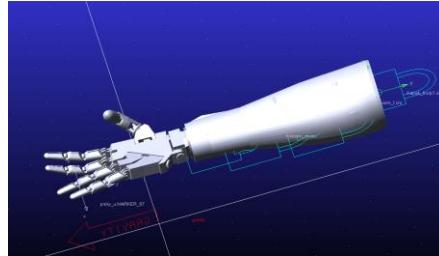


Рис. 2 Бионическая рука на MSC Adams

На следующем шаге переменные состояния были экспортированы, для того чтобы управлять ими с помощью сервиса Matlab. Для экспорта переменных использовалась управляющая установка. Установка управления создается путем доступа к "Controls" через заголовок "Plugins". В системе управления входные сигналы находятся там, где были размещены элементы системы (используемые для получения команд на вращение шарнирного соединения), а выходные сигналы - там, где элементы системы требуют считывания в качестве выходных данных. Целевым программным обеспечением был выбран сервис Matlab, а другие варианты остаются в по умолчанию. После нажатия кнопки ok будет создается код на языке C++ в том же рабочем каталоге, что и файл bin bionic arm. Ниже приведен интерфейс окна настройка (Рис. 3).

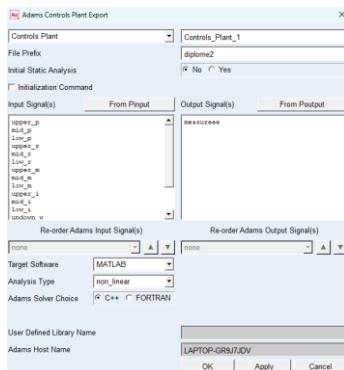


Рис. 3 Интерфейс Adams Control Plant

Экспортированный код из программного обеспечения MSC Adams был открыт в MATLAB, код был запущен в командном окне, блок Simulink создан с помощью команды “adams\_sys”. Этот блок имеет прямой доступ к файлу MSC Adams bin, который содержит модель бионической руки. Затем этот блок был подключен к функции MATLAB. Функция имеет команду для загрузки значений в каждый из доступных входных данных. Изображение подключения показано ниже (Рис. 4).

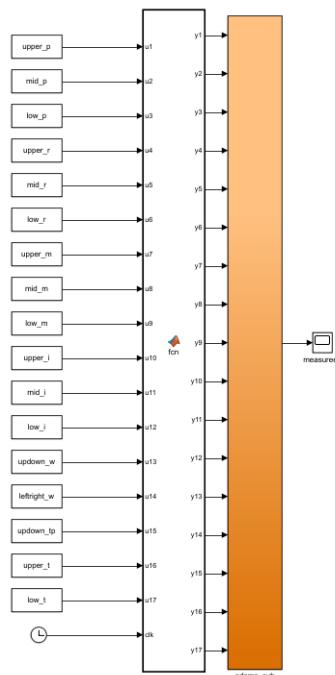


Рис. 4 Модель в Simulink

На основе команд, записанных в функциональном блоке Matlab, в блок MSC Adams вводятся различные значения, и когда программа запускается в Simulink, программное обеспечение MSC Adams загружается с анимацией, выполняющей движения на основе команд, записанных в функциональном блоке.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Программное обеспечение MSC\_Adams.

2. Программное обеспечение Matlab.
3. Библиотека Grabcad
4. Рубанов В.Г., Бушуев Д.А., Бажанов А.Г., Ващенко Р.А.  
Проектирование робототехнических систем и комплексов. Белгород:  
Изд-во БГТУ, 2020. – 190 с.

**УДК 551.508.77**

*Акулинин Д.И., Самчинский В.Е.  
Научный руководитель: Соловьёв В.В., ст. преп.  
Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДАТЧИКА ОСАДКОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МЕТЕОСТАНЦИИ**

Бурное развитие технологий позволяет создавать и эксплуатировать интеллектуальные беспроводные датчики для измерения параметров окружающей среды и почвы [1]. В настоящее время применение интеллектуальных метеостанций в сельском хозяйстве позволяет:

- повысить уровень цифровизации сельского хозяйства;
- перейти на новый технологический уровень без изменения пахотных площадей;
- изменить стратегию выращивания сельскохозяйственных культур за счёт прогнозирования изменений параметров окружающей среды, а, следовательно, и определения оптимального времени для проведения сельскохозяйственных работ (посева, полива и сбора урожая);
- позволяет экономить топливо, воду и посевые материалы.

Одной из составных частей интеллектуальной метеостанции являются датчики осадков (осадкомеры) – устройства, предназначенные для получения информации о количестве выпадения осадков, их типе и интенсивности. Для различных условий окружающей среды, а также для получения более точных параметров, существуют различные виды и модификации осадкомеров.

- Получили распространение следующие виды датчиков осадков:
- основанные на принципе обратной связи (Плювиограф П-2М) [2];
  - производящие сбор осадков в мерный стакан для проведения последующих измерений (осадкомер Третьякова О-1М) [2];
  - реализованные при помощи системы с опрокидывающимся ковшом, такие дождемеры могут дополнительно иметь: тензодатчик,

для более точных расчётов (LA-15189 осадкомер весовой [3]), датчики, позволяющие определить температуру и скорость ветра (OTT-Pluvio 2 [4]), устройства обогрева (осадкомер МПДО-500.230 Аляска [5]) или другие модификации.

При разработке собственного датчика осадков для интеллектуальной метеостанции, необходимо было учесть следующие требования: низкая стоимость создания и обслуживания датчика; простотой способ фиксации количества осадков; возможность удалённо получать данные о количестве осадков; компактный размер датчика.

Датчик осадков состоит из самого механизма для измерения осадков, представленного на рис. 1, а. Система представляет собой два треугольных гнезда на противоположных сторонах центральной перегородки. На одной из боковых сторон конструкции опрокидывающегося ковша имеется крепление для магнита, который будет приводить в работу геркон, закреплённый на опоре, как представлено на рис. 1, б. Вся конструкция будет поворачиваться на горизонтальной оси, проходящей через нижнюю часть системы и подставку. На опоре предусмотрено место для геркона, чтобы отслеживать моменты опрокидывания ковша и фиксировать прерывания в микроконтроллере.

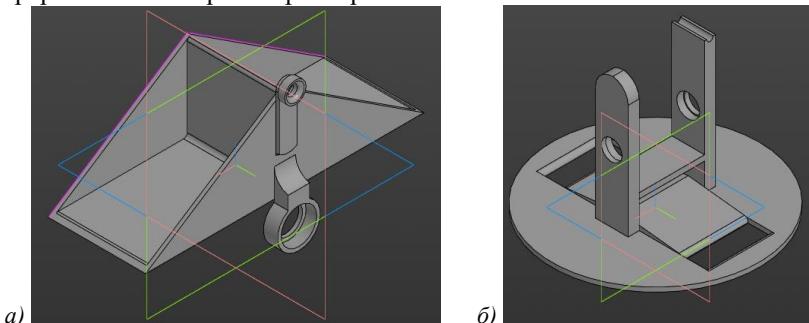


Рис. 1 Ковш для измерения осадков (а) и его опора (б)

Одно из рабочих положений ковша представлено на рис. 2, а и общий вид датчика представлен на рис. 2, б.

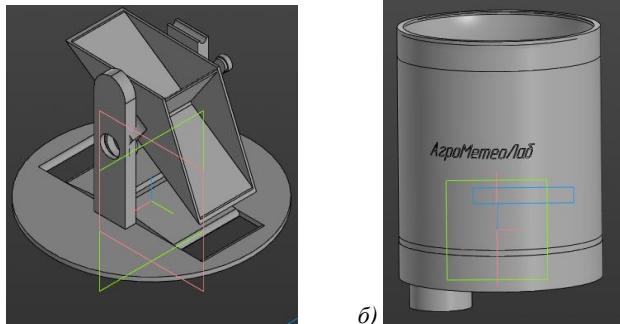


Рис. 2 Одно из рабочих положений ковша (а) и общий вид датчика (б)

Датчик осадков устанавливается на вертикальном шесте на открытой местности. При выпадении осадков дождевые капли попадают в воронку, а затем стекают в ковш. Как только набирается количество осадков, достаточное для опрокидывания ковша, система переворачивается, подставляя под воронку второе треугольное гнездо. В то время, как вода из первого резервуара выливается и стекает в сливное отверстие, расположенное внизу конструкции.

В результате работы датчик получится относительно небольших размеров – 95 мм в диаметре и 120 мм в высоту.

Макет данного датчика будет изготовлен при использовании 3D-принтера, что позволит сделать датчик более дешёвым в изготовлении. Авторы планируют не только изготовить датчик, но и провести натурные испытания датчика.

*Работа выполнена в рамках деятельности студенческого конструкторского бюро «Автоматизация и промышленный интернет вещей» кафедры систем автоматического управления ИРТСУ ЮФУ.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современное состояние дел в области создания систем с интеллектуальными датчиками / Ю. И. Иванов, К. В. Колоколова, А. Я. Номерчук [и др.] // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2020): Сборник трудов XVIII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 3-х томах, Таганрог, 03–05 декабря 2020 года. Том 1. – Ростов-на-Дону - Таганрог: Южный федеральный университет, 2020. – С. 7-12.
2. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства// А.П. Лосев, Санкт-Петербург, 1994 г.

3. poltraf [Электронный ресурс] // Весовой осадкомер с опрокидывающимся ковшом. URL: <https://poltraf.ru/upload/iblock/712/7121e11ad4597372a7ce55c2f9aa55f1.pdf> (дата обращения 04.03.23)
4. lufft [Электронный ресурс] // Датчики осадков – OTT Pluvio 2 L – взвешивающий дождемер. URL: <https://www.ott.com/products/accessories-109/ott-pluvio2-weighing-rain-gauge-963/productAction/outputAsPdf/> (дата обращения 04.03.23)
5. mera.nt [Электронный ресурс] // mpdo-500-230. URL: <https://mera.nt-rt.ru/images/manuals/mpdo-500-230.pdf> (дата обращения 04.03.23)

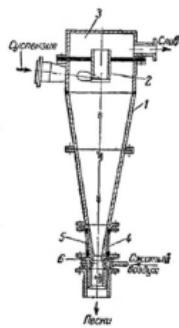
**УДК 621.928.37**

*Александрова Д.Н., Давиденко М.В.*

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

## **УСТРОЙСТВО И МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГИДРОЦИКЛОНОВ**

Гидроциклон - аппарат, предназначенный для деления в жидкой среде зернистых материалов, характеризующейся различной плотностью или крупностью составляющих частиц, под воздействием центробежных сил. (Рис 1)



**Рис. 1 Гидроциклон**

1-корпус; 2-центральный (шламовый патрубок); 3-камера для слива; 4- песковая насадка;  
5- резиновый вкладыш; 6- резиновый манжет.

Гидроциклоны применяют во многих сферах промышленности, где как минимум присутствует вода и перемешивание ее с веществами

различной крупностью и плотностью частиц, неизбежно. Достоинствами аппарата являются небольшие размеры, эффективность работы, несложная конструкция и возможность объединения аппаратов в один большой комплекс (мультигидроциклон).

Принцип действия заключается в том, что, когда в него тангенциально поступает разделяемая смесь через входной патрубок и приобретает круговое движение, возникают значительные центробежные силы, которые во много раз превышают силу тяжести, и под действием которых более тяжелая фаза движется от оси гидроциклона к его стенкам по спиральной траектории вниз и через нижнюю насадку выбрасывается из гидроциклона. В связи с тем, что движение жидкости носит турбулентный характер, влияющий на разделяющую способность, на частицу так же действуют различные силы, центробежная, силы тяжести, динамического давления жидкости и трения на поверхности раздела частица-жидкость, архимедова сила, подъемная сила, сила сопротивления, сила связанная с турбулентной вязкостью, подтверждается факт, что в аппарате протекает сложный гидродинамический процесс [1].

Расчет гидроциклона включает в себя гидравлический и технологический расчет, основными факторами являются, свойства и особенности суспензии; требования к продукции, специфика производства. В технологическом расчете, находятся первостепенные параметры гидроциклона, производительность, характеристика сливов, гидравлический же сводится к определению перепада давления на входе и выходе аппарата.

Существует несколько методов гидравлического расчета гидроциклонов:

1. По М.М. Башаров, гидроциклон имеет два цикла открытый и закрытый. Рассматривая открытый цикл учитывается оптимальные геометрические соотношения и рассчитывается по формуле [2]:

$$\frac{L}{D} = 5; \frac{d_{\text{пит}}}{D} = 0,28; \frac{d_{\text{сл}}}{D} = 0,34 \quad (1)$$

где, D – диаметр гидроциклона, мм;  $d_{\text{пит}}$  – стандартный эквивалентный диаметр питающего отверстия, см;  $d_{\text{сл}}$  – стандартный диаметр сливного патрубка, см.

Производительность выбранного гидроциклона определяется по формуле [2]:

$$Q = 15,5k_D k_a d_{\text{пит}} d_{\text{сл}} \sqrt{P_{\text{вх}}} \quad (2)$$

$$k_D = 0,8 + \frac{1,2}{1+0,1D} \quad (3)$$

$$k_a = 0,79 + \frac{0,044}{0,0379 + \tan^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (4)$$

Формула носит эмпирический характер, значение производительности  $Q$  измеряется в л/мин, для проверки значение переводят в м<sup>3</sup>/ч разделив значение на 16,67. Минимально допустимые пределы на входе не должны быть менее 0,4 кгс/см<sup>2</sup> (0,039 МПа), а для замкнутого цикла не менее 0,8 кгс/см<sup>2</sup> (0,078 МПа). Диаметр сливного патрубка принимается стандартным либо равным 0,2-0,3D.

Еще одна характеристика в эффективности работы гидроциклона выделяемая М.М. Башаров, является крупность граничного зерна  $\delta_g$  (мкм) определяется по формуле [2]:

$$\delta_g = 1,5 \sqrt{\frac{d_{cN} Da}{\Delta k_D \sqrt{P_{bx}(\rho_t - \rho_j)}}} \quad (5)$$

где,  $\Delta$  - диаметр песковой насадки, см;  $P_{bx}$  – давление на входе, кгс/см<sup>2</sup>;  $a$  – содержимое твердого в питании, %;  $\rho_t$ ,  $\rho_j$  – плотность твердой и жидкой фаз пульпы, г/см<sup>3</sup>; 1,5 – эмпирический коэффициент;

Для песка размером 50 микрон рекомендуется применять гидроциклон диаметром от 200 до 270 мм. Вероятность улавливания частиц будет выше на гидроциклонах меньшего диаметра (200 мм).

Второй способ, упоминаемый в гидравлическом расчете по М.М. Башаров, перепада давления, зависящий от критерия Рейнольдса во входном патрубке  $Re_{bx}$ , производительности гидроциклона по начальной суспензии  $Q_{bx}$ , и по очищенной массе, от длины гидроциклона  $L$ , его диаметра  $D_h$ . Так же влияющим фактор на перепад давления будет режим работы гидроциклона, т.е. наличие воздушного столба. Гидравлическое сопротивление рассчитывается следующим образом:

а) Без воздушного столба

$$\Delta p = E_i \rho_j u_{bx}^2 \quad (6)$$

б) С воздушным столбом

$$\Delta p = 0,5 E_i \rho_j u_{bx}^2 \quad (7)$$

где,  $\rho_j$  - плотность жидкости на входе в гидроциклон;  $E_i$  – критерий Эйлера;

Критерий Рейнольдса для гидроциклона оптимальной конструкции находить по выражению [2]:

$$Re_{bx} = 6,5 \frac{d_h^2 (\rho_t - \rho_j) \Delta p}{\mu_j^2} \quad (8)$$

График зависимости  $A = f(Re_{bx})$  представлен в [2]

2. М.Н. Шевцов так же рассматривает расчет гидроциклона и завязывает его эффективность от перепада давления. Утверждая, на основании экспериментального исследования, что с увеличением

давления возрастает расход на входе, а гидравлическая крупность уменьшается, принимая значение близкое к меньшему 0,196 мм/с, при Р = 0,02 МПа.

При таких значениях, достигается более результативное удаление минеральных частиц из осадка количественно 23-34%. При давлении более 0,2 МПа, будут происходить неоправданные расходы электроэнергии и быстрому износу аппарата.[3]

3. В работе Шестова Р.Н. рассмотрены методики расчёта гидроциклона. Технологический расчет гидроциклона для отделения легкой фазы, находящейся в воде в небольшом количестве в порядке 5%, сводится к определению производительности гидроциклона. [4]

Производительность гидроциклона зависит от давления питания на входе в гидроциклон и ряда его геометрических параметров, основные из которых являются диаметр, размеры входного отверстия, диаметры отводных отверстий и угол конической части. Определяется по формуле:

$$Q = \varphi F \sqrt{2gH} \quad (9)$$

где, F- площадь входного отверстия гидроциклона в м<sup>2</sup>, H – рабочий напор идеального гидроциклона, т.е., разность, между полным напором на входе в гидроциклон и потерей напора внутри гидроциклона, в м;  $\varphi$  - коэффициент, учитывающий влияние отклонения величины действительной скорости от теоретической.

4. Бауман А.В. поднимая вопрос о гидроциклонах и его эффективности, рассматривает расчеты [5]:

а) Расчет поля скорости жидкости в гидроциклоне

б) Расчет параметров гидроциклонирования

Для оценки эффективности классификации вводится коэффициенты:

$$k_n = \frac{Q_p}{Q_n}, k_m = \frac{M_p}{M_n}, k_3^i = \frac{b_p^i}{b_n^i} \quad (10)$$

где,  $k_n$  – коэффициент потока, характеризующий долю потока разгрузки относительно питания,  $Q_p$ ,  $Q_n$  – объем питания и разгрузки, м<sup>3</sup>/с,  $k_m$  – коэффициент общего входа твердого в песке гидроциклона,  $M_p$ ,  $M_n$  – масса твердой фазы, пришедшей с питанием и выделенной в разгрузку соответственно, кг,  $k_3^i$  – коэффициент эффективности отбивки по i-тому классу,  $b_p^i$ ,  $b_n^i$  – процентное содержание i-той фракции в питании и разгрузке соответственно.

в) Содержание твердой фазы в питании

Рассматривая зонное распределения плотности по объему гидроциклона, и учитывая гидродинамику системы, отмечается, наличие внутри гидроциклона областей, для которых, как для неильтоновских жидкостей, типично наличие свойств, как для твердого тела, так и для жидкости. Возникновение пространственных структур существенно меняет свойства систем: утрачивается текучесть, легко подвижность, увеличивается вязкость с ростом дисперсности и концентрации, что приводит в свою очередь к появлению значительных гидравлических потерь. [5]

Первоначальные факторы, влияющие на производительность гидроциклона такие как, давление на входе, можно регулировать и использовать, как вероятный инструмент корректирования работы системы; содержание твердого в питании, гранулометрический состав питания, производительность, характеристика сливов. Анализ работ по оценке влияния конструктивных параметров на результативность классификации в гидроциклонах показывает, что ряд вопросов достаточно хорошо изучен и применяем в разнообразных сферах и отраслях. [6]

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александрова Д.Н. Параметры и показатели надежности систем водоснабжения / в сборнике: Эффективные технологии в области водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения. Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Волгоград, под общей редакцией Е. А. Поляковой, А. А. Геращенко- Волгоград, 2023 – 90 с
2. М. М. Башаров, О. А. Сергеева Устройство и расчет гидроциклонов / учебное пособие. Под ред. А.Г. Лаптева. – Казань: Вестфалика, 2012 – 92 с.
3. Шевцов М.Н., Носенко М.О. Совершенствование технологической схемы обработки осадков водопроводных станций. / Хабаровск, Вестник ТОГУ, 2008 – №1 - 8 с.
4. Шестов Р.Н Гидроциклоны. / Под ред. Н.З. Симоновский – Ленинград, 1967 - 42 с.
5. А. В. Бауман Гидроциклоны теория и практика. / Новосибирск, Б29 Гормашэкспорт, 2020. – 56 с., ил.
6. Святченко А.В., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А. Оценка поверхностного стока автозаправочных станций г. Старый Оскол (Белгородская область) // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. 3 (125). С. 92-99.

*Алибаева Г.С., Колесникова М.Е.*

*Научный руководитель: Кромина Л.А., канд. техн. наук, доц.  
Уфимский университет науки и технологий, г. Кумертау, Россия*

## **ИНФОРМАТИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ ГОРОДА**

Не все читатели книг пользуются электронными сервисами, у некоторых нет возможности купить книги в электронном или бумажном виде, некоторые предпочитают посещать библиотеки. Там они могут брать книги домой, на определенный срок.

Создание сайта для хранения всех формуляров читателей библиотеки является актуальным в наше время. Это дает возможность библиотеке быстро и удобно получать информацию о посетителях, их книгах, оформленных абонементах и задолженностях. Библиотека сможет вести учет посещаемости, определять самые популярные книги и авторов, и планировать закупку новых книг. Кроме того, такая система поможет сократить время на обработку запросов пользователей и уменьшит количество ошибок при ведении учета. Цифровая карточка книги позволит быстро узнать о наличии книги в библиотеке, авторе, издательстве и где издания, не выходя из дома. Кроме того, такой подход экономит время работников библиотеки на обработку запросов пользователей вручную. Таким образом, перевод картотеки библиотеки в цифровой вид позволяет сделать информацию о книгах более доступной и удобной для пользователей, а также повысить эффективность работы библиотеки.

На сегодняшний день многие люди пользуются электронными сервисами в различных сферах: будь госуслуги, доставка товаров и продуктов, покупка билетов и многое другое, все это улучшило нашу жизнь. Если все это раньше было в бумажном виде, и приходилось идти в определенное место, то сейчас достаточно уметь пользоваться смартфонами и интернетом. Мы предлагаем внести электронные сервисы и услуги в библиотеку.

Библиотека — это учреждение, собирающее и осуществляющее хранение произведений печати и письменности для общественного пользования, а также ведущее справочно-библиографическую работу [1]. Многие библиотеки используют бумажный вид регистрации, а также хранение данных различных книг, журналов и т.п.

Для чтения книг в библиотеки существует два отдела:

- читальный зал
- библиотечный абонемент [2]

В читальном зале посетители читают книги, которые не выдаются домой. Это редкие книги, справочные издания, газеты, журналы. Или же если книга, журнал небольшая по содержанию и ее можно быстро прочитать.

Библиотечный абонемент – это когда, книгу можно взять на определённое время домой [3].

В настоящее время людям, которые идут в библиотеку, например, в городе Кумертау, приходится регистрироваться в бумажном виде. А для того чтобы взять книгу или журнал в любой библиотеки, необходимо оформить читательский формуляр.

Формуляр – это библиотечная учетная карточка, где указано: ФИО, год рождения, паспортные данные, адрес, телефон, школа, университет или место работы каждого посетителя [4]. Также если книгу берут на дом, то пишут название книги, автора, дату выдачи затем дату возврата. Каждый раз, когда посетитель хочет взять определенную книгу ему придется идти в библиотеку и узнавать есть ли интересующая его книга (в редких случаях звонить в библиотеку, что не всегда является эффективным).

В рамках представленной работы предлагается ввести в библиотеку электронную базу данных, не только книг и, но формуляр читателя. Что позволит сократить время поиска книги и улучшить производительность работы библиотеки. Данная система будет работать с различными библиотеками, которые есть в городе Кумертау. Как только пользователь зарегистрируется у него автоматически появится учетная запись и библиотечная карточка. С помощью данной системы пользователь сможет узнать если книга, которую он хочет взять на дом в интересующей его библиотеки. Для этого после регистрации ему нужно воспользоваться поиском книги, после чего на экране будет показано – есть ли книга или нет. Работники библиотеки смогут вносить изменения в базу данных т.е. добавлять, удалять книги, публиковать новости.

### **Разработка сайта**

Сайт был написан с помощью HTML кода с использованием PHP и сервером Open Server [5].

Перед созданием сайта была разработана логическая модель, представленная на рисунке 1.

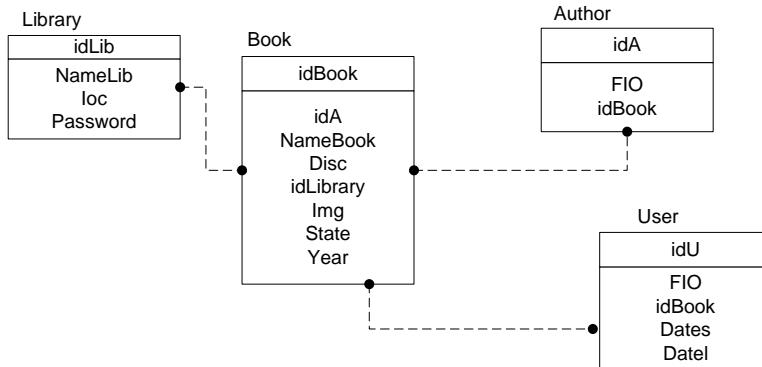


Рис. 1 Логическая модель

Главная страница сайта показана на рисунке 2. Слева находится меню-ссылки: вход, новости, о нас. В центре страницы находится поиск, внизу перечислены книги. А именно краткое описание, обложка книги и ее автор. Справа есть блоки для рекламы, по которым можно перейти.

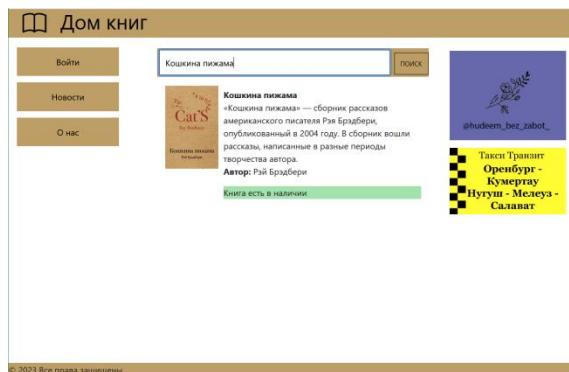


Рис. 2 Главная страница сайта

Чтобы пользоваться данным сервисом нужно будет прийти в ближайшую библиотеку и пройти регистрацию, после чего у вас будет свой аккаунт в данной системе. Нажав на войти, пользователь сможет находить интересующие его книги, если книга есть в наличии, то он сможет забронировать ее, после чего пойти в библиотеку и забрать. Как только книгу забрали, библиотекарь внесет данные в читательский формуляр в электронной системе, где будут написаны сроки сдачи.

Перейдя в раздел «новости» и «о нас», пользователь может изучить информацию или есть у него возникнут вопросы задать их. Также пользователь может перейти по ссылке в правом блоке рекламы.

В скором времени предлагается удалять аккаунты тех, кто не пользуется данной системой больше 1 года, а также ввести напоминания, что книгу нужно вернуть до определенного срока.

Полная структура сайта показана на рисунке 3.

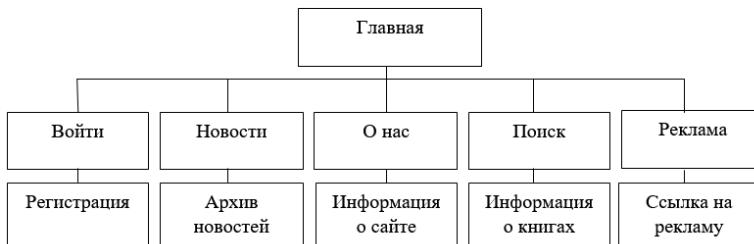


Рис. 3 Структура сайта

Таким образом, был разработан веб сайт библиотеки, который, хранит необходимую информацию на сервере. Данный сайт актуален для маленьких городов, где есть 3-4 библиотеки. С помощью данного сайта можно найти интересующую читателя книгу в библиотечной системе и забронировать ее, тем самым не тратя время и деньги на поход в библиотеку. Также есть возможность хранить данные читательского формуляра в электронном виде, что является эффективным, быстрым и удобным решением.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Библиотека // Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Библиотека> (Дата обращения: 26.03.2023)
2. Библиотечный урок на тему "Знакомство с библиотекой" [электронный ресурс] // Портал «[infourok.ru](http://infourok.ru)» [сайт]. URL: <https://infourok.ru/bibliotechniy-urok-na-temu-znakomstvo-s-bibliotekoy-2387763.html#:~:text=Один%20из%20них%20-%20абонемент.,книги%2C%20которые%20домой%20не%20выдаются> (дата обращения 18.04.2023)
3. Система библиотечного обслуживания читателей в библиотеке (стационарные формы) [электронный ресурс] // Портал «[pandia.ru](http://pandia.ru)»

[сайт]. URL: <https://pandia.ru/text/86/028/72379.php> (дата обращения 18.04.2023)

4. Дневник библиотеки: методические рекомендации по заполнению [электронный ресурс] // Портал «kmb.omsk.muzkult.ru» [сайт] URL: [https://kmb.omsk.muzkult.ru/media/2020/12/02/1244909997/Dnevnik\\_biblioteki\\_metodicheskie\\_rekomendacii\\_po\\_zapolneniyu.pdf](https://kmb.omsk.muzkult.ru/media/2020/12/02/1244909997/Dnevnik_biblioteki_metodicheskie_rekomendacii_po_zapolneniyu.pdf) (дата обращения 18.04.2023)

5. Документация Open Server Panel [электронный ресурс] // Портал «ospanel.io» [сайт] URL: <https://ospanel.io/docs/> (дата обращения 18.04.2023)

**УДК 65.011.56**

**Алифанов Т.В.**

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА**

Интернет вещей (IoT) стал неотъемлемой частью современных производственных процессов. Технология используется для подключения нескольких устройств и систем, обеспечивая более быстрый и эффективный обмен данными между устройствами, машинами и системами. Это улучшает автоматизацию и открывает возможности для лучшей оптимизации производственных процессов. В этой статье описываются преимущества и проблемы применения Интернета вещей для оптимизации производственных процессов. [1]

Преимущества применения Интернета вещей в производстве:

Использование Интернета вещей (IoT) в производственных процессах позволяет собирать данные с подключенных устройств, машин и систем, которые затем могут быть проанализированы для выявления потенциальных улучшений процесса. Например, данные, собранные с датчиков, можно использовать для мониторинга производственных циклов и выявления проблем, таких как узкие места в производственных мощностях, контроль качества и неисправные детали. Кроме того, машины и оборудование с поддержкой Интернета вещей могут передавать производственные обновления в режиме реального времени, что позволяет своевременно принимать решения на основе текущего состояния производства. Кроме того, технология Интернета вещей может облегчить работу приложений машинного

обучения, которые могут дать представление о прогнозируемом техническом обслуживании и оптимизации производства.

Проблемы применения Интернета вещей в производстве:

Несмотря на свои потенциальные преимущества, использование Интернета вещей в производственных процессах также сопряжено с определенными проблемами. Во-первых, сложность и разнообразие подключенных устройств, машин и систем могут затруднить интеграцию данных из нескольких источников и управление ими. Кроме того, затраты на установку и обслуживание устройств, машин и систем Интернета вещей могут быть дорогостоящими, особенно для небольших производителей, которые, возможно, не смогут позволить себе такие инвестиции. Наконец, существует риск возникновения угроз кибербезопасности, поскольку хакеры потенциально могут воспользоваться слабостями в подключенных устройствах или сетях. [2]

Интернет вещей (IoT) предлагает ряд преимуществ производителям, стремящимся оптимизировать свои производственные процессы. Технология Интернета вещей позволяет собирать и анализировать данные в режиме реального времени с подключенных устройств, машин и систем, что позволяет принимать более эффективные решения на основе текущего состояния производства. Однако, несмотря на свои потенциальные преимущества, внедрение Интернета вещей также сопряжено с определенными проблемами, включая сложную интеграцию и затраты на техническое обслуживание. Тем не менее, поскольку производители продолжают разрабатывать и внедрять новые технологии, использование Интернета вещей в производстве будет только расти.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Что такое интернет вещей, Internet of Things, IoT [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php\\_\(Internet\\_of\\_Things,\\_IoT\)/](https://www.tadviser.ru/index.php_(Internet_of_Things,_IoT)/) (Дата обращения: 15.05.2023)
2. Плюсы и минусы технологии Интернета вещей [Электронный ресурс]. URL: <https://tsa.su/news/pljusy-i-minusy-tehnologii-interneta-veshhej/> (Дата обращения: 15.05.2023)

**Алтыбермак Т.А.**

**Научный руководитель: Мамась Н.Н., канд. биол. наук, доц.**  
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар, Россия

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МЕЛИОРАЦИИ**

Автоматизация и оптимизация экологического оборудования позволяют достичь более высокой эффективности использования ресурсов, что является крайне важным в условиях все увеличивающейся нагрузки на окружающую среду и ресурсы планеты. [2] Кроме того, такие системы помогают уменьшить отрицательное воздействие человеческой деятельности на окружающую среду, снизить выбросы загрязняющих веществ и улучшить качество продукции, что в свою очередь может привести к увеличению прибыли и улучшению экономической эффективности производства.

Некоторые примеры экологического оборудования, которые могут быть автоматизированы и оптимизированы, включают в себя:

1. Системы автоматического контроля и управления качеством воды, используемой для полива
2. Системы автоматического контроля и управления уровнями воды в каналах и резервуарах
3. Системы автоматического контроля и управления использованием удобрений и пестицидов
4. Системы автоматического контроля и управления работой насосов и иных устройств, используемых в мелиорации
5. Системы автоматического контроля и управления вентиляцией и климатическими условиями в зданиях, используемых для хранения оборудования и материалов.

Автоматизация и оптимизация экологического оборудования в мелиорации не только помогают сократить расходы на ресурсы, но и способствуют уменьшению негативного влияния на окружающую среду.

Например, автоматические системы контроля и управления уровнями воды в каналах и резервуарах могут предотвратить переливание воды, что приводит к потере ресурсов и загрязнению окружающей среды. [2,3] Системы автоматического контроля и управления использованием удобрений и пестицидов могут помочь снизить негативное воздействие этих веществ на окружающую среду и

улучшить качество продукции. Использование автоматических систем контроля и управления также позволяет быстрее и точнее реагировать на изменения в окружающей среде и предотвращать негативные последствия.

Рассмотрим на примере системы искусственного орошения: автоматические системы контроля и регулирования влажности почвы и управления орошением могут снизить потребление воды и энергии.

Автоматические системы искусственного орошения могут значительно уменьшить потребление воды и энергии, а также повысить эффективность использования ресурсов. [1,2] Эти системы могут контролировать влажность почвы и оптимизировать орошение с учетом климатических условий, влажности воздуха, солнечного света и других факторов. Благодаря этому система может автоматически регулировать количество воды, которое используется для орошения, и время, когда это происходит.



Рис. 1 Автоматические системы искусственного орошения

Искусственное орошение является важным элементом современного сельского хозяйства и позволяет обеспечивать необходимую влажность почвы для растений, особенно в условиях засушливых регионов. Однако, традиционные системы орошения могут быть неэффективными и приводить к потерям воды из-за испарения, попадания ветра, или некорректной регулировки орошения.

Автоматические системы контроля и регулирования влажности почвы и управления орошением могут решить эти проблемы и обеспечить более точное и эффективное использование воды. Такие системы могут включать датчики влажности почвы и атмосферы, контроллеры, которые принимают решения об объеме и времени

орошения, а также системы, которые позволяют автоматически регулировать расход воды и создавать микроклимат в теплицах.



Рис. 2 Системы искусственного орошения в теплицах

Кроме того, использование автоматических систем искусственного орошения может помочь предотвратить пересыхание почвы и увеличить урожайность культурных растений.

Правильное использование системы искусственного орошения может помочь в достижении более эффективного и точного внесения удобрений. Системы полива могут быть оснащены дозирующими устройствами, которые автоматически добавляют удобрения в систему полива и распределяют их равномерно на посадки. [1,3]

Это особенно полезно в условиях сухого климата, когда без системы полива удобрения могут не достигать корневой зоны растений и недостаточно усваиваться. Кроме того, автоматическая система полива может быть настроена на определенные виды удобрений и их концентрацию, что также способствует оптимальному использованию удобрений.

Также системы полива могут использоваться для внесения биологических препаратов, которые способствуют улучшению почвы и увеличению урожайности. Это позволяет сократить использование химических удобрений, что благоприятно сказывается на окружающей среде.

Использование экологического оборудования в мелиорации также позволяет уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Например, автоматизированные системы контроля и управления уровнем воды в каналах и резервуарах имеют ряд преимуществ с точки зрения экологии. [1] Они позволяют точно контролировать уровень воды в каналах и резервуарах, предотвращая возможные переполнения и разливы, которые могут привести к загрязнению окружающей среды. Кроме того, автоматизированные системы контроля и управления могут оптимизировать использование водных ресурсов, обеспечивая точное дозирование воды и ее распределение по потребностям. Это позволяет сократить потребление воды и уменьшить негативное воздействие на природные водные ресурсы.

В целом, автоматизация и оптимизация экологического оборудования в мелиорации имеют большой потенциал для улучшения качества окружающей среды и повышения эффективности использования ресурсов, и их использование может стать важным шагом в направлении устойчивого развития.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шабатура, В. Р. Использование реки Кубань в различных отраслях народного хозяйства / В. Р. Шабатура, М. А. Скидан, Н. Н. Мамась // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2022 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 728-732.
2. Мамась, Н. Н. Использование активных илов и органических бытовых отходов в качестве нового органического удобрения / Н. Н. Мамась, Р. В. Кравченко, Д. Б. Габараев // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий, Краснодар, 29–31 марта 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 65-68.
3. Кесафоти, Х. Е. Ландшафты реки Кубань / Х. Е. Кесафоти, Т. В. Семенова, Н. Н. Мамась // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 110-114.

**УДК 631.67**

**Базаров Р.**

**Научный руководитель: Мамась Н.Н., канд. биол. наук, доц.**  
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар, Россия

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОРОШЕНИИ ПОЛЕЙ**

Оптимизация технологико-экологических процессов в орошении полей может значительно повысить эффективность использования ресурсов и снизить негативное воздействие на окружающую среду. Некоторые из возможных мероприятий по оптимизации технологических процессов в орошении полей.

Использование современных систем орошения, таких как капельное орошение или микроорошение, является одним из наиболее эффективных мероприятий по оптимизации технологических процессов в орошении полей. Эти системы позволяют более точно дозировать воду и минеральные удобрения, что способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. [1,2]

Капельное орошение представляет собой систему, при которой вода подается к растениям через капельницы или микродрассели, расположенные непосредственно около растений. Это позволяет подавать воду прямо в корневую зону растений, минимизируя ее потери на испарение и снижая возможность загрязнения почвы химическими удобрениями.



Рис. 1 Микроорошение растений

Микроорошение также является эффективным методом орошения, при котором вода подается к растениям в виде мелких капель, распыленных вокруг растений. Этот метод также позволяет более точно дозировать воду и минеральные удобрения, снижая потребление воды и загрязнение почвы.

Кроме того, для оптимизации технологических процессов в орошении полей можно использовать и другие мероприятия, такие как использование эффективных систем управления водными ресурсами, выбор наиболее подходящих культур и сортов растений, снижение потерь воды на испарение и забор воды из источников с наименьшим негативным воздействием на окружающую среду.

Установка систем автоматического контроля и управления орошением является одним из важных мероприятий по оптимизации технологико-экологических процессов в орошении полей. Эти системы позволяют точно определять необходимость и количество полива в зависимости от погодных условий и потребностей растений.[2]

Например, при наличии дождя система может автоматически отключить полив, что снизит потребление воды и поможет избежать переувлажнения почвы. Кроме того, такие системы могут контролировать качество воды и удобрений, обеспечивая их точную дозировку и минимизируя загрязнение окружающей среды.

Использование систем вторичного использования воды может значительно повысить эффективность использования ресурсов и снизить негативное воздействие на окружающую среду в орошении полей. Например, система обратного осмоса может использоваться для очистки загрязненной воды из рек, озер или подземных источников, которая затем может быть использована для орошения полей. Очистка сточных вод также может быть использована для вторичного использования воды в орошении полей. В результате применения таких систем потребление воды может быть значительно сокращено, что приведет к экономии ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Применение методов точного земледелия может значительно повысить эффективность использования ресурсов и снизить негативное воздействие на окружающую среду в орошении полей. Агрономические карты и спутниковое зонирование позволяют определить потребности растений в минеральных удобрениях и пестицидах в зависимости от

состояния почвы и растительности. Это позволяет точнее дозировать минеральные удобрения и пестициды, снизить затраты на их применение и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Применение экологически чистых методов орошения, таких как использование поверхностного и подземного сброса воды на заранее подготовленные фильтры, что позволяет уменьшить загрязнение водных ресурсов. Данный подход может быть эффективным для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, но для его реализации необходимо проводить предварительные исследования, чтобы определить возможность использования такой системы в конкретном регионе. Кроме того, необходимо учитывать, что такие системы могут быть более затратными и сложными в эксплуатации, чем другие методы орошения. [2,3] Поэтому, перед принятием решения о применении таких методов, необходимо провести комплексное экономическое и экологическое обоснование их целесообразности.

Проведение регулярных мониторингов почвы, воды и воздуха является важным мероприятием для оптимизации технологико-экологических процессов в орошении полей. Это позволяет выявлять возможные проблемы и принимать своевременные меры для их устранения, такие как корректировка дозировки удобрений и пестицидов, изменение режима орошения и другие. Также мониторинг позволяет контролировать качество почвы и воды и предотвращать возможные загрязнения, что является важным аспектом сохранения окружающей среды и увеличения эффективности использования ресурсов.

Обучение фермеров современным методам орошения, использования минеральных удобрений и пестицидов, а также охраны окружающей среды является важным мероприятием по оптимизации технологико-экологических процессов в орошении полей. В рамках такого обучения фермеры могут ознакомиться с новыми технологиями и методами, которые позволят им сократить потребление воды, минеральных удобрений и пестицидов, а также уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. [3]

Кроме того, обучение фермеров может способствовать повышению эффективности использования ресурсов и улучшению качества продукции, что может привести к увеличению прибыли и устойчивости аграрного бизнеса. Однако важно не только проводить обучение, но и обеспечить доступность и эффективность практической реализации этих знаний и навыков на практике.

Оптимизация технологико-экологических процессов в орошении полей может привести к снижению потребления воды, уменьшению затрат на минеральные удобрения и пестициды, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду. Для этого необходимо использовать современные системы орошения, устанавливать системы автоматического контроля и управления орошением, применять системы вторичного использования воды, использовать методы точного земледелия, применять экологически чистые методы орошения и проводить регулярные мониторинги почвы, воды и воздуха. [2] Также важно обучение фермеров современным методам орошения, использования минеральных удобрений и пестицидов, а также охраны окружающей среды. Комплексное применение этих мероприятий может значительно повысить эффективность использования ресурсов и снизить негативное воздействие на окружающую среду в орошаемых землях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Просянкин, Д. Р. Оценка воздействия на окружающую среду в Центральном округе города Краснодара / Д. Р. Просянкин, Н. Н. Мамась // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы : материалы II Всероссийской (национальной) конференции, Омск, 26 мая 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 138-143.
2. Патент № 2448785 С1 Российской Федерации, МПК B09B 1/00, B09C 1/00. Способ биологической рекультивации свалок твердых бытовых отходов : № 2010132409/13 : заявл. 02.08.2010 : опубл. 27.04.2012 / Н. Н. Мамась, Е. А. Перебора, О. А. Мельник ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет".
3. Мамась, Н. Н. Использование древесно-кустарниковой растительности для рекультивации мест хранения фосфогипса на примере ОАО "Еврохим" Белореченского района / Н. Н. Мамась, Н. А. Паракуда // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства, Краснодар, 18–19 марта 2009 года / Ответственный редактор профессор А.И. Трубилин. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2009. – С. 169-173.

**УДК 330**

**Барбашова Т.М.**

**Научный руководитель: Нигматзянова Л.Р., ст. преп.**

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

## **РОЛЬ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЭКОНОМИКЕ**

Каждая компания стремится быть лидером на рынке, в следствие чего возникают современные методы управления, новые идеи, проектов против конкурентов. Помимо крупных компаний, малые предприятия также являются важным звеном в развитии рыночной экономики. Способствует развитию малого и среднего бизнеса экономический рост, ускорение научно-технического прогресса, открытие новых дополнительных рабочих мест. Большое значение имеет в создании и развитии малых предприятий фактор создания демократических институтов гражданского общества и воспитания среднего класса. Кроме того, малый бизнес мобилен и легко адаптируются к изменяющимся условиям, несмотря на ограниченные инвестиционные возможности.

В целом эффективность малых предприятий является важным фактором повышения гибкости экономики страны. В зависимости от уровня развития малого и среднего бизнеса эксперты отслеживают способность страны адаптироваться к изменениям экономической ситуации.

Предпринимателям предоставляется абсолютная свобода в выборе сферы деятельности, но в условиях конкуренции малый бизнес должен оставаться устойчивым на рынке благодаря грамотному планированию руководителя.

В сложившейся ситуации при грамотно составленном и организованном бизнес-плане будущие предприниматели могут еще больше расширить свой бизнес и превратить его в полноценную крупную компанию. Заданная цель достигнута: взаимодействие государства с частными предпринимателями осуществлена, так как в этом случае государство их поддерживает.

Государство заинтересовано в развитии малого бизнеса, ведь к этому времени снизится уровень безработицы за счет создания новых рабочих мест, бюджет наполнится налоговыми льготами, появятся новые разработки в сфере научно-технической прогресс. Имеет смысл подчеркнуть важность малого бизнеса, который является не только

стратегическим фактором развития страны, но и фактором ее сохранения.

Предпринимательство – это сфера деятельности, подверженная влиянию государства и способная быстро реагировать на непрерывные изменения экономических потребностей.

Основные направления государственной поддержки малого бизнеса:

- 1) упрощение процедур открытия малых предприятий.
- 2) упрощенное налогообложение, налоговые льготы.
- 3) предоставление доступа, покупки и аренды ресурсов, производственная площадь;
- 4) предоставление доступа к использованию информационных ресурсов для предпринимателей по вопросам планирования, налогообложения, маркетинга.

Развитие предпринимательства играет незаменимую роль не только в достижении экономического успеха и высоких темпов производства, но и как основа инновационного развития экономики.

Крупное производство обычно регулирует выпуск больших партий условно стандартизированной продукции в целях политики массового относительно однородного спроса, так как крупное производство не участвует в изготовлении мелкого товара. Только малые предприятия готовы использовать все возможности для развития своей деятельности. Для малого бизнеса специализированное производство мелкой продукции более плодотворна, чем крупносерийное производство меньшими партиями, но имеет место только при наличии стабильных и долгосрочных потребностей и спроса для данного продукта.

Малому бизнесу сопутствуют гибкость и более высокая степень адаптации к изменениям рыночных условий, что обычно обеспечивает стабилизацию экономического процесса в стране. Технологии и структуры экономики и промышленных секторов ускоряют процессы перераспределения капитала из старых благодаря малому бизнесу, превращает отрасли в перспективные отрасли.

Факторы реализации малого бизнеса на сегодняшний день:

1. Общекономические факторы;
2. Появление новых средств производства и доступные технологии для малого и среднего бизнеса;
3. Значительный прогресс в развитии промышленности и инфраструктуры;
4. Желание людей увеличить средний уровень образования и подготовки.

5. Формирование организационного комплекса, предоставление юридической и финансовой поддержки и поощрять малые фирмы.

Изучение малого бизнеса следует рассматривать как фактор эффективного развития экономики государства: во-первых, объективный и всесторонний анализ производственной базы страны и ее отдельные элементы; во-вторых, иметь более четкое представление о роли этих компонентов, в том числе о характере взаимодействия в процессе решения экономических задач; в-третьих, определить значение малого бизнеса, его функции и перспективы развития.

Одна из важнейших функций малого бизнеса как на макроэкономическом уровне, так и внутри отдельных подсистемы народного хозяйства - стимулирование структурных реформ, оптимизация организационной структуры производства. Данная функция в современном производстве особенно важна в связи с его интенсивной концентрацией и дальнейшим повышением уровня концентрации.

Объективно малый бизнес является ускорителем изменения организационной структуры производства в промышленно развитых странах. Зависимость от малого бизнеса и взаимодействия с ним стала одним из факторов, обеспечивающих динамичные изменения и оптимальную направленность структуры.

Произошли изменения в основных отраслях промышленности промышленно развитых стран за этот период. В то же время опыт показывает, что негативные последствия глубоких структурных изменений, прежде всего в виде существенного снижения уровня экономического потенциала этих стран, сводятся к минимуму.

В заключение можно сделать вывод, что поддержка малого бизнеса имеет значение для национальной экономики, но все преимущества инноваций можно оценить только в долгосрочной перспективе. Важно улучшить полное использование внутренних факторов, развитие малого бизнеса в стране и достижение высокого уровня внешних факторов, то есть экономическая интеграция с зарубежными странами, привлечение иностранных кредитов, иностранных инвестиций, займов, развитие рынка. При этом в полной мере отразятся положительные результаты оптимизации структуры производства: внедрение новейших информационных технологий, переход на производство новых видов качественной продукции, совершенствование системы управления и стабилизация производства, их производительность.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Власенкова Е.А. Роль налогообложения в развитии субъектов малого и среднего предпринимательства: проблемы и перспективы / Е.А. Власенкова // Налоговый вестник. – 2013. – №2. – с.7-9
2. Ильин И.Е. Малый бизнес в России: проблемы и перспективы / И.Е. Ильин // Банковское кредитование. – 2015. – №2. – с.42 – 44
3. Пурыжова Л.В. Оценка эффективности предпринимательской деятельности / Л.В. Пурыжкова // Молодой ученый. – 2015. – № 10. – с. 76-78.

**УДК 681.518.25**

*Баторшин Т.Р., Сафин М.А.*

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

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

## **АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Автоматизированная система управления (АСУ) - это тип системы, в которой используются различные автоматические устройства для получения, обработки и контроля информации. Однако, несмотря на использование автоматических устройств, основные функции управления в АСУ по-прежнему выполняются человеком. Но с прогрессом и развитием технологий появилась возможность заменить человеческий интеллект, интеллектом искусственным. Такая система может применяться в таких областях как энергетика, производство, автомобильное строение, космические исследования и другие. [1]

Одним из способов использования нейронных сетей является анализ, и оптимизация систем автоматического управления прогнозируя их поведение в различных условиях. Для этого необходимо собрать большой объём данных, который будет использоваться для обучения сети.

Процесс расчета систем автоматического управления довольно сложен, поскольку начинается с определения математической модели процесса, которым необходимо управлять. Затем на основе этой модели рассчитываются параметры системы, такие как коэффициент передачи, частотные характеристики, время перерегулирования и колебаний, чувствительность к возмущениям и многие другие факторы.

Эти параметры используются для выбора оптимальной модели управления и настройки параметров регулятора. Расчеты в этом

процессе могут быть выполнены как аналитически, так и численно с использованием специализированных программных пакетов.

Кроме того, при проектировании систем автоматического управления необходимо учитывать такие требования, как точность управления, ограничения на использование определенных типов датчиков и исполнительных механизмов и многие другие факторы.

После того как будет закончена подготовка набора данных, который содержит набор входных и выходных сигналов системы управления, этот набор данных используется для обучения нейронной сети, которая представляет собой тип алгоритма машинного обучения, способного распознавать закономерности и взаимосвязи в данных.

В процессе обучения нейронная сеть учится соотносить входные и выходные сигналы, регулируя свои внутренние параметры на основе набора данных. Когда сеть достаточно обучена, ее можно использовать для прогнозирования выхода системы управления на основе новых входных сигналов.

Другими словами, обученная нейронная сеть способна выявлять закономерности и корреляции между входными и выходными сигналами и использовать эту информацию для прогнозирования поведения системы управления в ответ на новые входные сигналы. Это обеспечивает более точное и эффективное управление автоматическими системами за счет использования искусственного интеллекта.

По мере развития технологий компаний и организации все чаще обращаются к использованию искусственного интеллекта в различных областях, включая автоматические системы управления. Использование искусственного интеллекта позволяет создавать более эффективные и точные системы управления, что в свою очередь повышает производительность и экономическую эффективность предприятий. [2]

Интересным примером использования искусственного интеллекта в системах автоматического управления являются системы управления потоками воды на гидроэлектростанциях. Эти системы используют данные о притоке воды, потреблении электроэнергии и других факторах для регулирования потока воды и максимального повышения эффективности выработки электроэнергии. Кроме того, использование искусственного интеллекта в системах управления гидроэлектростанциями позволяет лучше прогнозировать будущие изменения и заблаговременно принимать меры для снижения негативных последствий.

Кроме того, искусственный интеллект может быть использован в автоматических системах управления зданиями, где он может управлять системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха,

освещением, системами безопасности и другими переменными для обеспечения максимального комфорта для жильцов или сотрудников при одновременном снижении затрат на потребление энергии.

В заключение следует отметить, что искусственный интеллект оказывает значительное влияние на эффективность и точность автоматических систем управления, что приводит к повышению производительности, экономической эффективности и безопасности жизни людей. В будущем, с развитием уже существующих и появлением новых технологий искусственный интеллект все чаще будет использоваться в разных областях человеческой жизнедеятельности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермолаева, В. В. Автоматизированные системы управления / В. В. Ермолаева, Д. А. Калашников. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 11 (115). — С. 166-168. — URL: <https://moluch.ru/archive/115/30927/> (дата обращения: 05.04.2023).
2. Сфера применения искусственного интеллекта: от медицины до сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: <https://gb.ru/blog/sfery-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta/> (Дата обращения: 05.04.2023).

**УДК 006.3**

**Башков А.В.**

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

## О ПРОБЛЕМАХ СТАНДАРТИЗАЦИИ РОБОТОВ

Современный мир сталкивается с растущей автоматизацией производства, что приводит к увеличению числа роботов и автоматических систем. Роботы широко используются в различных отраслях – от производства до медицины и науки. Однако, как и любая другая технология, роботы нуждаются в стандартизации.

Стандарт – это образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других объектов; нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный

компетентным органом. Может быть разработан на материально-технические предметы, нормы, правила, требования организационно-методического и общетехнического характера. Распространяется на все сферы человеческой деятельности: науку, технику, промышленное и сельскохозяйственное производство, строительство, здравоохранение, транспорт и так далее [2].

В случае с роботами, стандарты помогают обеспечить безопасность, совместимость и эффективность использования роботов. Они также упрощают процесс разработки и производства роботов, а также уменьшают расходы на тестирование и сертификацию.

В робототехнике очень важно иметь стандарт, который поможет сделать роботы более доступными и понятными для пользователей. Например, если у разных производителей есть свои стандарты, то это может привести к проблемам совместимости между различными роботами и системами.

В 1954 году, Джордж Девел разработал первый промышленный робот PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly). Этот робот (Рис. 1) был первым шагом к стандартизации роботов. Он был разработан таким образом, чтобы его можно было программировать для выполнения различных задач. Это позволило использовать его в различных отраслях и сделало его более доступным для пользователей.

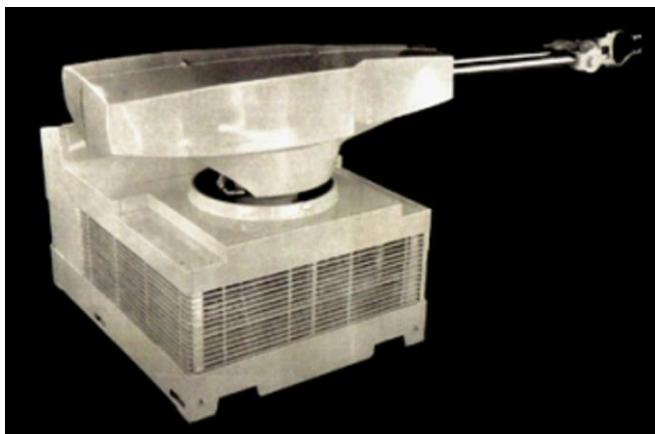


Рис. 1 Робот Unimate, сферический манипулятор

Сегодня интерес к разработке международных стандартов в робототехнике возрастает. Это связано с тем, что роботы становятся все более распространеными и используются во многих отраслях. Одним из главных критериев при создании стандартов является безопасность.

Роботы должны быть безопасны для работы с ними как для человека, так и для окружающей среды.

Впервые технический комитет по робототехнике был создан в ИСО в 1983 году как подкомитет SC2 технического комитета 184 под названием “Robots for manufacturing environments” (Роботы для производственных сред). Первые стандарты нового подкомитета относились к обеспечению безопасности в промышленности, а также к определению терминологии и основных рабочих характеристик промышленных роботов. Соответственно и название подкомитета было немного изменено на “Robots for industrial environments” (Роботы для промышленных сред). В связи с развитием робототехники в непромышленных областях, в 2006 году название подкомитета было вновь изменено на “Robots and robotic devices” (Роботы и робототехнические устройства). Бурный рост производства роботов и расширение областей их применения привели к тому, что с 1 января 2016 года подкомитет был преобразован в технический комитет ИСО 299 под названием “Robotics” (Робототехника) [3]. Занимается разработкой стандартов для роботов. Он определяет требования к безопасности, производительности и другим аспектам, связанным с использованием роботов. Стандарты, разработанные этим комитетом, помогают обеспечить безопасность и эффективность использования роботов в различных отраслях.

Начиная с серии стандартов ISO/TS 15066:2016, взаимодействие между человеком и роботизированными системами становится безопаснее и эффективнее. Эти стандарты определяют требования к безопасности при работе с роботами, а также устанавливают правила взаимодействия между роботами и людьми.

Однако, проблемы стандартизации роботов заключаются в том, что роботы могут быть разных типов и выполнять разные функции. Каждый тип робота требует своих специфических требований к безопасности и качеству работы. Кроме того, стандарты должны учитывать различные условия эксплуатации роботов, такие как температура, влажность, наличие опасных веществ и т.д.

Необходимость учета разнообразия роботов в стандартах является еще одной проблемой. Различные типы роботов требуют разных требований к безопасности и качеству работы. Поэтому, при создании стандартов необходимо учитывать все разнообразие роботов.

Еще одной проблемой является необходимость постоянного обновления стандартов в области робототехники. С появлением новых технологий и новых типов роботов, необходимо обновлять стандарты,

чтобы они соответствовали новым требованиям безопасности и качеству работы.

В заключение можно сказать, что стандартизация роботов является необходимой мерой, которая позволит создавать безопасные и эффективные роботы. Однако, необходимо учитывать разнообразие роботов и постоянно обновлять стандарты, чтобы они соответствовали новым требованиям. Разработка международных стандартов в области робототехники должна продолжаться, чтобы учитывать все новые технологические достижения и требования к работе с роботами. Стандарты, такие как МЭК-61131-3, ИСО 15745, ИСО 15704:2000, помогают создавать безопасные и эффективные роботы, но для достижения максимальной безопасности и эффективности работы роботов необходимо продолжать развивать и улучшать стандарты в области робототехники.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. 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. — 211 с.
2. Стандартизация // Робототехника URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/135529> (дата обращения: 17.04.2023)
3. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии : <https://tk141 rtc ru/index.php/deyatelnost/uchastie-v-rabote-iso-i-mek> (дата обращения: 17.04.2023).

**УДК 62-529**

**Бесклетка С.А.**

**Научный руководитель: Палий А.В., канд. техн. наук, доц.**  
**Политехнический институт (филиал) Донского государственного**  
**технического университета, г. Таганрог, Россия**

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СБОРКИ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

В статье рассматривается вопрос автоматизации сборочной линии в машиностроительном производстве с использованием

роботизированных установок. Описаны преимущества автоматизации производственных процессов и приведены примеры успешной реализации автоматизации на промышленных предприятиях. Особое внимание уделено применению роботизированных установок в машиностроительном производстве и их влиянию на качество продукции и увеличение производительности.

В машиностроительной отрасли автоматизация сборочных линий является важным элементом оптимизации производственных процессов. Она позволяет сократить время сборки, повысить качество продукции, снизить затраты на рабочую силу и увеличить производительность. В данной статье мы рассмотрим примеры автоматизации сборочных линий в машиностроительных производствах [1, 2].

Одним из основных элементов является использование роботизированных установок. Роботы могут выполнять различные задачи, такие как монтаж, сварка, обработка поверхностей и другие. Они работают с высокой точностью и скоростью, что позволяет сократить время сборки и повысить качество продукции [3].

Примерами успешной автоматизации сборочной линии являются следующие производства. Компания "John Deere", производителя сельскохозяйственной техники. Они использовали роботизированные установки для сборки гусеничных тракторов. Роботы выполняют задачи, связанные с монтажом двигателя, передней и задней оси, трансмиссии и других компонентов. Благодаря этому, время сборки сократилось на 33%, а качество продукции улучшилось благодаря повышенной точности сборки [4].

Производство компании "Toyota". Они используют роботизированные установки для сборки автомобилей. Роботы выполняют задачи, связанные с монтажом двигателя, подвески, трансмиссии и других компонентов. Благодаря этому, время сборки автомобиля сократилось на 35%, а качество продукции улучшилось благодаря повышенной точности сборки.

Компания "МАЗ", один из крупнейших производителей автомобильной техники в Беларусь. В 2017 году компания внедрила новую сборочную линию, оснащенную современными роботизированными установками. Это позволило ускорить производство и повысить качество продукции.

Компания "КамАЗ", один из крупнейших производителей грузовых автомобилей в России. В 2020 году компания внедрила новую автоматизированную сборочную линию, которая позволила увеличить производительность и точность сборки.

Кроме того, автоматизация сборочных линий может помочь сократить количество бракованной продукции, так как роботы могут работать с повышенной точностью и повторяемостью, что снижает вероятность ошибок. Автоматизированные системы контроля качества также могут использоваться для мониторинга производственного процесса и выявления любых несоответствий или отклонений [5].

Данные компании используют следующие модели роботов:

ABB IRB 1600ID - робот-манипулятор для сборки и сварки, способный обрабатывать детали весом до 10 кг. Он оснащен интеллектуальной системой управления и может выполнять сложные операции с высокой точностью.

KUKA KR 60-3 - промышленный робот-манипулятор для выполнения задач с высокой точностью. Он может обрабатывать детали весом до 60 кг и имеет шесть осей свободы, что обеспечивает максимальную гибкость при выполнении задач.

Fanuc M-2000iA - робот-манипулятор с огромной грузоподъемностью (до 2,3 тонн) и длинной стрелой (до 4,7 метров). Он может обрабатывать большие детали и выполнять задачи, требующие высокой точности и скорости.

ABB IRB 6600 - промышленный робот-манипулятор для выполнения задач в условиях высокой производительности и точности. Он может обрабатывать детали весом до 250 кг и имеет шесть осей свободы.

KUKA KR 1000 Titan - робот-манипулятор с грузоподъемностью до 1000 кг и длинной стрелой до 6,5 метров. Он может выполнять задачи, связанные с перемещением и обработкой крупных деталей.

Программное обеспечение, используемое для управления роботизированными установками, позволяет создавать точные и повторяющиеся движения, необходимые для выполнения задач сборки, таких как установка деталей, сварка, склеивание, закручивание винтов и т.д.

Кроме того, в процессе широко применяется система контроля качества, которая может включать в себя использование датчиков, камер и других средств для обнаружения дефектов и отклонений от заданных параметров, программы для расчета оптимальной последовательности операций, программы для автоматического распознавания и классификации компонентов и деталей, программы для визуализации и моделирования производственных процессов и др.

Несмотря на все преимущества, следует учитывать, что роботы не могут полностью заменить человеческий труд. В некоторых случаях, например, при выполнении сложных и нестандартных операций,

работающий человек может быть более эффективным и безопасным решением. Поэтому при внедрении автоматизации необходимо провести анализ производственного процесса и оценить возможности и ограничения технических решений [6].

Также автоматизация сборочной линии может применяться в производстве электроники. Например, компания Foxconn, которая производит компоненты для многих известных марок электроники, использует роботизированные сборочные линии, которые могут выполнять до 20 тысяч операций в минуту. Это позволяет компании быстро и эффективно производить большое количество продукции [7].

Таким образом, автоматизация сборочной линии в машиностроительном производстве является эффективным способом повышения производительности и качества продукции. Компании, которые успешно внедряют автоматизацию в своих производственных процессах, могут ожидать увеличения конкурентоспособности и сокращения затрат.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаховских, В. Г. Автоматизация технологических процессов в машиностроении [Текст] / В. Г. Шаховских. - М. : Машиностроение, 1985. - 224 с.
2. Кузнецов, А. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] / А. И. Кузнецов. - М. : Машиностроение, 1986. - 272 с.
3. Бобров, В. П. Промышленная автоматизация [Текст] / В. П. Бобров, В. А. Корнев. - М. : Издательский дом "Энергоатомиздат", 2003. - 416 с.
4. Машиностроение: справочник в 3 т. Т. 2, Автоматизация технологических процессов и производств [Текст] / под ред. В. И. Кузнецова. - М. : Машиностроение, 1991. - 638 с.
5. Матвеев, А. А. Автоматизация технологических процессов в машиностроении [Текст] / А. А. Матвеев. - М. : Издательский дом "Лань", 2011. - 336 с.
6. Морозов, А. А. Автоматизация производства на машиностроительных предприятиях [Текст] / А. А. Морозов, А. В. Кривенцов. - М. : Машиностроение, 2015. - 288 с.
7. Сергеев, А. С. Автоматизация технологических процессов в машиностроении [Текст] / А. С. Сергеев. - М. : Издательский дом "Горячая линия - Телеком", 2013. - 208 с.

**УДК 658.5**

**Близнюк Е.Д.**

**Научный руководитель: Шикова Д.М., преп.**

**Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь**

## **ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЭРГОНОМИКУ РАБОЧИХ МЕСТ**

Автоматизация технологических процессов является основным направлением развития и модернизации промышленного производства на протяжении десятилетий. Этот термин означает передачу функций управления и контроля от человека к машинам, приборам и станкам в дополнение к их основным производственным функциям. Современные технологии позволяют автоматизировать не только физический, но и интеллектуальный труд, если он основан на формальных процессах.

Автоматизация позволяет повысить эффективность и скорость производственных процессов, снизить затраты на производство и уменьшить количество ошибок. Однако, при внедрении автоматизации необходимо учитывать влияние на эргономику рабочих мест. Эргономические аспекты играют важную роль в обеспечении комфортных условий труда и здоровья работников. Поэтому, при разработке и внедрении автоматизированных систем необходимо учитывать как технические, так и эргономические аспекты, чтобы создать оптимальные условия для работников и обеспечить более эффективное производство. В данной работе мы рассмотрим влияние автоматизации на эргономику рабочих мест и возможные пути решения проблем, связанных с этим вопросом.

При внедрении систем автоматизации и оптимизации технологических процессов важно учитывать факторы эргономики, которые могут оказывать влияние на комфорт и безопасность рабочих мест.

Первым фактором является **адаптация новых технических средств** к конкретным особенностям производства и к потребностям работников. Важно, чтобы устройства были удобны в использовании, а их функциональность соответствовала требованиям конкретного рабочего процесса.

Второй фактор, который необходимо учитывать, — это **безопасность и здоровье работников**. В процессе работы с автоматическими системами существует риск получения травм, связанных с нарушением правил эксплуатации и отсутствием необходимых мер защиты.

Третий фактор — это эргономическое проектирование **рабочего места**, которое включает в себя оптимальное размещение оборудования, удобный доступ к нему, оптимальное расположение рабочей поверхности и другие аспекты, которые могут влиять на уровень комфорта и производительности работника.

Новые технологические процессы могут привести к изменению типов выполняемых задач, которые в свою очередь могут потребовать использования новых инструментов и оборудования, которые могут быть более удобными и эргономичными.

Внедрение новых технических средств, таких как компьютеры, могут улучшить комфорт рабочих мест за счет уменьшения физических нагрузок на работников. Однако, неправильно настроенный рабочий стол, монитор или клавиатура могут привести к ухудшению условий труда и повышению риска развития заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Следовательно, при изменении технологических процессов и внедрении новых технических средств, необходимо проводить анализ и оценку эргономических показателей рабочих мест, а также учитывать мнение работников, чтобы убедиться, что изменения не влияют на комфорт и безопасность их труда.

Также важным фактором является **обучение и тренировка работников**, которые будут работать с новыми системами автоматизации и оптимизации производства. Они должны быть грамотно подготовлены и обучены правильному использованию технических средств, а также знать меры безопасности и способы предотвращения возможных аварийных ситуаций.

При внедрении систем автоматизации и оптимизации технологических процессов существуют риски, которые могут быть минимизированы с учетом факторов эргономики. Одним из главных рисков является **ухудшение условий труда для рабочих**, так как часто автоматизация может приводить к увеличению скорости и интенсивности работы. Это может приводить к повышенной утомляемости, напряженности и стрессу у рабочих.

Другой риск связан с тем, что автоматизация и оптимизация процессов могут привести к упрощению работы и **потере квалификации у рабочих**. В связи с этим возможно снижение мотивации и удовлетворенности от работы, что в долгосрочной перспективе может привести к увольнениям и потере квалифицированных кадров.

Для минимизации этих рисков необходимо учитывать факторы эргономики при проектировании систем автоматизации и оптимизации

процессов. Например, необходимо предусмотреть возможность регулирования скорости и интенсивности работы, а также обеспечить комфортное положение тела при выполнении операций. Кроме того, важно обеспечить рабочих необходимой обучающей информацией и обучением, чтобы они могли эффективно работать с новыми технологиями и не теряли свою квалификацию. Все это поможет создать условия, в которых автоматизация и оптимизация процессов будут способствовать повышению производительности, безопасности и комфорта труда.

Для оценки эффективности внедрения систем автоматизации и оптимизации технологических процессов с учетом эргономических показателей можно использовать несколько методов. Например:

**Метод наблюдения:** состоит в том, чтобы наблюдать за работой рабочих и записывать все неудобства, с которыми они сталкиваются при работе с автоматизированными системами. На основе этой информации можно внести соответствующие изменения в систему, чтобы улучшить эргономические показатели.

**Анкетирование:** путем опроса рабочих можно получить информацию о том, насколько комфортно им работаетсь с автоматизированными системами. Эта информация может использоваться для улучшения системы

**Метод анализа рабочих мест:** в рамках этого метода проводится анализ рабочего места, чтобы определить, насколько хорошо система соответствует требованиям эргономики. Если есть несоответствия, то их можно устранить.

**Метод экспертной оценки:** эксперты по эргономике могут провести оценку системы и определить, насколько хорошо она соответствует требованиям эргономики. Это может быть полезно для улучшения системы, особенно если она еще находится в стадии разработки.

В целом, выбор метода оценки зависит от целей и требований оценки, а также доступности ресурсов для проведения оценки.

Корректное применение эргономики в практике может повысить производительность труда и сократить число производственных травм как на отечественных, так и на зарубежных предприятиях. Автоматизация технологических процессов приводит к изменениям на рабочем месте и может повлиять на комфорт и здоровье работников. Однако, с учетом факторов эргономики, можно минимизировать риски и повысить эффективность работы. Учитывание эргономических факторов помогает работникам реализовать свой потенциал. Работодатель обязан обеспечивать безопасные и здоровые условия

труда для своих сотрудников, а применение эргономических принципов может помочь достичь этой цели.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Зинченко, В. П. Основы эргономики: Учебное пособие. / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. – М.: МГУ, 1979. – 344 с.
2. Основные принципы автоматизации производственных процессов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vektor-grupp.ru/articles/osnovnye-principy-avtomatizatsii-proizvodstvennykh-protsessov/> - Дата доступа: 15.05.2023.
3. Рабцевич, А. А. Эргономика и ее значение для оптимизации трудовой деятельности человека / А. А. Рабцевич, М. С. Радкевич. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 5 (64). — С. 306-307. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/64/10404/> - Дата доступа: 15.05.2023.
4. Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)". / А. Г. Схиртладзе. – М.: Изд-во Абрис, 2012. – 565 с.
5. Эргономика рабочего места в промышленности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mebeltrust.by/articles/ergonomika-rabochego-mesta-v-promyshlennosti/> - Дата доступа: 15.05.2023.

**УДК 004.8**

**Бойко Я.В.**

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

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

## **УНИФИКАЦИЯ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ**

Робототехника – раздел фундаментальной и прикладной науки, который занимается проектированием, производством и применением автоматических и автоматизированных технических систем – роботов [2].

Робототехника опирается на такие дисциплины, как механика, электроника, кибернетика, мехатроника, телемеханика, информатика, а также радиотехника и электротехника. Выделяют промышленную, строительную, медицинскую, бытовую, авиационную и экстремальную робототехнику.

В настоящее время, разработка и внедрение технологий робототехники является одним из основных направлений совершенствования и качественного обновления производственных систем.

Одним из самых важных условий, которые обеспечивают гибкость производственных систем, является применение принципа модульного конструирования технических средств производственных комплексов. Реализация этого тесно связана с унификацией основных функциональных узлов технических средств, которые будут сгруппированы по видам оборудования.

Унификация представляет собой, выбор оптимального количества размеров и видов изделий, услуг и процессов, предназначенных для удовлетворения основных потребностей [3].

Различают три типа унификации:

1. Первый тип - типоразмерная унификация – унификация изделий аналогичного функционального назначения, не имеющих конструктивного подобия и отличающихся размерами основных параметров;

2. Второй же тип, это внутритиповая унификация, которая осуществляется в изделиях одного и того же функционального назначения, которые имеют одинаковое числовое значение главного параметра, но отличающихся конструктивным исполнением составных частей;

3. И третий тип - межтиповая унификация, которая проводится в изделиях различного типа и различного конструктивного исполнения.

Основными же целями унификации являются:

- Сокращение времени и затрат на разработку, производство и поставку изделий;
- Повышение качества и надежности изделий;
- Уменьшение сроков освоения изделий;
- Упрощение снабжения, эксплуатации и ремонта изделий;
- Сокращение номенклатуры предметов снабжения.

Основоположником концепции робототехнического изделия можно считать Леонарда да Винчи, который создал подробные чертежи рыцаря, способного двигать руками и головой. Однако, неизвестно, был ли робот воплощен в жизнь. Поэтому, считается что, первым действующим человекоподобным роботом, который мог играть на флейте 12 различных музыкальных произведений, стал андроид, созданный французским изобретателем Жак де Вокансоном в 1737 году [4].

На данный момент, состояние развития робототехники можно описать следующими тезисами:

- Множественность инициативных разработок;
- Большое разнообразие номенклатуры изделий робототехники;
- Отсутствие единых методик оценки качества характеристик и изделий робототехники;
- Широкое применение импортных комплектующих;
- Низкий уровень серийного освоения производства готовых образцов робототехники и их базовых элементов.
- Отставание в развитии нормативной правовой и нормативно-технической базы робототехники

Однако следует отметить, что количество робототехнических стандартов на сегодняшний день довольно велико. В основном, каждый из них нацелен на раскрытие определённых нюансов, но встречаются стандарты настолько схожие между собой по содержанию, что смысл их разделения не до конца понятен.

Для определения направления унификации в робототехнике, стоит рассмотреть жизненный цикл изделий робототехники [1].

Жизненный цикл изделий робототехники из трёх этапов:

- Создание;
- Эксплуатация;
- Утилизация.

В каждый из этих этапов входят свои задачи.

Так, для этапа производства, основными целями являются:

- Обеспечение требований качества и эффективности;
- Сокращение сроков создания и ввода в эксплуатацию;
- Повышение серийности выпуска;
- Уменьшение стоимости проектов;
- Развитие специализации и кооперации производства.

В свою же очередь, этап эксплуатации подразумевает:

- Поддержание исправности;
- Снижение эксплуатационных расходов;
- Многофункциональное применение;
- Повышение качества обучения;
- Минимизация затрат на модернизацию.

А на этапе утилизации реализуются методы вторичного использования и двойного применения.

На основе целей этапов жизненного цикла изделий робототехники, можно выделить следующие принципы унификации продуктов робототехники:

- Модульность;
- Открытая архитектура;
- Масштабируемость;
- Долгосрочность;
- Гарантийность;
- Модифицируемость;
- Экономичность.

С учётом всего вышесказанного можно заключить, что унификация достаточно глубоко проникла в сферу робототехники, развивая её производственную и составляющую, и стала одной из основных её задач.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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. — 211 с. — ISBN 978-5-4497-1468-8. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://ipr-smart.ru/117048.html>
2. Унификация // Робототехника URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/29074> (дата обращения: 17.04.2023)
3. Унификация // Академик URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/231908> (дата обращения: 17.04.2023).
4. Livejournal URL: <https://budushchee.livejournal.com/63746.html> (дата обращения: 17.04.2023).

*УДК 004.5*

*Бородин Р.А.*

*Научный руководитель: Буханов Д.Г., ст. преп.*

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

## РОЛЬ НЕМЕДИЦИНСКИХ НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ В ОПТИМИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смертности во всем мире [1]. Главная причина смерти в мире – ишемическая болезнь сердца, на долю которой приходится 16% от

общего числа смертей в мире. С 2000 года наибольшее увеличение смертности было связано с этим заболеванием, увеличившись более чем на 2 миллиона с 6,9 миллиона до 8,9 миллиона смертей в 2019 году. Подобная тенденция складывается вследствие взаимного влияния таких факторов как социальные, климатические и даже экономические. Согласно исследованиям ВОЗ, значительная часть (82%) случаев приходится на страны с низким и средним уровнем дохода, что исключает из возможность проведения дорогостоящих регулярных комплексных обследований. Существующие методы скрининговых обследований не всегда позволяют с достаточной степенью достоверности обнаружить тревожные вариации внутри нормы [2].

Математическая обработка ЭКГ используется в качестве источника данных о кардиоинтервалах. Однако, согласно последним исследованиям [3], кратковременные записи не всегда могут достаточно точно выявлять ряд скрытых патологий. Ранняя диагностика и своевременное лечение имеют решающее значение для улучшения результатов лечения пациентов. Для этой диагностики используются специальные немедицинские носимые устройства, к ним относятся: смарт-часы и фитнес-браслеты. Немедицинские носимые устройства стали потенциальным инструментом для мониторинга жизненных параметров пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и процесса лечения [4,5].

Немедицинские носимые устройства могут обеспечивать непрерывный и неинвазивный мониторинг жизненно важных показателей, таких как частота сердечных сокращений, кровяное давление и насыщение кислородом крови [6]. Так, некоторые "умные" часы, например, показывают высокую точность при измерении артериального давления, достигая чувствительности и специфичности на уровне 100% и 92,4% соответственно [7]. Они также могут обнаруживать нарушения ритма сердца, такие как фибрилляция предсердий, с чувствительностью и специфичностью на уровне 94-98% и 97-98% соответственно.

Для снятия параметров пациента были использованы смарт-часы фирмы Actenzo. Смарт-часы этой фирмы достаточно точно измеряют нужные параметры для диагностики и лечения пациентов с ССЗ.

Структура непрерывного мониторинга представлена на (Рис. 1):



Рис. 1 Схема непрерывного мониторинга

Отслеживание параметров происходит путем предоставления системой интерфейса для непрерывного наблюдения за параметрами пациента с ССЗ. В качестве устройств были использованы смарт-часы и фитнес браслеты, а в качестве сервера «Cardio» - проект, созданный с помощью Фреймворка Django. Такая система позволяет давать рекомендации по лечению лечащему врачу.

В связи с этим был создан специальный интерфейс, который позволяет отслеживать такие параметры пациента как: пульс, артериальное давление, пульсовую волну, ЭКГ с фильтрацией, ЭКГ без фильтрации, оба типа ЭКГ.

На (Рис. 2) изображен пример отображения информации по параметру пульса, измеренного с помощью смарт-часов Actenzo.

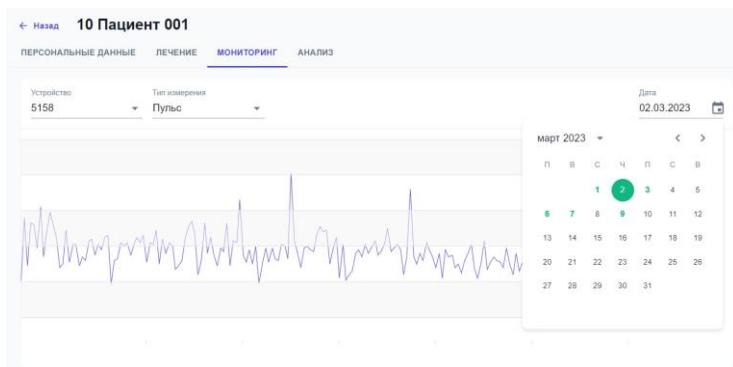


Рис. 2 Отображения информации о пульсе пациента

На рисунке представлен график пульсовой волны пациента за определенную дату.

Использование немедицинских носимых устройств таких как смарт-часы и фитнес-браслеты могут помочь в раннем диагностировании заболеваний, связанных с ССЗ, а также могут помочь при последующем лечении пациента так как позволяют непрерывно отслеживать жизненные параметры пациента на протяжении длительного времени, и не вызывают такой дискомфорта при ношении, как медицинские носимые устройства. Благодаря этому, внедрение немедицинских носимых устройств позволит автоматизировать и улучшить эффективность работы врачей, а также снизить финансовую нагрузку с пациентов из-за небольшой стоимости этих устройств, что позволит большему числу людей во всем мире проходить регулярные комплексные обследования и предотвратить возможное дальнейшее развитие болезней, связанных с ССЗ.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. The top 10 causes of death [Электронный ресурс] // 09.06.2020. 2020. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (дата обращения: 03.04.2023).
2. Беседина С.А., Жигунова А.И. Разработка концепции фитнес-браслета с функцией анализа сердечного ритма в режиме реального времени // Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике (РНТК ФТИ-2018). 2018. С. 885–890.
3. Беседина С.А., Баландин В.А. Корреляция показателей вариабельности сердечного ритма // Научный диалог: Молодой ученый. 2017. С. 33–37.
4. Губернаторова М.И., Алёшина Е.А., Дружинин Д.О. Изучение эффективности применения фитнес-браслета // Актуальные экономические и социально-гуманитарные проблемы современности. 2018. С. 184–189.
5. Симон В.А. Устройство для одновременной регистрации ЭКГ и фотоплетизмограммы // Наука настоящего и будущего. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего, 2019. Т. 2. С. 61–63.
6. Кобелева Е.А., Волкова Н.В. Польза фитнес-браслета в спорте и повседневной жизни // Новая наука От идеи к результату. Общество с ограниченной ответственностью Агентство международных исследований, 2017. Т. 2, № 3. С. 193–195.
7. Федорович А.А. и др. Смартфон в медицине-от справочника к диагностической системе. Обзор современного состояния вопроса // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. Общество с ограниченной ответственностью Силицея-Полиграф, 2022. Т. 21, № 9. С. 66–74.

**УДК 005**

**Буханов Д.Г., Гребеник А.Г., Харитонов С.Д.**

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

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ВЫРАЩИВАНИЮ МОНОКРИСТАЛЛОВ ИСКУССТВЕННОГО САПФИРА**

Применение сапфира во многих отраслях промышленности, медицины, авиации, микро- и оптоэлектроники, оптики и

приборостроения обеспечивает постоянный рост рынка сапфировых изделий. Данная тенденция требует снижения себестоимости кристаллов с целью обеспечения гибкой ценовой политики и конкурентоспособности.

Проведенный анализ современного состояния исследований в области методов выращивания искусственных кристаллов сапфира показывает, что существующие методы роста можно сгруппировать по следующим признакам [1-5]:

- наличие или отсутствие тигля для проведения кристаллизации;
- направление изменения температурного градиента;
- степень автоматизации процесса производства, а также набор контролируемых физических параметров;
- физико-химическое состояние сырья (газовая фаза, раствор, расплав).

В свою очередь методы получения кристаллов из расплава можно также разделить на две подгруппы:

- методы получения кристаллов из расплава малого объема, к которым можно отнести методы Степанова, Вернейля и зонной плавки;
- методы получения кристаллов из расплава большого объема (методы Киропулоса, Чохральского, Бриджмена-Стокбаргера, метод горизонтально направленной кристаллизации (ГНК)).

Приведенный в данной работе сравнительный анализ групп методов выращивания кристаллов искусственного сапфира позволяет выделить их основные достоинства и недостатки, а также определить вектор дальнейшего развития отрасли.

В зависимости от наличия или отсутствия тигля для проведения кристаллизации методы выращивания сапфира можно классифицировать на:

- бестигельные, к которым относятся метод плавающей зоны и метод Вернейля;
- тигельные, к которым можно отнести методы Чохральского, Киропулоса, Степанова, Бриджмена-Стокбаргера, методы зонной плавки и ГНК [6].

Наличие тигля негативно сказывается на качестве производимой продукции в связи с тем, что способно от цикла к циклу приводить к изменению тепловых процессов внутри ростовой установки и влиять на химические свойства получаемых кристаллов.

В зависимости от направления изменения температурного градиента методы производства можно разделить на две группы:

- методы, согласно которым при охлаждении тепло отводится наружу (тепловой поток направлен от кристалла через расплав к

внешней среде кристаллизационной установки);

– методы, согласно которым температура расплава выше температуры точки плавления (тепловой поток движется в направлении от расплава к кристаллу и далее через локальный холодильник, к которому прикреплен кристалл, во внешнюю среду).

Схемы направления температурного градиента в обоих случаях представлены на рисунке 1.

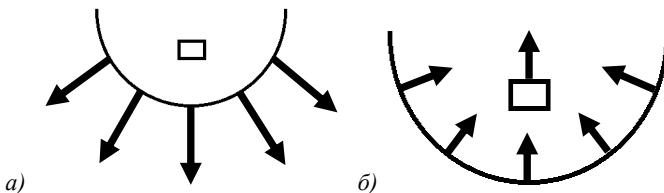


Рис. 1 Направление температурного градиента:

а – отвод тепла через расплав; б – отвод тепла через растущий кристалл

Автоматизированное управление процессом роста кристаллов сапфира может основываться на информации о различных технологических переменных, среди которых можно выделить:

– энергетические параметры кристаллизационной установки (напряжение, ток, мощность, сопротивление нагревателя и др.);

– аппаратурные параметры (температура нагревателя, температура тигля, скорость перемещения, скорость вращения, давление атмосферы кристаллизации и др.);

– комплексные параметры тепло- и массопереноса (положение и форма фронта роста, поверхностное натяжение, вязкость расплава, масса и сечение кристалла и др.);

– характеристики растущего монокристалла (состав, реальная структура, дефекты макроскопических размеров и др.).

В качестве основных достоинств методов, основанных на физической конденсации кристаллизуемого вещества (методы выращивания из газовой фазы), согласно данным из [7], можно выделить возможность обеспечения кристаллообразования при относительно низких температурах ( $1550 - 1750^{\circ}\text{C}$ ), легкость управления составом и слабое воздействие тигля на процесс кристаллизации. Не смотря на данные особенности, достаточно слабое распространение методов производства кристаллов сапфира, относящихся этой группе (методы сублимации, химических реакций и химических транспортных реакций [8]), объясняется тем, что путем кристаллизации из газовой фазы можно получать кристаллы очень

ограниченных размеров. Как правило, это эпитаксиальные пленки и нитевидные кристаллы.

Другим подходом к выращиванию кристаллов искусственного сапфира является выращивание из растворов (например, способ флюса). Суть данного метода состоит в растворении исходного материала и переносе растворенных компонентов в относительно менее нагретую зону, где и происходит рост кристаллов [5]. При данном способе кристаллизация осуществляется в температурном интервале 950-1250°C со скоростью охлаждения около 1 град/ч. К недостаткам данного метода стоит отнести ограниченность размеров получаемых кристаллов, а также весьма длительный процесс роста, не смотря на который размеры получаемых кристаллов не превышают нескольких сантиметров. Кристаллы сапфира, выращенные методом флюса, не могут пока конкурировать в области технического использования с кристаллами, полученными из расплава, однако являются великолепным материалом для изготовления ювелирных камней, наиболее близких по внутреннему строению и характеру окраски к природным.

В настоящее время наибольшее распространение получила группа методов выращивания кристаллов искусственного сапфира из расплава [1-5]. Данный подход основан на том, что исходный материал сначала расплавляется, а затем кристаллизуется при тщательно контролируемых условиях. Недостатком данной группы методов является возможность развития в кристаллах значительных напряжений, вызывающих возникновение различных структурных дефектов.

Разделение методов выращивания кристаллов из расплава на методы выращивания из расплава большого и малого объема [2] связано с тем, что в случае большого объема расплава конвективные потоки развиваются свободно и конвективный перенос вещества способен существенно влиять на процесс выращивания, в то время как для малого объема расплава конвекция не играет такой роли, а масса переносится путем диффузии, что значительно упрощает технологический процесс. К методам с большим объемом расплава относятся методы Киропулоса, Чохральского, Бриджмена, Стокбаргера, Степанова и Багдасарова. Методы выращивания кристаллов из расплава малого объема включают методы Вернейля и зонной плавки.

Для получения высококачественного материала (для LED, SOS и др.) скорость выращивания сапфировых кристаллов весьма ограничена (около 2-4 мм/час) и увеличение производительности оборудования за счет больших скоростей роста неприемлемо. Наиболее реальным способом увеличения производительности является увеличение фронта

кристаллизации с сохранением небольших скоростей роста за счет увеличения габаритных размеров.

Иными словами, при прочих равных условиях, у крупногабаритных кристаллов затраты (энергия, зарплата сотрудников, расходы на ремонт тепловых узлов, расходы на вспомогательные материалы, амортизация, затраты на обслуживание и др.) на 1кг кристалла получаются значительно меньше за счет высокой производительности оборудования и ростового процесса.

Данные выводы подтверждаются мировой статистикой по развитию технологии последних 10-12 лет, которая отмечает следующие тренды в отрасли:

- расширяются или создаются новые производства, в основном для выращивания объемных кристаллов; идет постоянное увеличение веса кристалла и для экспериментальных процессов вес достигает 300 - 400 кг;
- постоянно применяются новые технологические решения для увеличения выхода годной продукции и снижения ее себестоимости.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее перспективными в экономическом плане являются методы выращивания кристаллов сапфира из расплава большого объема, что и подтверждается их широкой распространностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белоусов А.В., Кошлич Ю.А., Гребеник А.Г. Об одном подходе к автоматизации процесса затравления монокристаллов синтетического сапфира по методу Киропулоса // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2017. №3.
2. Клунникова Ю.В. Физико-технологические основы создания подложек сапфира для приборов твердотельной электроники: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. 2016. С. 36–43.
3. Кожина Т.Д., Юдин А.В., Ерошков В.Ю. Исследование процессов, разработка технологий и обучение специалистов в области выращивания монокристаллов лейкосапфира для оптики и наноэлектроники // Инноватика и экспертиза: научные труды. 2013. №1 (10). С.92–101.
4. Как выращивают кристаллы. Краткий обзор. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://ftfsite.ru/wp-content/files/medods\\_kristallov\\_5.2.pdf](http://ftfsite.ru/wp-content/files/medods_kristallov_5.2.pdf) (дата обращения: 10.02.20017)

5. Буш А.А., Гладышев И.В. Физико- химические основы и методы роста монокристаллов, выращивание кристаллов Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> бестигельной зонной плавкой. М.: Изд. МИРЭА, 2011. 36 с.
6. Лодиз Р., Паркер Р. Рост монокристаллов. М.: Изд. МИР, 1974. 540 с.
7. Синтетические камни. [Электронный ресурс]. URL: <https://znaytovar.ru/s/Sinteticheskie-kamni.html> (дата обращения: 10.02.20017)
8. Стариков А.Ю., Сулейманова И.И., Савина Ю.Д., Винник Д.А. Методы получения кристаллов // Вестник СМУС74. 2018. №2 (21)

**УДК 004.89**

**Быков В.С., Молодкин З.Е.**

**Научный руководитель: Панков В.В., ст. преп.**

*Московский финансово-промышленный университет «Синергия»,  
г. Москва, Россия*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Использовании машинного обучения, а также искусственного интеллекта в пищевой индустрии считается важным компонентом, с целью формирования данной области. Компьютерные методы используются с целью обрабатывания крупных размеров данных, определения состава продукта, идентификации повреждений, а также контролирования свойства продукта и многих иных проблем. Подобные технологические процессы дают возможность уменьшить человеческий фактор, повысить темп, а также достоверность анализа сведений и существенно увеличить результативность производственных действий [8].

Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) – данная сфера компьютерной науки, которая увлекается исследованием алгоритмов, которые имеют все шансы осуществлять проблемы, которые как правило требуют человеческого интеллекта. Это может содержать в себе разрешение проблем, подготовку, независимое утверждение заключений.

Сфера использования машинного обучения в пищевой индустрии содержит:

1. Контролирование свойства продукта: машинное обучение способно применяться с целью прогноза свойства материала, полуфабрикатов и готовой продукции в любом периоде изготовления, что дает возможность избегать производственные остатки и совершенствовать промышленный процесс.

2. Совершенствование изготовления: машинное обучение может применяться с целью моделирования производственного хода и механической регулирования характеристик, подобных как жар, влага и темп, что дает возможность сократить затраты на спецоборудование и сырьевые материалы, увеличить эффективность и приобрести продукцию высочайшего качества.

3. Создание новейших товаров: машинное обучение может применяться с целью рассмотрения имеющихся рецептов и формирования новейших товаров вместе с применением способов оптимизации, что дает возможность существенно уменьшить период на изучение и исследование новейших товаров.

4. Усовершенствование свойства кормления: машинное обучение может применяться с целью рассмотрения пищевых качеств и элементов разных товаров, что может помочь усовершенствовать свойство кормления и сформировать новейшие продукты питания с целью людей, испытывающих страдания аллергиями или с диетическими ограничениями.

5. Руководство производственной чертой: машинное обучение может являться применено с целью прогноза капиталом оснащения и избежание внезапных перебоев в труде, что дает возможность сберечь единство производственной цепочки, а также сократить период простоя.

Машинное обучение и искусственный интеллект используются с целью предобработки сведений в пищевой индустрии. Применение механического обучения с целью механической сортировки товаров - единственный с наиболее многообещающих способов приложения искусственного интеллекта в пищевой индустрии. Данная методика дает возможность моментально и четко установить свойство продукта, обнаружить повреждения и посодействовать в результативной сортировке товаров согласно их наружным показателям. Механическое подготовка также может автоматом выбирать продукты питания в согласовании вместе с аспектами свойства, что увеличивает результативность достоверность контролирования изготовления [3].

Кроме того, хорошим образцом считается исследование структур товаров с целью усовершенствования свойства узко потребительских качеств (это метод, который применяется с целью исследования текстурных характеристик товаров, подобных как прочность,

клейкость, ломкость и т.д. вместе с помощью сведений обработывания отображений и статистической обработывания, которые имеют все шансы быть применены с целью усовершенствования вкусовых и текстурных качеств продукта.) Вместе с поддержкой машинного обучения и искусственного интеллекта возможно сформировать модификации прогноза, которые дадут возможность создателям продукта усовершенствовать свойство собственных товаров, удерживая при этом нужные текстурные свойства [6].

Роботизация производства пищевых продуктов - единственный из наиболее многообещающих направлений в использовании машинного обучения и искусственного интеллекта в пищевой индустрии. Вместе с поддержкой роботов-манипуляторов и механических направлений возможно существенно повысить эффективность, уменьшить расходы в рабочую мощь и увеличить свойство продукта. Помимо этого, роботизация дает возможность усовершенствовать требование работы сотрудников, уменьшить число погрешностей и увеличить защищенность изготовления. В настоящее время уже имеются эффективные образцы использования роботов в изготовлении мясных продуктов, кондитерских продуктов, эликсиров и иных товаров [10].

Кроме того, имеются вероятные задачи и опасности, связанные вместе с применением искусственного интеллекта в пищевой индустрии. Они имеют все шансы содержать:

1. Недостаточная достоверность алгоритмов машинного обучения, что может послужить причиной к просчетам в изготовлении товаров.
2. Неправильное обучение модификаций машинного обучения, которое может послужить причиной к неверным заключениям, а также советам.
3. Несоблюдение конфиденциальности сведений покупателей и производственных действий.
4. Угроза утраты рабочих мест из-за автоматизации изготовления.
5. Угроза появления новейших разновидностей аллергических взаимодействий на продукты питания, сделанные вместе с поддержкой искусственного интеллекта.
6. Шанс появления моральных трудностей при использовании технологий искусственного интеллекта для формирования товаров из генетически модифицированных организмов или клонирования животных.
8. Угроза появления зависимости от технологий искусственного интеллекта в изготовлении пищевых товаров, что может послужить причиной к уменьшению качества продукта в случае сбоя системы.

9. Потребность непрерывного обновления и модернизации концепций искусственного интеллекта, что может являться расходным и трудным действием.

Общие результаты и новые перспективы развития машинного обучения в пищевой промышленности свидетельствуют о том, что данная технология имеет огромный потенциал для улучшения качества продукции, оптимизации производственных процессов и повышения эффективности бизнеса в целом. С помощью машинного обучения можно создавать инновационные продукты, анализировать данные о потребительском спросе и предсказывать тренды на рынке, а также улучшать систему управления качеством продукции [6]. Новые перспективы развития машинного обучения включают использование нейросетей для создания более точных моделей прогнозирования спроса на продукцию, а также разработку автоматических систем контроля качества с использованием компьютерного зрения. В целом, применение машинного обучения и искусственного интеллекта в пищевой промышленности является одним из ключевых факторов успеха для компаний этой отрасли в будущем [11].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артемьев В. С. Аналитика и методы математического моделирования искусственного интеллекта в автоматизации контроля и испытаний / В. С. Артемьев, С. Д. Савостин // Аграрная наука - 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 340-343.
2. Артемьев В. С. Системы автоматизированного управления безопасностью ресурсов в вопросах цифровизации / В. С. Артемьев, С. Д. Савостин // Аграрная наука - 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 344-347.
3. Артемьев В. С. Автоматизация методов и алгоритмов информационно-аналитических систем / В. С. Артемьев, С. Д. Савостин // Вавиловские чтения - 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 22–25 ноября 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 639-642.

4. Артемьев В. С. Моделирование организационно-технологических систем и комплексов при генерации новых потоков / В. С. Артемьев, С. Д. Савостин // Вавиловские чтения - 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 22–25 ноября 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 642-646.
5. Artemyev V. Construction and regulation of static characteristics for control objects / V. Artemyev, E. Nazoikin, V. Pankov // Machine Science. – 2022. – Vol. 11, No. 2. – P. 80-85.
6. Гончарова Я. В. Существующие аспекты внедрения машинного обучения в агропромышленных комплексах / Я. В. Гончарова, В. В. Панков // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 11–12 ноября 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. – С. 223-227.
7. Елисеева С. А. Методологические подходы и процессы внедрения электронного машинного обучения в агропромышленных комплексах / С. А. Елисеева, В. В. Панков // Здоровье сберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 70-73.
8. Киселев И. Д. Реформирование системного анализа сферы потребления услуг на основе интернет-технологии / И. Д. Киселев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. Том III. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 72-74.
9. Колупаев С. С. Совершенствование воспроизводственной и информационных структур в государственном и муниципальном управлении / С. С. Колупаев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. Том III. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-76.
10. Панков В. В. Качественное управление в промышленной сфере основными моделями устойчивости НАССП / В. В. Панков // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК:

Материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции, Московская обл., Пушкинский р-н, рп. Правдинский, 07–09 июня 2022 года. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – С. 315–321.

11. Ушаков М. В. Статистические методы сбора данных в информационно-технологической среде путем снижения энергозатрат для аграрного сектора / М. В. Ушаков, В. В. Панков // Здоровье сберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубылин, 2021. – С. 115–118.

**УДК 681.5**

**Виласис С.**

**Научный руководитель: Степовой А.А., ст. преп.**

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

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА SLAM**

Одной из основных задач систем управления (СУ) автономных роботов [1] является задача навигации и ее подзадача — локализация робота в пространстве.

Мобильная робототехника в последние годы добилась больших успехов в промышленных приложениях, наблюдении, медицине, сельском хозяйстве и т. д. Вот почему одной из тем мобильной робототехники, которой были посвящены обширные исследования является задача отслеживания положения робота в режиме реального времени с одновременным картографированием и локализацией (SLAM) [2].

В среде CoppeliaSim была смоделирована навигация робота, где при помощи лазерного сканирующего дальномера была получена карта помещения при движении робота по сцене. В качестве мобильного робота использовался робот Pioneer p3dx [3]. Pioneer P3-DX - роботизированная колесная база, предназначенная для автономной навигации. На рисунке 1 представлены размеры моделируемого робота.

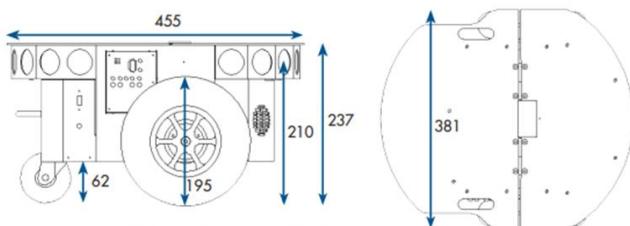


Рис. 1 Размеры робота pioneer p3dx (мм)

Для получения данных для алгоритма SLAM робот оснащается лазерным сканирующим дальномером HOKUYO URG-04LX-UG01 [5], который выполняет сканирование в диапазоне 240 градусов с максимальном радиусом 4000 мм. Ниже представлен внешний вид данного датчика (рис. 2).



Рис. 2 Сенсорный датчик URG-04LX

CoppeliaSim — это среда компьютерного моделирования, созданная компанией capella robotics, она позволяет производить разработку алгоритмов, моделирование, быстрое прототипирование и обучение в области робототехники и в данной работе используется для моделирования сцены. Построим график траектории движения мобильного робота pioneer p3dx. Для этого на панели меню выберем Add и дальше Graph. Доступ к его основным свойствам и их настройка осуществляются в диалоговом окне графика.

В среде CoppeliaSim доступна библиотека GridMap Plugin API, которая позволяет работать с сенсорным датчиком и обеспечивать построение карты.

Добавим на сцену модель робота pioneer p3dx. Для этого в обзорщике моделей в дереве robots выберем mobile и перетащим робота pioneer p3dx на сцену. Кроме того, добавим кубы и растения чтобы они

отображались на построенной карте при движении робота по траектории. На рисунке 3 представлен вид сцены для симуляции.

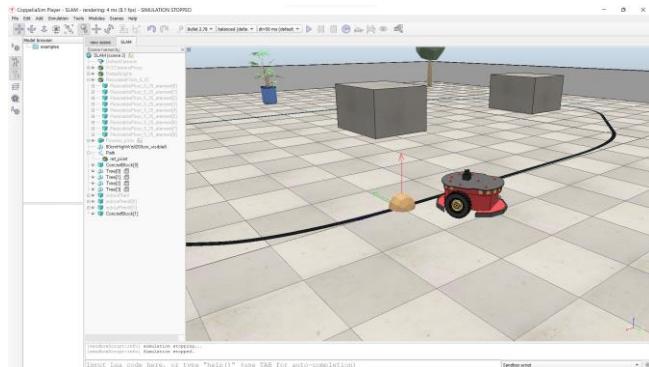


Рис. 3 Сцена для модели SLAM

В каждый момент времени робот должен обновить свою позицию и поэтому была создана функция updateRobotPose, которая определяет новое местоположение робота, т.е. ( $x'$ ,  $y'$ ,  $\theta'$ ).

Для получения данных из сенсора была написана функция getLaserPoints; а для отображения карты, используется функция simGridMap.init(), в которой задаются такие параметры, как размер ячейки, размер карты, максимальное расстояние лазера и т.д.

После настройки робота и сцены была проведена симуляция данной модели и алгоритма SLAM [6]. На рисунке 4 представлено начальное положение робота в сцене, а на рисунке 5 рассматривается работа сенсора при движении по траектории. На рисунке 6 представлена уже построенная карта и видны объекты, которые были добавлены на сцену.

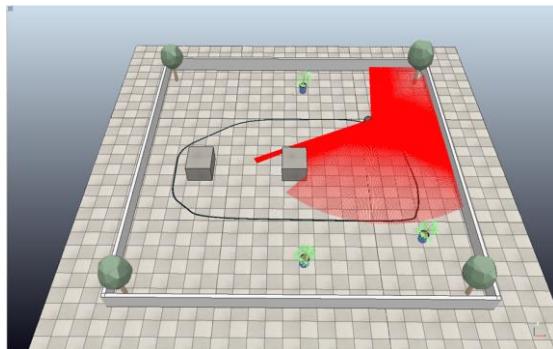


Рис. 4 Симуляция модель SLAM

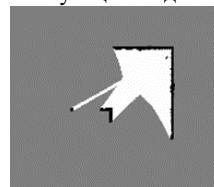


Рис. 5 Построение карты в начальном момент времени

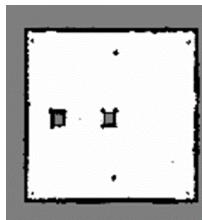


Рис. 6 Построенная карта

По полученному результату симуляции можно подтвердить правильность работы разработанной модели в которой была создана сцена и мобильный робот pioneer p3dx, были созданы функции для его движения и работы с данными от лазерного сканирующего дальномера fast Hokuyo. При симуляции данной модели строится карта помещений в 2D на которой видно границы помещения и объекты расположенные в нем.

*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. Степовой, А. А. Разработка системы управления мобильным роботом с гусеничным шасси / А. А. Степовой, А. М. Медведев // Наукомкие технологии и инновации (ХХIII научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 29 апреля 2019 года. Том 10. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 132-135.

2. Alvarez, E. L. Global Map Generation and SLAM using LIDAR AND Stereo Camera for tracking motion of Mobile Robot / E. L. Alvarez, F. R. Jimenez, // Iteckne. — 2019. — Vol. 16. — № 2. — Pp. 144–156.

3. Adept MobileRobots Pioneer 3: сайт. — URL: <https://3dpt.ru/product/promyshlennyj-robot-addept-mobilerobots-pioneer-3> (дата обращения 03.05.2023). — Текст: электронный.

4. Применение программного комплекса CoppeliaSim на примере двухколесного мобильного робота Pioneer 3-DX: сайт. — URL: <https://habr.com/ru/articles/648923/> (дата обращения 03.05.2023). — Текст: электронный.

5. Hokuyo URG-04LX-UG01 Scanning Laser Rangefind: сайт. — URL: <https://www.hongkong24.ru/goods/hokuyo-urg-04lx-ug01-scanning-laser-rangefinder-28756/> (дата обращения 03.05.2023). — Текст: электронный.

6. Павловский, В.Е. Технологии SLAM для подвижных роботов: состояние и перспективы / В.Е. Павловский, В.В. Павловский // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2016. — №. 6. — с. 384—394.

**УДК 621.7-51**

**Волков К.А.**

**Научный руководитель: Сущенцов Н.И., канд. техн. наук, доц.**  
Поволжский государственный технологический университет,  
г. Йошкар-Ола, Россия

## **СПОСОБ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВАКУУМНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ**

Магнетронное распыление — один из самых распространенных процессов нанесения тонких пленок на различные поверхности. Однако технологическое оборудование, необходимое для магнетронного распыления, может представлять определенные сложности при управлении им.

Сам процесс магнетронного распыления требует высокой точности и контроля. Один из основных факторов, который может повлиять на качество и равномерность пленки, — плотность тока. Если плотность тока не поддерживается на нужном уровне, то это может привести к неравномерности пленки и ее дефектам.

Другой фактор — процесс подачи газа. Газ необходим для создания рабочей атмосферы в камере распыления, и его подача должна быть контролируемой и точной. Недостаток газа может привести к окислению материала, который распыляется, и, следовательно, к плохому качеству пленки [1].

**Целью работы** является выбор оптимального способа контроля и управления вакуумной установкой магнетронного распыления для реализации сложных технологических процессов получения тонкопленочных структур.

В большей степени оборудование, входящее в состав вакуумно-технологического комплекса, имеет в своем составе промышленный интерфейс RS-485 с протоколом связи Modbus RTU, предназначенный для внешнего управления прибором. Рассмотрим основные способы и выберем оптимальный для построения контроля и управления установкой магнетронного распыления.

OPC-сервер — программное обеспечение, которое обеспечивает стандартизованный способ взаимодействия между приложениями, работающими в среде промышленной автоматизации. OPC-сервер позволяет считывать и записывать данные с различного оборудования, включая контроллеры, датчики, приводы, и т.д., и обмениваться ими с другими приложениями, такими как SCADA-системы, системы управления производством, системы мониторинга и диагностики.

Одна из главных сложностей при использовании OPC-сервера заключается в настройке и конфигурации. Необходимо правильно определить типы данных, протоколы передачи и другие параметры, чтобы обеспечить правильное взаимодействие с оборудованием. Также важно учитывать комплексность системы, в которую будет интегрироваться OPC-сервер, и возможные проблемы совместимости с другими приложениями и оборудованием [2].

SCADA система — является системой управления и мониторинга производственными процессами. Она используется для управления и контроля за различными устройствами и системами в промышленности.

Интеграция OPC-сервера со SCADA-системой позволяет собирать данные из различных устройств и систем, объединять их в единую систему и обеспечивать централизованное управление и мониторинг производственными процессами. Это также позволяет быстро анализировать данные и быстро реагировать на любые изменения в производственных процессах.

Однако, интеграция OPC-сервера со SCADA-системой может быть сложной задачей, так как разные устройства и системы могут использовать различные протоколы и форматы данных. Необходимо убедиться, что все устройства и системы могут подключаться к OPC-серверу и передавать данные в одном формате.

Специализированные SCADA-системы могут напрямую собирать и анализировать данные о производственных процессах, чтобы помочь операторам принимать решения на основе реальных данных.

Операторы могут контролировать технологическое оборудование, используя графический интерфейс SCADA-системы, который показывает текущее состояние процессов и действия, которые оператор может выполнить. Например, оператор может изменить параметры процесса, запустить или остановить оборудование, отправить сообщения об ошибке и т.д. [3].

В целом, специализированные SCADA-системы упрощают управление технологическим оборудованием и помогают операторам контролировать производственные процессы, а также способствуют быстрой скорости разработки необходимой системы. Но имеется несколько минусов, значительно ограничивающие их применение. Стоимость программного пакета зависит от числа используемого оборудования – количества регистров, необходимых для опроса. Для каждого ПК требуется своя лицензия, следовательно, единожды разработанная программа на SCADA-системе требует постоянной покупки лицензии для каждой установки, что является экономически не выгодным, особенно в учебном процессе при размещении установки в учебной лаборатории.

Еще одним недостатком, который ограничивает применение OPC-серверов и SCADA-систем является отсутствие гибкости в протоколе Modbus RTU в случаях его работы с ошибками по отношению к официальной документации, а также отсутствии текстовых протоколов для оборудования, работающего на интерфейсе RS-232.

Наиболее подходящим вариантом, но более сложным с позиции разработки, является использование специализированных сред разработки для создания графического интерфейса пользователя и сбора данных по интерфейсам RS-485, RS-232 и Ethernet.

Применение кросс-платформенных сред разработки упрощает процесс разработки, так как позволяет использовать единый набор инструментов для создания приложений для разных операционных систем. Кросс-платформенные среды разработки, такие как Qt, wxWidgets и JavaFX, могут быть применены для разработки программного обеспечения с графическим интерфейсом для управления технологическим оборудованием через промышленные протоколы.

В программе необходимо реализовать удобный и понятный интерфейс пользователя, через который будет осуществляться контроль и управление технологическими процессами в вакуумной установке. Backend будет подразумевать сбор данных через промышленные протоколы, учитывать различные форматы данных, используемые в промышленных системах, и преобразовывать их в формат, понятный для программы сбора данных – float, int и т.д. Кроме того, необходимо

предусмотреть механизмы обработки ошибок, так как в промышленных системах могут возникать различные сбои и ошибки.

Таким образом, произведен выбор оптимального способа контроля и управления вакуумной установкой магнетронного распыления для реализации сложных технологических процессов, с учетом особенностей используемого входящего в состав комплекса оборудования. При всех удобствах и быстроте разработки с использованием OPC-серверов и SCADA-систем специализированные среды разработки для создания графического интерфейса пользователя и сбора данных по интерфейсам являются более предпочтительными за счет возможности описания любого промышленного протокола, отличающегося от стандартной документации или не имеющей ее (RS-232).

*Работа выполнена при поддержке программы «УМНИК-2022» от Фонда содействия инновациям.*

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сущенцов Н.И. Основы технологии микроэлектроники / Н.И. Сущенцов В.Е. Филимонов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 184с.
2. What is OPC? [Электронный ресурс]. URL: <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/> (дата обращения 14.04.2023).
3. MasterSCADA 4D – новое поколение SCADA [Электронный ресурс]. URL: <https://insat.ru/products/?category=1536> (дата обращения 14.04.2023).

**УДК 621.928**

**Волошкин А.А., Попов П.Д.**

**Научный руководитель: Рыбак Л.А., проф.**

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

## **ОБЗОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СОРТИРОВКИ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ**

Автоматизация поточных процессов является актуальным вопросом для многих предприятий, ее использование позволяет ускорить темпы производства, повысить качества продукции и рентабельность. Поэтому ученые стараются автоматизировать любые процессы в пищевой промышленности. Разберем варианты

автоматизации процесса сортировки овощей, фруктов и других продуктов.

На рисунке 1 представлен комплекс, способный автоматически транспортировать и сортировать плодово-ягодную продукцию (рис.1). Поставленная цель достигается тем, что устройство для автоматической сортировки плодов содержит в себе подающий транспортер и устройство проверки плодов, которое снабжено сборным транспортером и линейками пневматических эжекторов [1]. Проверка плодов осуществляется с помощью видеокамеры.

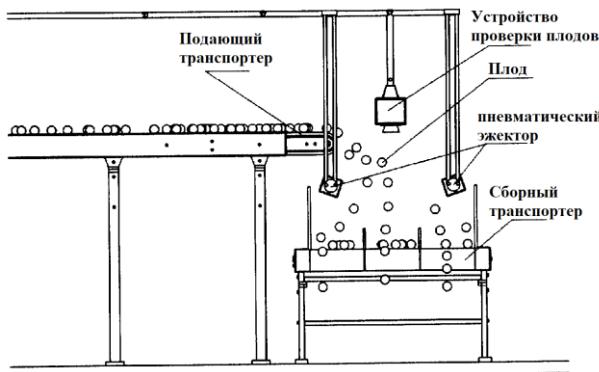


Рис. 1 Устройство для автоматической сортировки плодов

Устройство работает следующим образом: плоды, находящиеся на ленточном транспортере перемещаются к краю и падают на сборный транспортер. Во время падения плоды попадают в зону работы видеокамеры, основанной на двухмерной матрице. Камера определяет тип плода на основании заданного алгоритма. Для распознавания плодов могут быть использованы алгоритмы технического зрения, основанные как на цветных моделях, так и на нейронных сетях [4].

Распознанный объект направляется потоком воздуха в нужный отсек транспортера при помощи двух пневматических эжекторов. Пневматические эжекторы расположены в одной плоскости с двух сторон и способны сортировать плоды на три фракции. Подачу воздуха к соплам осуществляют быстродействующие клапанные распределители с электромагнитным приводом. Это позволяет при отстреле получить короткий воздушный импульс. Угол наклона линейки эжекторов определяют экспериментально. Основным плюсом

такого изобретения является возможность разделения плодов на несколько сортов.

На рисунке 2 представлен комплекс, способный распознавать образцы на приемлемые и неприемлемые. Процесс сортировки заключается в нескольких этапах: формирование изображения объемного потока сборной корнеплодной культуры; анализ пикселей для выявления дискретных объектов в потоке; выборка объектов на подходящие и неподходящие; удаление неподходящих объектов из потока плодов [2]. Такой порядок действий имеет свой плюс в виде возможности идентификации неподходящих объектов, которые соприкасаются с грязными объектами или сами покрыты грязью. Поэтому изобретение может быть использовано при обработке корнеплодных культур непосредственно после сбора урожая или непосредственно из хранилища собранного урожая, когда плод испачкан грязью.

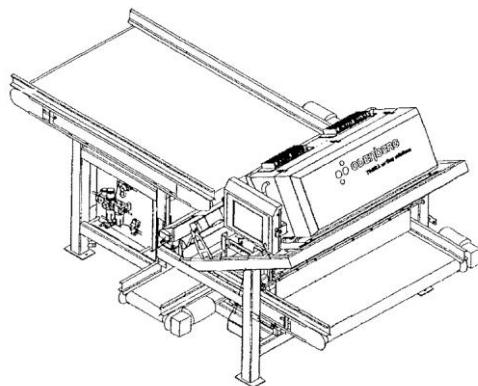


Рис. 2 Устройство для сортировки корнеплодных культур

Объекты, распознанные как неприемлемые, удаляются с потока исполнительными механизмами с выбрасывателями (рис.3), которые выполнены с возможностью смахивания или направления мимо приемочного сепаратора. Подходящий плод продолжит движение и будет пропущен исполнительными механизмами с выбрасывателями. К минусам же устройства можно отнести невозможность сортировки объектов на три и более вида.

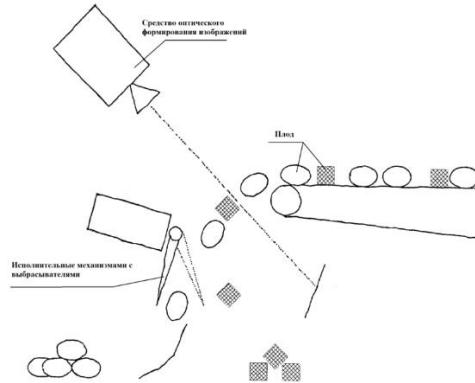


Рис. 3 Принцип работы устройства для сортировки корнеплодных культур

Рассмотрим следующее изобретение, оно представляет из себя устройство для сортировки овощей на роликовом рабочем органе, содержащее вращающийся барабан (рис.4). Суть устройства заключается в сортировке овощей на две фракции путем подачи плодов во вращающийся барабан с валками, между которыми регулируется расстояние с помощью рычагов, в эти промежутки и проходят неподходящие объекты [3].

Характерной чертой устройства является возможность сортировки различные овощи, не обращая внимания на линейные размеры и форму объекта. Также имеется возможность управления процессом сортировки дистанционно, не требуя остановки рабочего процесса. Использование такого изобретения значительно увеличит скорость сортировки различных плодов.

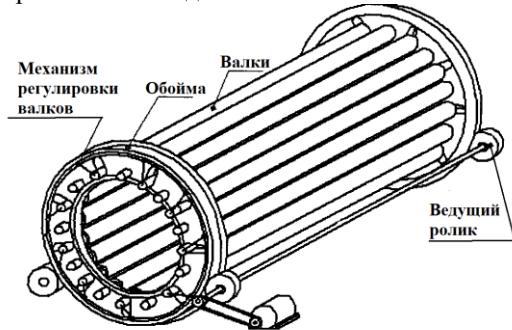


Рис. 4 Устройство для сортировки с барабаном и роликами

Каждый из рассмотренных устройств имеет свои преимущества и недостатки. В случае первого изобретения, основной плюс это – разделение плодов одновременно на несколько видов, к минусам можно отнести невозможность сортировки более габаритных плодов, например, картофеля или свёклы.

Второе изобретение имеет возможность разделения только на два вида плодов и используется только для корнеплодных культур. Кроме того, сортировка проводится ударом, что может быть применимо только для испорченной продукции. Основным плюсом второго изобретения является возможность распознавания подходящих плодов независимо от его загрязненности, что отсутствует в аналогичных комплексах.

Третье устройство имеет возможность сортировать любые плодовые культуры в отличие от узконаправленных, но при этом не обладает «интеллектуальной» оценкой качества плода.

Таким образом, наиболее быстрая сортировка происходит при ударе, но это подходит лишь для испорченных плодов. Использование направленного потока воздуха сохраняет целостность плода, однако требуется дополнительное оборудование для складирования летящего плода. Сортировка барабаном является универсальной и самодостаточной, но обладает ограниченным функционалом. Каждое из устройств имеет область применения, но для задач аграрного сектора Белгородской области наиболее перспективное устройство является автоматическая сортировка при помощи потока воздуха.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. RU 67481 U1; МПК B07C 5/10, B07C 5/342; Устройство для автоматической сортировки плодов; Петров А.А; заяв.: 2007.07.03, опуб.: 2007.10.27.
2. Пат. RU 2 621 485 C2; МПК G01N 21/85, B07C 5/342, Способ и устройство для обработки собранных корнеплодных культур; Макглоулин Джон, Фрост Джеймс, Мойнихан Морис; заяв.: 2013.08.30, опуб.: 2017.06.06.
3. Пат. RU 2 599 566 C2; МПК A01D 33/08; Способ сортировки овощей в машине барабанного типа с валиковым рабочим органом и механизмом для его реализации; Мяленко В.И, Черкозьянов А.Н, Васильченко А.М; заяв.: 2014.12.31, опуб.: 2016.10.10.
4. Khalapyan, S., Rybak L., Neboslin, V., Malyshev,D., Nozdracheva, A., Semenenko, T., Gavrilov, D. // Robotic System for Blood Serum Aliquoting Based on a Neural Network Model of Machine Vision // Machines. 2023 статья №349. <https://doi.org/10.3390/machines11030349>

**УДК 62.529**

**Габуев О.О., Локтев Т.Н., Шкиль А.Д.**

**Научный руководитель: Порхало В.А., канд. техн. наук, доц.**

**Белгородский государственный технологический университет**

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

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ 3D-АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

3D-технологии быстро развиваются и проникают в самые различные области жизни. Если раньше 3D-принтер можно было увидеть только в качестве оборудования для быстрого прототипирования, то на данный момент применение аддитивных технологий можно увидеть в медицине, промышленности, ракетостроении, а также в строительстве.

Для печати изделий на строительном 3D-принтере, как и на любом другом, необходимо задаться 3D-моделью. Поскольку габариты изделий, изготавливаемых посредством строительного принтера, значительно превосходят размеры классических для данной сферы изделий, это накладывает определённые требования, выраженные в особенности настроек печати. Эта особенность должна быть учтена на этапах подготовки управляющей программы печати. В процессе такой настройки для подготовки модели было сформировано несколько этапов.

Первый этап. Создание модели изделия. Обязательным условием для выбора программы, предназначеннной для этого этапа, было наличие модуля работы с 3D принтером, а также возможность сохранения модели в формате, подходящем под работу с программами-слайсерами. Была выбрана программа Autodesk Inventor. На данном этапе необходимо добавить используемый 3D-принтер в каталог принтеров (рис. 1) [1].

Код для добавления принтера:

```
BSTU_TK Construction 3D printer
--> <Printer internalName="99CEC70A-F5A0-443F-9D9F-FC4F80B3FAEF"
      manufacturer="BSTU_TK" modelName="BSTU_TK Construction 3D printer" favorite="0"
      technology="Extrusion" origin="BottomCenter" units="mm"
      depth="9000.0" width="4500.0" height="3000.0" thicknessThreshold="1.0" />
```

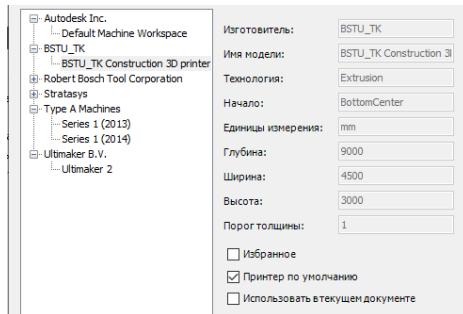


Рис. 1 Строительный 3D-принтер в каталоге Autodesk Inventor

В данном случае необходимо учесть габаритные размеры рабочей зоны, что в конечном итоге позволяет создать точку контроля [2], которая сможет предоставить первичную информацию о возможности печати (рис. 2).

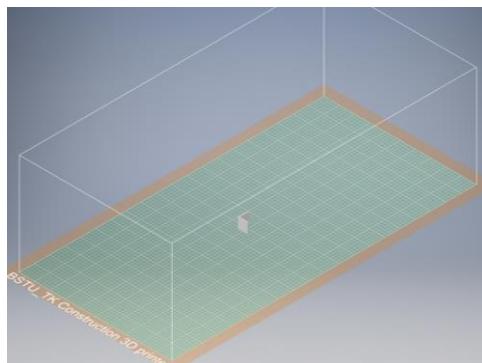


Рис. 2 Рабочая зона принтера с тестовым изделием

Следующим этапом является подготовка модели в программе слайсере. На данном этапе была выбрана программа Ultimaker Cura (см. интерфейс на рис.3), как инструмент, обладающий широкими возможностями настройки, которые в полной мере могут обеспечить подготовку модели к последующей печати [3].

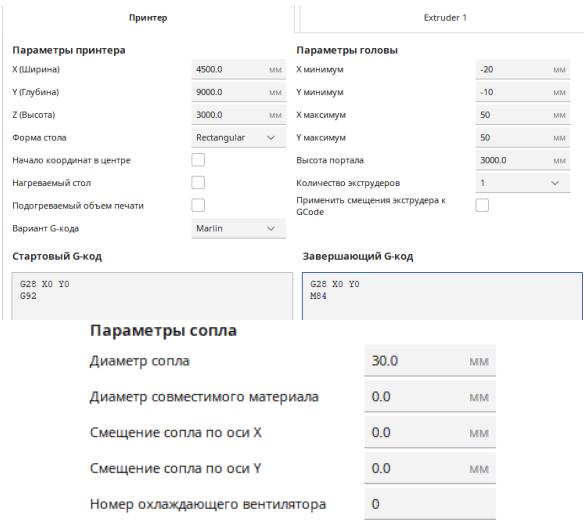


Рис. 3 Настройки принтера в Ultimaker Cura

В связи с особенностями печати строительными материалами, а также значительным отличием промышленного оборудования от домашнего, в процессе настройки были изменены параметры в каждом из пунктов меню (рис.4).

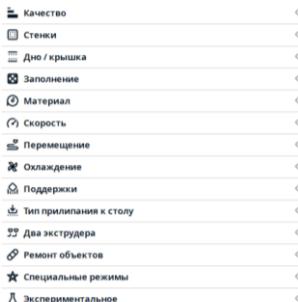


Рис. 4 Пункты меню настроек Ultimaker Cura

В результате работы программы было получено визуальное представление тестовой модели с соответствующим ей G-кодом (рис. 5).

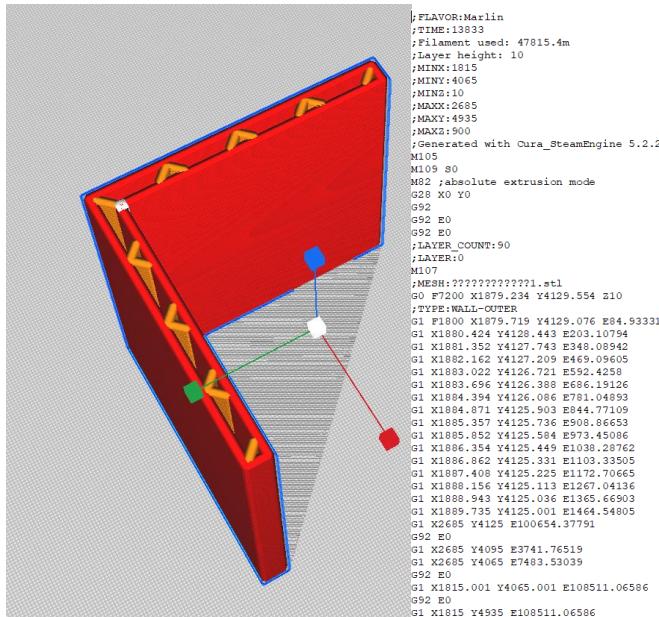


Рис. 5 Представление модели в G-кодах

Полученный G-код предназначен для работы с прошивкой Marlin, которая используется в большинстве домашних 3D-принтеров [4]. Строительный 3D-принтер построен на базе промышленного контроллера перемещений Schneider Electric LMC058, данный контроллер предназначен для управления ЧПУ и не поддерживает G-код в таком формате [5,6]. Таким образом необходимо преобразовать полученный G-код из формата, предназначенного для прошивки Marlin в формат Din 66025. Для этого на основе сравнения полученного G-кода с G-кодом в формате Din 66025 и итерационного тестирования был получен набор правил для преобразования [7,8].

Набор правил для преобразования включает в себя:

- добавление номера строки в формате N\*, где \* - номер строки;
- удаление M и E команд, а также комментариев.

Разработаем программу, учитывающую эти правила и осуществляющую автоматическое редактирование файла (рис. 6).

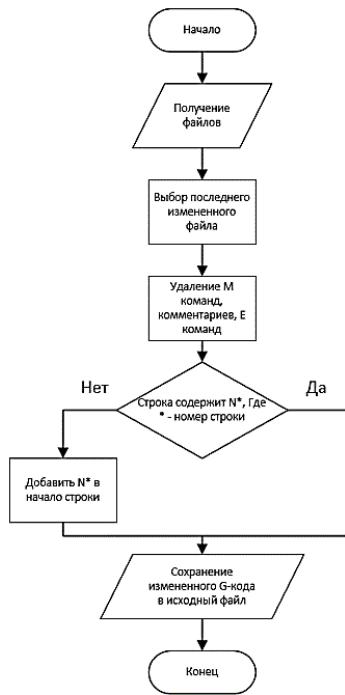


Рис. 6 Блок схема разрабатываемой программы

После реализации программы на языке Python и ее запуска, происходит автоматическое преобразование G-кода в новый формат, см. код ниже.

```

;FLAVOR:Marlin
;TIME:32448
;Filament used: 2009.48m
;Layer height: 10
;MINX:2115
;MINY:4365
;MINZ:10
;MAXX:2385
;MAXY:4635
;MAXZ:300
;Generated with Cura_SteamEngine 5.2.2
M105
M109 S0
M82 ;absolute extrusion mode
G28 X0 Y0
G92
G92 E0
G92 E0
;LAYER_COUNT:30
;LAYER:0
M107
;MESH:??????????????.stl
G0 X2385 Y4365 Z10
;TYPE:WALL-OUTER
G1 X2130 Y4365 E31805.00414
G92 E0
G1 F60 X2129.224 Y4365.01 E96.82729
G1 F59.9 X2128.447 Y4365.04 E193.97286
G1 F59.7 X2127.671 Y4365.09 E291.38084
G1 F59.5 X2126.894 Y4365.16 E389.49915
G1 F59.2 X2126.117 Y4365.251 E488.41326
G1 F58.8 X2125.341 Y4365.361 E588.16528
G1 F58.3 X2124.564 Y4365.492 E689.24239
G1 F57.8 X2123.787 Y4365.643 E791.70227
G1 F57.2 X2123.011 Y4365.814 E895.62474
G1 F56.6 X2122.234 Y4366.005 E1001.47252
G1 F55.9 X2121.458 Y4366.216 E1109.19925
G1 F55.1 X2120.681 Y4366.447 E1219.27775
G1 F54.3 X2119.904 Y4366.698 E1331.80046
G1 F53.5 X2119.128 Y4366.97 E1446.90407
G1 F52.6 X2118.351 Y4367.261 E1564.98775
G1 F51.7 X2117.574 Y4367.574 E1686.30567
G1 X2117.262 Y4368.35 E1807.43517
N1 G28 X0 Y0
N2 G92
N3 G92
N4 G92
N5 G0 X2385 Y4365 Z10
N6 G1 X2130 Y4365
N7 G92
N8 G1 F60 X2129.224 Y4365.01
N9 G1 F59.9 X2128.447 Y4365.04
N10 G1 F59.7 X2127.671 Y4365.09
N11 G1 F59.5 X2126.894 Y4365.16
N12 G1 F59.2 X2126.117 Y4365.251
N13 G1 F58.8 X2125.341 Y4365.361
N14 G1 F58.3 X2124.564 Y4365.492
N15 G1 F57.8 X2123.787 Y4365.643
N16 G1 F57.2 X2123.011 Y4365.814
N17 G1 F56.6 X2122.234 Y4366.005
N18 G1 F55.9 X2121.458 Y4366.216
N19 G1 F55.1 X2120.681 Y4366.447
N20 G1 F54.3 X2119.904 Y4366.698
N21 G1 F53.5 X2119.128 Y4366.97
N22 G1 F52.6 X2118.351 Y4367.261
N23 G1 F51.7 X2117.574 Y4367.574
N24 G1 X2117.262 Y4368.35

```

В ходе работы был сделан вывод, что для данного 3D-принтера, управление которым происходит при помощи контроллера Schneider Electric LMC058, наиболее подходящими программами для подготовки модели к печати являются Autodesk Inventor и Ultimaker Cura. Данное программное обеспечение позволяет учесть габариты рабочей зоны, а также сформировать наиболее подходящий для используемого контроллера G-код. Для того чтобы обеспечить полное соответствие G-кода установленному в ходе работы формату была разработана программа на языке Python, осуществляющая преобразование из формата Marlin в формат Din 66025.

*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. Inventor Поддержка и обучение – URL: [https://knowledge.autodesk.com/ru/support/inventor/troubleshooting/caas/sf\\_dcarticles/sfdarticles/RUS/Inventor-Can-you-add-a-new-3D-printer-to-Inventor-s-list.html](https://knowledge.autodesk.com/ru/support/inventor/troubleshooting/caas/sf_dcarticles/sfdarticles/RUS/Inventor-Can-you-add-a-new-3D-printer-to-Inventor-s-list.html) (дата обращения: 01.03.2023).
2. Рубанов В.Г., Бушуев Д.А., Бажанов А.Г., Ващенко Р.А. Проектирование робототехнических систем и комплексов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 190 с.
3. Топ бесплатных программ для 3D печати в 2021 году – URL: <https://3dtoday.ru/blogs/lider-3d/top-besplatnyx-programm-dlya-3d-pechativ-2021-godu> (дата обращения: 20.03.2023).
4. SoMachine-Programming Guide – URL:[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=SoMachine\\_Programming+Guide\\_2016\\_RUS.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000000067-RUS](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=SoMachine_Programming+Guide_2016_RUS.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000000067-RUS) (дата обращения: 03.02.2023).
5. CodeSys Online help – URL:<https://help.codesys.com/> (дата обращения: 05.02.2023).
6. Справочник G-код – URL: <https://www.dreambird.ru/useful/definitions/g-code/> (дата обращения: 01.03.2023).
7. DIN 66025 Fundamentals – URL: [https://content.helpme-codesys.com/en/CODESYS%20SoftMotion/\\_sm\\_cnc\\_din66025\\_basics.html](https://content.helpme-codesys.com/en/CODESYS%20SoftMotion/_sm_cnc_din66025_basics.html) (дата обращения: 04.03.2023).
8. Что такое Marlin – URL: <https://marlinfw.org/docs/basics/introduction.html> (дата обращения: 04.03.2023).

**УДК 62-503.55**

*Галиева А.Р., Сафин М.А.*

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

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Искусственный интеллект (ИИ) – это разработка, которая производит задачи, которые обычно требуют человеческого интеллекта.

Использование ИИ в промышленном производстве признано важным элементом технологических инноваций сегодняшнего дня. Однако, как и любые другие технологии, у ИИ есть свои преимущества и потенциальные недостатки.

Использование искусственного интеллекта в промышленном производстве имеет множество преимуществ, которые включают повышение эффективности процессов, улучшение качества продукции и снижение затрат. Использование ИИ также может помочь компаниям определить потребности рынка и принимать более обоснованные решения. Однако использование ИИ может также повлечь за собой некоторые риски, такие как потенциальная безработица, сложности в управлении и риск возникновения сбоев. Например, увеличение автоматизации может привести к сокращению рабочих мест, что может привести к социальным проблемам и неудовлетворенности работников.[1]

Преимущества использования искусственного интеллекта в производстве

1. Повышение эффективности и производительности: ИС может обработать большое количество данных в течение короткого времени и преобразовать их в информацию, которую можно использовать для оптимизации процессов производства. Это повысит эффективность процессов и улучшит производительность на фабрике.

2. Уменьшение ошибок: Машины, основанные на ИИ, могут использоваться для контроля качества продукции. Это снижает количество ошибок и уменьшает потребность в большом количестве рабочей силы.

3. Анализ больших объемов данных: С помощью алгоритмов ИИ, промышленные компании могут анализировать большие объемы данных, такие как данные о клиентах, сборочные линии и производственные процессы. Это помогает лучше понимать потребности рынка и управлять продукцией таким образом, что удовлетворяются требования клиентов и снижаются затраты.

4. Сглаживание пиков спроса: ИС на основе ИИ могут оценивать и предсказывать пиковые и спадовые значения спроса на товары. Это помогает компаниям управлять складами, а магазинам – предусмотреть количество товаров, которые нужно заказывать, чтобы удовлетворять потребности покупателей.[2]

Недостатки использования искусственного интеллекта в производстве

1. Высокие затраты на реализацию: Одной из причин, почему многие компании все еще не используют ИИ, является высокая

стоимость разработки и установки системы. Это может стоить компаниям большие деньги, которые многие из них не готовы потратить.

2. Риск безработицы: Увеличение автоматизации в производстве может привести к сокращению рабочих мест, потому что машины и роботы могут оказаться более эффективными и конкурентоспособными, чем человек. Это может привести к безработице в некоторых отраслях промышленности.

3. Сложности в управлении ИИ: Анализ больших объемов данных, аналитика клиентов и управление производственными процессами могут быть сложными задачами для управленцев. Необходимо найти управленческий персонал с навыками и компетенциями для работы с ИИ, что может повлиять на работу на предприятии.

4. Риск сбоев: Алгоритмы ИИ не всегда могут предвидеть все возможные риски или сбои, что может привести к нежелательным последствиям. Важно иметь запасные планы и процедуры, чтобы быстро определить неисправность оборудования, если это необходимо.

Использование искусственного интеллекта в производственном процессе имеет множество потенциальных плюз, и это один из важных элементов инноваций в современной промышленности. Однако его использование должно быть осуществлено с осведомленностью и ответственностью, чтобы получить максимальную отдачу от его применения.

В заключение, использование искусственного интеллекта в промышленном производстве может повысить эффективность процессов, улучшить качество продукции и снизить затраты. Однако это может также повлечь за собой некоторые риски, такие как потенциальная безработица, сложности в управлении и риск возникновения сбоев. В любом случае, использование ИИ в производственном процессе требует ответственного и грамотного подхода, чтобы получить оптимальный результат.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демкин В. И. История и перспективы развития нейронных сетей / В.И. Демкин, Д. К.Луков // Вестник современных исследований. - 2018. - № 6.1 (21). - С. 366-368.
2. Сфера применения искусственного интеллекта: от медицины до сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: <https://gb.ru/blog/sfery-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta/>

**УДК 338.61**

**Гафин А.Р.**

**Научный руководитель: Маслов И.Н., доц.**

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

## **ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ И ИХ ВЫБОР НА ОСНОВАНИИ ИХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Газотурбинные установки являются одними из наиболее эффективных средств для производства электроэнергии, тепла и движения. Они широко используются в различных отраслях промышленности, включая энергетику, нефтегазовую, химическую и авиационную промышленность. Газотурбинные установки имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе оптимальной конфигурации для конкретного применения. [1]

### **Основные компоненты газотурбинной установки**

Газотурбинная установка состоит из нескольких основных компонентов: газовой турбины, компрессора, генератора и системы управления. Компрессор служит для сжатия воздуха, который поступает в горючую камеру, где происходит смешивание воздуха с топливом и последующее сгорание. Результатом этого процесса является высокотемпературный газ, который расширяется в турбине, приводя ее в движение и генерируя механическую энергию. Генератор использует эту энергию для производства электроэнергии. [2]

### **Особенности газотурбинных установок**

Газотурбинные установки имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе оптимальной конфигурации для конкретного применения. Одной из главных особенностей является высокая степень автоматизации и управляемости. Газотурбинные установки могут быть полностью автоматизированы, что позволяет значительно снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Еще одной особенностью газотурбинных установок является их высокая эффективность. Газотурбинные установки имеют высокий коэффициент полезного действия, что означает, что они используют большую часть топлива для производства электроэнергии или тепла. Это делает газотурбинные установки очень экономичными и эффективными. [3]

### **Выбор газотурбинной установки**

При выборе газотурбинной установки необходимо учитывать ряд факторов, включая мощность, эффективность, стоимость, надежность и доступность запчастей. Оптимальная конфигурация газотурбинной

установки зависит от конкретного применения и требований заказчика. [4]

Одним из ключевых факторов при выборе газотурбинной установки является мощность. Мощность газотурбинной установки должна соответствовать потребностям заказчика. Например, для производства электроэнергии в небольшой деревне может быть достаточно газотурбинной установки мощностью 10-20 МВт, тогда как для большого города может потребоваться установка мощностью более 100 МВт.

Еще одним важным фактором при выборе газотурбинной установки является ее эффективность. Эффективность газотурбинной установки зависит от ее конструкции и технических характеристик. Высокая эффективность означает, что газотурбинная установка использует большую часть топлива для производства электроэнергии или тепла, что делает ее более экономичной и эффективной.

Степень надежности и доступность запчастей также являются важными факторами при выборе газотурбинной установки. Газотурбинные установки должны быть надежными и иметь высокую доступность запчастей, чтобы минимизировать время простоя и убытки от потери производительности. [5]

Газотурбинные установки являются одними из наиболее эффективных средств для производства электроэнергии, тепла и движения. Они имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе оптимальной конфигурации для конкретного применения. При выборе газотурбинной установки необходимо учитывать ряд факторов, включая мощность, эффективность, стоимость, надежность и доступность запчастей. Оптимальная конфигурация газотурбинной установки зависит от конкретного применения и требований заказчика.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Газотурбинные установки: теория и практика / под ред. С.В. Кузнецова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 320 с.
2. Газотурбинные установки: учебник для вузов / под ред. А.В. Шпаковского. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 512 с.
3. Газотурбинные установки: технические характеристики, эксплуатация и ремонт / под ред. В.А. Кузнецова. – СПб.: Питер, 2015. – 352 с.
4. Концепции и технологии газотурбинных двигателей / под ред. Н.М. Николаева. – М.: Физматлит, 2012. – 480 с.

5. Экологические аспекты газотурбинных установок / под ред. В.А. Белова. – М.: Изд-во МГУ, 2016. – 224 с.

**УДК 338.61**

*Гафин А.Р.*

*Научный руководитель: Маслов И.Н., доц.*

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

## **МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Механизация строительной техники – это процесс, который включает в себя использование различных машин и оборудования для выполнения работ на строительных площадках. Этот процесс является неотъемлемой частью строительства и позволяет значительно ускорить и упростить выполнение задач. [1]

В данной статье мы рассмотрим основные аспекты механизации строительной техники, ее преимущества и недостатки, а также роль учеников и пособий в обучении этой теме.

Основные принципы механизации строительной техники

Механизация строительной техники – это процесс, который осуществляется с помощью различных машин и оборудования. Основные принципы механизации включают в себя следующие аспекты: [3]

- Использование специализированных машин и оборудования для выполнения различных задач на строительной площадке.
- Оптимизация процесса строительства путем ускорения и упрощения выполнения задач.

- Снижение рисков и повышение безопасности на рабочих местах.
- Сокращение затрат на трудовые ресурсы и материалы.

Преимущества механизации строительной техники

Механизация строительной техники имеет множество преимуществ, которые существенно упрощают и ускоряют процесс строительства. Некоторые из главных преимуществ включают в себя: [4]

- Увеличение производительности труда и сокращение времени выполнения работ.

- Уменьшение количества ошибок и повышение качества выполненных работ.

- Снижение затрат на трудовые ресурсы и материалы.

- Повышение безопасности на рабочих местах.

## **Недостатки механизации строительной техники**

Несмотря на то, что механизация строительной техники имеет множество преимуществ, она также имеет некоторые недостатки. Некоторые из главных недостатков включают в себя: [5]

- Высокие затраты на покупку и обслуживание машин и оборудования.

- Ограниченностъ использования машин и оборудования в зависимости от типа работ и условий строительной площадки.

- Необходимость обучения персонала для работы с машинами и оборудованием.

Роль учебников и пособий в обучении механизации строительной техники:

Учебники и пособия играют важную роль в обучении механизации строительной техники. Они помогают студентам и профессионалам ознакомиться с основами механизации, изучить различные типы машин и оборудования, а также научиться использовать их для выполнения задач на строительных площадках. [2]

В заключение, механизация строительной техники является неотъемлемой частью процесса строительства и позволяет значительно ускорить и упростить выполнение задач. Несмотря на некоторые недостатки, она имеет множество преимуществ, которые делают ее необходимой для успешного выполнения строительных проектов. Учебники и пособия играют важную роль в обучении механизации строительной техники и помогают студентам и профессионалам овладеть необходимыми знаниями и навыками для работы с машинами и оборудованием на строительных площадках.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Резниченко Н.Н., Коробко В.В. Конструирование и технология машиностроения.
2. Григорьев В.И., Коваленко Е.А. Строительная механика и механизация строительства.
3. Кривошеин В.Н., Шестопалов В.А. Механизация строительства.
4. Шестопалов В.А., Кривошеин В.Н. Строительные машины и оборудование.
5. Кривошеин В.Н., Шестопалов В.А. Механизация земляных работ.

Горбов Д.И.

Научный руководитель: Крюков А.В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

## СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБРАТНОГО МАЯТНИКА

Обратный маятник [1] – является довольно классическим нелинейным механическим устройством, которое моделирует многие физические процессы. Высокий неустойчивый характер системы позволяет впечатляюще продемонстрировать возможности применения обратной связи. Обратный маятника является идеальным примером для проведения анализа корневого годографа.

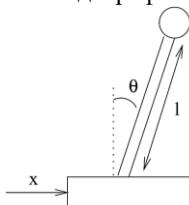


Рис. 1 Математическая модель обратный маятника

Рассмотрим приведенную на рис. 1 геометрическую систему обратного маятника. При угле наклона маятника от вертикали на угол  $\theta$  создается угловое ускорение, вследствие действия силы тяжести, равное:

$$\ddot{\theta}_g = \left(\frac{g}{l}\right) \sin \theta. \quad (1)$$

Ускорение тележки  $\ddot{x}$ , в свою очередь, порождает угловое ускорение:

$$\ddot{\theta}_z = -\left(\frac{\ddot{x}}{l}\right) \cos \theta. \quad (2)$$

Записав выражение для данных ускорений в виде уравнения движения, линеаризовав его и взяв преобразование Лапласа, мы получим передаточную функцию установки  $G(s)$  в следующем виде:

$$\ddot{\theta} = \ddot{\theta}_g + \ddot{\theta}_x = \left(\frac{g}{l}\right) \sin \theta - \left(\frac{\ddot{x}}{l}\right) \cos \theta, \quad (3)$$

$$l\ddot{\theta} - g\theta = -\ddot{x}, \quad (4)$$

$$G(s) = \frac{\theta(s)}{x(s)} = -\frac{s^2}{ls^2 - g} = \frac{\frac{s^2}{g}}{(\tau_L s + 1)(\tau_L s - 1)}, \quad (5)$$

где постоянная времени  $\tau_L$  определяется как отношение длины маятника  $l$  к ускорению свободного падения  $g$ . Благодаря этому,

передаточная функция содержит полюс в правой полуплоскости, что соответствует нашему представлению о неустойчивой системе.

Предположим, что движение тележки достигается с помощью двигателя с передаточной функцией  $M(s)$  с подачей напряжения на двигатель, пропорционального углу  $\theta$ .

Передаточная функция двигателя имеет вид:

$$M(s) = \frac{X(s)}{V(s)} = \frac{k_M}{s(\tau_M s + 1)}. \quad (6)$$

Задавая уставку  $G(s)$ , получим корневой годограф (рис. 2) с одним полюсом, располагающимся в правой полуплоскости.

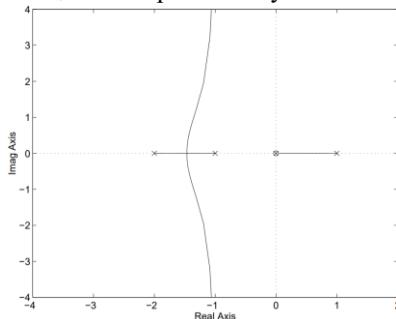


Рис. 2 Корневой годограф маятника и двигателя,  $L(s) = M(s)G(s)$

Для стабилизации системы мы должны устраниТЬ нуль в начале координат, чтобы корневой годограф сместился от полюса установки на положительной вещественной оси к левой полуплоскости. Для этого компенсатор должен иметь полюс в начале координат. Однако, мы должны уравновесить добавленный полюс компенсатора добавленным нулем, так чтобы разница между числом полюсов и числом нулей оставалась равной двум [2].

Воспользуемся компенсатором передаточная функция которого имеет вид:

$$K(s) = \frac{\tau_K s + 1}{\tau_K s}. \quad (7)$$

При этом необходимо, чтобы выполнялось условие [3]:

$$\tau_M < \tau_K < \tau_L. \quad (8)$$

Структурная схема полученной системы представлена на рисунке 3.

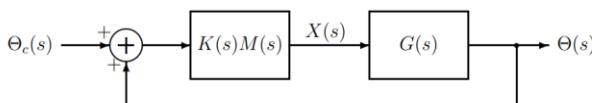


Рис. 3 Структурная диаграмма компенсирующей системы

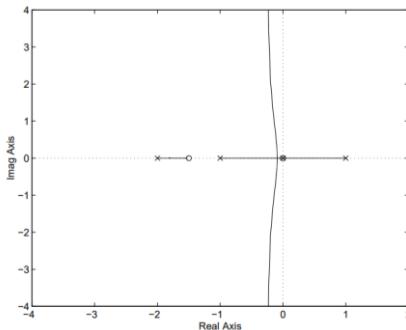


Рис. 4 Корневой годограф с интегрирующим компенсатором,  $L(s) = K(s)M(s)G(s)$

Физическая причина использования интегратора заключается в управлении двигателем, который регулируется по напряжению [4]. Без интегратора можно получить только постоянную скорость тележки при постоянной угловой ошибке, что недостаточно для вертикального положения маятника. Для достижения этой цели нам необходимо, чтобы тележка имела ускорение, что достигается за счёт интегратора.

Таким образом, была получена устойчивая система, однако корневой годограф находится близко к оси  $j\omega$ . Полученная замкнутая система имеет очень низкий запас устойчивости и будет иметь очень колебательную реакцию на возмущения.

Простым решением этой проблемы является уменьшение постоянной времени двигателя с помощью обратной связи по скорости, что сдвигает центральную часть асимптот влево. График корневого годографа данной системы показан на рисунке 5.

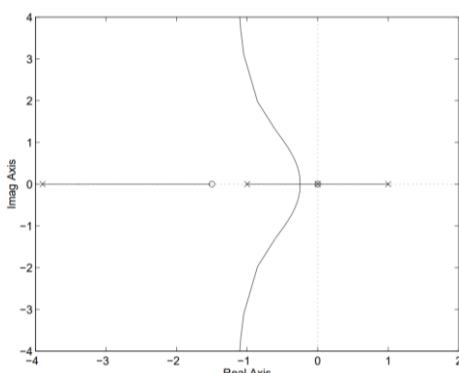


Рис. 5 Корневой годограф с обратной связью по скорости

Проанализируем передаточную функцию замкнутого контура:

$$\frac{X(s)}{\theta_c(s)} = \frac{K(s)M(s)}{1-K(s)M(s)G(s)} = \frac{1}{s^2} \left( \frac{k_M(\tau_K s + 1)(\tau_L^2 s^2 - 1)}{\tau_K(\tau_M s + 1)(\tau_L^2 s^2 - 1) + \frac{k_M}{a}(\tau_K s + 1)} \right). \quad (9)$$

Полюса, расположенные в начале координат, сделают систему неустойчивой и склонной к скольжению. Решением данной проблемы является использование контура положительной обратной связи вокруг двигателя и компенсатора, который смещает полюса в сторону от начала координат, тем самым предотвращая исчезновение полюсов и нулей, которые являются источником неустойчивости и неконтролируемых состояний. График корневого годографа скорректированной системы показан на рисунке 6.

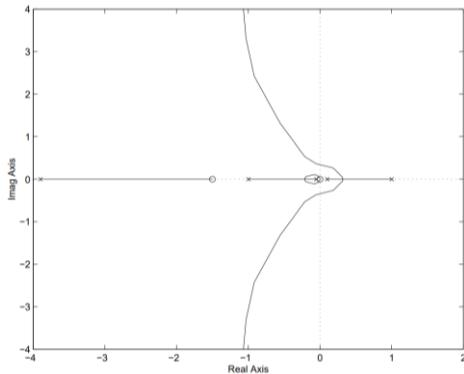


Рис. 6 Корневого годографа скорректированной системы

В результате была получена модель обратного маятника. Маятник всегда будет «падать» к центру дорожки, для поиска единственного равновесного состояния, которым является вертикальное положение.

*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. Федосов, Б. Т. Управление неустойчивыми объектами. Обратный маятник. [Электронный ресурс] / Б. Т. Федосов. Режим доступа: [http://model.exponenta.ru/bt/bt\\_152\\_Inv\\_Pend\\_control\\_1.htm](http://model.exponenta.ru/bt/bt_152_Inv_Pend_control_1.htm). – 28.04.2023 г

2. Рубанов, В.Г Теория автоматического управления (нелинейные, оптимальные и цифровые системы). Белгород. Изд-во: БГТУ, 2006. 256 с.
3. Кулик, А. С. Методы моделирования объектов автоматического управления [Текст] : учеб. пособие / А. С. Кулик, С. Н. Пасичник. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 2018. – 168 с.
4. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 242с.

**УДК 681.184**

*Городов А.В.*

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

## **УСТРОЙСТВО КАМЕРЫ СУШКИ ПРОДУКТА ЛИНИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК**

Поступающий после гидравлического транспортёра продукт требует освобождения его от влаги, так как наличие влаги не позволяет выполнить сортировку продукта оптическим методом, сама влага попадаю в узлы линии может вызвать её преждевременную поломку. Простые методы сушки за счёт высокой температуры не приемлемы к плодовоощной продукции, так как повышенная температура запускает процессы брожения и портит продукт. Разработчиками выбран комбинированный метод – механическое удаление влаги с обдувом воздухом допустимой для продукта температурой.

### **Устройство и принцип работы сушильной камеры**

Представленная Сушильная камера (рис. 1) представляет собой устройство, служащее для просушки и транспортировки вымытой продукции далее по линии сортировки. Состоит сушильная камера из рамы с вертикальными стойками, верхнего защитного кожуха с установленным под наклоном вентилятором, блоком поролоновых валиков, установленных на валах с приводными звездочками, двух ванн, расположенных под рамой, защитных боковых крышек с ручками. Сушильная камера через фланец соединена с элеватором.

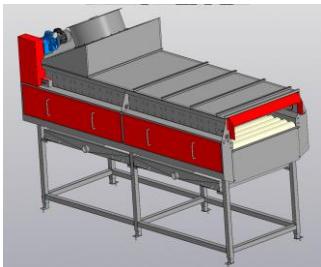


Рис. 1 Общий вид сушильной камеры

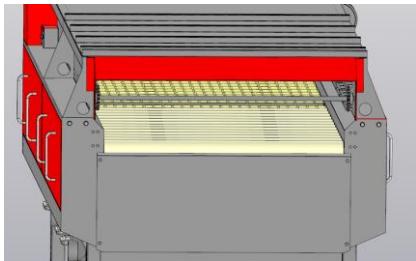


Рис. 2 Приемное отверстие сушильной камеры

Сушильная камера работает следующим образом: вымытый продукт после элеватора подаётся в приемное отверстие сушильной камеры (рис. 2). Затем по роликам продукт транспортируется через воздушный поток, создаваемый вентилятором, для просушки. Далее вымытый и просушенный продукт перемещается в ручьи сортировки.

Вентилятор (рис. 3) установлен на фланце в отверстии, выполненном на защитном кожухе, сушильной камеры под наклоном к поролоновым валикам.

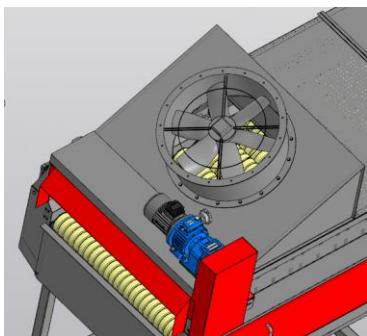


Рис. 3 Вентилятор сушильной камеры

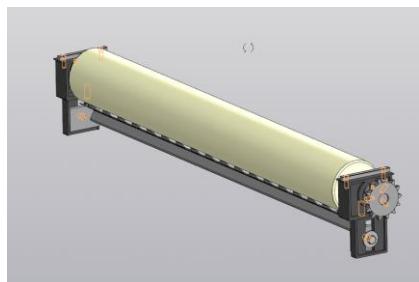


Рис. 4 Валики в сборе

Поролоновые ролики (рис. 4) установлены на подшипниках, закрепленных на валах, на которых установлены звездочки для цепной передачи. С двух сторон валики установлены на устройствах для регулировки по высоте и упрощения процесса обслуживания подшипниковых опор.

Блок поролоновых валиков (рис. 5, 6) связан в ведущей звездой, установленной на выходном вале электродвигателя.

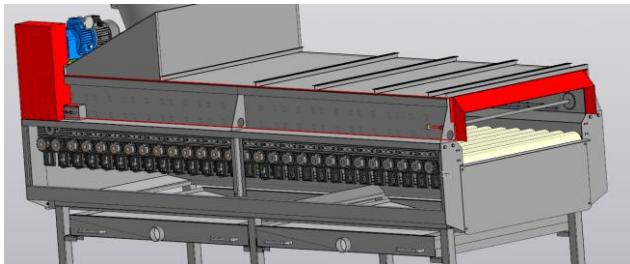


Рис. 5 Блок валиков

Снизу поролоновые валики прижимаются стальными валами для отжимания влаги из поролона.

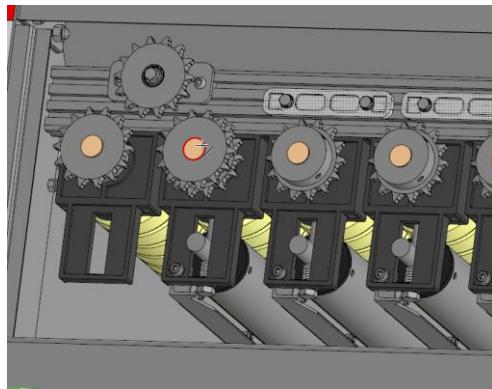


Рис. 6 Конструкция цепной передачи валиков

Отжатая влага стекает вниз в две ванны, расположенные внутри камеры (рис. 7).

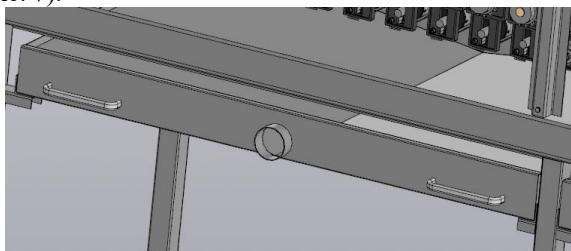


Рис. 7 Ванна сушильной камеры

Сверху кожуха для проветривания один из его листов выполнен перфорированным (рис. 8).

Вымытая и просушенная продукция через выходное отверстие сушильной камеры поступает на ручьи сортировки.

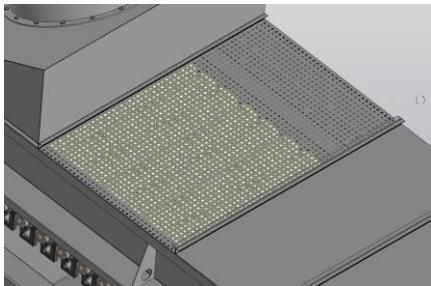


Рис. 8 Перфорированная часть кожуха

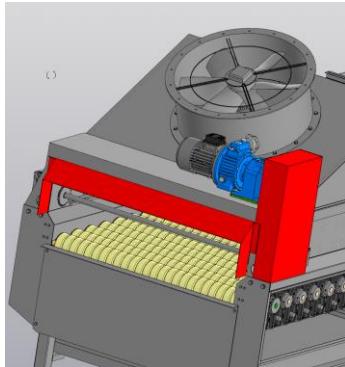


Рис. 9 Выходное отверстие сушильной камеры

Управление сушильной камерой выполняют от контроллера робота-перегружателя [2].

Таким образом, применение комбинированного метода механической очистки продукта от влаги позволяет сохранить качество продукта при высокой скорости перемещения, а наличие в сушильной камере элеватора из поролоновых роликов позволяет одновременно избавиться от мелкого мусора и не смытой грязи.

Исследование выполнено 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. Чепчуроев М.С., Четвериков Б.С., Любимый Н.С., Лукьянов А.С. Структура автоматизированного комплекса сортировки плодовоощной продукции // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2022. № 4. С. 31-35.
2. Чепчуроев М.С., Четвериков Б.С., Крутиков А.Н., Мамбетов Э.Б., Прокопов М.В., Тетерина И.А., Минасова В.Е. Программа управления роботом-перегружателем // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2022685652, 26.12.2022. Заявка № 2022684895 от 14.12.2022.

*Гринченко А.С., Самойлова Е.А.*

*Научный руководитель: Бондаренко Т.В., ст. преп.*

*Белгородский государственный технологический университет*

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

## **АЛГОРИТМ АХО-КОРАСИК**

Любой человек ежедневно встречается с множеством повседневных и профессиональных задач. Для решения многих из них существуют определенные правила (инструкции, предписания), объясняющие, как решать определенную задачу. В процессе решения можно применять готовые правила или формулировать собственные. Чем точнее и понятнее описаны правила решения задач, тем быстрее человек овладеет ими и будет эффективнее их применять. Решение многих задач человек передает техническим устройствам – ПК, автоматам, роботам и т. д.

Для решения любой задачи мы применяем определённый алгоритм, даже для банальной чистки зубов. Значит алгоритмы окружают нас повсюду. Разберёмся, что такое алгоритм? Алгоритм – конечный набор предписаний (команд), выполнение которых преобразует входные (исходные) данные в выходные (результат) в соответствии с условием задачи.

Однако существует множество задач, которые решить стандартным алгоритмом довольно сложно и занимает очень много времени. Именно для упрощения таких задач придумывают новые алгоритмы или совершенствуют старые. В ходе этой работы я хочу разобрать и понять один из таких алгоритмов. В ходе выбора алгоритма для исследования для работы были рассмотрены многие из них, но актуальность проблемы поиска определенного количества слов в больших объемах текста подтолкнули к анализу именно алгоритма Ахо-Корасик. И несмотря на то, что алгоритм был разработан в далеком 1975-ом году, даже сегодня в проектах применяют его модификации.

В данной работе будет рассмотрен алгоритм Ахо-Корасик, его идея и практическое применение.

Алгоритм Ахо-Корасик реализует эффективный поиск всех вхождений всех строк образцов в заданную строку. Был разработан в 1975 году Альфредом Ахо и Маргарет Корасик [1].

Опишем формально условие задачи. На вход поступают несколько строк pattern[i] и строка s. Наша задача — найти все возможные

вхождения строк pattern[i] в s. Поиск решения для данной задачи и привел к разработке исследуемого алгоритма.

Идея алгоритма заключена в использование структуры данных — бора (или как ещё называют префиксное дерево) и построения по нему конечного детерминированного автомата, используя технологию построения суффиксных ссылок по бору. Важно помнить, что задача поиска подстроки в строки тривиально реализуется за квадратичное время, поэтому для эффективной работы важно, чтобы все части Ахо-Корасика асимптотически не превосходили линию относительно длины строк [2].

Алгоритм Ахо-Корасик строит для набора строк структуру данных «бор», а затем по этому бору строит автомат, всё за  $O(m)$  времени. Полученный автомат уже может использоваться в различных задачах [3].

Что такое бор? Бор — это дерево, в котором каждая вершина обозначает какую-то строку (корень обозначает нулевую строку — root). На ребрах между вершинами написана 1 буква, таким образом, добираясь по ребрам из корня в какую-нибудь вершину и конкатенируя (склеивая) буквы из ребер в порядке обхода, мы получим строку, соответствующую этой вершине. Из определения бора как дерева вытекает также единственность пути между корнем и любой вершиной, следовательно — каждой вершине соответствует ровно одна строка [4].

Строить бор будем последовательным добавление исходных строк. Изначально у нас есть 1 вершина, корень (root) — пустая строка. Добавление строки происходит так: начиная в корне, двигаемся по нашему дереву, выбирая каждый раз ребро, соответствующее очередной букве строки. Если такого ребра нет, то мы создаем его вместе с вершиной. Вот пример построенного бора для строк: 1)acab, 2)accc, 3)acac, 4)bacab, 5)abb, 6)z, 7)ac (Рис. 1).

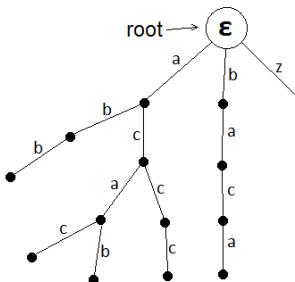


Рис. 1 Пример построения бора

Обратите внимание на добавление строки ac. Она не создает новых вершин и ребер, а процесс ее добавления останавливается во внутренней вершине. Отсюда видно, что для каждой вершины, которая является концом какой-либо строки из словаря нужно запоминать, что эта вершина является терминальной (концом строки) (Рис. 2).

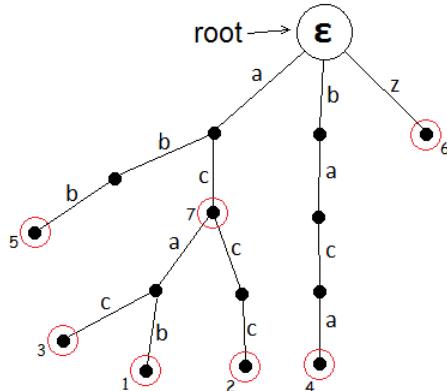


Рис. 2 Пример построения бора с запоминанием вершин

Отсюда видно, что для каждой вершины необходимо дополнительно хранить признак того, является ли она строкой из условия или нет. Вершины, которые являются строкой, называются терминальными. Все промежуточные вершины соответствуют какому-то префиксу этой строки. Отметим также что, две строки в боре имеют общие ребра при условии наличия у них общего префикса. Крайний случай — все строки образцы попарно не имеют одинаковой начальной части. Значит верхняя оценка для числа вершин в боре — сумма длин всех строк + 1(корень) [5].

Как ищутся подстроки? Есть текст (Рис. 3):

t

Рис. 3 Пример текста

Мы ищем какую-то из заданных строк. Идём по тексту слева на право. Дошли до какого-то условного места и ничего не нашли. Какие из просмотренных символов нам нужны чтобы дальше искать эти строки?

Пусть мы встретили последние символы: abac (Рис. 4). Подумаем какие из этих букв нам нужны чтобы искать дальше строку. Ответ прост, нам нужны символы, которые будут участвовать в строках (Рис. 5).



Рис. 4 Пример нахождения курсора



Рис. 5 Пример префикса строки

Обработали текст да какого-то момента, если символы являются префиксом какой-то строки, то они нам интересны, если не входят, то они нам не нужны.

В данном примере нам нужны будут символы ас, их нужно не потерять, а сохранить. Из всех таких суффиксов нужно брать самый длинный.

Смотрим дальше. Мы встретили какой-то новый символ. В данном случае (Рис. 6):



Рис. 6 Пример появления первого символа

Мы берём наш префикс ас попытаемся приделать к нему новый символ. Если то, что получилось тоже является префиксом, то запоминаем этот новый префикс.

Был префикс: ас, стал префикс: аса.

Далее пришёл следующий символ: а (Рис. 7).

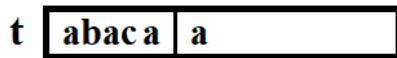


Рис. 7 Пример появления второго символа

Мы проверили, это не является каким-то префиксом. Нам надо отрезать какие-то символы в начале, чтобы это стало префиксом. Ищем у асса максимальный суффикс, который является префиксом  $S$ . Откинем первый символ а, саа - не является префиксом. Откинем ещё: аа - не является префиксом. И ещё раз: а - является префиксом. Про всех символы ранее можно забыть. Идём дальше.

Мы храним в каждый момент времени для всех прочитанных символов максимальный суффикс, который является префиксом  $S_i$ .

Как нам помнить текущее состояние? Любой префикс удобно хранить в боре. Мы будем кодировать вершины бора.

Мы встретили ещё одну букву (Рис. 8):

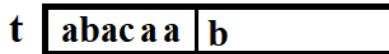


Рис. 8 Пример появления третьего символа

Мы можем расширить префикс на букву  $b$ . Как проверить, что можно расширить префикс на символ  $b$ ? Нам нужно взять текущий узел, от него пойти вниз по символу  $b$ . Получаем состояние:  $ab$ . Это простой переход.

Что делать если нет перехода? Допустим, пришла буква  $a$  (Рис. 9).

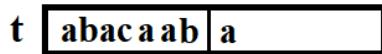


Рис. 9 Пример появления четвёртого символа

Тогда нам нужно перейти в состояние  $ba$ . Из нашей ветки надо попасть в другую. Пусть  $state$  - наше текущее состояние (Рис. 10).

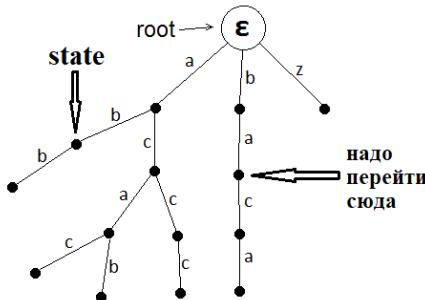


Рис. 10 Переход из состояния

Это мы будем делать с помощью суффиксных ссылок.

Пусть будет суффиксной ссылкой вершины  $v$  указатель на вершину  $u$ , такую, что строка  $u$  - наибольший суффикс строки  $v$ , который является строкой, начинающейся в корне бора, или, если такой вершины нет в боре, то указатель на корень. В частности, ссылка из корня ведет в него же. Вернемся к бору чтобы наглядно показать куда ведёт суффиксная ссылка (Рис. 11):

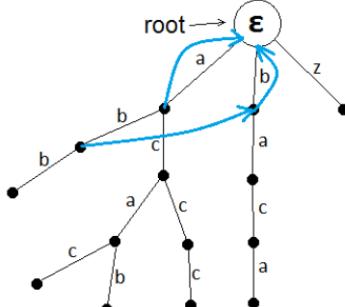


Рис. 11 Переход по суффиксной ссылке

Есть вершина  $state$ , берём её родителя, переходим от него по суффиксным ссылкам пока не дойдём до какой-то вершины, у которой есть переход по заданному символу, у нас это символ  $a$ . Тогда из  $state$  делаем суффиксную ссылку туда, в ту вершину в которой есть этот переход.

Бывает, что мы идём по суффиксным ссылкам, а символа нет, тогда мы придём в корень бора.

В каком порядке нужно строить суффиксные ссылки, чтобы всё было правильно? Надо строить по увеличению строк. Суффиксная ссылка всегда будет приходить в более короткую строку.

Нам понадобятся суффиксные ссылки для каждой вершины в боре (Рис. 12).

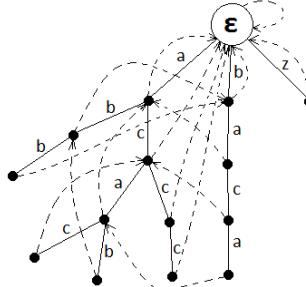


Рис. 12 Расстановка суффиксных ссылок для бора

Перейдем к практическому применение алгоритма Ахо-Корасик. Вот примеры, где его можно использовать:

1. Этот алгоритм может использоваться для поиска всех ключевых слов в большом текстовом документе. Например, поиска запрещенных слов в электронных письмах или на веб-страницах.

2. Алгоритм Ахо-Корасик может использоваться для обнаружения вредоносного кода в больших файлах или сетях. Например, для обнаружения вирусов и троянов в системах компьютерной безопасности.

3. Такой Алгоритм может использоваться для сжатия данных. Например, он может использоваться для сжатия файлов или данных, передаваемых по сети.

4. Может использоваться для анализа больших объемов логов. Например, для обнаружения ошибок в работе приложения или для анализа потока данных в реальном времени.

5. Этот алгоритм может использоваться для распознавания речи. Например, для распознавания команд голосовых помощников или для обработки звуковых сигналов в биометрических системах аутентификации.

Это лишь несколько примеров применения алгоритма Ахо-Корасик. Он может быть использован во многих других областях, где необходимо быстро и эффективно обработать большие объемы данных.

Сегодня, в век интернета, остро стоят проблемы обработки больших объемов текста. Цензура, замена слов, определение местоположения слова, все это требует быстрого нахождения необходимых слов в тексте. Без сомнений, под все эти задачи подходит алгоритм Ахо-Корасик, так как по сравнению с другими, он имеет линейную сложность, достаточно прост для понимания [6].

Данный алгоритм легко можно написать практически на любом языке программирования. Этот алгоритм является гибким, и его можно реализовать разными способами, используя различные инструменты. Так же отдельные элементы алгоритма можно использовать для решения задач других направлений. Например, бор и суффиксные ссылки можно использовать для построения деревьев и перемещению по ним. Идею автомата, на котором основан алгоритм Ахо-Корасик тоже можно применять для решения разнообразных проблем [7].

Опираясь на все вышесказанное, можно утверждать, что актуальность данного алгоритма в современное время довольно велика, и со временем количество задач, решаемых алгоритмом Ахо-Корасик, будет только увеличиваться.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ. / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест // Московский центр непрерывного математического образования. Москва. 2002. С.130-120.
2. Ахо А. Быстрый множественный поиск строк. / А. Ахо, Г. Корасик // Информационные процессы. 1975. Т. 1. С. 155–166.
3. Гасфилд Д. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах: Информатика и вычислительная биология. / Д. Гасфилд // Издательский дом «Вильямс». 2003. С. 654.
4. Синюк В.Г. Структура и алгоритмы обработки данных. Лабораторный практикум. / В. Г. Синюк, Ю. Д.Рязанов // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород. 2009. С. 1-196.
5. Бондаренко Т. В. Сравнительный анализ языков СИ и Паскаль. / Т. В. Бондаренко, М. А. Зимаков // Россия в новой цифровой реальности. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Энгельс. 2021. С. 8-11.
6. Алгоритм Ахо-Корасика для поиска шаблонов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/aho-corasick-algorithm-pattern-searching/> (дата обращения: 15. 04. 23)
7. Алгоритм Ахо-Корасик [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/198682/> (дата обращения: 15. 04. 23)

**УДК 004.72**

*Губайдуллина Р.И.*

*Научный руководитель: Староверова Н.А., канд. техн. наук, доц.  
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ГАЗООБРАЗНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ**

В рамках данного проекта планируется разработка и внедрение системы автоматического сбора информации и управления химико-технологическим оборудованием лабораторий кафедры АССОИ, а

именно оборудованием коммерческого учета химических продуктов (энергоносителей), тепловых узлов учета.

Внедрение системы в полном объёме позволяет проводить в автоматическом режиме круглосуточный мониторинг этого оборудования, управлять и регулировать технологические параметры в масштабах отдельной установки или даже группы лабораторий, иметь возможность постоянного почасового контроля над расходованием тепловых ресурсов, электроэнергии. Наличие этой информации позволяет:

- оперативно принимать решения о рациональном расходовании материальных и финансовых средств учреждения;
- заранее предотвращать возникновение возможных аварийных ситуаций;
- повысить надежность управления процессами;
- повысить уровень безаварийности технологических процессов.

**Описание объекта автоматизации.** На уровне лаборатории, где размещен стенд, существует вычислительная сеть сбора и обработки измерительной информации со стенда, включающая в себя щит контроля и управления технологическим процессом и автоматизированное рабочее место оператора. Цель проекта – агрегирование и систематизация данной информации на более высоком уровне, сбор данных не только о параметрах технологического процесса, а также учет ключевых показателей эффективности бригады или отдельного студента(инженера), учет общих энергозатрат, производительности и компетентности оператора и другое. [3]

Итогом глобального проекта можно будет считать создание MES-уровня управления лабораториями в масштабах кафедры. MES - уровень систем управления производственными процессами (Manufacturing execution system).

Основные функции MES-систем:

- Повышение качества выпускаемой продукции за счет контроля и управления всей производственной цепочкой.
- Увеличение производительности за счет сокращения простоев оборудования.
- Уменьшение затрат материалов и сырья на единицу выпускаемой продукции за счет оптимизации технологических процессов.
- Представление оперативной информации о нарушениях хода производственного процесса.
- Наглядное представление хода производственного процесса в реальном времени.

Для достижения цели были выдвинуты следующие задачи:

- определить, какие технологические параметры будут экспортirоваться;
- составить структуру сети лабораторий и стендов, с которых будет происходить сбор информации;
- определить протоколы передачи данных из лабораторных систем;
- подобрать аппаратные средства.

Приоритетными переменными для передачи на рабочие станции инженеров являются расход, давление и температура, а также - симуляция всей системы на ПК.

**Архитектура сети.** В учебном классе расположены три стенда, имитирующих в уменьшенном масштабе работу узлов учета жидких, газообразных продуктов и тепла. Его предназначение – наглядное представление принципов построение автоматизированных систем управления и визуализация технологических процессов. Также, они предназначаются для изучения конфигурирования приборов, сопряжения с контроллерами управления и защиты, изучение контроллеров РСУ (распределенной системы управления), ПЛК (программируемых логических контроллеров), ПАЗ (противоаварийной автоматической защиты) и их аппаратного и программного обеспечения. Не менее важно, что на данных стенах осуществляется изучение интерфейсов передачи данных, интерфейса «человек-машина».

Все установки объединяют в одну автоматизированную систему контроллеры Prosafe RS, Centum VP и Stardom FCN/FCJ, которые отвечают за противоаварийную защиту, распределение и программную логику соответственно. Система включает в себя полный комплекс технических средств управления, находится в отдельном помещении и включает в себя три уровня:

- на первом уровне размещены датчики и показывающие приборы;
- второй уровень включает в себя сами контроллеры ПАЗ и РСУ;
- на третьем уровне находятся инженерная станция (ПК преподавателя) и автоматизированные рабочие места инженеров в количестве 6 персональных компьютеров. [6]

Инженеры выполняют функции контроля и управления технологическим процессом.

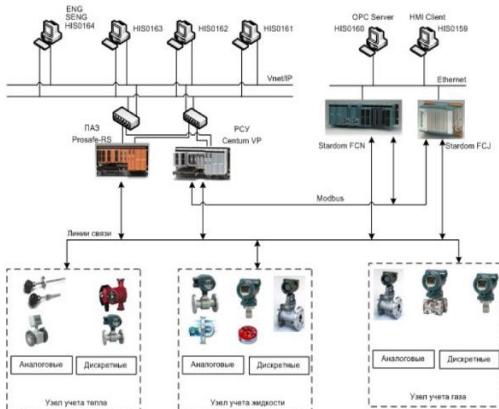


Рис. 1

Автоматизированные рабочие места в помещении объединены вычислительной сетью с управляемым коммутатором Cisco.

Схематичная структура сети лаборатории показана на следующем рисунке. Коммутатор настроен следующим образом:

На данном коммутаторе сконфигурированы две виртуальные локальные сети(VLAN), которые как бы делят автоматизированные рабочие места на 2 группы («левые» и «правые»), хотя и физически компьютеры подключены к одному коммутатору.

Также на каждом VLAN настроен RSPAN – Remote SPAN (The Switched Port Analyzer), что позволяет мониторить трафик одновременно на нескольких устройствах.

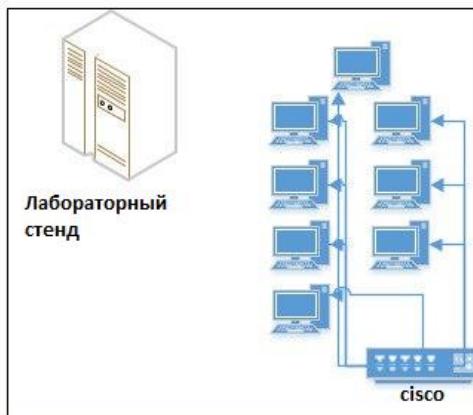


Рис. 2

Также в данном коммутаторе есть Internet порт с возможностью выхода во внешнюю сеть Интернета или доступа в локальные ресурсы университета. При подключении в этот порт дополнительного коммутатора, выходом во внешнюю сеть можно обеспечить и остальные АРМ.

Для объединения лаборатории с системой Exaquantum необходимо настроить на коммутаторах дополнительный VLAN, в лаборатории и в серверной, физически связь коммутатора с сервером уже есть. Настройки коммутаторов происходят с помощью CLI (Command Line Interface) – интерфейса командной строки.

Получившийся проект позволит продвинуть идею объединения лабораторий и создания MES-уровня управления технологическими процессами, с помощью системы Exaquantum.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Емельянов, А.И. Проектирование систем автоматизации технологических процессов/ А.И. Емельянов, О.В. Капник. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. -400с.
2. Проектирование автоматизированного производства и оборудования. Учебное пособие для ВУЗов. Кузнецов М.М. и др.- М.: Машиностроение, 1987г.
3. Паспорт «Лабораторный стенд, имитирующий работу узла коммерческого учета газообразных энергоносителей» ОАО «Казанский ОЭЗ «ПРИБОР», Казань, 2011
4. Р. К. Нургалиев, А. А. Гайнуллина, Д. А. Рыжов «Учебный программный комплекс “Автоматизированная система управления предприятием”» Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №18
5. Ягъяева Л.Т., Перухин М.Ю., Обади Абдулфаттах. Распределенная система управления, Вестник Казанского технологического университета, №9, 2013.
6. Нургалиев Р.К., Кузьмин В.В., Куликов Ю.А., Чупаев А.В., Галямов Р.Р., Гайнуллина А.А. , Лабораторный стенд для изучения систем автоматизации узлов коммерческого учета газообразных энергоносителей / Вестник технологического университета. 2013, т.16, в.1, с.197-199 (RINC, ВАК)

**Давиденко М.В., Кладиева П.В., Александрова Д.Н.**

**Научный руководитель: Крюков И.В., канд. техн. наук., доц.**

**Белгородский государственный технологический университет**

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

## **УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

Интересно отметить, что системы дождевой канализации становятся все более распространенными в городах и населенных пунктах по всему миру. Это объясняется ростом урбанизации и необходимостью сохранения природных ресурсов. При этом, при проектировании и строительстве дождевой канализации, необходимо учитывать многие факторы, такие как гидрологические и грунтовые условия, планировочную структуру города и другие технические параметры. Только тогда система сможет обеспечить безопасное и надежное отведение излишков воды и стать надежным инструментом в борьбе с природными явлениями [1].

Система водоотведения путем линейного сброса представляет собой модульную систему каналов, уложенных в плоских уклонах поверхности, направленных к линии сброса воды. Она обладает простотой монтажа, не влияет на качество покрытия дорожной поверхности и обеспечивает долговечность работы устройства на протяжении многих лет. Кроме того, система линейного водоотведения имеет гибкость, что позволяет устанавливать линии каналов с учетом характеристик рельефа местности и особенностей проектирования зданий. Еще одним преимуществом такой системы является возможность использовать меньшее количество канализационных труб, что способствует их меньшему загрязнению и снижению расходов на ремонт и чистку трубопроводов системы ливневого водоотвода [2].

Система дождевой канализации состоит из нескольких элементов, включающих дождеприёмники, поддоны, лотки и желоба. Они предназначены для сбора и транспортировки сточных вод от водостока, а также дождевых или талых вод. Дождеприёмники и поддоны являются основными элементами дождевой канализации. Они предназначены для сбора дождевых вод и направления их в трубопроводную систему. Лотки и желоба необходимы для транспортировки стоков по линейному дренажу в трубопроводную систему.

Установленная трубопроводная система имеет основную задачу принимать стоки от дождеприёмников и направлять их в специальные инженерные сооружения, такие как колодцы или тоннели. Это

необходимо для дальнейшей очистки и обработки талых вод. Таким образом, система дождевой канализации состоит из нескольких элементов, которые работают вместе, чтобы обеспечить эффективную транспортировку очистку сточных вод от водостока.[3].



Рис. 1 Устройство и принцип действия ливневой канализации

Для сбора и отвода излишков воды применяются дренажные трубы, а осуществлять легкий контроль работы системы позволяют специальные канализационные люки.

Некоторые строительные нормы и правила предусматривают установку ливневых стоков во всех типах зданий и жилых районах.

Требования сводов правил следует учитывать при установке ливневых стоков даже на небольших частных участках. Ливневая канализация может быть возведена с использованием различных видов конструкций, которые различаются материалами, областью применения и эксплуатационными свойствами [4].

Внутренние(закрытые)ливневые системы состоят из набора подземных коммуникаций, таких как ливневые колодцы и системы задержания мусора. В большинстве случаев эта последовательность элементов заканчивается поверхностными очистными сооружениями для стоков.

Основная цель стандартной закрытой системы ливневой канализации-очистка ливневых стоков от различных видов загрязняющих веществ.

К расчету сети можно перейти после окончания всей подготовительной работы, заключающейся в трассировке сети, определении участков, нахождении их площадей водосбора, определении коэффициента покрова  $z$ , выборе расчетной формулы и пр. Для населенных мест обычно осьми улиц или расположением дождеприемников.

Расчетный расход дождевых вод на участке коллектора после ливнеспуска определяется уравнением [5]

$$Q_{\text{дожд}} = n0(Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пр}}) + Q_1,$$

где  $Q_1$  – расход дождевых вод с площади, расположенной ниже ливнеспуска; этот расход определяют по времени стока, отвечающему лишь этой площади.

Дождевая вода, выпавшая на поверхность земли, стекает по склону местности, однако часть ее просачивается в грунт, а часть испаряется.

$$Q_c = \Psi q_b,$$

где  $\Psi$  – коэффициент стока.

Формулы расчетного стока дождевых вод окончательно имеют вид при коэффициентах стока:

$$\text{Переменном } Q_p = \frac{\zeta_{cp} \eta A^{1,2} F}{(t_n + t_l + \sum t_b)^n}$$

$$\text{Постоянном } Q_p = \frac{\Psi_{cp} \eta A F}{(t_n + t_l + \sum t_b)^n},$$

где  $n$  и  $A$  – параметры формул интенсивности.

Вывод: В последние годы пристальное внимание уделяется не только благоустройству ландшафта придомовой территории, но и обустройству эффективно функционирующей ливневой канализации. Такая система предотвращает негативное влияние избыточной влаги на постройки, а также почвенные характеристики приусадебной территории. В результате написания моей работы я рассмотрела устройство и принцип расчета ливневой канализации, пришла к заключению, что ряд вопросов в этой области достаточно хорошо изучен и применяем.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [Электронный ресурс] <https://septikexpert.com/ochistnye-sooruzheniya/drenazh-i-livnevaya-kanalizaciya/livnevaya-kanalizaciya/> (Дата обращения 01.05.2023).
2. Давиденко М. В. Параметры и показатели надежности систем водоснабжения / в сборнике: Эффективные технологии в области

водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения. Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Волгоград, 16—17 марта 2023 г. Под общей редакцией Е. А. Поляковой, А. А. Геращенко

3. Святченко А.В., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А. Оценка поверхностного стока автозаправочных станций г. Старый Оскол (Белгородская область) // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. 3 (125). С.92-99.

4. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

5. С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, А.И. Жуков, С.К. Колобанов//Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. И доп. М., Стройиздат, 1975.632 с. Авт.: С.В. Яковлев, Я.К. Карелин, А.И. Жуков, С.К. Колобанов.

**УДК 10167.66**

*Драницников А.О.*

*Научный руководитель: Бузикова О.М., канд. биол. наук, доц.*

*Вятский государственный университет, г. Киров, Россия*

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ ИОНООБМЕННЫМ СПОСОБОМ**

В работе приняты следующие сокращения:

- ДКВ – декарбонизованная вода;
- ОБВ – обессоленная вода;
- ЧОВ – частично обессоленная вода;
- НДРУ – нижнее дренажно-распределительное устройство;
- ВДРУ – верхнее дренажно-распределительное устройство;
- БОУ – блок-цепочка обессоливающей установки;
- ИПК – ионообменная противоточная колонна;
- ПЛК – промышленно-ливневая коммуникации;

Технологический процесс производства ОБВ ионообменным способом состоит из следующих параллельно работающих стадий:

- обессоливание ЧОВ;
- подготовка ионитов.

Сущность производства ОБВ – химическое обессоливание ЧОВ воды путем ионного обмена в сорбционных противоточных колоннах с

подвижным слоем сорбента посредством проведения последовательных стадий.

Обессоливание ЧОВ состоит из следующих стадий обработки:

- водород-катионирование воды;
- анионирование декарбонизированной воды;
- передача ОБВ цехам-потребителям.

Подготовка ионитов состоит из следующих стадий обработки:

- регенерация ионита;
- отмывка ионита от продуктов регенерации и остатков регенерационного раствора.

Иониты — твердые нерастворимые вещества, способные обменивать свои ионы на ионы из окружающего их раствора. Иониты разделяются на катиониты, поглощающие катионы и аниониты, поглощающие анионы.

Катион – положительно заряженный ион.

Анион – отрицательно заряженный ион.

Для проведения процесса сорбционной очистки воды применяются сорбционные противоточные колонны типа ИПК с подвижным слоем сорбента. Работа сорбционной колонны основана на принципе противоточного перемещения сорбента, загруженного в колонну сорбции, и воды, подаваемой на сорбционную очистку. Вода подается в нижнюю часть колонны, фильтруется через плотный слой сорбента и через верхнее дренажно-распределительное устройство отводится из колонны. При прохождении воды через слой сорбента осуществляется процесс сорбции ионов, находящихся в обрабатываемой воде, зернами сорбента (ионообменной смолы). Сорбент (от лат. sorbens — поглотитель) - это твердое тело, обладающее способностью избирательного поглощения (сорбции) из окружающей среды (воды) растворённых веществ (ионов). Для поддержания способности сорбента к постоянному ионному обмену периодически производится отгрузка отработанного сорбента. Для этого прекращается подача воды в колонну, и сорбент без перемешивания ровным плотным слоем оседает в нижнюю часть колонны. Отработанный нижний слой сорбента из сорбционной колонны отгружается с помощью аэролифта на регенерацию. Одновременно в верхнюю часть сорбционной колонны из загрузочного бункера загружается под тяжестью собственного веса такой же объем отрегенерированного и отмытого сорбента.

Регенерация ионита – процесс восстановления рабочей обменной емкости ионита регенерационным раствором.

Регенерация катионита производится 2,0÷12,0% раствором азотной кислоты, который готовится путем смешивания азотной кислоты с концентрацией не менее 58,2% с ДКВ.

Регенерация анионита проводится 2,0÷12,0 % раствором едкого натра, который готовится путем смешивания едкого натра с концентрацией не менее 46 % с ОБВ.

При несоблюдении правил эксплуатации оборудования и требований безопасности на работающего могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

Физические: - подвижные элементы насосов, приводов мешалок-реакторов, электрорадвигаек, ПС;

- повышенное значение напряжения в электроцепи электродвигателей насосов, мешалок-реакторов, электроприводов задвижек, ПС;

- повышенный уровень шума на рабочем месте;

- вероятность падения с высоты предметов;

- скользкие поверхности (роливы воды на полу).

Химические: - раздражающее воздействие отмывочных вод на незащищенные участки тела;

- воздействие окислов азота, которое характеризуется наличием скрытого периода действия (2-12 часов).

Для предотвращения воздействия опасных и вредных производственных факторов, работник обязан: При приёме смены проверить наличие и исправность защитных ограждений движущихся частей оборудования, наличие и исправность средств пожаротушения, наличие и исправность заземления корпусов электродвигателей, наличие и исправность защитных хомутов и лотков на коммуникациях с растворами азотной кислоты и едкого натра. Пуском воды проверить исправность аварийных душей и фонтанчиков для промывки глаз, следить за чистотой в поддонах аварийных душей, проверить наличие кальцинированной соды в ящиках для хранения соды, установленных у аппаратов с азотной кислотой и её растворами. При отборе проб регенерационного раствора азотной кислоты и едкого натра, устраниении подтёков, открытии, закрытии арматуры, подтягивании сальникового уплотнения вентилей и насосов, заполнении насосов рабочей жидкостью применять исправные, соответствующие размеру СИЗ согласно действующим нормам выдачи: резиновые сапоги, кислотошлесточный костюм (брюки поверх сапог), СИЗ рук, противогаз с фильтром «ДОТ М600» марки В2Е2К2СО20SX или марки А1В2Е2К2НОР3Д на лицо, защитную каску, спецобувь. Снятие и установку заглушек на линиях азотной кислоты, едкого натра,

регенерационного раствора азотной кислоты и едкого натра, чистку, подготовку оборудования к ремонту из-под азотной кислоты и едкого натра производить по распоряжению мастера смены после оформления газоопасных работ II группы.

Проведённые исследования производства обессоливания воды ионообменным способом позволили выявить ряд физических и химических факторов, негативно влияющих на работающий персонал и технологическое оборудование (окисление оборудования).

Для снижении вредных факторов, предлагаю:

Для контроля за содержанием диоксида азота на узле приготовления регенерационного раствора азотной кислоты установить: - три датчика измерения содержания диоксида азота в воздухе рабочей зоны около емкостей регенерационного раствора азотной кислоты; - датчик измерения содержания диоксида азота в воздухе рабочей зоны у реакторов-мешалок регенерационного раствора азотной кислоты; - датчик измерения содержания диоксида азота в воздухе рабочей зоны у баков-мерников азотной кислоты.

Для удаления из рабочей зоны диоксида азота смонтировать четыре аварийных вентилятора АВ-1/1,2; АВ-2/1,2.

При достижении концентрации диоксида азота у емкостей, реакторов-мешалок, у баков-мерников в воздухе рабочей зоны АНпредмакс=1,5 мг/м<sup>3</sup> на АРМ будет срабатывать предупредительная световая сигнализация желтого цвета, по месту включаются «рабочие» вентиляторы (поз. АВ-1/1, АВ-2/1). В случае если «рабочие» вентиляторы (поз. АВ-1/1, АВ-2/1) не включились в течение 5 секунд, включаются «резервные» вентиляторы (поз. АВ-1/2, АВ-2/2). В случае если «рабочие» и «аварийные» вентиляторы (поз. АВ-1/2, АВ-2/2) не включились в течение 10 секунд, срабатывает световая сигнализация неисправности вентиляторов на АРМ. При достижении концентрации диоксида азота у емкостей, реакторов-мешалок, у баков-мерников в воздухе рабочей зоны АНмакс=2 мг/м<sup>3</sup> на АРМ срабатывает аварийная световая сигнализация красного цвета, по месту срабатывает звуковая сигнализация, над входами в помещение включается световое табло с надписью: «НЕ ВХОДИТЬ! ЗАГАЗОВАНО». При снижении концентрации диоксида азота в воздухе рабочей зоны до значения менее 2 мг/м<sup>3</sup> и удержании данного значения в течение не менее 60 секунд световая сигнализация на АРМ, звуковая сигнализация и световое табло по месту отключаются. При снижении в воздухе рабочей зоны концентрации диоксида азота до SL=1 мг/м<sup>3</sup> вентиляторы (поз. АВ-1/1, АВ-2/1 или АВ-1/2, АВ-2/2) выключаются.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. - М.: ДeЛи принт, 2004. – 301 с
2. Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н. С.Е. Беликова. - М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

**УДК 621.9.06**

**Дьякова Э.В., Пузиков И.В.**

**Научный руководитель: Пантихина Е.В., канд. техн. наук., доц.**  
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

## **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ФОРМЫ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ С АСИММЕТРИЕЙ ПО ТОРЦАМ**

В современном машиностроении и приборостроении встречается огромное разнообразие небольших по размерам деталей формы тел вращения с асимметрией по торцам. В производстве различных изделий такие детали необходимо в ориентированном положении подавать на рабочие позиции технологических машин и линий с требуемой производительностью [1]. Для того чтобы обеспечить бесперебойное производство используют системы автоматической загрузки [2]. Основным устройством таких систем, на которых возложены указанные функции, являются механическое бункерное загрузочно-ориентирующее устройство (БЗУ). БЗУ имеют различные конструктивные особенности, классифицируются и различаются по способам захвата, ориентирования и выдачи деталей. Основными конструктивными элементами БЗУ является врачающийся диск с захватывающими органами, который приводится в движение от привода, и бункер, в который засыпаются разрозненно детали [3].

Чтобы обеспечить комплексную автоматизацию процессов загрузки деталей с асимметрией по торцам к технологическому оборудованию посредством БЗУ необходимо выполнять всю последовательность действий согласно алгоритму их расчета и проектирования [4, 5]. При проектировании БЗУ исходными данными являются геометрические параметры деталей, требуемое ориентированное положение и необходимая производительность [6].

Алгоритм расчета и проектирования БЗУ можно разделить на несколько этапов (рис.).

Первый этап включает в себя модернизацию конструкции БЗУ (при необходимости) и определение конструктивных размеров захватывающих и ориентирующих органов. На данном этапе необходимо обеспечить, чтобы вероятность захвата была максимальной, так как захват осуществляется случайным образом из общей массы деталей.



Рис. Схема расчета и проектирования БЗУ для деталей с асимметрией по торцам

Правильно ориентированные детали должны с большей вероятностью западать в захватные органы и надежно фиксироваться в них до выдачи в приемник. Неправильно запавшие детали в захватные органы под действием силы тяжести должны выпасть обратно в общую массу деталей. На данном этапе необходимо определить ширину, длину и высоту кармана, а также и зазор по шагу. После этого проводят расчет шага захватывающих органов и радиус расположения этих органов.

Второй этап заключается в построении модели производительности. Для этого следует определить зону захвата и максимальную и предельную скорости захватывающих органов. После определения скоростей нужно определить коэффициент выдачи БЗУ и построить модель производительности [7, 8]. Затем определяют скорость захватывающих органов, при которой производительность БЗУ будет иметь максимальные значения. Коэффициент выдачи  $\eta$  рассчитывается на основе комплексного подхода. При расчете производительности необходимо сравнить расчетное значение производительности с требуемым значением. И выполнить корректирующие действия в конструктивных параметров рабочих органов БЗУ.

На третьем этапе проектирования решается вопрос обеспечения надежности процесса ориентирования деталей. Начальные условия этого процесса определяются уравнением статического равновесия детали формы тел вращения с асимметрией по торцам в захватывающем органе устройства [9]. Это позволяет определить угол, при котором начинается движение детали и зону, в которой возможно ее полное выпадение из кармана. Полученные значения указанных параметров являются начальными условиями для решения уравнений Лагранжа II-го рода с помощью которых определяется общее время полного удаления детали из кармана и радиального паза вращающегося диска, определения времени, в течение которого диск проходит зону ориентирования. Анализ значений длительности движения детали и диска позволит получить граничные значения его кинематических параметров, при которых возможно надежное ориентирование деталей.

Аналогичные научные задачи решаются и на четвертом этапе проектирования при оценке условий реализации процесса выдачи деталей из кармана БЗУ в приемный лоток.

На пятом этапе проводят расчет конструктивных элементов БЗУ. Конструктивным элементов БЗУ является бункер, которые выполняет функции запаса деталей в количестве необходимом для непрерывной работы БЗУ, обеспечивает движения деталей к захватным органам в количестве необходимом для требуемой производительности и

обеспечивает подготовку деталей для захвата. Для того чтобы обеспечить бесперебойную и непрерывную работу БЗУ необходимо рассчитать объем бункера. Если существует необходимость в увеличении продолжительности БЗУ без дозагрузки, то предусматривается расчет и установка предбункера. Для того, чтобы обеспечить непрерывную подачу ориентированных деталей на технологические линии при возможных сбоях существует необходимость в проектировании накопителя. Накопитель проектируют обычно такой длины, чтобы обеспечить запас деталей на 30 с непрерывной работы технологического оборудования, путем выбора на 10-20 % более высокой производительности БЗУ.

Затем производят конструирование и расчет привода, для этого необходимо определить в начале крутящий момент при заданной частоте вращения захватных органов, а затем и мощность самого привода. В конструкции БЗУ необходимо предусмотреть установку предохранительных устройств, которые в случае заклинивания деталей способны защитить конструкцию от поломок. В качестве предохранительных устройств обычно используют амортизаторы, для которых определяют расчетное усилие.

На шестом этапе для снижения трудозатратности расчетов параметров БЗУ и производительности на основе результатов математического моделирования разрабатываются программы, которые в автоматическом режиме с визуализацией результатов, помогают подобрать требуемую производительность БЗУ и определить скорость, при которой достигается требуемая производительность.

Рассмотренный алгоритм и методика расчета проектирования БЗУ позволяют провести расчет и спроектировать надежную конструкцию БЗУ, обеспечивающую требуемую производительность.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пантиухина, Е. В. Механические дисковые бункерные загрузочные устройства для стержневых деталей с неявно выраженным ключами ориентации / Е. В. Пантиухина, В. В. Прейс, А. В. Хачатурян // Автоматизация и измерения в машино-приборостроении. – 2018. – № 3 (3). – С. 16–25.
2. Дьякова, Э. В. Модели систем автоматической загрузки штучных деталей на базе механических дисковых бункерных загрузочных устройств / Э. В. Дьякова, Е. В. Пантиухина // В сборнике: Автоматизация: проблемы, идеи, решения. Сборник научных трудов

Национальной научно-технической конференции с международным участием "АПИР-27". – Тула, 2022. – С. 60-66.

3. Пузиков И. В., Автоматическая загрузка плоских и близких к равноразмерным асимметричных деталей в технологические машины и линии / И. В. Пузиков, Е. В. Пантиухина// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – № 10. – С. 513-522.

4. Васин, С. А. Основные направления проектирования механических дисковых бункерных загрузочных устройств для асимметричных деталей формы тел вращения / С. А. Васин, Е. В. Пантиухина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1. – С. 8–15. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_1\_8.

5. Давыдова, Е. В. Теоретические основы проектирования механических дисковых бункерных загрузочных устройств / Е. В. Давыдова, В. В. Прейс // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-1. – С. 10-20.

6. Дьякова, Э. В. Проектирование систем автоматической загрузки деталей формы тел вращения с асимметрией по торцам / Э. В. Дьякова, Е. В. Пантиухина // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте: сборник Материалов XVI Международной научно-технической конференции. – Вологда, 2022. – С. 31–38.

7. Пантиухина, Е. В. Методология комплексного подхода для оценки производительности механических дисковых бункерных загрузочных устройств / Е. В. Пантиухина // Материалы IV Международной научно-технической конференции. Научный редактор П.Д. Балакин. 2020. – С. 380-388.

8. Pantyukhina, E. V. Integrated approach methodology for evaluating the feed rate of mechanical disk hopper-feeding devices / E. V. Pantyukhina // IOP Conf. Series : Journal of Physics : Conference Series. – 2020. – Vol. 1546. – P. 012024.

9. Пантиухина, Е. В. Пассивное ориентирование деталей в механическом дисковом бункерном загрузочном устройстве с кольцевым ориентатором и радиальными пазами / Е. В. Пантиухина, В. В. Прейс, О. В. Пантиухин // Динамика систем, механизмов и машин. – 2020. – Т. 8. – № 2. – С. 73–83.

**Егорова Е.Д., Кузьменко Р.В., Дулевский Е.Р.**

**Научный руководитель: Сукачев А.И., ст. преп.**

**Воронежский государственный технологический университет,**

**г. Воронеж, Россия**

## **ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

В настоящее время все больше и больше компаний в различных отраслях применяют искусственный интеллект для автоматизации систем управления и проектирования технологических процессов. Представленный материал посвящён исследованию применения искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления.

Целью искусственного интеллекта (ИИ) является создание компьютерных систем, которые могут выполнять задачи, требующие интеллектуальных способностей, таких как распознавание образов, понимание языка, принятие решений в условиях неопределенности и т.д.

Среди наиболее перспективных направлений в области искусственного интеллекта можно выделить разработку экспертных систем (ЭС). Экспертные системы представляют собой компьютерные программы, которые используют базы знаний для принятия решений в конкретной области. Существует несколько типов экспертных систем, которые можно классифицировать в зависимости от способа работы и задач, которые они решают [5].

Одним из типов являются базовые системы. Они основаны на искусственном интеллекте и могут быть использованы в различных областях, таких как медицинская диагностика или финансовое планирование. Базовые системы обычно используют формализованные знания, которые были получены от экспертов в соответствующей области. Эти знания и правила затем программируются в систему, которая может использовать их для принятия решений.

Другой тип - системы, основанные на случайном выборе. Они используют статистические данные и алгоритмы, чтобы принимать решения. Эти системы могут использоваться для прогнозирования тенденций на рынке или для оценки рисков в инвестиционной деятельности. Системы, основанные на случайном выборе, обычно используются для решения задач, которые требуют большого числа переменных и факторов. Они могут также использоваться для

выявления скрытых паттернов и тенденций, которые могут быть неочевидными для человека.

Третий тип - гибридные системы, которые объединяют в себе несколько типов экспертных систем. Они могут быть использованы для решения более сложных задач, которые требуют интеграции различных методов и подходов. Гибридные системы могут использовать как формализованные знания, так и статистические данные, чтобы получить более точные результаты. Они могут также использовать различные методы машинного обучения для анализа данных и принятия решений [1,3].



Рис. 1 Классификация экспертных систем

В настоящее время, особое внимание уделяется динамическим экспертным системам, которые могут принимать решения в режиме реального времени.

Динамические экспертные системы содержат два дополнительных компонента по сравнению со статическими системами: подсистему моделирования внешнего мира и подсистему взаимодействия с внешним миром. Это позволяет управлять сложными процессами в режиме мониторинга, например, обнаруживать неисправности, диагностировать их, оптимизировать и планировать процесс [5].

Программный продукт G2 (Gensym, США) является лидером в области создания динамических экспертных систем реального времени. G2 — это объектно-ориентированная интегрированная среда для разработки и сопровождения приложений реального времени, использующих базы знаний.

Для построения открытых систем существуют различные библиотеки и стандартные интерфейсы. Например, библиотека стандартных интерфейсов и сервер GSI (G2 Standard Interface) используется для создания открытой системы G2. Библиотека GSI и так называемые G2 Bridge products позволяют легко интегрировать G2-приложение в существующие системы управления. При отсутствии в библиотеке GSI интерфейса к некоторому уникальному контроллеру не составляется особого труда запрограммировать его по представляемому шаблону на языке С и подключить к системе. Организация взаимодействия системы G2 с внешним миром показана на рис. 2 [2].

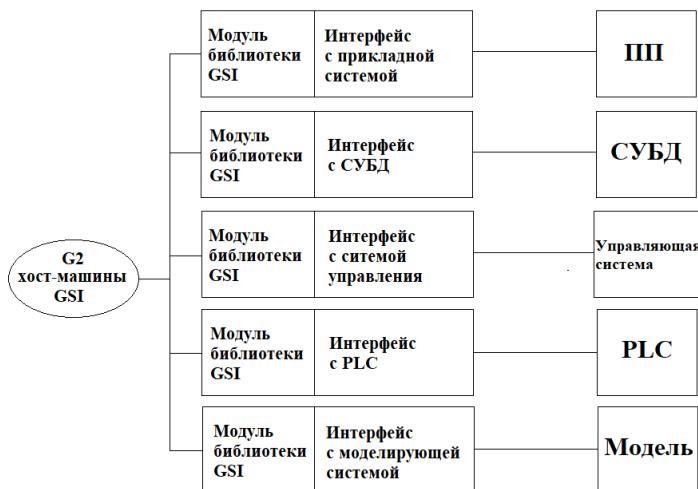


Рис. 2 Интерфейс G2 с внешним миром

В России система G2 широко применяется в радиоэлектронной области для разработки экспертных систем контроля, управления и моделирования сложных процессов. Эта система используется на ОАО "Радиоэлектронные технологии" в качестве платформы для создания интеллектуальной системы прогнозирования радиоразведки и радиоэкологической обстановки.

Апробация созданного прототипа системы управления при первых же испытаниях показала снижение времени анализа данных на 25%. Это означает, что система может существенно ускорить и упростить процесс принятия решений, связанных с радиоэлектронной разведкой, а также повысить точность прогнозирования радиоэкологической обстановки.

Таким образом, система G2 является мощным инструментом для создания экспертных систем в радиоэлектронной области и может применяться для решения различных задач, связанных с контролем, управлением и моделированием сложных процессов.

Использование ИИ позволяет повысить эффективность работы и снизить количество ошибок и затрат. Одной из ключевых задач в этой области является интеграция ИИ в системы управления и проектирования. Это позволяет создать более гибкие и адаптивные системы, которые могут быстро реагировать на изменения в производственных процессах и оптимизировать свою работу [4].

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ванзер, А. Искусственный интеллект и его применение в автоматизированных системах управления // Наука и техника. – 2018. – №8. – С. 32-39.
2. Иванова, Е. Влияние искусственного интеллекта на автоматизированные системы управления // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №4. – С. 119.
3. Крылов, А. Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления производством // Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. – 2019. – №4. – С. 65-71.
4. Мелкозеров, В. Использование искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления: преимущества и возможности // Автоматизация производства. – 2019. – №6. – С. 20-27.
5. Филатов, А. Искусственный интеллект и его роль в автоматизированных системах управления // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2019. – №2. – С. 71-78.

**УДК 658.81**

**Жигалова М.В.**

*Научный руководитель: Иванова И.В., канд. техн. наук, доц.  
Рыбинский государственный авиационный технический университет  
им. П.А. Соловьев, г. Рыбинск, Россия*

## **CRM-СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРОДАЖАМ**

В современном мире торговля распространена повсеместно. На рынках тут и там стоят палатки с различной провизией, в кофейнях на завтрак предлагают бодрящий кофе с круассаном, в мегамаркетах

можно найти товары на любой вкус, предприятия выпускают специализированные товары. И главное, что объединяет все эти места - клиенты. Главный вопрос состоит в том, что клиентов необходимо не только найти и заинтересовать, а также постараться убедить их приходить снова и снова. Каждый клиент требует к себе индивидуального подхода, поэтому необходимо иметь в своем арсенале различные методы для выстраивания долгосрочных взаимоотношений и максимального удовлетворения потребностей своих покупателей. Что поможет достичь успеха? Современные проблемы требуют современных решений. Все большие предприятий внедряют CRM-систему. Аббревиатура CRM расшифровывается как Customer Relationship Management, что дословно переводится как «управление взаимоотношениями с клиентами». Это современное программное обеспечение, которое позволяет практически полностью автоматизировать работу с клиентами, беря на себя рутинную работу по составлению документов, оповещении потенциальных потребителей и т.п. Также одной из самых важных функций является карточка клиента, в которой можно найти всю информацию о клиенте: от имени до последней купленной продукции, данные в карточке структурируются и в один клик можно узнать о платежеспособности клиента, его задолженностях, актуальных сделках, истории взаимодействия клиента с предприятием. Данные удобно хранятся на одном облачном сервисе, есть возможность интеграции с различными мессенджерами и электронной почтой, чтобы всегда быть на связи с клиентом. Для руководителя внедрение CRM-системы – это возможность в один клик получить необходимый ему отчет, будь это информация о конкретной сделке с важным клиентом или отчет о результатах работы менеджера по продажам. Все эти и многие другие функции позволят выстраивать долгосрочные отношения с клиентами, а также повысить производительность предприятия в целом [1]. После внедрения CRM-системы можно забыть о беготне из отдела в отдел, чтобы подписать очередной документ, CRM-система на основе шаблонов поможет сгенерировать многие документы (коммерческие предложения, контракты, счета на оплату, спецификации, отгрузочные документы), автоматически делать рассылку о различных скидках и акциях, основываясь на предпочтениях клиентах, напоминать о задолженностях и т.п. Например, сотрудники, которые работают «в полях» (торговые представители, риэлторы), могут не звонить в офис и диктовать оператору данные, а прямо на месте вносить их в CRM и не тратить время [2]. Также стоит отметить, что инновационная программа будет внедряться не только для сотрудников из отдела сбыта, но и для

сотрудников других отделов, что существенно повысит эффективность работы между отделами, позволяя быстро решать возникающие вопросы в один клик. Клиентская база – это самый важный актив любой компании, который требует грамотного управления не меньше, чем финансы. Ведь от качества и количества клиентов зависит ваша прибыльность [3]. Без CRM-системы у каждого сотрудника информация о клиентах будет хранится где попало: что-то будет хранится прямо в переписке с клиентами, что-то на рабочем столе компьютера, создавая этим хаос, что-то в печатном виде. Такой метод хранения информации имеет место быть, если сотрудник умеет работать с большим объемом информации, быстро ориентируется в различных ситуациях. Но все же необходимо стандартизировать работу сотрудников, иметь единые правила хранения информации о клиентах, в чем и поможет CRM-система. Как же будет происходить работа в CRM-системе? Разберем на примере.

На первом этапе менеджер получает заявку от клиента со списком наименований товаров, которые он желает приобрести. Как было написано выше, CRM-система может взаимодействовать с мессенджерами, электронной почтой и множеством других программ. Получается, что не важно, через с какой источник клиент отправил свой запрос, информация в любом случае появляется в его профиле CRM-системы. Игнорировать запрос не получится, т.к. программа постоянно будет отправлять напоминание о том, что заявка является неотвеченной. Менеджеру анализирует заявку, при необходимости связывается с клиентом, чтобы задать уточняющие вопросы и приступает к оформлению коммерческого предложения. Если клиента еще нет в базе данных, то в первую очередь менеджер запрашивает карточку предприятия потенциального клиента с полными реквизитами для регистрации карточки клиента.

Клиент получил коммерческое предложение и его все устроило? Можно приступить к следующему этапу. Первым делом необходимо составить контракт. Без CRM-системы менеджеру придется вручную переносить все реквизиты покупателя в документ. CRM-система упрощает этот процесс. Благодаря автоматизации менеджер просто нажимает на кнопку «Открыть заказ» в карточке клиента и программа сама генерирует документ, вставляя реквизиты по шаблону. Если контракт требует дополнительной проверки, то его через систему можно послать коммерческому директору для утверждения. Далее в контракте ставится электронная подпись и документ отправляется клиенту для ознакомления и подписания с его стороны. После согласования контракта с клиентом менеджер в той же карточке клиента

создает счет на оплату, основываясь на той продукции, который клиент желает приобрести. Менеджер получает уведомление о получении клиентом счета и ждет, когда на счет поступит сумма, после чего сотрудник уведомляет клиента о получении денежных средств и открывает заказ.

После того, как продукция была изготовлена (если товара не было на складе), клиент получает оповещение с данными товара, габаритами упаковки, а также информацию, где и когда он сможет забрать товар (если предприятие работает на условиях FCA). Или же у клиента запрашивается информация, куда ему доставить товар. После в карточке по той же схеме создаются отгрузочные документы, правда документы подписываются уже вручную, так как оригинал поедет вместе с товарами для подписания второй стороной и отправкой документов назад, и передается на подпись клиенту.. Как только все юридические моменты разрешены и продукция отгружена, сделка может считаться завершенной. Менеджер закрывает воронку продаж и отправляет ее в архив по данному клиенту. Архив нужен для введения статистики, также чтобы в случае чего быстро найти нужный документ, если возникли какие-то вопросы или клиент не доволен товаром.

В наше время CRM-системы для выстраивания долгосрочных взаимоотношений с клиентами должны обладать следующим функционалом:

1. Карточка клиента – в ней хранится вся информация о клиенте, которая может понадобиться менеджеру в процессе работы (ФИО клиента, наименование и информация о предприятии, адрес предприятия, банковские реквизиты, телефон, e-mail)

Если все данные занесены, менеджер сможет формировать акции и скидки конкретно для данного клиента, в зависимости от профиля клиента, вносить данные по клиенту в документы одним нажатием кнопки, быстро находить клиента в поиске.

2. Интеграция – важно, чтобы CRM-система интегрировала с сайтом предприятия, телефонами сотрудников, социальными сетями, мессенджерами, e-mail почтой. Интеграция позволит автоматизировать бизнес-процессы, не будет допускать потери клиентов из-за пропущенного звонка.

3. Стабильность продаж – позволит прогнозировать и планировать продажи, анализировать определенные клиентские сегменты и контролировать результативность продаж по каждому из клиентов.

4. Прозрачность продаж – позволит видеть на любом этапе сделки видеть, сколько средств находится в отчетных документах, сколько процентов от плана продаж уже выполнены и т.п.

5. Аналитика – данная функция позволит получить статистику о воронке продаж, анализе звонков и каналов связи, эффективности менеджеров, данных по текущим продажам.

Подводя итог, стоит сказать о преимуществах и недостатках данной системы после внедрения.

Преимущества:

1. Улучшение коммуникаций внутри предприятия
2. Повышение качества и скорости достижения бизнес-результатов.
3. Повышение эффективности обслуживания клиентов.
4. Увеличение времени на общение с клиентом и решения возникающих вопросов.
5. Рост числа потенциальных клиентов.
6. Повышение имиджа компании.
7. Более быстрое закрытие сделок.
8. Повышение мотивации сотрудников к работе и общей удовлетворенности.
9. Автоматизация многих процессов [4].

Недостатки:

1. Отсутствие понимания, для чего нужна CRM-система на предприятии.
2. Большие затраты на внедрение системы и обучение сотрудников.
3. Безопасность. Если злоумышленникам удастся взломать профиль менеджера, он получит все данные о клиентах и сделках.

Каждое предприятие само должно решать, внедрять данную систему или нет. Но в наше время, в век информационных технологий, необходимо приспособливаться, стараясь идти в ногу со временем. Тем более, что это принесет практически одну пользу предприятию.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пейн, Э. Руководство по CRM. Путь к совершенствованию менеджмента клиентов / Э. Пейн – М.: Гревцов Паблишер, 2010. – 344 с.
2. Кинзябулатов, Р. CRM. Подробно и по делу / Р. Кинзябулатов – М.: Издательские решения, 2015. – 267 с.
3. Рязанцев, А.А. Как внедрить CRM-систему за 50 дней / А.А. Рязанцев – М.: Книжкин дом, 2017. – 161 с.
4. Лещёв, В. А. Эффективность применения CRM-системы / В. А. Лещёв. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 12 (116). — С. 165-168.

**Жигулин В.И.**

**Научный руководитель: Шумилов К.А., канд. техн. наук, доц.**  
**Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный**  
**университет, г. Санкт-Петербург, Россия**

## **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФИЛЬТРОВ В СЛОЯХ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ТОЧНОСТЬ МОДЕЛИ**

В данной работе представлены результаты анализа зависимости точности модели от количества фильтров в слоях сверточной нейронной сети [1-3] для распознавания изображений с использованием возможностей высокоуровневого языка программирования Python [4]. Использована библиотека TensorFlow [5], которая позволяет реализовывать нейронные сети и глубокие нейронные сети, а также высокоуровневый API – Keras [6, 7].

В данной работе было решено проверить как количество фильтров в выбранных слоях влияет на итоговую точность модели. Для первого примера было решено взять количество фильтров для каждого слоя из подобранных в тестовой модели (как опорную точку). Дальнейшие варианты были выбраны на основе параметров первого теста. В результате были получены данные представленные в таблице 1.

Таблица – Зависимость точности от количества фильтров

№	Количество фильтров в слоях, шт.	Точность, %	Среднее время на эпоху, сек.
1	32 – 64 – 64 – 128 – 256 – 128	81.3	150
2	32 – 32 – 32 – 32 – 32 – 32	75.43	106
3	64 – 64 – 64 – 64 – 64 – 64	81.67	183
4	128 – 128 – 128 – 128 – 128 – 128	83.52	426
5	256 – 256 – 256 – 256 – 256 – 256	83.48	1069
6	128 – 256 – 128 – 64 – 64 – 32	84.19	598
7	32 – 32 – 64 – 64 – 128 – 128	80.45	99

Обучение происходило на ЭВМ со следующими параметрами:

- Процессор AMD Ryzen 5 4600H 6x3.0 ГГц.
- Встроенное графическое ядро AMD Radeon Graphics.
- Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) 16 ГБ.

В результате можем выделить вариант 6 с самым высоким процентом точности в 84.19 %. Но во время тестов была замечена одна особенность. При большой размерности всех фильтров в 256 штук в 5

тесте, время, затрачиваемое на каждую эпоху, составляло примерно 1000 секунд, в то время, как в первом тесте на каждую эпоху уходило всего по 150 секунд. В тесте 6, с наибольшей итоговой точностью, время, затраченное на эпоху было равно 600 секундам. Самое малое количество затрачиваемого времени на эпоху показали варианты 2 и 7 с 106 с. и 99 с. на эпоху соответственно. Но данные варианты также показали наименьшую точность из всех рассмотренных.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что даже если при больших фильтрах в слоях получаем выше точность, то теряем значительно во времени обучения модели. В итоге пользователю, в зависимости от поставленной задачи, необходимо принять решение стоит ли ему тратить лишние часы на обучение ради прибавки в пару процентов к точности модели или приоритет скорости обучения преобладает над итоговой точностью.

Стоит отметить, что соотношение количества слоев и их параметров необходимо подбирать для каждой модели отдельно, т.к. для разных задач в распознавании изображений наиболее «успешное» соотношение будет разное.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кострюкова М.И. Распознавание цветных изображений с использованием рекуррентных нейронных сетей в сравнении со сверточными нейронными сетями / М.И. Кострюкова, Н.М. Новикова // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж. Общество с ограниченной ответственностью "Вэлборн". 2022. С. 537-543.
2. Багаев И.И. Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля Tensorflow // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2020. Том 8. № 1. С. 15-22.
3. Vershinina E.V. Video image analysis methods that use convolutional neural networks // Languages in professional communication. Урал. ООО «Издательский Дом «Ажур». 2021. С. 388-394.
4. Документация: Python 3.8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 11.01.2022)
5. Документация: TensorFlow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tensorflow.org/api\\_docs](https://www.tensorflow.org/api_docs) (дата обращения: 07.04.2022)

6. Документация: Keras [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://keras.io/> (дата обращения: 07.04.2022)

7. Рубин В.А. Применение рекуррентных нейронных сетей с Keras для моделирования пользовательской активности в сети интернет // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XXIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов. Гомель. Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины. 2020. С. 53-54.

**УДК 004.032.26**

**Жигулин В.И.**

**Научный руководитель: Шумилов К.А., канд. техн. наук, доц.**  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет, г. Санкт-Петербург, Россия

## **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ТОЧНОСТЬ МОДЕЛИ**

В данной работе представлены результаты анализа зависимости точности модели от количества эпох обучения сверточной нейронной сети [1-3] для распознавания изображений с использованием возможностей высокоуровневого языка программирования Python [4]. Использована библиотека TensorFlow [5], которая позволяет реализовывать нейронные сети и глубокие нейронные сети, а также высокоуровневый API – Keras [6, 7].

В данной работе было решено проверить как количество эпох обучения влияет на итоговую точность модели.

Было решено провести 6 тестов начиная с небольшого количества эпох, а именно 5, далее значение было увеличено поочередно до 10, 25, 50, 100 эпох и в завершении было выбрано значительное число в 200 эпох. Помимо этого, также представлено общее время обучения для каждого теста. В итоге были получены результаты, продемонстрированные в таблице 1.

Таблица – Зависимость точности от количества эпох обучения

№	Количество эпох, шт.	Точность, %	Общее время обучения, сек.
1	5	71.44	780
2	10	80.13	1642
3	25	82.62	4083

4	50	84.64	6861
5	100	85.42	16793
6	200	86.05	29976

Обучение происходило на ЭВМ со следующими параметрами:

- Процессор AMD Ryzen 5 4600H 6x3.0 ГГц.
- Встроенное графическое ядро AMD Radeon Graphics.
- Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) 16 ГБ.

В результате можно отметить существенный рост точности тестовой модели в диапазоне от 5 до 50 эпох обучения. В данном случае при обучении в течении 50 эпох было затрачено 1,9 часа (данное значение можно значительно уменьшить при выборе более производительного ЭВМ для обучения).

При переходе от 50 эпох до 100 эпох прирост к точности составил уже всего 0,78%, но при этом количество времени, затраченное на обучение, увеличилось на 2,76 часа. При следующем переходе разница еще значительнее.

Из вышесказанного можно сделать выводы, что при большем количестве эпох обучения нейронной сети получаем большую точность модели (при условии, что модель изначально давала результаты). Но также стоит отметить, что после определенного количества эпох становиться нецелесообразно повышать их количество в связи со значительным повышением общего времени на обучение модели в погоне за незначительной прибавкой к точности (за исключением моментов, когда нам необходима максимальная возможная точность работы обученной модели) и повышением вероятности переобучения самой модели.

В итоге пользователю, в зависимости от поставленной задачи, необходимо принять решение стоит ли ему тратить лишние часы на обучение ради прибавки в пару процентов (или еще меньше) к точности модели или приоритет скорости обучения преобладает над итоговой точностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кострюкова М.И. Распознавание цветных изображений с использованием рекуррентных нейронных сетей в сравнении со сверточными нейронными сетями / М.И. Кострюкова, Н.М. Новикова // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж. Общество с ограниченной ответственностью "Вэлборн". 2022. С. 537-543.

2. Багаев И.И. Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля Tensorflow // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2020. Том 8. № 1. С. 15-22.
3. Vershinina E.V. Video image analysis methods that use convolutional neural networks // Languages in professional communication. Урал. ООО «Издательский Дом «Ажур». 2021. С. 388-394.
4. Документация: Python 3.8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 11.01.2022)
5. Документация: TensorFlow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tensorflow.org/api\\_docs](https://www.tensorflow.org/api_docs) (дата обращения: 07.04.2022)
6. Документация: Keras [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://keras.io/> (дата обращения: 07.04.2022)
7. Рубин В.А. Применение рекуррентных нейронных сетей с Keras для моделирования пользовательской активности в сети интернет // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XXIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов. Гомель. Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины. 2020. С. 53-54.

**УДК 004.032.26**

**Жигулин В.И.**

**Научный руководитель: Шумилов К.А., канд. техн. наук, доц.**  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет, г. Санкт-Петербург, Россия

## **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ В МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ТОЧНОСТЬ МОДЕЛИ**

В данной работе представлены результаты анализа зависимости точности модели от количества фильтров в слоях сверточной нейронной сети [1-3] для распознавания изображений с использованием возможностей высокоуровневого языка программирования Python [4]. Использована библиотека TensorFlow [5], которая позволяет реализовывать нейронные сети и глубокие нейронные сети, а также высокоуровневый API – Keras [6, 7].

В данной работе было решено проверить как количество слоев влияет на итоговую точность модели. Было решено взять фильтр в 32 единицы в каждом слое и проверить влияние количества слоев на итоговую точность, начиная с двух слоев и заканчивая шестью. Обучение происходило в течении 5 эпох и было зафиксировано среднее время обучения на эпоху. В результате были получены данные представленные в таблице 1.

Таблица – Зависимость точности от количества слоев

№	Количество слоев, шт.	Точность, %	Среднее время обучения, сек.
1	2	64.39	72
2	3	67.8	84
3	4	71.86	88
4	5	72.18	76
5	6	65.85	77

Обучение происходило на ЭВМ со следующими параметрами:

- Процессор AMD Ryzen 5 4600H 6x3.0 ГГц.
- Встроенное графическое ядро AMD Radeon Graphics.
- Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) 16 ГБ.

В результате можем отметить тест 5, в котором получилась самая высокая точность в 72.86%. Следующий по точности тест получился с 4 слоями, но при этом в данном тесте получилось наивысшее среднее время, затраченное на эпоху в 88 с.

Тест 1 с 2-мя слоями показал примерно такую же точность и среднее время, как и тест 5 с 6-ю слоями.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что простое увеличение количества слоев не всегда дает положительный результат. Точнее говоря, в какой-то момент модель начнет терять в точности если просто добавлять новые слои.

В построении каждой модели необходимо долго экспериментировать, подбирая количество слоев и их параметры для обучения. В зависимости от поставленной задачи и от минимальных требований к итоговой точности, необходимо искать баланс между самой точностью и общим затрачиваемым временем на обучение итоговой модели.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кострюкова М.И. Распознавание цветных изображений с использованием рекуррентных нейронных сетей в сравнении со

сверточными нейронными сетями / М.И. Кострюкова, Н.М. Новикова // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж. Общество с ограниченной ответственностью "Вэлборн". 2022. С. 537-543.

2. Багаев И.И. Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля Tensorflow // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2020. Том 8. № 1. С. 15-22.

3. Vershinina E.V. Video image analysis methods that use convolutional neural networks // Languages in professional communication. Урал. ООО «Издательский Дом «Ажур». 2021. С. 388-394.

4. Документация: Python 3.8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 11.01.2022)

5. Документация: TensorFlow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tensorflow.org/api\\_docs](https://www.tensorflow.org/api_docs) (дата обращения: 07.04.2022)

6. Документация: Keras [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://keras.io/> (дата обращения: 07.04.2022)

7. Рубин В.А. Применение рекуррентных нейронных сетей с Keras для моделирования пользовательской активности в сети интернет // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XXIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов. Гомель. Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины. 2020. С. 53-54.

## **УДК 654.09**

**Забельский Д.С.**

**Научный руководитель: Сибирцева Н.Б., ст. преп.**

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SMATH STUDIO, КАК АНАЛОГА МАТНСАД, ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНОЙ САУ**

Теория автоматического управления является одной из основных наук, которые занимаются исследованием процессов и систем, в

которых происходят изменения и регулирование в определенных условиях. Она исследует методы и средства автоматизации процессов, их моделирования, анализа, управления и оптимизации.

Теория автоматического управления является составной частью системного подхода. Она стремится установить с помощью математических выражений и алгоритмов закономерности и зависимости, которые наблюдаются в процессах управления и возможных воздействиях на эти процессы. При этом во многих случаях теория автоматического управления использует моделирование реальных процессов в виде математических моделей.

Система управления — это объединение технических и программных средств, рассчитанных на решение комплексных задач по управлению процессами, объектами и производством. Системы управления могут быть программными или аппаратными, а также комбинированными [1].

Основные функции систем управления классифицируются на несколько типов:

1. Управление открытыми системами.
2. Управление закрытыми системами.
3. Управление гибридными системами.

Управление открытыми системами основывается на работе с внешними источниками информации. И внешними средствами управления. Более формальные определения понятия открытой системы можно найти в специальной литературе.

Управление закрытыми системами, наоборот, ориентировано на работу с кругом процессов и функций, проходящих внутри системы, управляемой определенными правилами.

Управление гибридными системами, в свою очередь, объединяет элементы первых двух подходов и выполняется по правилам, соответствующим задачам управления конкретной системой [2].

С введением санкций, у студентов пропал доступ к таким программным продуктам, как Mathcad и Matlab, в которых они могли проводить анализ устойчивости линейных систем автоматического управления, но есть аналог, от русского производителя, программный пакет Smath Studio.

Например, для анализа устойчивости можно использовать критерий устойчивости Найквиста. В отличие от критериев Гурвица и Михайлова, которые основаны на анализе характеристического уравнения системы, критерий Найквиста позволяет судить об устойчивости системы по амплитудно-фазовой характеристике разомкнутого контура системы. В этом заключается существенное

преимущество критерия, так как построение амплитудно-фазовой характеристики разомкнутого контура для большинства реальных систем оказывается проще, чем построение годографа Михайлова. Особенно упрощается это построение для одноконтурных систем, состоящих из типовых звеньев. А в тех случаях, когда неизвестно математическое описание одного или нескольких конструктивных элементов системы и оценка их свойств возможна только путем экспериментального определения частотных характеристик, критерий Найквиста является единственно пригодным.

Основная формулировка критерия Найквиста заключается в том, что автоматическая система управления устойчива, если амплитудно-фазовая характеристика  $W(j\omega)$  разомкнутого контура не охватывает точку с координатами  $(-1; j0)$ . Эта формулировка справедлива для систем, которые в разомкнутом состоянии устойчивы. Таковыми являются большинство реальных систем, состоящих из устойчивых элементов [3].

Оценим устойчивость системы автоматической стабилизации напряжения генератора с передаточной функцией разомкнутой системы:

$$W_p(p) = \frac{K}{(T_1 \cdot p + 1) \cdot (T_2 \cdot p + 1) \cdot (T_3 \cdot p + 1)} \quad (1)$$

Параметрах системы:  $T_1 = 2$ ,  $T_2 = 0,5$ ,  $T_3 = 0,1$ ,  $K = 20$ .

Для анализа устойчивости системы по критерию Найквиста требуется построить КЧХ разомкнутой системы.

$U(\omega) = \operatorname{Re}(W_p(p))$  – действительная часть КЧХ разомкнутой системы.

$V(\omega) = \operatorname{Im}(W_p(p))$  – мнимая часть КЧХ разомкнутой системы.

Построим годограф разомкнутой системы:

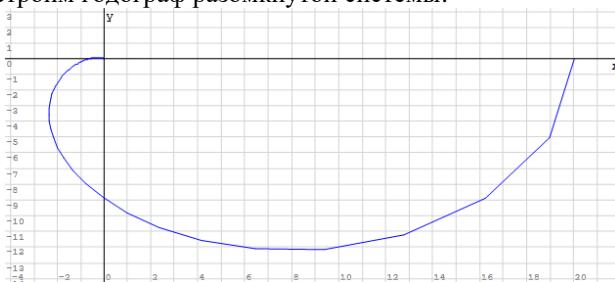


Рис. 1 Годограф разомкнутой системы

Из графика видно, что КЧХ разомкнутой системы не охватывает точку с координатами  $(-1; j0)$ , следовательно система будет устойчива

с заданными коэффициентами усиления, и останется устойчивой, до тех пор, пока К не достигнет предельного значения на критической частоте.

Оценим устойчивость замкнутой системы, при параметрах системы:  $T_1 = 0,8$ ,  $T_2 = 1,625$ ,  $k_1 = 1$ ,  $k_2 = 0,375$

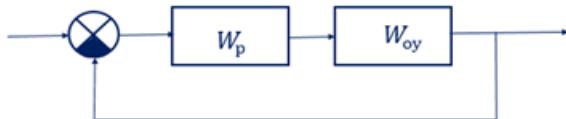


Рис. 2 Функциональная схема САУ

$$W_p(p) = \frac{k_1 \cdot (T_1 \cdot p)}{T_1 \cdot p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{oy}(p) = \frac{1}{p^2 + T_2 \cdot p + k_2}, \quad (3)$$

$$W_{pc}(p) = W_p(p) \cdot W_{oy}(p), \quad (4)$$

где  $W_p$  – передаточная функция регулятора,  $W_{oy}$  – передаточная функция объекта управления,  $W_{pc}$  – передаточная функция разомкнутой системы.

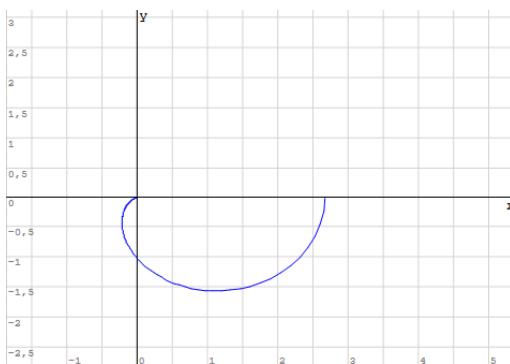


Рис. 3 Годограф замкнутой системы

Из графика видно, что КЧХ разомкнутой системы не охватывает точку с координатами  $(-1; j0)$ , следовательно система будет устойчива с заданными коэффициентами усиления.

Таким образом, теория автоматического управления – это мощный инструмент, который широко применяется в различных областях науки, техники и производства для повышения эффективности, надежности и безопасности процессов и систем [4]. Особое значение она имеет в современных производственных системах, где она применяется для

повышения производительности, оптимизации используемых ресурсов и снижения издержек.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов Д.Н., Терехов В.Н., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах. Учебное пособие. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета. 2001. – С. 244.
2. Алексеев А.С., Антропов А.А., Гончаров В.И., Замятин С.В., Рудницкий В.А. Вещественный интерполяционный метод в задачах автоматического управления. – Томск: Изд-во ТПУ, 008. – 217 с.
3. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учебное пособие: часть 1, Белгород, Изд-во БГТУ, 2005. – 199с.
4. Умрихин Ю. Д. Адаптивное управление и эффективность сети связи с централизованным контролем и принятием решения. Сборник «Информационные сети и их структура». М.: Наука. 1976 – С. 34-69.

**УДК 69.04**

*Зверевицков А.М., Пантиухин А.А., Егоров А.В.*

*Научный руководитель: Сунцов А.С., канд. техн. наук, доц.*

*Ижевский государственный технический университет*

*имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия*

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В современном мире монолитное строительство занимает особое место благодаря своей прочности и долговечности. Однако, этот процесс может быть долгим и трудоемким, требующим большого количества ресурсов. Именно поэтому, использование автоматизированных систем проектирования становится неотъемлемой частью процесса возведения монолитных зданий и сооружений. [1]

Одним из способов оптимизации и ускорения процесса монолитного строительства является использование автоматизированных систем проектирования. По мнению Л. Бриско и Р. Канаута (2015), автоматизация проектирования монолитных конструкций может значительно сократить время проектирования,

повысить его качество, а также уменьшить количество ошибок и снизить затраты на проектирование. [2]

Однако, использование автоматизированных систем проектирования также может представлять определенные сложности. Как отмечают С. Архипов и А. Литвинов (2019), внедрение новых технологий и программ может потребовать дополнительных инвестиций в обучение персонала, а также требовать дополнительных ресурсов для настройки системы.

Учитывая актуальность данной темы, рассмотрим подробнее, как автоматизированные системы проектирования могут быть использованы в монолитном строительстве, какие преимущества они предоставляют и какие инструменты могут использоваться.

Одним из главных преимуществ является значительное ускорение процесса проектирования, а также повышение его качества. Системы автоматизированного проектирования позволяют быстрее и точнее создавать модели монолитных конструкций, а также осуществлять проверку их прочности и устойчивости. [3]

Кроме того, автоматизированные системы проектирования позволяют сократить количество ошибок, связанных с человеческим фактором, что в свою очередь уменьшает количество отклонений от проектной документации и повышает безопасность в процессе возведения зданий и сооружений.

Рассмотрим несколько примеров автоматизированных систем проектирования при возведении монолитных строительных конструкций:

Разработка метода автоматического подбора армирования монолитных конструкций скриптом Dynamo по результатам расчетных усилий из программного комплекса Robot Structural Analysis является важной задачей для оптимизации процесса проектирования и повышения эффективности конструкций.

Основная идея данного подхода заключается в автоматизации процесса выбора оптимального армирования на основе результатов расчетных усилий, полученных из программного комплекса Robot Structural Analysis. Вместо ручного подбора и анализа арматурных параметров, разработанный скрипт Dynamo позволяет выполнять эту задачу автоматически и более эффективно.

Выделим следующие шаги для реализации скрипта:

Алгоритм подбора: Разработка алгоритма подбора армирования, который будет автоматически настраивать параметры армирования на основе загруженных данных и требований проекта.

**Начало → Импорт исходных данных из robot structural analysis → Анализ исходных данных из robot structural analysis → Нахождение необходимых колонн по полученным параметрам → Создание линий и точек в пределах контура колонн для размещения арматурных каркасов → Нахождение или создание арматурного каркаса колонны → Генерация арматурных каркасов по исходным точкам → Конец**

Путем разработки и реализации алгоритмов и правил для автоматического подбора армирования, скрипты Dynamo способны оптимизировать конструкцию с учетом требований прочности, жесткости и экономической эффективности. Это позволяет проектировщикам быстрее и точнее подбирать армирование, снижая затраты на ручной труд и повышая надежность и качество конструкции.

В качестве примера автоматизированной системы проектирования можно привести метод автоматического учета обрези арматурных стержней при проектировании монолитных железобетонных конструкций с использованием плагина, разработанного на базе программного обеспечения Autodesk Revit. [4]

Работа плагина заключается в оптимизации использования арматурных стержней на строительной площадке путем автоматического учета обрези согласно стандартной таблице длин. Кроме того, он использует обрезки, оставшиеся после нарезки основных стержней, для изготовления других деталей.

Процесс проектирования состоит в ручном армировании конструкции отдельными стержнями. Затем, используя встроенные возможности Autodesk Revit, создается спецификация на монолитную конструкцию. Работа плагина включает следующие этапы:

1. Анализ длины, диаметра и шага арматурных стержней в конструкции и предложение вариантов изменения длины стержней с учетом стандартной таблицы длин и длины нахлеста стержней друг на друга, а также анкеровки в бетон. Плагин также учитывает остатки у каждой позиции и предлагает варианты изменения длины, а также изготовления арматурных изделий из остатков.

2. Проектировщик анализирует предложенные плагином варианты и вносит необходимые корректировки. Он может согласиться с предложенным вариантом или выбрать другие параметры для каждой позиции арматуры.

3. Плагин корректирует длины изделий с учетом стандартов и корректировок, внесенных проектировщиком, и генерирует окончательную спецификацию, учитывая длину и использование обрезков от других позиций.

Таким образом, плагин вносит значительную автоматизацию и оптимизацию в процесс проектирования монолитных железобетонных конструкций, позволяя более эффективно использовать арматурные материалы и упрощать процедуру армирования.

Несомненным преимуществом автоматизации объемов обратной засыпки и гидроизоляции является возможность отслеживания данных в СОД, что в свою очередь позволяет оптимизировать процессы реализации и контроля проекта. Особенно важна данная метода для работников отдела КР и ПОС, работающие с цифровыми моделями зданий и сооружений, а также с моделями местности и топографией [5].

Помимо этого, автоматизация подсчета объемов обратной засыпки и гидроизоляции позволяет сокращать сроки проектирования, особенно это касается на стадии составления ведомости объемов работ для раздела КР. Целостность и единство модели со всеми прилагающими элементами местности, конструкций, элементов и их связности между собой благополучно сопутствует отслеживанию ошибок и дефектов информационной модели. [6]

Для упрощения всего вышеизложенного, рассмотрим возможности, которые предоставляет автоматизация устройства обратной засыпки и гидроизоляции за счет разработки дополнительного модуля для программного комплекса Revit для проектирования:

Для автоматизации подсчета и моделирования обратной засыпки необходимо использование дополнительный модуля, встраиваемого в Autodesk Revit. Основной принцип работы данного модуля можно разделить на несколько этапов:

I. Для подготовительного этапа необходимо загрузить с существующей модели топографию или смоделировать планировку на месте. Данная топография будет основой для привязки обратной засыпки к существующей модели.

II. Основной этап включает в себя следующую последовательность:

1. Создание проектировщиком контура основания засыпки по периметру фундаментов, основываясь на сводах правил и технических регламентах.

2. Установка углов откоса для каждого отрезка контура засыпки, зависящих от земляного пласта и уровня привязки, чем служат основание фундамента и загруженная топография.

3. Модуль выдает модель контекстной формы, из которогочитываются элементы, попадающие в область созданной засыпки.

Таким образом создание полноценной модели обратной засыпки дает возможность автоматизированного подсчета и создание

спецификаций под него, что собственно необходимо для ведомости объемов работ таких разделов как конструктивные и объемно-планировочные решения.

В данном исследовании были рассмотрены основные аспекты использования автоматизированных систем проектирования в монолитном строительстве. Были выявлены преимущества и рассмотрены примеры перспективы использования информационного моделирования в современном строительстве.

Одним из основных преимуществ использования автоматизированных систем проектирования в монолитном строительстве является повышение точности расчетов и ускорение процесса проектирования. Это позволяет сократить время на проектирование, а также снизить вероятность ошибок. [7]

Перспективы дальнейшего развития данной темы и направления будущих исследований связаны с развитием новых технологий и программных продуктов, которые позволяют улучшить точность расчетов и повысить эффективность использования автоматизированных систем проектирования в монолитном строительстве. Кроме того, также возможно исследование влияния использования автоматизированных систем проектирования на экономические показатели строительных проектов. [8]

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлева И.Ю., Лабунов А.В. Факторы, влияющие на перерасход арматуры при возведении монолитных конструкций // Вестник Евразийской науки, 2021 №1, <https://esj.today/PDF/20SAVN121.pdf>(доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
2. Васильев А.В., Васильева Н.А. Анализ данных в программном комплексе AUTODESK REVIT на примере сведений об арматуре в проекте раздела «конструкции железобетонные // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 1 (19). С. 104–108.
3. Малофеев В.В., Веригин Ю.А. Сравнительный анализ и оценка ПК AUTODESK REVIT при разработке армирования железобетонных конструкций // Ползуновский альманах. 2019. № 21. С. 117–122.
4. Вахрушев Д.А., Якушев Н.М., Манохин П.Е. Применение BIM-технологий в проектировании промышленных зданий // Сборник

научных трудов по материалам XXX Международной научно-практической конференции, 16 марта 2021 года, г.-к. Анапа. С. 9-14.

5. Папаскири, Т.В. Землеустроительное проектирование и землеустройство на основе автоматизации: проблемы и решения / Т.В. Папаскири // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. - 2015. - № 8. - С. 10-15.

6. Чегодаева, М.А. Информационная модель как основа современных проектных решений [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2017. – №10. – С. 108-111. – URL: <https://moluch.ru/archive/144/40482>.

7. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве: учебник / С. А. Синенко, В. М. Гинзбург, В. Н. Сапожников [и др.]. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 235 с. — ISBN 978-5-4487-0372-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79746.html>.

8. Кирнев, А. Д. Технология процессов в строительстве. Курсовое проектирование: учеб. пособие / А.Д. Кирнев, Г.В. Несветаев. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - 540 с.

9. Пеньковский Г.Ф. Основы информационных технологий и автоматизированного проектирования в строительстве. СПбГАСУ. СПб., 2008. 150 с.

**УДК 691.175.5/8**

**Землякова А.В.**

**Научный руководитель: Емельянов С.В., канд. хим. наук, доц.**

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

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ЭЛАСТОМЕРНОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО ОГАРКИ ПИРИТА**

Эластомерные полимерные материалы широко используются в различных отраслях промышленности благодаря их превосходной гибкости, упругости и долговечности. Однако существует растущая потребность в улучшении их функциональных свойств за счет включения таких добавок, как наполнители и армирующие добавки. Данная статья посвящена оптимизации состава эластомерных полимерных материалов, содержащих пиритные огарки. Пирит, природный минерал, содержащий сульфид железа, обладает

уникальными свойствами, которые могут быть полезны для повышения эксплуатационных характеристик эластомеров. В статье обсуждаются потенциальные преимущества, проблемы и стратегии оптимизации, связанные с внедрением пиритных огарков в эластомерные полимерные материалы [1].

Включение пирита в качестве наполнителя в эластомерные полимерные материалы дает ряд преимуществ, включая улучшенные механические свойства, повышенную термостойкость, электропроводность, экономическую эффективность, химическую стабильность и экологичность. Тщательно оптимизируя состав и решая проблемы, связанные с дисперсностью и совместимостью, исследователи и инженеры могут использовать потенциал пирита для разработки высокоэффективных эластомерных материалов для широкого спектра применений.

Включение пиритных огарков в эластомерные полимерные материалы может привести к нескольким улучшениям их свойств. Эти усовершенствования объясняются уникальными характеристиками и взаимодействиями между частицами пирита и полимерной матрицей. Вот некоторые ключевые улучшения, наблюдаемые при использовании пиритных огарков.

*Механическая прочность и армирование.* Частицы пирита действуют как наполнители и укрепляют эластомерную матрицу, повышая механическую прочность и жесткость. Жесткая природа частиц пирита обеспечивает структурное усиление, что приводит к увеличению прочности на растяжение, модуля упругости и устойчивости к деформации. Такое армирование может быть особенно полезным в тех случаях, когда требуются высокие механические характеристики.

*Электропроводность.* Пирит обладает естественной электропроводностью, и включение пиритных огарков может придать эластомерному материалу лучшую электропроводность. Это свойство выгодно в приложениях, требующих рассеивания статического электричества или электропроводности, например, при производстве антистатических материалов или токопроводящих уплотнений и прокладок.

*Термостойкость.* Эластомерные материалы, содержащие частицы пирита, обладают улучшенной термостойкостью. Пирит имеет относительно высокую температуру плавления, которая действует как теплоотвод и помогает рассеивать тепло, снижая риск термической деструкции. Такая повышенная термостойкость позволяет

эластомерному материалу выдерживать более высокие температуры без существенной потери механических свойств.

*Износостойкость и абразивные свойства.* Наличие пиритных огарков может повысить износостойкость и абразивные свойства эластомерных материалов. Частицы пирита действуют как защитный барьер, уменьшая прямой контакт между поверхностью эластомера и внешними воздействиями. Это приводит к повышению износостойкости, продлевая срок службы и долговечность материала.

*Химическая стойкость.* Пирит химически стабилен и может повысить химическую стойкость эластомерных материалов. Включение пиритных огарков может обеспечить защитный барьер, уменьшающий проникновение химических или агрессивных веществ в полимерную матрицу. Это свойство повышает устойчивость материала к химическому разложению, что делает его пригодным для применения в суровых условиях или при воздействии агрессивных веществ.

*Снижение массы.* Пирит плотнее большинства полимерных материалов, и его включение в качестве наполнителя может привести к снижению массы эластомерного композита. Это свойство выгодно в тех областях применения, где требуется снижение массы, например, в автомобильной или аэрокосмической промышленности, поскольку оно может способствовать повышению топливной экономичности и общей производительности [5].

Стоит отметить, что на улучшение свойств эластомерных материалов влияют такие факторы, как уровень загрузки и дисперсность пиритных огарков, а также совместимость между наполнителем и полимерной матрицей. Достижение равномерной дисперсии и надлежащей межфазной адгезии между пиритными огарками и полимерной матрицей имеет решающее значение для максимизации преимуществ и оптимизации свойств композита [2].

В целом, включение пиритных огарков в эластомерные полимерные материалы обеспечивает целый ряд улучшений, включая повышенную механическую прочность, электропроводность, термическую стабильность, износостойкость, химическую стойкость и потенциальное снижение массы. Эти усовершенствования расширяют области применения эластомеров, делая их пригодными для широкого спектра отраслей промышленности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осовская И.И., Савина Е.В., Левич В.Е. Эластомеры: учебное пособие/ВШТЭСПбГУТД. СПб., 2016. – 126 с. ISBN 978-5-91646-085-8

2. Шашок, Ж. С. Технология эластомерных материалов. Ингредиенты резиновых смесей : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Ж. С. Шашок, Е. П. Усс. – Минск : БГТУ, 2019. – 111 с. ISBN 978-985-530-760-1.

3. Каблов, В.Ф. Теоретические основы переработки эластомеров, термо- и реактопластов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, В.Г. Кочетков; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3 МБ). – Волжский, 2018. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана. ISBN 978-5-9948-3098-7

4. Каблов В.Ф. Технология переработки полимеров: учебное пособие / В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, В.Г. Кочетков. Волгоград: ВолгГТУ.- 2018. 245 с.

5. Васильев, Б.Т. Проблемы использования пиритных огарков в СССР и за рубежом / Б.Т. Васильев, Л.А. Филонова / Обз. инф. Сер. 3 «Минеральные удобрения и серная кислота». – М.: НИИТЭХИМ, 1983. – 30 с.

6. ГОСТ 33120-2014.

**УДК 651.9**

**Иванова Т.С.**

**Научный руководитель: Валеева М.В., канд. соц. наук, доц.**  
Уральский государственный университет путей сообщения,  
г. Екатеринбург, Россия

## **ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА ОРГАНИЗАЦИЙ НА ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ**

Во время пандемии COVID-19 произошли значительные изменения в деятельности крупных и малых предприятий. Часть предприятий вовсе прекратила свою деятельность, был сокращен штат работников. Другая же часть предприятий перевела своих сотрудников на удаленный формат работы. Из-за этого возникли проблемы у дистанционных сотрудников при работе с документами, которые необходимо было решать.

В соответствии с Трудовым кодексом РФ, дистанционной (удаленной) работой является выполнение определенной трудовым договором трудовой функции вне места нахождения работодателя, его

филиала, представительства, иного обособленного структурного подразделения, вне стационарного рабочего места, территории или объекта, прямо или косвенно находящихся под контролем работодателя, при условии использования для выполнения данной трудовой функции и для осуществления взаимодействия между работодателем и работником по вопросам, связанным с ее выполнением, информационно-телекоммуникационных сетей, в том числе сети "Интернет", и сетей связи общего пользования [2].

Результативная организация процессов документирования и документооборота на предприятии в наше время является неотъемлемой потребностью. Переход на электронный документооборот очень выгодное решение со стороны организации, однако к этому переходу нужно подойти с умом и разобраться во всех тонкостях - особенно, что касается законодательства, нужно научить сотрудников работать в системе электронного документооборота или привлечь для этого сторонние организации, занимающие данной деятельностью.

Под электронным документооборотом в сфере трудовых отношений (далее - электронный документооборот) понимается создание, подписание, использование и хранение работодателем, работником или лицом, поступающим на работу, документов, связанных с работой, оформленных в электронном виде без дублирования на бумажном носителе (далее - электронные документы) [3].

Электронный документооборот помогает снизить затраты предприятия, если объем внутренней и внешней документации превышает несколько сотен документов в месяц.

Основные проблемы, которые возникают из-за отсутствия электронного документооборота при удалённой работе:

- составление и подпись бумажного документа;
- отправка контрагенту;
- получение по почте или через курьера;
- отправка подписанного бумажного документа назад;
- передача данного документа в бухгалтерию.

В период пандемии COVID-19 ЭДО проводили, учитывая общие правила для электронного документооборота. Среди главных условий для документооборота можно выделить следующее:

- наличие нужных реквизитов;
- точное соответствие форматам, которые утверждены законодательством;
- заверение с помощью подписей ответственных лиц.

Вовремя пандемии «Руспродсоюз» также хотел перевести в ЭДО документы, которые используются для работы с контрагентами: договоры поставки, протоколы разногласий и пр. Кроме того, предлагали отменить контроль путевых бумажных документов, а также сделать электронным процесс получения справок из налоговой и отправки документов в органы исполнительной власти. [4]

По словам Дмитрия Леонова зампреда правления «Руспродсоюза» перевод этих процессов в электронный режим снизит расходы на бумажные документы и исключит необходимость вывода на работу большого числа сотрудников, что благоприятно скажется на борьбе с пандемией. Это новшество даст толчок в усовершенствование работы с контрагентами, что благоприятно скажется на будущем.

Стоит отметить, что вовремя пандемии COVID-19 большой удар приняла на себя телекоммуникационная сфера. Из-за введенного карантина многих сотрудников перевели на удаленную работу в следствие чего многие россияне стали намного чаще использовать Интернет. Это увеличило нагрузку на телекоммуникационные сети.

Это время было подходящим для организаций, которые уже имели базу электронного документооборота, однако возникали трудности у организаций, которым только перестоял этот переход.

По опыту прошлых лет можно выделить наиболее важные причины развития и совершенствования системы электронного документооборота:

1. Доступ к информации в любое время и в любом месте.

Многие компании вне зависимости от сферы деятельности могут без ущерба перейти на удаленный формат работы. Если организации уже имеет оцифрованные документы в системе управления, что способствует значительному облегчению работы для сотрудников и быстрому результату для клиентов. Грамотно разработанная система электронного документооборота позволяет быстрому поиску больших объемов данных.

2. Эффективность электронной системы.

Безбумажная, то есть электронная система управления данными существенно повышает эффективность электронной системы. Станет невозможным потеря документа, имеющего очень важную для компании информацию где-то в кучи различных или случайно оставить в другом кабинете. Длительные поиски бумажной документации остаются в прошлом. Документ останется на своем месте и в мгновенном доступе.

3. Информационная безопасность.

Для бумажных документов защита информации от несанкционированного доступа (а, значит, угрозы от неправомерного использования, модификации, уничтожения и разглашения содержания документа) может быть обеспечена физической недоступностью документа (например, хранение в сейфе, в запираемом ящике стола и т. п.), фиксацией факта передачи документа в специальных учетных формах (передача под расписку), а также другими организационными мерами [1, с. 32].

Для электронных документов эта проблема решается использованием средств регламентации доступа пользователей и защиты от незаконного доступа к компьютерной технике. Отдельной проблемой является защита от компьютерных вирусов и хакерских атак. В целом в условиях применения электронных документов важно сочетать технические и организационные меры обеспечения информационной безопасности и защиты информации.

#### 4. Экономия.

При электронном документообороте уменьшаются затраты на общую канцелярию. Не нужно иметь большое количество места для хранения бумажных документов. Электронные документы значительно сократят финансы на введение бумажных документов и время самих специалистов по документообороту.

#### 5. Удобство и конфиденциальность.

В системе ЭДО легко контролировать статус документа. Также все документы находятся в защищенном доступе, каждый документ имеет свою кодировку, поэтому риск, что данные при отправке попадут злоумышленникам, а сам документ утеряться сведены почти к нулю.

К недостаткам электронного документооборота можно отнести:

– Потерю информации при сбоях программ или неполадок сервисов оператора ЭДО;

– Из-за партнеров, не перешедших на ЭДО, организации придется вести смешанный документооборот что может усложнить рабочие процессы и будет занимать намного больше времени;

– Хоть и ЭДО существенно экономит время у работников после его введения. Однако сам переход на электронный документооборот достаточно затратен: сначала нужно будет оплатить и подключить систему электронного документооборота, оформить электронные подписи, а после потратить время и средства на обучение сотрудников;

– Сложность адаптации сотрудников возрастной категории 50+ к цифровой форме взаимодействия, нужно будет создать новую систему адаптации для работников;

– Достаточно высокая стоимость на системы электронного документооборота.

Однако выбор подходящей СЭД очень непрост, потому что есть большая вероятность купить несоответствующий продукт или же заключить договор с некомпетентной компанией. Поэтому при принятии решения о покупке программы электронного документооборота необходимо учитывать ряд её характеристик:

1. Время работы производителя СЭД на российском рынке. Чтобы подстроиться под всемирное законодательство нужны годы практики внедрения подобных систем, долгой и плодотворной работы в данной отрасли;
2. Соответствие отраслевым стандартам;
3. Совместимость со структурой организации;
4. Вероятность дальнейшего сопровождения программного продукта;
5. Многофункциональность системы;
6. Уровень конфиденциальности;
7. Возможность резервного копирования данных;
8. Быстрота восстановления после сбоев в программе;
9. Постоянная поддержка со стороны разработчика.

Для принятия окончательного решения выбора компании для внедрения СЭД стоит проанализировать несколько различных вариантов, изучить систему и попробовать поработать в демоверсии.

Существует множество различных систем электронного документооборота, самыми популярными СЭД-решениями, которые предложены российскими и зарубежными вендорами, и информация о которых размещена в открытом доступе, являются: Comindware Business Application Platform; Directum; 1С:Документооборот; DocVision; ELMA; СЭД «ДЕЛО»; СЭД ТЕЗИС; ООО «Наудок»; СЭД "Е1 Евфрат"; Microsoft SharePoint [5].

Таким образом, условия пандемии COVID-19 были достаточно удачным временем для перевода организаций на электронный документооборот. Из-за введённых ограничений отсутствовала физическая коммуникация между сотрудниками контрагентами партнерами и поставщиками. Они все были вынуждены обмениваться документами онлайн, что является частью ЭДО. Именно в это время в организациях мог произойти тот самый переход и отказ от бумажных документов.

На сегодняшний день все большие организаций переходят на ЭДО с целью экономии времени сотрудников и более быстрого обмена

различной документацией и в дальнейшем эта тенденция будет только развиваться.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобылева М. П. Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. Вопросы теории и практики. «ТЕРМИКА», 2019. 59 с.
2. ТК РФ Статья 312.1. Общие положения: [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. URL:[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/adca37e8038a44ab5499c589bf6205dce6af12d6/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/adca37e8038a44ab5499c589bf6205dce6af12d6/) (Дата обращения: 26.02.2023).
3. ТК РФ Статья 22.1. Электронный документооборот в сфере трудовых отношений: [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/6dda95f9b6acf89a431a0737944b9443695b9df9/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/6dda95f9b6acf89a431a0737944b9443695b9df9/) (Дата обращения: 25.02.2023).
4. Еду избавляют от бумаги: [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4317204> (Дата обращения: 24.02.2023).
5. Топ 10 СЭД-систем для электронного документооборота 2023 года: [Электронный ресурс]. URL: <https://top10-sed.ru/> (Дата обращения: 24.02.2023).

**УДК 004.72**

*Казрятова В.А.*

*Научный руководитель: Староверова Н.А., канд. техн. наук, доц.  
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: СТЕНД В**

На сегодняшний день на производственных предприятиях крайне важен вопрос внедрения способов автоматизации передачи информационных потоков, что позволит получить упорядоченное представление данных и эффективное управление предприятием в целом.

Важнейшим шагом на пути создания информационной модели предприятия является грамотно составленная и внедренная вычислительная сеть, что позволит обеспечить бесперебойную передачу информации от отдельных частей производства для дальнейшего контроля и анализа предприятия.

Внедрение средств автоматизации обеспечивают значительный рост в производительности и эффективности работ, таким образом сокращая временные, трудовые и финансовые затраты.

Лабораторный стенд, имитирующий работу теплового узла, состоит из трех контуров: основного (первого), отопления (второго) и горячего водоснабжения (третьего).

Задачей основного контура является обеспечение нагрева теплоносителя и поддержание его заданной температуры. Контроль и установка значений необходимой температуры производится с помощью системы обработки информации (СОИ).

Второй контур – контур отопления – температура теплоносителя этого контура должна поддерживаться на постоянном уровне при различных внешних возмущениях.

Третий контур – контур, имитирующий горячее водоснабжение потребителей (ГВС) – является контуром, позволяющим вносить возмущение в установленный режим работы теплового узла в целом.

Режим работы лабораторного стенда – периодический, круглогодичный.

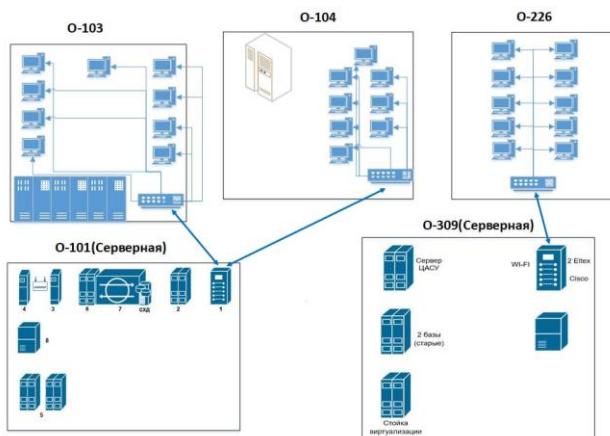


Рис. 1

На рисунке представлена схема вычислительной сети между учебными лабораториями корпуса «О» Казанского национального исследовательского технологического университета.

В учебной лаборатории представлен комплекс программно-технических средств на базе сетевого контроллера STARDOM FCN, включает в себя также 6 персональных компьютеров, связанных между собой локальной сетью. При работе и обучении в данной лаборатории студент получает возможность изучить не только состав Автоматизированной системы, но и понять принципы ее работы, получить навыки настройки различных приборов, научиться получать связь с контроллерами управления и защиты. Студенту предоставляется возможность углубленного изучения понятия «Человеко-машинный интерфейс».

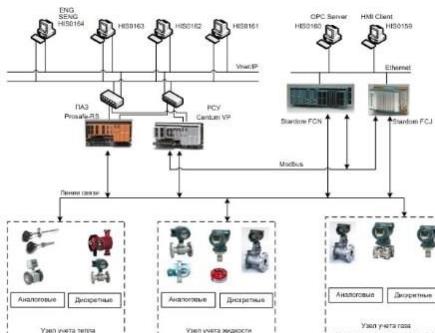


Рис. 2

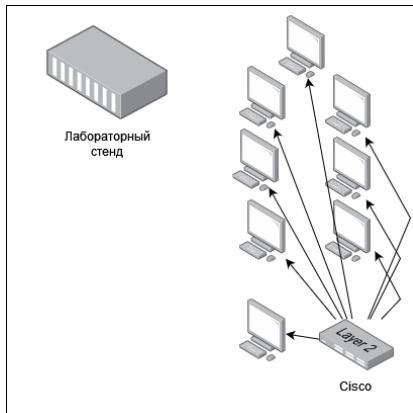


Рис. 3 Структурная схема лаборатории с установками, имитирующими работу узлов учета

На рисунке представлена структурная схема лаборатории с установками, имитирующими работу узлов учета.

Вычислительная сеть лаборатории представлена объединением шести персональных компьютеров с помощью управляемого коммутатора Cisco. В конфигурацию коммутатора также включены:

2 порта VLAN

1 порт RSPAN – данный порт позволяет сетевому администратору отслеживать и контролировать трафик из портов коммутатора, который может быть распределен на несколько физических коммутаторов.

1 порт с возможностью выхода в сеть Internet – данный порт используется для возможности выхода студентов в сеть при подключении к внутренним ресурсам университета. Наличие данного порта позволяет подключить дополнительный коммутатор к исходному и предоставить доступ в сеть нескольким ПК, что обуславливает необходимость RSPAN порта.

Данный коммутатор подключен к стойке коммутации в серверной О-101, следовательно дополнительных монтажных работ не требуется, необходимо лишь произвести настройку коммутатора с лаборатории и в серверной соответственно.

В рамках данной статьи был проведен анализ учебной лаборатории со стендом, имитирующим работу теплового узла, также был проведен анализ локальной вычислительной сети. По результатам этого анализа был разработан проект общей вычислительной сети между тремя лабораториями данного учебного корпуса, произведена настройка сетевого оборудования.

Внедрение средств автоматизации обеспечивают значительный рост в производительности и эффективности работ, таким образом сокращая временные, трудовые и финансовые затраты.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование автоматизированного производства и оборудования. Учебное пособие для ВУЗов. Кузнецов М.М. и др.- М.: Машиностроение, 1987г. – 480с.
2. Каталог компании Siemens “Компоненты систем комплексной автоматизации” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mall.industry.siemens.com>
3. Ягъяева Л.Т., Перухин М.Ю., Обади Абдулфаттах. Распределенная система управления, Вестник Казанского технологического университета, №9, 2013.

4. Э.Ю. Замалетдинова, В. Ю. Храмов Система управления производственными данными EXAQUANTUM Вестник технологического университета. 2015. Т.18, №24

5. Р. К. Нургалиев, А. А. Гайнуллина, Д. А. Рыжов Учебный программный комплекс «Автоматизированная система управления предприятием» Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №18

6. Нургалиев Р.К., Кузьмин В.В., Куликов Ю.А., Чупаев А.В., Галямов Р.Р., Гайнуллина А.А. , Лабораторный стенд для изучения систем автоматизации узлов коммерческого учета газообразных энергоносителей / Вестник технологического университета. 2013, т.16, в.1, с.197-199 (RINC, BAK)

**УДК 69.002.5**

*Катасонова А.А.*

*Научный руководитель: Овсянников С.И., канд. техн. наук, доц.*

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

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

В эпоху цифровых технологий появилась возможность значительно сократить время на разработку проектов, проработку дизайнерских решений, выполнение оптимизационных задач. Появились достаточно большое количество специальных программ, так называемых прикладных. Оценить удобство в работе, возможности в работе, оформлении отчетов с первого раза достаточно трудно. Поэтому зачастую приходится потратить достаточно много времени для опробования программ и определения возможности использования их в практической деятельности.

На рынке компьютерных программ по проектированию мебельных изделий на сегодняшний день имеется достаточно большой ассортимент. И однозначно с первого взгляда выбрать лучшую достаточно трудно.

Поэтому в данной статье представлен обзор компьютерных программ по проектированию корпусной мебели, дающий представление о возможностях программ, удобстве в работе, доступности в освоении.

Разработка проекта с использованием компьютерных программ является одним самый важный этап жизненного цикла мебельного

изделия. Проект модели изделия является основой для автоматизации проектных работ всех остальных этапов проектирования и изготовления изделия. Функциональность проектного модуля определяет класс продукции, которую может производить предприятие.

Большинство современных программ имеют несколько специальных блоков. Такие программы называют Системами автоматизированного проектирования или сокращенно САПР. Основными приложениями базовых САПР по проектированию корпусных мебельных изделий являются блок по разработке модели, блок формирования конструкторской документации, блок по проектированию раскроя плитных материалов, блок расчета стоимости изделия и т.п. Такой тип автоматизации известен как "точечная автоматизация" (точечное применение).

Основой функциональности САПР является модули проектирования, которые во многом определяют возможности всей CAD-системы. Ассоциативно восприятие модуля проектирования и работы с ними дают повод сделать первый выбор.

Наиболее распространенными на сегодняшний день являются такие программы, как PRO100, 3D-Constructor, Астра Конструктор Мебели, БАЗИС-Мебельщик.

Оценку целесообразно проводить по таким показателям.

Автоматизация проектной работы, заключающаяся в интуитивной помощи программы проектировщику, что позволит экономить время при выборе требуемых команд, переключение на иконки, что позволит повысить производительность проектных работы и улучшит их качество.

Возможности системы включают в себя разработку сложных компонентов и обеспечение точности изготовления отдельных деталей и изделий, учитывая специфику производства мебели и особенности производственного процесса, а также возможности геометрического моделирования.

Потребность в программном обеспечении: автоматизированное проектирование мебели является одной из наиболее сложных задач. Самостоятельное освоение всех функций программ не всегда возможно, и незнание основ не поможет значительно повысить продуктивность. В связи с этим, необходимо рассмотреть возможность предоставления квалифицированной технической поддержки и материалов для самостоятельного ознакомления, полноты и качества справочной информации.

**Долговечность:** инвестиции в автоматизацию проектирования мебельных изделий являются стратегическим направлением развития предприятий.

**Масштабируемость:** важная характеристика системы автоматизации, особенно для мебельных производителей. Приобретение специализированного программного обеспечения для проектирования мебели может быть дорогим и не всем предприятиям и частным лицам по карману. Кроме того, выбор правильной САПР может быть сложным, и не всегда гарантировано, что она решит все существующие проблемы. Поэтому многие мебельщики начинают с "частных решений", таких как дизайн или раскрой материалов, и постепенно расширяют систему до желаемого уровня. Это позволяет избежать реструктуризации рабочих мест во всех отделах предприятия, что может привести к нестабильности в течение определенного времени. Масштабируемость позволяет внедрять автоматизацию постепенно и расширять ее по мере необходимости.

**Открытость:** возможность обмена информацией между различными системами производственных отделов, таких как бухгалтерия, склад, системы управления станками с ЧПУ и т.д.

**Экономичность** оценивается по показателям эффективности использования САПР. Часто стоимость САПР не является основным показателем стоимости автоматизации проектирования изделия. Если производительность проектирования значительно повышается, то более дорогие САПР окупаются быстрее, чем более дешевые, но менее производительные. САПР - это система автоматизированного проектирования, которая используется в различных отраслях промышленности для создания и разработки изделий. Она позволяет сократить время и улучшить качество проектирования, а также облегчить обмен информацией между различными системами и подразделениями предприятия. Кроме того, использование САПР может значительно повысить эффективность работы предприятия и сократить затраты на проектирование.

При выборе САПР в мебельном производстве в первую очередь необходимо обращать внимание на комплексность решения для интеграции работ всех задействованных отделов. Комплексность должна быть приоритетнее всех других оценок. В настоящее время благодаря разнообразию САПР в мебельном производстве практически 100% предприятий имеют САПР отечественного производства.

Наибольшее распространение среди производителей корпусной мебели получила программа Базис-мебельщик. Удобная программа. Само слово «базис» подсказывает, что программа можем делать

заготовки каких-либо деталей или отдельных конструкций, которые в последующем станут конечным изделием. Программа предусматривает разработку модели изделия, автоматическую разработку технической документации, разработку карт раскroя плитных материалов, работу с бирками, разработку управляющих программ для станков с ЧПУ, выполнение автоматического расчета стоимости изделия. Приложение Салон позволяет еще в магазине вместе с заказчиком разработать состав и дизайн изделия. Автоматизированная функция трехмерного моделирования позволяет с легкостью создавать чертежи изделий, которые уже будут готовы к изготовлению (рис. 1).

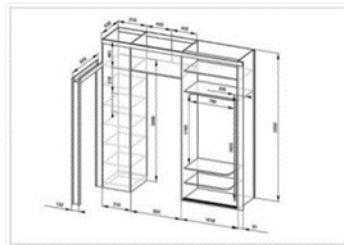


Рис. 1 Пример работы в программе Базис-мебельщик

В программе ОБЪЕМНИК производится не только проектирование мебели, но и дизайн интерьера любого уровня сложности. Для удобства в нее встроены функции расчета и раскroя (можно вводить вручную или автоматизировать) корпусной мебели, которые очень необходимы при производстве мебели (рис.2).



Рис. 2 Пример работы в программе Объемник

Программу T-FLEX используют на серийных производствах, где необходимо четкая организация технологических циклов. Программу можно применять при разработке моделей корпусной мебели, но

основное ее назначение – организация многофункциональных производственных задач.

Программа К3-Мебель является еще одним программным отечественным продуктом. С ее помощью разрабатываются проекты, прорабатывается дизайн, производится расчет стоимости заказа.

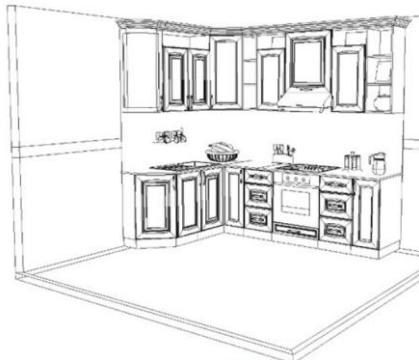


Рис. 3 Пример работы в программе К3-Мебель.

Исходя из этого можно сделать вывод, что САПР для проектирования мебели является основой стабильного развития мебельного производства, позволяющего значительно повысить производительность проектных работ и упростить производственные процессы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ovsyannikov S.I., Dyachenko V.Y. Wooden nano-composite materials and prospects of their application in wooden housing construction // Materials Science Forum, 2018. № 939 С. 583-588. doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.931.583
2. Руководство: компьютерные программы для проектирования мебельных изделий . [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mdm-complect.ru/adVICES/articles/sovremennye-sistemy-avtomatizirovannogo-konstruirovaniya-mebeli/oa>
3. Базис-софт. Официальный сайт . [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.bazissoft.ru>
4. ЗАО «Топ Системы». Официальный сайт . [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tflex.ru/>
5. Программа "Объемник - мебельное предприятие". Официальный сайт . [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mebelsoft.org/>

**Кирсанов К.О., Кошенский В.И.**

**Научный руководитель: Заргарян Ю.А., канд. техн. наук, доц.  
Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия**

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ «УМНОЙ» ОДЕЖДЫ**

В современном мире основной задачей инженерных решения является обеспечение безопасности людей, особенно на больших предприятиях, чья работа сопряжена с опасным производством и повышенной вероятностью производственного травматизма. На разработку различных систем безопасности тратится огромное количество сил, времени и средств, так как безопасность человеческих жизней является наивысшим приоритетом. Поэтому очень важно постоянно знать и фиксировать все физические показатели человека, работающего в опасной среде. В данном аспекте, самым эффективным способом измерять и контролировать состояние человека является применение специальной «умной» спецодежды, ввиду того, что она постоянно находится на сотруднике во время работы, а сделав её достаточно компактной и удобной, работнику будет более комфортно и безопасно вести свою деятельность. [1]

Современный ритм жизни человека диктует все новые требования к эргономичности и функциональности используемой одежды. Для заботы о здоровье, защиты от непогоды, удаленной работы с мобильными устройствами, разрабатываются особые – «умные» – материалы. Такие материалы могут распознавать показатели состояния здоровья человека, отслеживать погодные условия и адаптироваться к ним, передавать данные на электронные устройства. Согласно стратегии развития легкой промышленности на период до 2025 года и в ближайшие 10-15 лет именно такие умные материалы и изделия из них придут на смену привычным вещам.

Все интенсивнее развиваются и внедряются различные инновационные технологии. Разработка «умного» текстиля ведется уже не один десяток лет. Рынок «умного» текстиля значительно шагнул вперед за последнее время. Появилось множество всевозможных изделий. Существующий на данный момент широкий ассортимент материалов можно классифицировать по различным направлениям. В зависимости от степени развития «интеллектуальных» свойств материалы могут быть: пассивными, активными и «очень умными». Пассивный «умный» текстиль является материалом первого поколения. Изделия из такого материала способны получать данные об условиях

окружающей среды. Такой тип «умной» одежды содержит только сенсорные датчики. Такие датчики могут использоваться для электрокардиограммы (ЭКГ), электромиографии (ЭМГ) и электроэнцефалографии (ЭЭГ).

Активный «умный» текстиль представляет собой материал второго поколения. Одежда из такого материала содержит, помимо сенсоров, принимающих информацию, так же устройства ввода и оповещения. Устройства ввода могут включать в себя емкостные патчи, которые функционируют как кнопки, или ткани, чувствительные к форме, которые могут записывать движение или сгибание, давление, растяжение или сжатие [2].

Третье поколение материалов представляет «очень умный» текстиль. Изделия, изготовленные из такого материала, намного более прогрессивные. Они могут считывать различные данные, делать прогнозы, анализировать условия окружающей среды, а также подстраиваться под них. Такой тип «умной» одежды, благодаря встроенному микрокомпьютеру, работает подобно мозгу. Примерами одежды из материалов третьего поколения являются космические скафандры, спортивные куртки, музыкальные куртки, носимые компьютеры и так далее.

Главная проблема «умной одежды» сейчас состоит в том, что аккумуляторы и цифровые дисплеи пока что являются слишком тяжелыми и плохо гнутся. Вставлять их в одежду для каждодневной носки – задача не из простых. Электронные текстили получаются тяжелыми, неудобными или чересчур дорогими в производстве. [3]

«Умная» одежда – интеллектуальная одежда, в которую встроена электроника: провода, элементы питания, датчики обработки и приёма-передачи данных или сигналов на смартфон, компьютер или сервер. Также «умная» одежда подразумевает, что помимо электроники устройство оснащено серьёзным программно-вычислительным комплексом.

Термин «технологичная» одежда не подходит под описание выше, потому что модные бренды уже используют это понятие для обозначения одежды, изготовленной из «технологичных» – то есть нестандартных – материалов. Например, одежда из переработанного пластика, водорослей, грибов, биоматериала с живыми бактериями, «умных» тканей с вплетением в полотно полупроводниковых (чтобы ткань сама стала датчиком) или тензорных («чувствующих» давление прикосновения) волокон.

Проанализировав два вышеописанных термина, можно сделать вывод о том, что существует два основных способа развития умной

одежды. Первый способ реализации «умной» одежды заключается в создании ткани, способной проводить электричество и передавать информацию по своим волокнам. Данный метод является не самым дешёвым, как при разработке, так и при дальнейшей реализации. Второй способ – создание «умного» модуля, оснащённого всеми необходимыми датчиками, устанавливаемого на обычные элементы одежды.

Довольно опасная и требующая внимания сфера деятельности – строительство. Основной элемент защитной одежды – каски. Без каски рабочие не имеют право, по всем правилам техники безопасности, даже зайти на территорию объекта, потому что стройка – это место повешенной опасности. И на самом деле, данная тема очень актуальна, потому что статистика показывает довольно высокий процент травматизма на объектах стройки.

Данный элемент одежды достаточно несложно оснастить дополнительным модулем, так как каски имеют свободное пространство внутри своего конструктива.

Следующим шагом стало определение параметров, подлежащих контролю:

1. Датчики внешней среды (температура окружающей среды, влажность, датчик газов ( $\text{CO}_2$  и другие), излучение различного типа).
2. Датчик температуры тела.
3. Датчик пульса.
4. Датчик кислорода в крови.
5. Датчик положения тела (гироскоп).
6. Датчик GPS-трекинга.
7. Датчик присутствия каски на голове рабочего (фоторезистор GL5528).

Вышеперечисленные датчики были выбраны не случайно. Очень важно, для общего контроля состояния человека, знать его пульс, процент кислорода в крови, температуру его тела. Также необходимо и знать параметры внешней среды. Дополнительно, зная положение тела в пространстве и местоположения человека, можно легко определить факт падения человека или изменение положения тела в пространстве, в случае плохого самочувствия. В данном примере его точное местоположение будет известно, поэтому к нему сразу же будет направлена бригада спасателей. Своевременное оказание первой помощи – очень важный аспект спасения человека. Датчик присутствия каски на голове рабочего выполняет обязательную функцию контроля соблюдения норм техники безопасности. Внешне «умная» каска никак не будет отличаться от обычной, но функционал будет значительно

расширен. Свои функции, а именно сохранение жизни и здоровья человека, «умная» каска будет выполнять во много раз эффективнее.

Основным аспектом проекта служит модернизация обычной строительной каски. Модернизация каски произойдёт путем внедрения умного модуля, который будет содержать в себе несколько фоторезисторов, с целью контроля присутствия каски на голове, гироскоп, благодаря которому можно отследить положения тела в пространстве, а также отследить все удары по каске, датчик температуры, с помощью которому можно периодически снимать температуру сотрудника, благодаря чему будет постоянно производиться контроль температуры человека. Всеми датчиками будет управлять небольшой микроконтроллер с питанием. Также будет производиться постоянный контроль нахождения человека в пространстве с помощью GPS-ГЛОНАСС трекера и передаваться на удалённые сервера с помощью LoRa-передатчика. [4]

Сбор данных от таких устройств, хранение их в базе данных, оперативная аналитика событий и визуализация является очень важным параметром такой системы, всё это существенно поможет своевременно определить проблемы со здоровьем сотрудника и оперативно оказать медицинскую помощь, а контроль присутствия каски на голове предотвратит опасные для жизни инциденты.

Таким образом, подводя итог, хочется сказать, что сохранение человеческих жизней является актуальным аспектом всех современных предприятий, а выбранный для разработки модуль «умной» одежды в качестве каски способен обеспечить реализацию поставленной задачи [5].

Именно каска сейчас является необходимым элементом спецодежды строителя и рабочего опасных участков. А улучшив данный элемент «умным» модулем получится сократить травматизм, предсказав плохое самочувствие или отклонение от нормы рабочего по его физическим показателям, получаемых данным модулем.

В рамках проекта были определены обязательные критерии функционала такой каски, а также выбраны все датчики, системы, средства связи и протоколы, способные обеспечить выполнение обозначенных задач. Представленный модуль уже находится на этапе практической реализации и в ближайшее время планируется проведение полевых испытаний.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разработка системы бесключевого доступа. Кирсанов К.О., Заргарян Ю.А. В сборнике: Исследования и творческие проекты для

развития и освоения проблемных и прибрежно-шельфовых зон юга России. Сборник трудов XIII Всероссийской Школы-семинара, молодых ученых, аспирантов, студентов и школьников. Ростов-на-Дону –Таганрог, 2022. С. 386-389.

2. Технологии беспроводной передачи данных в современном мире, Губкин В.С., Заргарян Ю.А. В сборнике: Проблемы автоматизации. Региональное управление. Связь и акустика. сборник трудов X Всероссийской научной конференции и молодежного научного форума в рамках мероприятий, посвященных году Науки и технологий в Российской Федерации. Ростов-на-Дону, 2021. С. 188-191.

3. Особенности функционирования ble в микроконтроллере ESP32, Кошенский В. И., Заргарян Ю. А. Сборник трудов международной молодёжной школы С 23 «Инженерия – XXI» (г. Новороссийск, 21-22 апреля 2022 г.) / под общ. ред. к. ф. н. доцента И. В. Чистякова. – Новороссийск: Изд-во НФ БГТУ им. В. Г. Шухова, 2022. – 190 с., с.65

4. Применение технологии bluetooth low energy для контроля перемещения людей в помещениях, Заргарян Ю.А., Кошенский В.И., Кирсанов К.О., Пресняков М.С. Известия ЮФУ. Технические науки. 2022. № 3 (227). С. 103-118.

5. Модели машинного обучения и глубокого обучения для электронной информационной безопасности в мобильных сетях. Худхейр А.Р.М., Заргарян Е.В., Заргарян Ю.А. Известия ЮФУ. Технические науки. 2022. № 3 (227). С. 211-222.

*УДК 621.922: 621.921.34*

*Китанина Т.И., Лосева А.А., Юраскова И.А.*

*Научный руководитель: Евсеев А.В., д-р техн. наук, доц.*

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ГЕТЕРОГЕННЫХ СМЕСЕЙ И КОМПОНОВОК НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НОНМИКСЕРОВ ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА**

При анализе процесса приготовления смесей [1-8] авторы используют следующие технические понятия: гетерогенная смесь, компоненты смеси, содержание компонента (в процентах – по объему или весу), допуск  $\delta$  на содержание компонента ( $\pm$  в процентах – по объему или по весу), доза компонента, нонмиксеры.

Предлагаемый метод (способ) создания смеси – параллельно-последовательная раскладка доз компонентов при формировании потока или партии продукции (смеси).

Методы (способы) создания доз:

– до раскладки в смесь: объемное или весовое отделение доз в мерники и

– в процессе раскладки смеси: отделение доз отсекателями по времени.

Рассматривается взаимодействие дозаторов и емкостей для готовой смеси в процессе раскладки отделяемых микродоз компонентов следующими вариантами:

– перемещение дозаторов относительно неподвижной партии смеси;

– перемещение потока смеси относительно неподвижных дозаторов (с остановкой или без остановки потока);

– перемещение дозаторов вместе с потоком или относительно потока.

Сформированы предположения о статистических характеристиках показателей качества смеси при дозировании по времени с помощью отсекателей компонентов, выдаваемых некоторым количеством дозаторов.

Содержание компонента

$$S_i = \frac{V_i}{V}. \quad (1)$$

$V_i$  – это объем или масса единичной дозы компонента, выдаваемой одним из дозаторов в единицу времени. Эта величина имеет статистические характеристики математического ожидания и дисперсию:  $\bar{V}_i$  и  $D_{Vi}$  соответственно.

В смеси на содержание каждого из компонентов влияет разброс (дисперсия) других компонентов.

При независимости подачи компонента отдельным дозатором (и независимости статистических характеристик дозируемого объема) дисперсии могут складываться, причем размерность дисперсии при сложении должна быть пропорционально математическим ожиданиям, т.е. дозируемым весам или объемам [1,3].

Общая дисперсия объема или веса смеси составит

$$D^2 = \frac{V_1}{V} \cdot D_{v1}^2 + \frac{V_2}{V} \cdot D_{v2}^2 + \dots + \frac{V_i}{V} \cdot D_{vi}^2 + \dots + \frac{V_n}{V} \cdot D_{vn}^2. \quad (2)$$

При этом отношение объемов (весов) можно представить как содержание компонента, т.е.

$$D^2 = S_1 \cdot D_{v1}^2 + S_2 \cdot D_{v2}^2 + \dots + S_i \cdot D_{vi}^2 + \dots + S_n \cdot D_{vn}^2. \quad (3)$$

Общая дисперсия распространяется на каждый из компонентов.

Коэффициент точности дозирования компонентов определился как

$$K_{vi} = \frac{t_\alpha \sqrt{D^2}}{\delta_{vi} \cdot V_i} < 1, \quad (4)$$

где  $t_\alpha$  – квантиль распределения доверительной вероятности  $\alpha$  получения данной точности.

На основе вышеизложенных способов формирования показателей качества смесей, получаемых из различных компонентов, представлены две возможные компоновки нонмиксеров с разными пространственными комбинациями дозаторов, представленные на рисунках 1 и 2. На них показаны дозаторы Д1-Д3, которые выдают микродозы компонентов в емкости Е1-Е7, в которых в свою очередь формируется готовая смесь.

Общий принцип формирования однородности и соответственно качества получаемых смесей для обоих компоновок состоит в следующем.

Способ смещивания нескольких компонентов в одну смесь, заключающийся в том, что из  $n$  последовательно расположенных (с определенным шагом – для варианта 2) дозаторов поступают дозы компонентов в емкость, установленные  $m$  последовательно расположенных (с определенным шагом – для варианта 2) транспортных позициях, причем необходимые для наполнения емкостей объемы смесей получают за несколько циклов наполнения емкостей из дозаторов, отличающиеся тем, что для:

- варианта 1 (рис.1) – цикл включает наполнение  $n$  емкостей, расположенных последовательно в транспортных позициях, причем число  $n$  последовательно расположенных дозаторов и число  $m$  последовательно расположенных транспортных позиций, которые являются взаимно простыми числами;

- варианта 2 (рис.2) – транспортные позиции расположены по замкнутому контуру, перед каждым циклом наполнения транспортные позиции с емкостями смещают относительно дозаторов на некоторое количество  $n$  последовательно расположенных дозаторов и некоторое число  $m$  последовательно расположенных транспортных позиций, которые являются взаимно простыми числами.

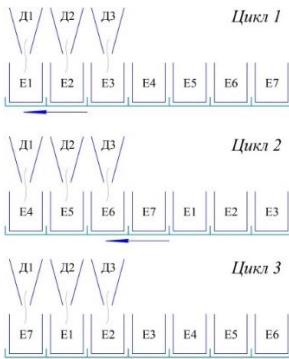


Рис. 1 Линейная компоновка нонмиксера

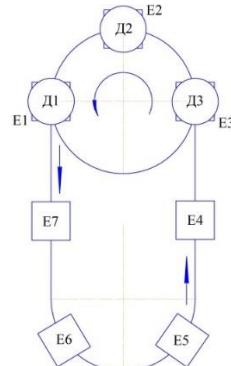


Рис. 2 Роторно-конвейерная компоновка нонмиксера

На основе проведенного анализа [2,6,7], можно сделать вывод о том, что второй вариант компоновки имеет следующие преимущества перед первым вариантом:

1. Наполнение емкости для смеси за несколько циклов дает возможность минимизировать дозу
2. Конструкция обеспечивает минимальное единичное и целое число дозаторов для каждого компонента.
3. Параллельно-последовательная работа дозаторов дает возможность увеличить производительность нонмиксера в целом.

Однако первый вариант значительно проще в изготовлении, эксплуатации и обслуживании, а следовательно и дешевле, что немаловажно при выборе устройства для конкретного производства.

Также следует отметить, что по сравнению с более ранними техническими решениями [6,7], в данных компоновках нонмиксеров возможно формирование упорядоченной структуры смеси во много раз более разнообразными вариантами комбинирования микродоз компонентов, число которых можно определить по формуле

$$C_n^m = \frac{n}{m(n-m)!}, \quad (5)$$

что весьма актуально при производстве некоторых видов гетерогенных смесей для различных типов потребления.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородачев Н.А. Анализ качества и точности производства. – М: Машгиз, 1946. – 249 с.

2. Евсеев А.В. Нонмиксинг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. Вып.9. С.27-36.
3. Корн Г., Корн. Т. Справочник по математике. – М: Наука, 1968. – 720 с.
4. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. – М: Машиностроение, 1973. – 211с.
5. Официальный сайт компании «Bühler». – URL: [https://former.buhlergroup.com/europe/ru/9869.htm#\\_](https://former.buhlergroup.com/europe/ru/9869.htm#_)(дата обращения: 10.02.2020).
6. Пат. 2271243 Российская Федерация. МПК B01F 3/18. Способ смешения сыпучих компонентов и устройство для его реализации / А.Н. Лукаш, А.В. Евсеев, Т.А. Овчинникова, К.В. Власов, О.В. Карпухина; заявитель и патентообладатель Тульский государственный ун-т опубл. 10.03.06. Бюл. №7.
7. Пат. 2707998 Российской Федерации. МПК B01F 15/02. Способ получения смеси из сыпучих компонентов и устройство для его осуществления / А.В. Евсеев; заявитель и патентообладатель Евсеев А.В.; опубл. 03.12.19. Бюл. №34.
8. РД РТМ 26-01-129-80. Машины для переработки сыпучих материалов. Методы выбора оптимального типа питателей, смесителей и измельчителей.

**УДК 004.896**

**Козлов А.В., Сафин М.А.**

**Научный руководитель: Сафаров И.М., канд. техн. наук, доц.**  
Казанский государственный энергетический университет г. Казань, Россия

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

Интеллектуальные системы играют все более важную роль во многих областях, в том числе в технологических процессах. Эти системы используют передовые алгоритмы и искусственный интеллект для выполнения сложных задач, оптимизации рабочих процессов и повышения эффективности.

В контексте технологических процессов интеллектуальные системы могут включать множество приложений. Например, в производстве интеллектуальные системы можно использовать для планирования производства, оптимизации управления запасами и даже

для автоматизации определенных аспектов производственной линии. В логистике и управлении цепочками поставок интеллектуальные системы могут помочь оптимизировать маршруты транспортировки, контролировать уровень запасов и обеспечивать своевременную доставку.

Одним из основных преимуществ интеллектуальных систем в технологических процессах является их способность принимать решения на основе данных в режиме реального времени. Собирая большие объемы данных о различных аспектах процесса, в том числе о машинах, материалах и персонале, эти системы могут анализировать данные и давать представление об областях, в которых можно добиться улучшений. Это позволяет быстрее и точнее принимать решения и в конечном итоге приводит к повышению эффективности и экономии средств.

Еще одним преимуществом интеллектуальных систем в технологических процессах является их способность учиться на собственном опыте. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать исторические данные для выявления закономерностей и тенденций, которые затем можно использовать для более точного прогнозирования и выявления потенциальных рисков. Это может помочь сократить время простоя, улучшить контроль качества и повысить общую производительность.

Кроме того, интеграция интеллектуальных систем также открывает возможности для внедрения инноваций и совершенствования существующих технологий. Искусственный интеллект и машинное обучение предоставляют мощные инструменты для оптимизации и автоматизации процессов, что приводит к повышению точности. Кроме того, использование датчиков и интернета вещей (IoT) обеспечивает мониторинг и анализ в режиме реального времени, позволяя компаниям быстро реагировать на любые проблемы, которые могут возникнуть.

Интеллектуальные системы также помогают повысить безопасность технологических процессов. Контролируя оборудование и персонал, эти системы могут выявлять потенциальные опасности и принимать профилактические меры до того, как произойдут несчастные случаи. Это может привести к сокращению несчастных случаев, травм и простоев, что сделает рабочее место более безопасным и эффективным.

Однако есть и потенциальные недостатки интеллектуальных систем в технологических процессах. Одной из проблем является надежность и безопасность этих систем, особенно по мере того, как они становятся все более взаимосвязанными и зависимыми от данных.

Существует также возможность смещения рабочих мест, поскольку автоматизация и искусственный интеллект становятся все более распространенными на рабочем месте.

Чтобы в полной мере реализовать преимущества интеллектуальных систем в технологических процессах, важно внедрять эти системы продуманно и ответственно. Это включает в себя обеспечение безопасности данных, обучение и поддержку сотрудников, а также принятие мер по смягчению любых негативных последствий для рабочей силы.

По мере дальнейшего развития технологий интеллектуальные системы будут приобретать все большее распространение в технологических процессах. Будет становиться все более важным разрабатывать системы, которые были бы надежными, безопасными и простыми в использовании, а также обеспечивать обучение и поддержку сотрудников, ориентирующихся в меняющемся ландшафте своей работы.

Таким образом, интеграция интеллектуальных систем в технологические процессы преобразует отрасли промышленности за счет повышения эффективности, оптимизации рабочих процессов и повышения безопасности. Эти системы предоставляют ценные инструменты анализа данных и автоматизации, которые могут помочь компаниям быстрее и точнее достигать своих целей. Однако важно оценить потенциальные риски и принять необходимые меры по их устранению, чтобы обеспечить успешное внедрение интеллектуальных систем в технологические процессы.

В заключение можно сказать, что интеллектуальные системы трансформируют технологические процессы в самых разных отраслях. Используя передовые алгоритмы и искусственный интеллект, эти системы могут повысить эффективность, снизить затраты и повысить производительность. Однако важно подходить к внедрению этих систем с осторожностью и учитывать потенциальные риски и недостатки. При правильном планировании и управлении интеллектуальные системы могут революционизировать технологические процессы и стимулировать инновации в различных областях.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Информационные технологии и вычислительные системы: Высокопроизводительные вычислительные системы. Глобальные проекты и решения. Интеллектуальные системы и технологии.

Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2013. - 128 с.

2. Искусственный интеллект и принятие решений: Когнитивные исследования. Эволюционные вычисления. Интеллектуальные системы и технологии. Многокритериальный анализ решений / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2012. - 128 с.

3. Интеллектуальные сенсорные системы / Под ред. Дж. К. М. Мейджера. - М.: Техносфера, 2012. - 464 с.

4. Антамошин, А.Н. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А.Н. Антамошин, О.В. Близнова, А.В. Бобов, Большак . - М.: РиС, 2016. - 160 с.

**УДК 681.526.4**

**Колотилкина К.В.**

*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДОГРЕВА НЕФТИ В ПЕЧИ**

Установка первичной переработки нефти осуществляет процесс фракционирования нефти или газового конденсата при помощи ректификационных колонн, предварительно нагревая их в трубчатой печи. Ее целью является получение различных фракций нефти, включая бензиновую, керосиновую, дизельную и мазутную.

Основными компонентами автоматизированной системы управления процессом подогрева нефти печью являются датчики и измерительные устройства, предназначенные для мониторинга и сбора информации о параметрах печи и подогреваемой нефти, таких как температура, давление, расход и состав. Контроллеры и программное обеспечение обрабатывают полученные данные и осуществляют управление печью, принимая необходимые решения. Исполнительные механизмы ответственны за регулировку работы печи на основе команд, поступающих от контроллеров, например, контроль подачи топлива или регулирование теплового потока. Интерфейс пользователя предоставляет оператору возможность мониторинга и управления системой с использованием графического интерфейса, панели управления или удаленного доступа через компьютер или мобильное устройство [5].

Применение автоматизированной системы управления печью позволяет достичь более точного и стабильного поддержания необходимых параметров подогрева.

**Описание технологического процесса.** С целью обеспечения необходимого процесса тепловой обработки, в печи происходит взаимодействие между продуктами сгорания и нагреваемым сырьем, обеспечивающее теплообмен. Контроль горения в печи осуществляется при помощи оптического датчика пламени и измерения давления в камере горения. В случае возникновения гашения пламени или его отрыва, автоматически прекращается подача топлива.

Для предотвращения возможных аварийных ситуаций осуществляется контроль давления, температуры и работы дымососа. Если давление или температура выходят за предельные значения, активируется сигнализация, а печь может быть остановлена [1].

Блочная схема переработки нефти представлена на рисунке 1.

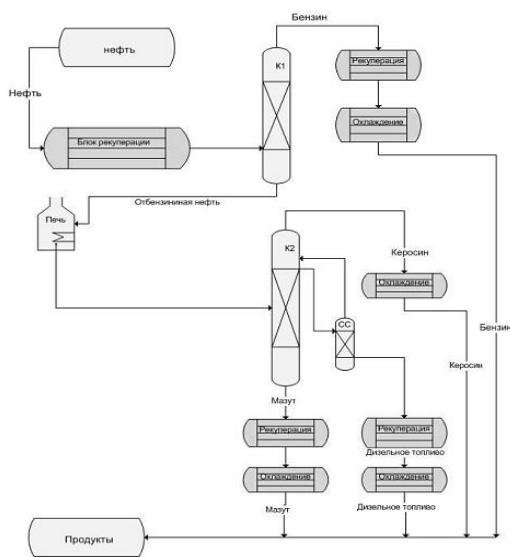


Рис. 1 Блочная схема переработки нефти

Нефть из сырьевых емкостей подается насосом в блок рекуперации, где она нагревается с использованием тепла, выделяемого продукцией, в теплообменных аппаратах. Затем нефть направляется в бензиновый блок, где извлекается бензиновая фракция. После этого нефть проходит через трубчатую печь для нагрева и переходит в дизельный блок, где происходит разделение на дизельную фракцию, керосин и мазут. Часть продуктов из блоков фракционирования возвращается в блок рекуперации для охлаждения и затем направляется в хранилища.

**Архитектура автоматизированной системы.** Архитектура автоматизированной системы (AC) определяет структуру, программное и аппаратное обеспечение, а также интерфейс пользователя данной системы. Основными целями АС являются улучшение технико-экономических показателей, повышение качества компонентов и обеспечение их гибкости и масштабируемости. Для достижения этих целей применяются открытые системы и соответствующие стандарты, такие как SCADA Infinity [2].

Разработчики имеют возможность создавать универсальные драйверы, совместимые с различными пакетами SCADA, а пользователи могут свободно выбирать оборудование и программное обеспечение без ограничений совместимости. Это упрощает разработку и поддержку промышленных автоматизированных приложений и обеспечивает выбор наиболее подходящих компонентов для конкретной системы.

На рисунке 2 представлена концепция модели архитектуры OSE/RM. Представленная базовая модель открытой среды систем предусматривает разделение автоматизированной системы на несколько компонентов. Эти компоненты включают прикладное программное обеспечение, которое осуществляет заданные функции информационной системы, платформу, ответственную за подготовку и выполнение приложений, и внешнюю среду. Взаимодействие между различными уровнями модели обеспечивается посредством использования интерфейсов, таких как интерфейсы прикладного программирования (API) и интерфейсы внешнего окружения (ЕEI) [4].

Управление процессом подогрева нефти в печах осуществляется посредством SCADA-системы, которая обеспечивает удаленный мониторинг и управление большим числом распределенных устройств. Среди исполнительных устройств применяются электроприводные задвижки, клапаны и запальник. Архитектура системы включает три уровня управления (см. рис.3).

На нижнем уровне расположены первичные датчики, исполнительные устройства, кабельные соединения и преобразователи.

Средний уровень функционирования включает в себя важные компоненты, такие как контроллеры, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, а также различные устройства связи, позволяющие осуществлять взаимодействие с верхним уровнем системы.

На верхнем уровне находится сеть компьютеров, которые эффективно объединены в локальную сеть. От нижнего уровня, где расположены датчики, передается важная информация, которая в

последующем принимается и обрабатывается локальными контроллерами. Они не только собирают и анализируют данные о текущем состоянии процесса, но и обеспечивают автоматическое управление, регулирование, выполнение команд и обмен информацией с центральными пунктами управления.

В области переработки нефти существуют строгие требования к автоматизированным системам управления (АСУТП). Основная цель автоматизации заключается в создании системы управления, способной повысить качественные показатели технологического процесса. Печь подогрева нефти, которая является газовой печью с промежуточным теплоносителем, играет важную роль в транспортировке углеводородного сырья и продуктов по трубопроводам на промыслах и установках подготовки нефти.

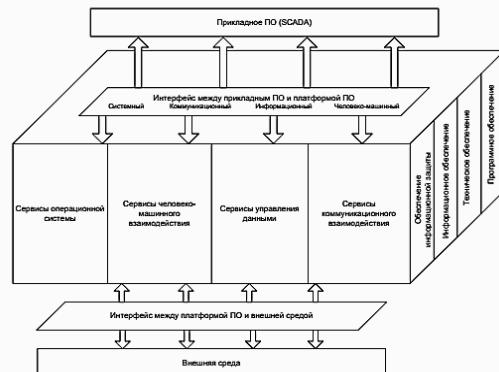


Рис. 2 Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

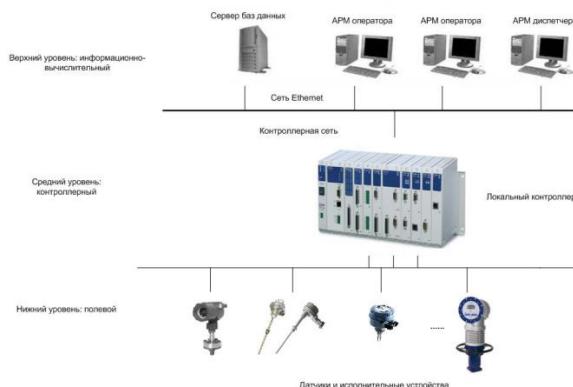


Рис. 3 Трехуровневая структура автоматизированной системы

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Бешагина Е.В. Технологические основы и моделирование процессов промысловой подготовки нефти: учебное пособие / А.В. Кравцов, Н.В. Ушева, Е.В. Бешагина. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - 128 с.
2. Гебель Е.С., Пастухова Е.И. Теория автоматизации технологических процессов опасных производств: учебное пособие / Омск: Издательство ОмГТУ, 2017. - 94 с.
3. Чикуров А.В. , Матвеев Д.С. Проблемы управления и автоматизации технологических процессов и производств / Сборник трудов АСУТП. - Уфа: УГНТУ, 2010. - 334 с.
4. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х., Клюев А.А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / Под ред. А.С. Клюева. - М.: Изд-во, 2009. - 98 с.
5. Громаков Е.И. Проектирование автоматизированных систем: метод. пособие / Университет, Томск, 2009. - 87 с.

**УДК 681.51**

**Корельский Н.П.**

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

## **ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ARTCAM 2018**

ArtCAM представляет собой комплексный пакет CAD/CAM программного обеспечения для проектирования художественных изделий и их обработки на станках с ЧПУ или лазерных гравировальных станках. Готовый 2D или 3D-дизайн можно обработать, выбрав подходящую траекторию обработки. После того, как программа ArtCAM вычислила и генерировала траекторию, можно приступить к ее симуляции, а затем сохранить и экспорттировать эти данные на станок.

Программное обеспечение ArtCAM разработано компанией Delcam plc. Компания основана в 1977г. специалистами исследовательской группы Университета Кембриджа. В 2014 году компания Delcam куплена компанией Autodesk и реорганизована в 2016 году. Под руководством Autodesk программа ArtCAM получила свое развитие и несколько обновлений. В программу был внесён ряд

улучшений и увеличена скорость и стабильность её работы, однако в 2018 году проект был закрыт по причине наличия у Autodesk более перспективных и профессиональных продуктов, в том числе разработанных Delcam. С 7 июля 2018 года прекращены продажи всех версий ArtCAM, а с 1 ноября 2018 года прекращена техподдержка продукта. В 2019 году в течении нескольких месяцев Autodesk бесплатно раздавала ключи к полной лицензионной версии программы, что было необычно для огромной компании. На данный момент программа официально не распространяется.

Вот небольшой пример использования ArtCAM 2018: необходимо изготовить фигуру листа дуба размерами примерно 150 на 100мм и толщиной около 20мм. Для этого разработана 3D модель листа в программе ZBrush (Рис. 1).



Рис. 1 3D модель листа дуба

После открытия программы ArtCAM создаётся новая модель с размерами шириной (x) 100мм и высотой (y) 150мм, как это и требуется по заданию. Начальная точка координат (положения инструмента) по умолчанию расположена в центре пустой модели. По необходимости это меняется в меню программы «Модель-Задать положение». Здесь можно выбрать положение курсором, центр заготовки или один из четырёх её углов, а также в ручную задать хузы-координаты (для дальнейшей работы выбираем положение нижний левый пиксель). Размеры рабочего пространства и место начальной точки на последующих этапах разработки управляющей программы (УП) изменить невозможно, по этому нужно заранее представлять, какой мы хотим получить результат. Также зададим толщину материала 21мм в меню «Траектория-Задание материала». Так мы получаем полностью подготовленное пустое рабочее пространство для расположения модели и расчётов (Рис. 2).

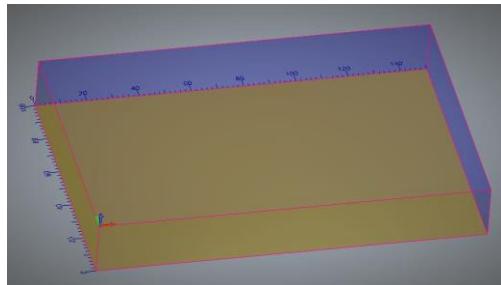


Рис. 2 Готовое рабочее пространство

Разместим 3D модель в рабочем пространстве. Для этого в меню «Рельеф-Импорт-Импорт 3D Модели» выберем файл модели. Программа отобразит меню для расположения модели в рабочем пространстве. Располагая модель «По центру», меняя её угол поворота по оси Z и изменения её пропорционально связанные размеры по осям X и Y, установим модель по диагонали. Это сделано для экономии и лучшего использования материала, а также получения наиболее оптимальных размеров для финального результата (Рис. 3). Кнопка «Вставить» закрепляет модель в рабочем пространстве.

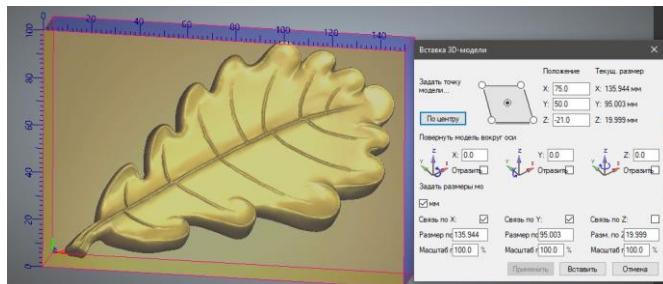


Рис. 3 Инструмент расположения 3D модели в рабочем пространстве

Нужно определиться с применяемой в последствии фрезой. В рассматриваемом примере конечное изделие имеет почти плоскую форму и не требует применения нескольких фрез для разных типов поверхностей и стратегий. Вся работа будет выполняться конусной фрезой по дереву с диаметром хвостовика 6мм, углом на сторону 2,55° и радиусом скругления 1,5мм. В программе имеется база данных фрез различной формы, а также инструментарий для создания новых фрез любой формы и параметров, в т.ч. фасонных.

Для дальнейшей разработки УП необходимо ограничить место расположения рельефа векторной границей. С помощью опции «Создать границу вокруг рельефа» (Рис. 4) создаём основной векторный контур границы рельефа.

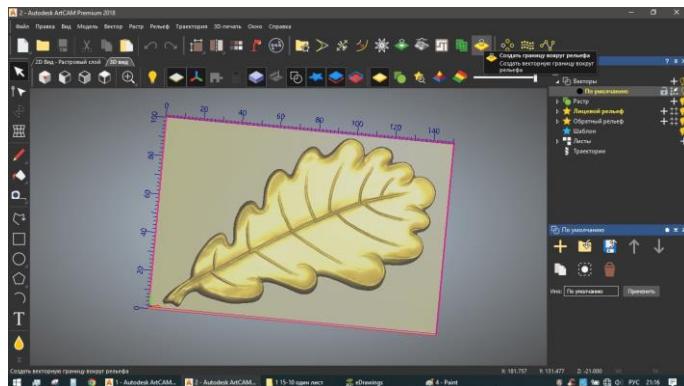


Рис. 4 Общий вид окна программы и расположение основных опций по созданию векторов

На основе полученного вектора создадим еще один контур с внешним отступом на 2мм. Для этой операции также в ArtCAM есть соответствующая опция «Сместить векторы». Также нужно создать вектор для прохода фрезы по контуру. На основе вектора границы рельефа создаём новый с отступом на радиус фрезы, учитывая также угол на сторону. Расстояние смещения 2,5мм, направление-наружу с округлёнными углами (Рис. 5). Полученные векторы необходимо переместить на отдельные векторные слои.

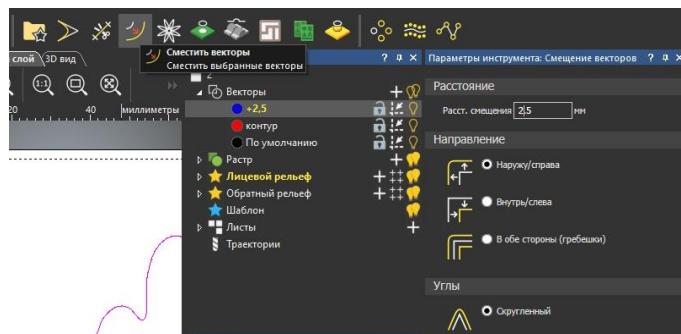


Рис. 5 Опция программы по смещению замкнутых векторов

В разделе проекта «Траектории» создаём новую «Стратегию обработки рельефа» со следующими параметрами: область обработки – «векторный слой +2мм», стратегия обработки для чистовой обработки - 3D смещение начиная внутри и переходами по поверхности. Выбираем фрезу из базы программы. Шаг фрезы принимаем как четверть радиуса фрезы - 0,4мм. Четверть радиуса - это оптимальный выбор шага для обработки мягких материалов при соотношении качество/скорость обработки.

Также создаем траекторию подрезки по контуру. Для этого создам стратегию «По профилю», область обработки – вдоль «векторный слой +2,5мм» с четырьмя перемычками для удержания детали в материале. Результат расчётов стратегий (Рис. 6):

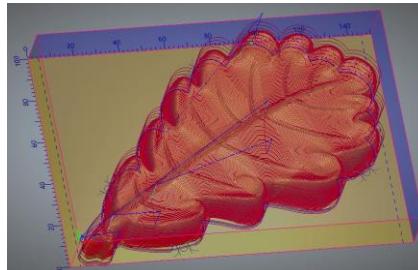


Рис. 6 Отображение готовых траекторий

На каждом этапе разработки траекторий обработки, программа позволяет эмулировать результаты расчётов для подбора оптимальных параметров разработчиком. Полученные траектории можно сохранить в отдельные файлы УП, используя один из множества встроенных постпроцессоров. Также траектории можно объединять, копировать по массиву, перемещать и отражать.

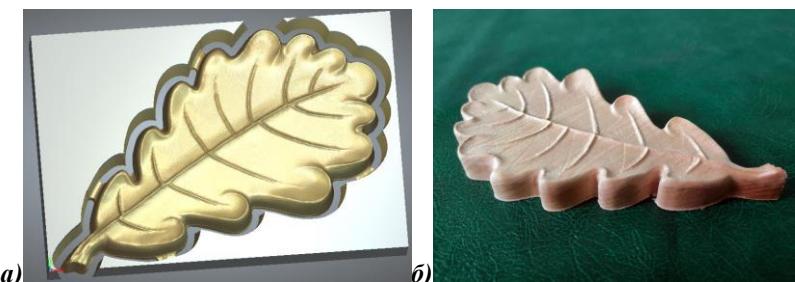


Рис. 7 Пример эмуляции (а) и фото готовой фигуры листа дуба (б).

Не смотря на закрытие разработки программы и прекращения её поддержки, она до сих пор остаётся популярной и распространённой во многих странах. ArtCAM пользуется популярностью у большого количества ЧПУ-энтузиастов и на производствах из-за простоты применения для формирования управляющих программ. Программа способна формировать управляющие программы для огромного количества трёхосевых ЧПУ станков различных производителей, некоторых решений для 4-ёх осевой и лазерной обработки, 3D печати, позволяет работать с растровой и векторной графикой, а также имеет инструментарий для простого 3D моделирования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. AUTODESK ARTCAM 2018 Справочное руководство. Copyright © 1996-2018 Autodesk. Все права защищены.
2. Учимся работать на фрезерном станке с ЧПУ. Глебов И.Т. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 115 с.
3. Модернизация управления приводом фрезерного станка с ЧПУ при использовании ПК Чепчуроев М.С.Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2008. № 7. С. 13-15.
4. Оборудование с ЧПУ машиностроительного производства и программная обработка Чепчуроев М.С., Жуков Е.М. Учебное пособие / Белгород, 2015.

**УДК 681.5**

**Коротченков К.В.**

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

## **РАЗРАБОТКА ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ПОДКЛЮЧЕНИИ ДАТЧИКОВ**

Процесс измерения физических величин является обязательной частью большинства задач автоматизации. От качества измерения физических величин зависит непосредственно качество управления техническим процессом, поэтому средства измерений требуют к себе отдельного внимания.

Как правило, в современном производстве большинство задач измерения решается с помощью электронных измерительных устройств: датчиков и соответствующих преобразователей. Электронные измерительные устройства позволяют интегрировать процесс измерения в электронную систему управления или обработки информации [1].

Для измерения веса в производстве в подавляющем большинстве используются промышленные тензометрические датчики. Тензометрический преобразователь – электромеханический прибор, преобразующий деформацию регистрирующего механического устройства в электрический сигнал [2]. Удлинение тензочувствительного элемента приводит к изменению его сопротивления. Изменение сопротивления регистрируется с помощью измерительного моста сопротивлений, называемого мостом Уитстона (Рис.1).

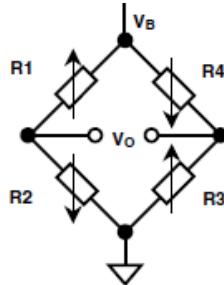


Рис. 1 Мост Уитстона

Выходное напряжение измерительного моста определяется соотношением (1)

$$V_o = V_B \left( \frac{\Delta R}{R} \right), \quad (1)$$

где  $V_0$  – выходное напряжение, В;  $V_B$  – выходное напряжение;  $\Delta R$  – разность сопротивлений, Ом;  $R$  – сопротивление в состоянии покоя, Ом.

Зачастую немаловажным является поведение измерительной системы в динамике [3]. В общем виде динамику измерительной системы на основе тензометрического преобразователя можно описать соотношением (2).

$$(m + m_0) \frac{d^2y(t)}{dt^2} + c \frac{dy(t)}{dt} + ky(t) = mg \cdot 1(t), \quad (2)$$

где  $m$  – масса груза,  $y(t)$  – выход чувствительного элемента,  $m_0$  – эффективная масса датчика,  $c$  – коэффициент затухания,  $k$  – свободный

коэффициент,  $g$  – ускорение свободного падения,  $1(t)$  – единичная ступенчатая функция.

Переходный процесс системы в таком случае примет следующий вид, представленный на Рис.2.

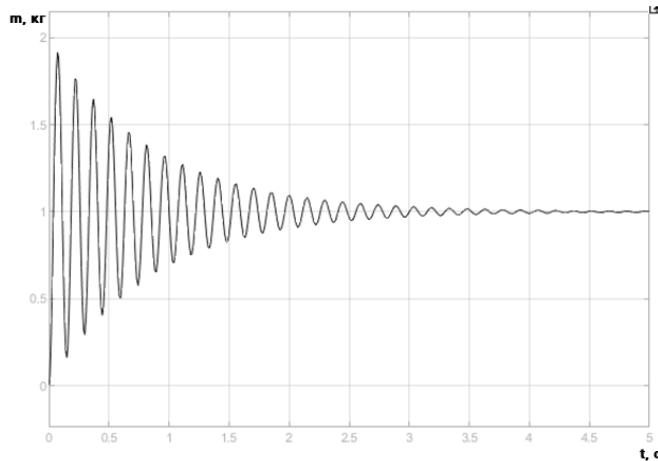


Рис. 2 Переходный процесс весоизмерительной системы

Как видно из графика, динамика весоизмерительной системы носит затухающий колебательный характер, что может негативно сказаться на скорости и качестве измерений.

Решением данной проблемы является применение различных методов обработки сигналов и фильтров (адаптивный фильтр, фильтр Калмана и др.) [4].

Адаптивный фильтр должен иметь следующую передаточную функцию (3):

$$H(s) = \frac{1}{G(s)}. \quad (3)$$

Так как данная передаточная функция физически не реализуема, можно ограничиться следующим видом передаточной функции (4):

$$H(s) = \frac{B}{p_2} \cdot \frac{s^2 + p_1 s + p_2}{s^2 + As + B}. \quad (4)$$

В таком случае переходный процесс примет следующий вид, представленный на Рис. 3.

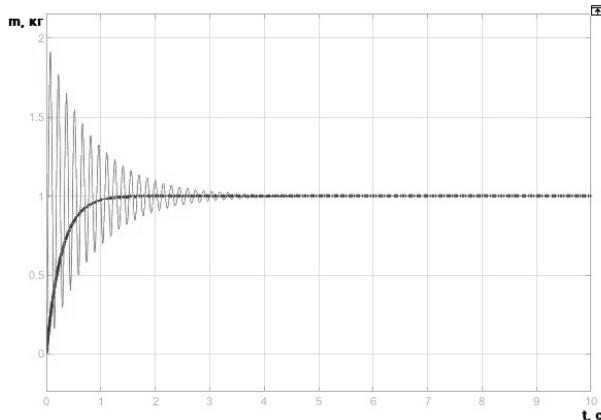


Рис. 3 Переходный процесс системы с адаптивным фильтром

При использовании адаптивного фильтра в весоизмерительной системе её динамические свойства значительно улучшаются, переходный процесс становится апериодическим, что значительно уменьшает время регулирования.

В системах промышленной автоматизации довольно важным является вопрос экономичности, достичь которой можно путём минимизации используемых аппаратных средств.

В случае с тензометрическими датчиками веса представляется возможным включение нескольких датчиков к одному измерительному каналу. Данный способ является универсальным, однако зачастую довольно требовательным к согласованности измерительных мостов тензодатчиков по сопротивлению [5].

Отсюда возникает необходимость в исследовании точности измерений при подключении нескольких датчиков к одному каналу.

В ходе серии проведенных исследований были получены результаты, представленный в Таблице 1, где  $\Delta$  – абсолютная погрешность, кг;  $\delta$  – относительная погрешность.

Таблица 1 – Исследование погрешности при параллельном подключении датчиков

Количество датчиков	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Один датчик	0,997	0,995	0,999	0,997	1,001	0,998	0,999	0,997

Два датчика	0,995	0,995	0,994	1,003	1,001	0,993	0,996	0,995
$\Delta$ , 1 датчик	0,003	0,005	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,003
$\delta$ , 1 датчик	0,003	0,005	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,003
$\Delta$ , 2 датчика	0,005	0,005	0,006	0,003	0,001	0,007	0,004	0,005
$\delta$ , 2 датчика	0,005	0,005	0,006	0,003	0,001	0,007	0,004	0,005

Средние значения относительной погрешности при подключении одного датчика (5):

$$\delta_{cp1} = 0,0023. \quad (5)$$

Средние значения относительной погрешности при подключении двух датчиков (6):

$$\delta_{cp2} = 0,0042 \quad (6)$$

Проведённое исследование показывает, что подключение двух датчиков к одному измерительному каналу действительно оказывается на точности измерений, однако показатели относительных погрешностей в обоих случаях различаются на тысячные доли, что делает данный способ вполне применимым на практике для задач промышленной автоматизации.

Особенности разработки и проектирования весоизмерительных систем для задач промышленной автоматизации, рассмотренные в данной статье, являются немаловажными факторами, исследование которых позволит усовершенствовать процесс весоизмерения, производимого на основе тензометрических преобразователей.

*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. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 242с.
2. Лунеев, Д.Е. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Измерительные преобразователи» для студентов

специальностей 220301 / Д.Е. Лунеев. – Астрахань : АГТУ, 2007. – 29 с.

3. Лебедев, А.А. Применение адаптивного фильтра в системе измерения веса / А.А. Лебедев, К.О. Разнополов, О.А. Разнополов // Вестник ЮУрГУ. – 2008. – № 3. – С. 26-28

4. Application of Analog Adaptive Filters for Dynamic Sensor Compensation [Электронный ресурс]. – URL: (дата обращения: 15.04.2023).

5. Чумаков, Н.М. Расчет измерительных и усилительных элементов автоматических систем (справочное пособие) / Н.М. Чумаков [и др.]. – Киев : «Техніка», 1971. – 356 с.

**УДК 65.011.56**

**Кошенский В.И., Кирсанов К.О.**

**Научный руководитель: Заргарян Ю.А., канд. техн. наук, доц.**

*Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия*

## **СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ДЛЯ РЕЖИМНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ**

Системы контроля и управления доступом представляют собой программно-аппаратный комплекс средств, направленных на контроль и регистрацию входа и выхода на заданную территорию с целью обеспечения безопасности и регулирования посещения.

К основным задачам таких систем непосредственно относятся контроль доступа на территорию и идентификация личности. Кроме того, сложные СКУД вдобавок предусматривают учёт рабочего времени, расчёт заработной платы при интеграции с системами бухгалтерского учёта, ведение базы персонала или посетителей, а также могут быть интегрированы в системы безопасности, например видеонаблюдения, охранной или пожарной сигнализации. [1]

Системы контроля и управления доступом можно разделить на две основные группы – те, что устанавливаются на двери, и которые устанавливаются на проходах и проездах.

Если говорить о первой группе, то к ней относятся:

1. Электрозащёлки – при поступлении команды освобождает косой ригель замка, при этом дверная ручка должна быть стационарной. Такие замки обычно устанавливаются на двери внутри помещения, так как они меньше всего предотвращают риск взлома.

2. Электромагнитный замок – запорные устройства, основанные на магнитном взаимодействии, в основном используются с домофонами.

3. Электромеханический замок – во многом повторяет принцип действия электрозашёлки, но является более надёжным.

Ко второй группе замков относятся:

1. Турникеты – используются на проходных предприятий, общественно значимых объектах – везде, где требуется организовать контролируемый проход большого количества людей.

2. Шлюзовые кабины – используются в банках, на режимных объектах (на предприятиях с повышенными требованиями к безопасности).

3. Ворота и шлагбаумы – в основном, устанавливаются на въездах на территорию предприятия, на автомобильных парковках и автостоянках, на въездах на придомовую территорию, во дворы жилых зданий.

4. Автоматические дорожные барьеры – используются для гарантированного предотвращения несанкционированного проезда автотранспорта на защищаемую территорию. [2]

Подобные системы чаще всего используют на въездах во двор, территорию завода или предприятия, а также на проходных.

Идентификатор является базовым элементом любой системы контроля доступа. Они могут быть совершенно разными – от вводимых вручную цифробуквенных или символьных кодов, до использования физиологических признаков человека, основанных на параметрах тела. Например, это может быть 3D-модель или объёмное изображение, радужка и сетчатка глаза или отпечаток пальца. Однако практика показывает, что обычно используются более дешёвые методы идентификации такие как магнитные ключ-карты, которые необходимо приложить или провести через специальный считыватель, также это могут быть RFID-метки или метки других различных типов, брелоки.

Безопасность и эффективность системы контроля и управления доступом на прямую зависит от вида и типа системы безопасности, а также от идентификаторов, которые интегрированы в данную систему и используются персоналом. [3] Однако, когда дело касается режимных объектов и предприятий, очень важную роль играет не только наличие у персонала требуемых идентификаторов, но и состояние самих работников. Важно отметить, что речь идёт о проверке сотрудников на состояние алкогольного опьянения на проходных. [4] Обычно такая проверка осуществляется в начале каждого трудового дня медицинским работником или специально обученным сотрудником. Однако такой подход не лишён ряда недостатков, в первую очередь – человеческий фактор, который не исключает ошибок и корыстных побуждений

сотрудников, проводящих осмотр. Вторым негативным аспектом является низкая пропускная способность на предприятии. [5]

При разработке современной системы контроля и управления доступом для режимных объектов и предприятий очень важно исключить приведённые выше недостатки. Этого можно добиться полностью автоматизированной системой, состоящей из алкотестеров и видеокамер, которые будут интегрированы в существующую систему контроля доступом. Таким образом, сбор и анализ данных будет осуществляться автоматически, а на основе полученных результатов система предоставит или запретит доступ сотруднику на территорию предприятия.

Можно выделить основные возможности подобной системы:

1. Настройка точного значения промилле, при котором сотрудник будет допущен на территорию предприятия.

2. Настройка разных значений промилле для разных групп сотрудников и/или для разных проходных.

3. При проходе значения промилле заносятся в базу данных.

4. Построение отчётов по событиям, полученным от алкотестера.

Для реализации подобной системы контроля и управления доступом, необходимо устанавливать алкотестеры в непосредственной близости от турникета, это может быть как специализированная тумба, так и вертикальная труба. Ключевой момент в том, что алкотестер должен быть установлен на уровне лица человека.

На данный момент существуют два вида алкотестеров:

1. Электрохимические алкотестеры.

2. Алкотестеры, основанные на диодной лазерной спектроскопии, или говоря другими словами алкорамка.

Электрохимические алкотестеры работают медленнее, нуждаются в периодической калибровке – минимум один раз в шесть месяцев – и имеют меньший срок эксплуатации, так как срок службы электрохимического датчика, установленного в анализаторе, составляет не более одного года. Алкорамка лишена всех вышеперечисленных недостатков, но имеет очень высокую стоимость. [6]

Предлагаемое решение основано на использовании датчиков паров спирта MQ-3 и микроконтроллере ESP32, который будет подключаться к существующим системам контроля и управления доступом на предприятиях. [7] Подразумевается модульная система. Принцип работы очень простой. В первую очередь сотруднику необходимо применить идентификатор на проходной, например, использовать ключ-карту для прохождения через турникет. При успешной идентификации сигнал от турникета фиксируется микроконтроллером

ESP32, который далее ожидает сигнала от алкотестера. Несколько датчиков MQ-3 будут представлять собой конструкцию в виде рамки, определяющей концентрацию алкоголя в выдыхаемом воздухе и паров спирта в окружающей среде. Полученные данные будут отправлены на микроконтроллер ESP32, который сравнивает значения промилле с установленной нормой, при которой сотрудник будет допущен на территорию предприятия. Таким образом, допуск персонала на рабочее место осуществляется по двум сигналам от турникета и алкотестера, при отсутствии одного из них или несоответствии установленным настройкам системы доступ на территорию предприятия будет запрещён. Такой подход увеличит надёжность и эффективность системы в целом, а также снизит риск несчастных случаев. Система контроля и управления доступом на базе микроконтроллера ESP32 с использованием датчиков паров спирта MQ-3 является дешёвой и простой в реализации в отличие от существующих аналогов.

Контроль доступа по алкотестерам будет востребован в первую очередь на автотранспортных предприятиях, предприятия имеющих опасное производство, предприятиях топливно-энергетического комплекса, режимных объектах и многих других. Алкотестеры на проходных предприятий позволяют повысить эффективность труда и снизить риск травматизма на производстве примерно на 30%. [8] Такая система является перспективной и имеет широкую область применения, что подтверждает актуальность и востребованность использования данного проекта.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Система контроля и управления доступом – что это такое? [Электронный ресурс] // © ООО "БЦИНФОРМ" 2013 - 2022. URL: <https://bcinform.ru/news/chto-takoe-skud-rasskazyivaem,-chto-eto-i-kakie-vidyi-byivayut.html>
2. Система контроля и управления доступом [Электронный ресурс] // [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8F\\_%D0%B8%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BD%D0%BD%D0%BD%D0%BF%D0%BE%D0%BC](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8F_%D0%B8%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BD%D0%BD%D0%BD%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BD%D0%BD%D0%BF%D0%BE%D0%BC)
3. Идентификаторы [Электронный ресурс] // PERCo URL: <https://www.perco.ru/products/identifikatory/>

4. Система контроля и управления доступом (СКУД): общие понятия [Электронный ресурс] // © 2010-2022 «ООО Семь Печатей». URL: <https://shop-sevenseals.ru/information/articles/sistema-dostupa-skud-obshchie-ponyatiya/>

5. Интеграция алкотестеров в скуд предприятия [Электронный ресурс] // ООО «РегионТоргСервис». URL: [https://alkotester-market.ru/index.php?route=information/infobase&infobase\\_id=19](https://alkotester-market.ru/index.php?route=information/infobase&infobase_id=19)

6. Алкотестирование на проходной предприятия: как турникет и алкотестер избавят от извечной российской проблемы [Электронный ресурс] // 2023 © Интемс. URL: <https://zc43.ru/alkotestery-na-predpriyatiu/>

7. Кошенский В. И., Заргарян Ю. А. Особенности функционирования BLE в микроконтроллере ESP32. Сборник трудов международной молодёжной школы С 23 «Инженерия – XXI» (г. Новороссийск, 21-22 апреля 2022 г.) / под общ. ред. к. ф. н. доцента И. В. Чистякова. – Новороссийск: Изд-во НФ БГТУ им. В. Г. Шухова, 2022. – 190 с., с.65

8. Алкотестеры для проходных предприятий [Электронный ресурс] // aura-med путь к здоровью URL: <https://aura-med.ru/alkotestery/dlya-sistem-kontroluya-dostupa/>

#### **УДК 681.5.01**

*Красовская Я.М., Микитинский М.Е., Герасимова Л.В.  
Научный руководитель: Данилова С.В., канд. экон. наук, доц.  
Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия*

### **СПОСОБЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Цифровая трансформация позволяет улучшить логистические процессы за счет автоматизации и оптимизации работы складов и транспорта, ускорения обработки заказов и доставки товаров, а также повышения точности и надежности идентификации товаров. Это позволяет сократить время доставки, уменьшить затраты на логистику, повысить уровень обслуживания клиентов и улучшить конкурентоспособность компаний на рынке. Кроме того, использование бизнес-аналитики и машинного обучения позволяет компаниям прогнозировать спрос на товары и адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям, что также способствует улучшению логистических процессов [2].

Проанализируем основные инновационные технологические решения, набирающие популярность в данной сфере и рассмотрим их преимущества, недостатки, а также примеры использования крупными отечественными и зарубежными логистическими компаниями.

Системы управления складом (WMS) являются ключевым элементом цифровой трансформации логистических процессов. Они позволяют автоматизировать управление запасами и организовать эффективную работу складов, ускорить обработку заказов и доставку товаров, снизить затраты на хранение и улучшить точность инвентаризации. WMS позволяют контролировать движение товаров на складе, оптимизировать расстановку товаров на полках и управлять процессом отбора, упаковки и отгрузки товаров. Благодаря использованию WMS компании могут повысить эффективность работы складов и сократить время доставки товаров, что способствует улучшению качества обслуживания клиентов и повышению конкурентоспособности на рынке.

Основными недостатками системы управления складом (WMS) являются:

1. Высокая стоимость: внедрение и поддержка WMS может быть дорогой, особенно для малых и средних предприятий.

2. Сложность внедрения: внедрение WMS может потребовать значительных усилий по настройке и интеграции с другими системами предприятия.

3. Необходимость обучения персонала: работа с WMS может потребовать дополнительного обучения для персонала, что может занять время и стоить дополнительных ресурсов.

4. Ограничения в использовании: некоторые WMS могут иметь ограничения в использовании, такие как ограниченное количество пользователей или возможностей.

5. Проблемы совместимости: Некоторые WMS могут иметь проблемы совместимости с другими системами предприятия, что может привести к трудностям в интеграции и обмене данными.

Интересным примером успешного функционирования такой системы в масштабе корпорации является Amazon Robotics - система управления складами, которая использует роботов для перемещения товаров по складу. Она позволяет сократить время на обработку заказов и улучшить точность инвентаризации.

На складах Amazon Robotics роботы перемещаются по определенным маршрутам, чтобы забирать товары со складских полок и доставлять их на упаковочную линию. Система автоматически

отслеживает количество товаров на складе и определяет, какие товары нужно заказать для поддержания достаточного запаса (рис. 1).



Рис. 1 Функционирование автоматизированного склада Amazon

Системы управления транспортом (TMS) - это программное обеспечение, которое помогает управлять логистическими операциями, связанными с транспортировкой грузов. Они используются для планирования и оптимизации маршрутов, отслеживания грузов, контроля складских запасов и других задач, связанных с доставкой товаров [1].

В логистике TMS используются для управления транспортными ресурсами и контроля над процессом доставки. Они позволяют компаниям управлять своими операциями более эффективно и сократить затраты на логистику. TMS также помогают улучшить обслуживание клиентов, повысить скорость доставки и уменьшить время на выполнение заказов.

Преимущества использования TMS включают в себя более эффективное управление транспортными ресурсами; оптимизацию маршрутов и снижение затрат на транспортировку; улучшение обслуживания клиентов; уменьшение времени на выполнение заказов; контроль над процессом доставки и отслеживание грузов; повышение прозрачности и точности данных.

Недостатками данной технологии являются:

1. Высокая стоимость внедрения и обслуживания. Системы управления транспортом требуют значительных затрат на разработку, установку, обучение персонала и поддержку.

2. Сложность интеграции с другими системами. В большинстве случаев TMS не является единственной системой, используемой в компании, и ее необходимо интегрировать с другими системами, такими как ERP, WMS и CRM. Это может привести к сложностям в процессе интеграции и снижению эффективности работы системы в целом.

3. Необходимость постоянного обновления и модернизации. Технологии и требования рынка постоянно меняются, что может привести к необходимости постоянного обновления и модернизации TMS.

4. Ограниченнность функционала. Некоторые системы управления транспортом могут быть ограничены в функционале и не могут полностью удовлетворить потребности компаний.

Новая система TMS, внедренная в 2021 году в логистической компании «Деловые Линии», включает в себя алгоритмы машинного обучения, которые позволяют оптимизировать маршруты доставки на основе данных о трафике, погодных условиях и т.д. (рис. 2).



Рис. 2 Общая схема системы TMS в компании «Деловые Линии»

Также система использует датчики и IoT-технологии для мониторинга состояния транспорта и предотвращения возможных поломок. Кроме того, система имеет функционал для автоматического управления запасами и заказами, что позволяет сократить время на обработку заявок и улучшить качество обслуживания клиентов.

Электронные платформы для управления логистическими процессами (LSP) - позволяют заказчикам и поставщикам взаимодействовать в режиме онлайн и контролировать выполнение логистических операций. Организации могут использовать электронные платформы для управления своими логистическими процессами, включая управление складами, транспортировку грузов и маршрутизацию доставки. Это позволяет им повысить эффективность своих операций, улучшить качество обслуживания клиентов и уменьшить затраты на логистику.

Клиенты могут использовать электронные платформы для отслеживания своих грузов в режиме реального времени, управления инвентаризацией и обработки платежей. Это дает им возможность контролировать свои поставки и свои расходы на логистику. Кроме того, клиенты могут получать уведомления о статусе своих грузов и

сроках доставки, что позволяет им планировать свою деятельность более эффективно.

Одним из минусов электронных платформ для управления логистическими процессами является высокая стоимость внедрения и поддержки таких систем. Кроме того, необходимость обучения персонала и адаптации к новым технологиям может занять много времени и ресурсов. Еще одним недостатком может быть ограниченность функционала электронных платформ, которые могут не учитывать все особенности конкретной логистической операции или не предоставлять достаточно гибких настроек для индивидуальных потребностей клиента. Также возможны проблемы с безопасностью данных, если электронная платформа не обеспечивает надежную защиту информации о грузах, клиентах и других конфиденциальных данных. Иногда электронные платформы могут быть непригодными для некоторых видов логистических операций, особенно если требуется большое количество ручной работы или если имеются сложности с транспортировкой грузов в отдаленные или труднодоступные места [4].

Компания UPS одной из первых начала применять данное решение в своей деятельности. Электронная платформа помогла компании оптимизировать работу своих логистических центров, предоставляя информацию о складских запасах и прогнозируя потребности клиентов. При помощи LSP клиенты могут отслеживать статус своих грузов в режиме реального времени через электронную платформу, что позволяет им быть в курсе всех изменений и планировать свою работу соответствующим образом (рис. 3).

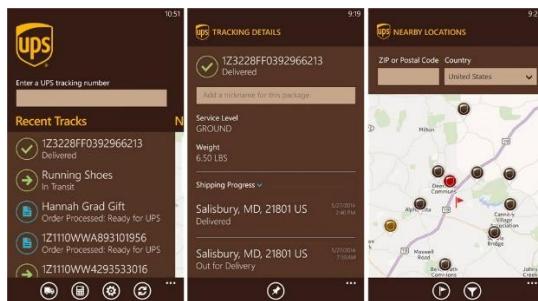


Рис. 3 Интерфейс приложения UPS для трекинга заказов

Цифровая трансформация и массовое внедрение цифровых технологий в складскую и транспортную логистику позволяют повысить эффективность работы компаний, а в результате улучшить технико-экономическую структуру многих экономик по всему миру. В

настоящее время организации уделяют все больше внимания инвестициям в инновации, а разработчики с каждым годом представляют все больше новых продуктов в области цифровых технологий [3].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бекмурзаев И.Д. Цифровизация как основное направление инновационного развития логистики // Журнал прикладных исследований. 2022. №6. С. 6-12.
2. Лобанова, А. А. Технологии будущего в складской и транспортной логистике / А. А. Лобанова, В. А. Васильева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 34 (429). — С. 14-19.
3. Пустохина И.В., Пустохин Д.А. Цифровизация логистики в России: реальность, проблемы и ближайшие перспективы // Информационные технологии. 2019. №13. С. 14-18.
4. Сергеев В.И. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок / В.В.Дыбская, В.И. Сергеев. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 190 с.

**УДК 62-523.8**

**Крючков Е.С.**

**Научный руководитель: Епринцев М.А., асс.**

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г.Санкт-Петербург, Россия*

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ДО ОБЪЕКТА**

На данный момент, рынок устройств, которые могли бы определять расстояния до объекта и преобразовывать его в различные цифровые сигналы, например, ШИМ-сигнал, беден, найти готовые технические решения практически невозможно. В данной статье отражен процесс разработки устройства для определения расстояния до объекта, с описанием процесса передачи этого расстояния в виде ШИМ-сигнала.

Разработка устройства будет проходить в среде Arduino, так как в ней имеется большая база готовых датчиков с написанными

библиотеками и алгоритмами обработки сырых данных для получения наиболее точных величин.

### **Описание задачи**

Разрабатываемое устройство будет решать следующую задачу: определение расстояния до объекта, его перевод в ШИМ-сигнал и передача сгенерированного сигнала на транзисторный ключ, который будет управлять яркостью свечения светодиода или гирлянды для светодиодов.

Устройство будет питаться с помощью трех батареек типа АА, также будет возможность питать устройство от разъема USB Type-C.

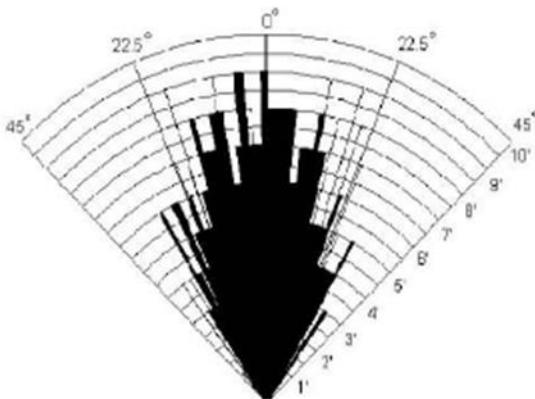
### **Выбор датчика расстояния**

В качестве датчика расстояния был выбран ультразвуковой HC-SR04 за счет его относительной простоты в подключении и использовании, достаточной точности и надежности. Принцип работы данного устройства состоит в том, что оно испускает пучок ультразвука, после чего получает его отражение с некоторой задержкой, благодаря этому временному интервалу и определяется расстояние. Ниже приведены основные характеристики этого датчика:

- Питающее напряжение 5В;
- Рабочий параметр силы тока – 15 мА;
- Сила тока в пассивном состоянии < 2 мА;
- Обзорный угол – 15°;
- Сенсорное разрешение – 0,3 см;
- Измерительный угол – 30°;
- Ширина импульса – 10<sup>-6</sup> с.

Сразу выделим основные минусы данного датчика: узкий угол обзора и плохая работа со звукопоглощающими поверхностями. Однако, данные минусы будут почти незаметны при эксплуатации данного прибора в условиях, для которого оно предназначено, а именно, к устройству подносится рука и по её положению будет генерироваться сигнал (чем рука будет ближе, тем ШИМ-сигнал имеет наибольшее заполнение).

Диаграмма направленности этого датчика приведена на рисунке 1 [1].



*Practical test of performance,  
Best in 30 degree angle*

Рис. 1 Диаграмма направленности HC-SR04

Для наиболее точных величин используется медианный фильтр [2].

Ниже представлен алгоритм скетча для нахождения расстояния до объекта с помощью ультразвукового сигнала:

1. Перевод датчика в режим эхолокации, посредством подачи импульса длительностью 2-5 мкс. В этом случае HC-SR04 испускает ультразвуковые волны длиной  $25 \cdot 10^{-6}$  (м).
2. Датчик принимает отраженные сигналы и по задержке определяет расстояние до объекта.
3. Считываем длительность импульса с помощью функции pulseIn() [3].
4. Деление длительности импульса на константу, равную 58.2, в этом случае мы получаем расстояние в сантиметрах.

Также стоит сказать, что данный датчик можно использовать и с одним выходом (не считая входов VCC и GND), однако в данной статье это не рассматривается.

#### **Принципиальная электрическая схема**

Принципиальная электрическая схема представлена на рисунке 2.

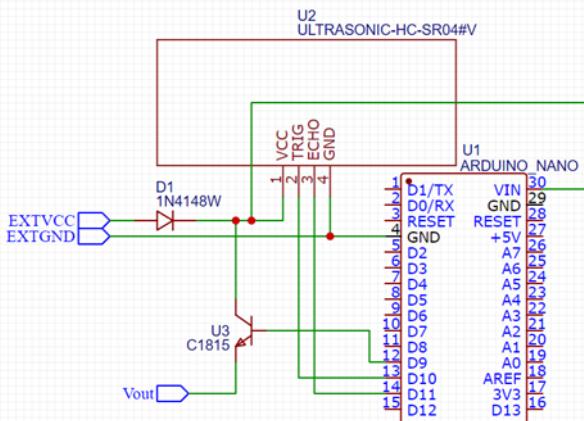


Рис. 2 Принципиальная электрическая схема

### Трассировка печатной платы

Трассировка печатной платы представлена на рисунке 3.

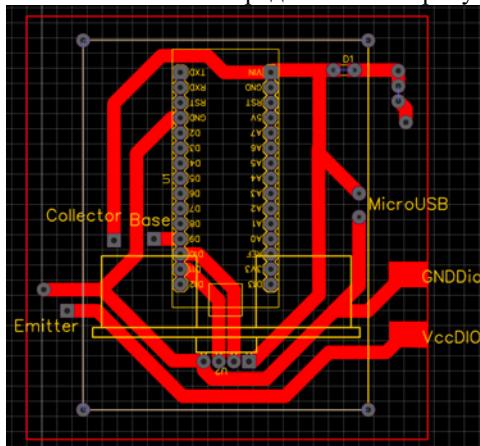


Рис. 3 Трассировка печатной платы

Построение принципиальной электрической схемы и трассировке печатной платы проводились в EasyEDA [4].

Таким образом, в данной статье показан процесс создания устройства для определения расстояния, рассмотрен принцип работы одного из самых популярных ультразвуковых датчиков для

определения расстояния HC-SR04 и приведены электрическая схема и трассировка печатной платы данного устройства.

В результате первых тестов данного устройства можно сказать, что рассчитываемое расстояние довольно точное, однако, иногда, прибор не замечает маленькие объекты, либо недостаточно широкие предметы. Решением данной проблемы может служить использование другого фильтра или связки фильтров, которые будут в будущем внесены в программу.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ультразвуковой датчик расстояния Ардуино HC-SR04 [Электронный ресурс] // <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/> (Дата обращения: 11.05.2023).
2. Фильтрация сигналов [Электронный ресурс] // <https://alexgyver.ru/lessons/filters/> (Дата обращения: 11.05.2023).
3. Синтаксис функции pulseIn() [Электронный ресурс] // <https://arduino.ru/Reference/PulseIn> (Дата обращения: 11.05.2023).
4. Руководство по работе с EasyEDA [Электронный ресурс] // <https://blog.dubkov.org/electronics/easyeda-starter-guide/> (Дата обращения: 11.05.2023).

**УДК 66.666**

*Куликов А.В., Радченко В.О., Крапивин С.Н.*

*Научный руководитель: Щелокова Л.С., канд. техн. наук, доц.*

*Белгородский государственный технологический университет*

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

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ВОДООТДЕЛЕНИЯ ЦЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОБАВКИ

Водоотделение цементного теста зависит от множества факторов: наличие добавок в самом цементе или в воде для затворения цемента, водоцементного отношения, время от начала проведения испытаний, время перемешивания, химический состав и степень дисперсности цемента. Водоотделение цементного теста - это количество воды, которое отделилось при расслоении цементного теста, вследствие осаждения цементных частиц под действием силы тяжести [2].

Цементы делятся на виды по их назначению и свойствам: расширяющиеся цементы, портландцементы, глиноземистые цементы,

тампонажные цементы, шлаковые цементы, белые цементы, быстротвердеющие цементы, пущолановые цементы, карбонатные цементы, гидрофобные цементы и другие [3].

Для получения необходимых вам показателей в цементе, вводятся добавки в сам цемент или в воду для затворения. Добавки разделяют на виды, такие как пластифицирующие добавки, уплотняющие добавки, замедлители и ускорители схватывания смеси, противоморозные добавки, полимерные добавки, красители и многие другие. На водоотделение цемента оказывают значительное влияние: введение минеральных и технологических добавок, минералогический состав клинкера и тонкость помола цемента [1, 5]. Приведу несколько причин, почему необходимо использовать добавки при производстве цемента:

1. Раствор будет более прочным, в особенности такой цемент подойдет для строительства высоконагруженных конструкций.

2. Облегчается процесс укладки смеси, что в свою очередь приведет к сокращению временных затрат, финансовых и трудовых расходов.

3. Повысится эксплуатационный срок службы раствора.

Исследования проводились с тремя промышленными цементами ЦЕМ II/A-П 42,5Н, ЦЕМ I 42,5Б, ЦЕМ I/A-Ш 32,5Б.

Определяли тонкость помола цемента, которая приведена в таблице 1:

Таблица 1 – Определение тонкости помола

Навеска материала, 50 г	Остаток на сите № 008		Кол-во материала прошедшее через сито №008	
	г	%	г	%
1. ЦЕМ II/A-П 42,5Н	0,5	1	49,5	99
02. ЦЕМ I 42,5Б	4,2	8,4	45,8	91,6
3. ЦЕМ II /A-Ш 32,5Б	6,8	13,6	43,2	86,4

Наибольшее количество материала прошло у портландцемента ПЦ 2/А-П 42,5Н - 99%, через сите № 008.

Определил удельную поверхность у исследуемых цементов, которая представлена в таблице 2:

Таблица 2 – Определение удельной поверхности

Название цемента	Удельная поверхность кв. м/кг
1. ЦЕМ II/A-П 42,5Н	303,2

2. ЦЕМ I 42,5Б	368,9
3. ЦЕМ II /А-Ш 32,5Б	326,4

Наибольшей удельной поверхностью обладает цемент под номером два ЦЕМ I 42,5Б.

Следующим этапом в работе, стало определение сроков схватывания в больших образцах, которая отображена в таблице 3. Навеска 350 грамм исследуемого цемента.

Таблица 3 – Определение сроков схватывания

Название цемента	Время затворения	Начало схватывания	Конец схватывания	Сроки схватывания начало	Сроки схватки конец
1. ЦЕМ II/А-П 42,5Н	12:37	14:47	15:37	2 ч 10 мин	3 ч
2. ЦЕМ I 42,5Б	12:50	15:50	16:55	3 ч	4 ч 5 мин
3. ЦЕМ II /А-Ш 32,5Б	11:26	14:06	14:46	2 ч 40 мин	3 ч 20 мин

Быстрее всего схватывание закончилось у цемента ЦЕМ II /А-П 42,5Н, через 3 часа от начала эксперимента.

Таблица 4 - Определение водоотделения у исследуемых цементов:

Время, мин.	ЦЕМ II/А-П 42,5Н	ЦЕМ I 42,5Б	ЦЕМ II/А-Ш 32,5Б
15	426	360	363
30	389	354	355
60	385	351	348
90		349	

$$1. Kb = 18,1\%$$

$$2. Kb = 24,9\%$$

$$3. Kb = 26,7\%$$

Наибольший коэффициент водоотделения у цемента под номером три, у него 26,7%, а наименьший коэффициент водоотделения у цемента под номером один, у него 18,1%.

У цементов под номером один и три, процесс водоотделения закончился через 60 минут от начала опыта, у цемента под номером два, через 90 минут.

Следующим этапом в работе стало, внедрение 0,5 мл добавки метил-диэтанол-амина в каждый из исследуемых цементов:

Таблица 5 – Определение водоотделения в присутствии добавки

Время, мин.	ЦЕМ II/A-II 42,5Н	ЦЕМ I 42,5Б	ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б
15	413	426	380
30	410	400	368
60	409	382	360

- 1.Кв = 11,1%
- 2.Кв = 18,7%
- 3.Кв = 21,7%

После использования добавки метил-диэтанол-амина, у всех исследуемых цементов водоотделение значительно снизилось.

Исследование влияния добавок на водоотделение является актуальным. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее эффективной для снижения водоотделения для исследованных типов цементов является добавка метил-диэтанол-амина.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нормантович А.С. Регулирование процесса водоотделения цементно-водных дисперсных систем : диссертация ... кандидата технических наук : 05.17.11.- Белгород, 2005.- 130 с.
2. Афанасьева В.Ф. Эффективность цемента: факторы качества. Технологии бетонов. №2, 2014. С12-15.
3. Цемент: характеристики, виды и свойства [Электронный ресурс] // СТРОЙИНФОРМ: [сайт]. URL: <https://stroy-inform.ru/znaniya/articles/cementcharakteristikvidy-i-svoystva>.
4. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. - М.: Высш. школа, 1980. - 472с.
5. Шахова Л.Д., Черноситова Е.С., Щелокова Л.С., Денисова Ю.В. исследование факторов, влияющих на текучесть цементов / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2019. № 11. С. 8-16.

**Кулькова Е.Д.**

**Научный руководитель: Боровская Л.В., канд. хим. наук, доц.**

**Кубанский государственный технологический университет,**

**г. Краснодар, Россия**

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ СУ-ВИД**

В процессе развития современной науки раскрывается множество вопросов, ответы на которые ранее были недоступны. Так, с каждым днём становится всё обширнее разнообразие различных технологических процессов, в основе которых лежат фундаментальные физические законы и химические реакции. Изучение сущности этих технологических процессов лежит в основе их развития, что обуславливается тем, что поняв природу явления, можно также составить прогностические отчёты, сопутствующие при разработке новых видов технологических процессов или же модернизации уже известных. На ряду со всеми технологическими процессами, процессы, которые используются в пищевой инженерии активно прогрессируют. Сфера питания, в частности сфера общественного питания, является одной из тех сфер в которой модернизация и внедрение инноваций является более частым процессом по сравнению с некоторыми другими сферами. На протяжении нескольких десятков лет предпринимались попытки контролировать температуру с абсолютной точностью, входе чего соответственно и были изобретены новейшие способы и методы приготовления пищи. Высшим достижением этих исследований и экспериментов стало изобретение метода су-вид и внедрение его в кулинарную практику. Благодаря этому методу и соответственно специализированному оборудованию была значительно разрешена проблематика классических методов доведения сырья до кулинарной готовности.

В современной кулинарной практике существует большое количество различных технологических приемов, каждый из которых имеет под собой физико-химическую основу. К одним из таких инновационных методов доведения сырья до кулинарной готовности относится вакуумирование, обладающее рядом положительных черт и достоинств. Вакуумирование представляет собой получение в аппаратах (сосудах) давления ниже атмосферного посредством удаления газообразной фазы(пара). Сам же процесс приготовления продукции с помощью вакуума подразумевает использование метода, при котором из пластикового пакета, где находится непосредственно

сам продукт, удаляют воздух и продукт готовят при относительно более низкой температуре, которая в свою очередь контролируется. Зачастую используется водяная баня. Технология приготовления с использованием вакуума получила название «Су-вид» от французского «Sous-Vide» – «в вакууме», соответственно и была придумана во Франции. Благодаря вакууму, таким образом, проблемы приготовления наполовину сырых или же наоборот, слишком сухих блюд, будут сведены к минимуму или полностью решены. Вместе с тем, сам продукт не теряет свои органолептические свойства, сохраняет естественность окраски, сочность, он также будет отлично сохраняться в вакуумной упаковке, что позволяет продлить срок годности самого продукта, т.к. полностью исключается процесс окисления.

В то же время продукты, приготовленные в вакууме при относительно низких температурах, несут в себе опасность возможного распространения и сохранения бактериальной флоры, поэтому следует строго соблюдать технологический регламент такого процесса приготовления во избежание негативных последствий. Важно учитывать, что разные бактерии, такие как *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* и *Clostridium botulinum*, погибают при разной температуре и разной длительности тепловой обработки. В связи с этим, стоит придерживаться диапазона в 60°C -90°C.

Известно, что при жарке основным способом или во фритюре при открытом взаимодействии жиров и кислорода воздуха происходит цепочка окислительных реакций, в ходе которых образуются вещества, ухудшающие качество блюда, среди которых и небезопасные канцерогены.. Во время варки происходит гидролиз жиров, в результате идет накопление свободных жирных кислот (повышается кислотное и ацетильное число), и только малая часть жиров диффундирует в объём жидкой фазы, большая часть подвергается гидролизу и остаётся на поверхности. Вакуум позволяет предупредить реакции окисления и гидролиза жиров, так как контакта с кислородом воздуха не происходит из-за удаления газа из пластиковой оболочки, соответственно целой цепочки окислительных реакций не происходит. Так как кислород удалён из сосуда или упаковки, практически невозможно образование перекисей и гидроперекисей, являющихся первичными продуктами в результате окисления жиров, соответственно образование вторичных продуктов окисления ещё менее вероятно. Как известно, первичные и тем более вторичные продукты окисления жиров неблагоприятно влияют на организм человека при их употреблении вместе с пищей. При варке в вакуумных пакетах, нет контакта ещё с двумя факторами, влияющими на понижение качества жира, а именно с

водой и высокой температурой. Это означает, что степень гидролиза жиров при варке в вакуумной упаковке будет сведена к минимуму, а так как при приготовлении в су-виде применяют относительно низкие температуры интенсификация процессов окисления и гидролиза жиров также будут минимизированы. Вместе с тем, используя су-вид, сразу можно исключить образование димеров, тримеров, полимеров, которые не усваиваются и не перерабатываются в организме, соответственно пагубно влияют на здоровье и человека, замедляя метаболические процессы. А также таких вредных веществ, как эпоксины, спирты, соединения с конъюгированными связями и различные непредельные альдегиды, в частности непредельный альдегид акролеин.

Главное преимущество су-вид состоит в отсутствии кислорода, контактирующего с продуктом. Присутствие кислорода при тепловой обработке является основным фактором разрушения витаминов. Содержание водорастворимых витаминов, таких как: витамины группы В и витамин С, больше подвергаются изменению, чем жирорастворимые витамины, такие как: А, D, K, каротин. Витамин А, каротин (провитамин А) имеет небольшую степень разрушения при температуре 110 градусов и нагревании в течении 15 мин в пределах 1,5-2%. Но когда температура увеличивается до 115 градусов, а продолжительность нагревания до 60 мин потери достигают 30-35%..Разрушение витамина В при стерилизации молока с применением пароконтактного нагрева при температуре 140 градусов и времени нагревания 1-2с составляет 15-20%..Разрушение витамина В1 (тиамина) при температуре 115 градусов и выдержке 60 мин составляет 22-25%, а при температуре 120 градусов и выдержке 30 мин 22-24%..Витамин В12 (кабаламин) при температуре 110 градусов и выдержке 20 мин потери составляют 70%. При температуре 120 градусов и выдержке 30 мин потери увеличиваются до 80%. Но при использовании УВТ-режима стерилизации, потери уменьшаются и составляют 15-20%.

Опытным путём было доказано, что вакуум позволяет сохранить биологическую ценность, соответственно уменьшить потери питательных веществ, в которых нуждается организм для нормализованного функционирования.

Достоинством данной технологии является:

- 1) Сохранение органолептических, вкусовых свойств продукта
- 2) Максимальное сохранение витаминного состава и биологической ценности состава блюд, т.к. отсутствует доступ кислорода, исключен процесс окисления, разрушающий витамины,

3) Минимизация образования канцерогенных веществ, неизменно образующихся при других тепловых методах готовки, например, при жарении,

4) Ограниченнное использование консервантов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронный обучающий модуль по технологии питания. Франко Е.П., Кудряшова Е.Н., Боровская Л.В., Касьянов Г.И., Франко М.В. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 10.

2. Физико-химические свойства продуктов питания . Федорова И.В.В сборнике: Студенческий научный форум - 2019. Российская Академия Естествознания. 2019. С. 2018011215.

3. Деменчукова А.Д., Боровская Л.В. Изменение витаминного состава молочной продукции в процессе обработки // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум-2020» Москва, 2020.

**УДК 519.688**

**Локтев Т.Н.**

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

## НАВИГАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ПЛАТФОРМ

На сегодняшний день существуют различные виды навигации для автономных беспилотных транспортных средств и роботов. Их можно разделить на две основные категории: навигация в помещении (indoor) и навигация на открытом пространстве (outdoor).

К настоящему времени успешно решаются задачи outdoor-навигации, но ее применение становится проблематичным, когда необходимо, чтобы робот ориентировался внутри помещений. Зачастую работа внутри закрытых помещений обусловлена разными видами помех, начиная от неравномерности освещения и заканчивая проблемами отражения радиосигналов либо, напротив, трудностями при создании каналов связи [1,2]. Тогда очевидным выходом из ситуации является использование метода ориентирования, способного работать в сильно зашумленной среде. В частности, хорошим примером

данного метода indoor-навигации является SLAM, который и будет рассмотрен в статье.

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) - метод, который используется роботами и автономными транспортными средствами для построения карты в новом для системы пространстве или для обновления карты в заранее известном помещении с одновременным отслеживанием текущего местоположения роботизированной платформы и пройденного пути [3].

Данный метод позволяет связать между собой построение карты местности и навигацию в непрерывный цикл, где данные одного процесса участвуют в работе другого.

Построение карты — это процесс сбора и интеграции информации с различных датчиков одного или нескольких типов. Навигационная система робота пытается определить вид рабочего пространства в процессе выполнения этого процесса. Интерпретация данных с сенсоров и представление информации об окружающей среде являются главными аспектами этого процесса.

Локализация — это процесс, который может быть разделен на локальный и глобальный подпроцессы. Локальный отвечает за определение текущего местоположения в режиме реального времени на основе заранее известной нулевой точки и координат начальной позиции робота. Глобальный определяет местонахождение робота независимо от помещения, например, с помощью GPS-трекинга.

Таким образом, можно заключить, что процесс SLAM состоит из двух подпроцессов, которые не могут быть работать независимо друг от друга. Робот не сможет выяснить, как выглядит окружающая среда, основываясь на наблюдениях, пока не будет определено местоположение этих наблюдений. Одновременно, оценка текущего положения робота без карты также является трудной задачей.

С математической точки зрения, SLAM пытается оценить карту и весь путь, пройденный роботом. Таким образом, поза робота рассчитывается только в конце траектории, проделанной роботом. Вероятностное определение подхода полного SLAM может быть дано следующим образом (1)-(4):

$$u_{\{1:t\}} = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_t\}, \quad (1)$$

$$z_{\{1:t\}} = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_t\}, m, \quad (2)$$

$$x_{\{1:t\}} = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_t\}, \quad (3)$$

$$p(x_{\{1:t\}}, m | z_{\{1:t\}}, u_{\{1:t\}}), \quad (4)$$

где  $u$  — управление роботом в момент времени  $t$ ,  $z$  — информация об окружающей среде, обозреваемой роботом в момент времени  $t$ ,  $m$  —

построенная карта,  $x$  – полученное местоположение робота в момент времени  $t$ ,  $p$  – рассчитанная траектория робота [4].

Данный метод можно упрощенно представить в виде следующей графической модели (Рис. 1):

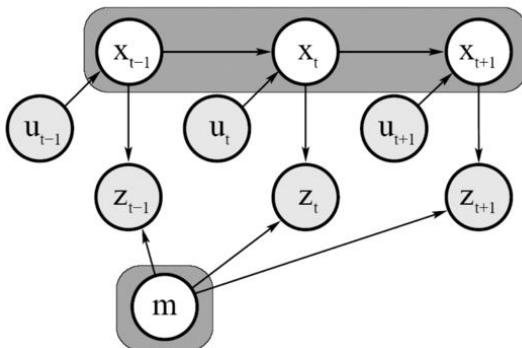


Рис. 1 Графическое представление работы метода SLAM

Рассмотрим различные виды решения задачи SLAM.

«Featurebased SLAM» – метод, использующий легко идентифицируемые элементы в окружающей среде для создания внутреннего представления пространства с учетом расположения этих ориентиров. Для этого алгоритм использует расширенный фильтр Калмана, который позволяет получить линейное приближение модели объекта на каждом шаге [5].

«Graph-based SLAM» — метод, который использует графы или сети для создания карты, где узлы соответствуют позициям робота в разные моменты времени, а ребра – пространственные ограничения, связывающие позы робота вместе. Ограничения состоят в распределении вероятностей относительного преобразования между позами. Система определяет наиболее вероятную конфигурацию поз с учетом ребер графа, используя граф, построенный на основе измерений датчиков. Один из наиболее популярных подходов к SLAM на основе графов – это метод отображения в реальном времени (VSLAM Rtabmap), основанный на инкрементном детекторе замыкания цикла на основе визуальных образов.

«Grid-based SLAM» – это метод построения карты и локализации робота, который основан на разбиении пространства на сетку точек с определенным шагом. Каждая точка в сетке может иметь свое состояние, которое может быть занято, свободно или являться препятствием. Например, точка с значением 1 может обозначать

занятую ячейку, а точка со значением 0 - свободную. Кроме того, значения точек могут варьироваться от 0 до 1, используя промежуточные значения. Этот метод является одним из наиболее простых и теоретических подходов для построения карты и локализации робота, который может быть использован в различных робототехнических приложениях.

«Topological SLAM» — это метод представления задачи с помощью графо-подобного описания окружающей среды, которое не использует точную метрическую карту. Вместо этого, топологическое описание состоит из узловых мест, которые легко можно сравнить и отличить друг от друга. Однако, в более сложных и больших средах, где количество ориентиров растет и их сравнение с базовыми становится сложным, данный метод может стать неприменимым.

«SemanticSLAM» — это метод, использующий карты, представленные в виде моделей семантических карт. В отличие от топологических методов, которые используют только распознавание мест-ориентиров для определения метрической информации, семантическое сопоставление связывает семантические концепции с объектами в окружающей среде. Разработка семантического отображения все еще находится на ранней стадии разработки и может быть очень сложным для реализации в зависимости от необходимого уровня семантических возможностей. Тем не менее, согласно Carlos Miguel, было проведено множество исследований по семантическому отображению и семантическому SLAM.

Современные же методы SLAM реализованы на базе ROS (Robot Operating System) благодаря большому количеству библиотек с уже готовой реализацией алгоритмов, многие из которых находятся открытом доступе. Некоторыми примерами этих библиотек являются GMapping, Google Cartographer и Rtabmap.

GMapping, в частности, основан на работе с 2D- или 3D-лидарами. Используя эти устройства, метод может построить 2D- или 3D-карту, и по мере движения робота алгоритм сравнивает уже построенную карту с картой, строящейся в режиме реального времени, тем самым определяя местоположение робота (Рис. 2).

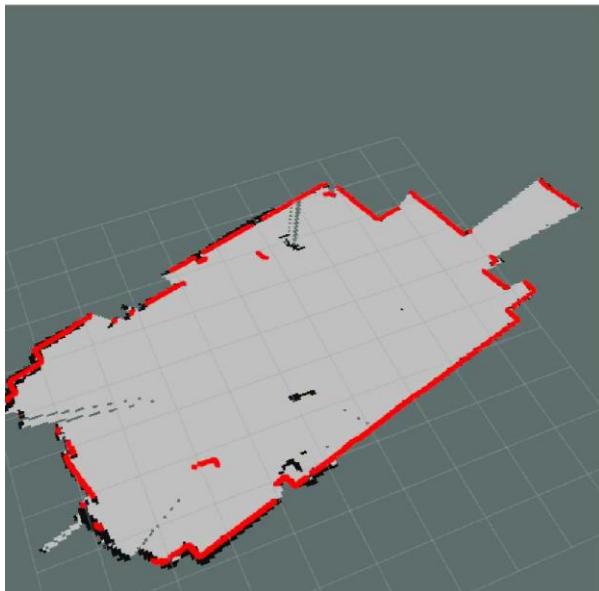


Рис. 2 Пример работы алгоритма библиотеки GMapping в среде визуализации «Rviz» на базе ROS.

Эта технология доказала свою высокую эффективность в робототехнике и внесла значительный вклад в развитие автономных систем.

Таким образом, в ходе выполнения работы были рассмотрены различные виды решений задачи SLAM. Выбор наиболее подходящего метода зависит от конкретной задачи и условий применения. Например, «Feature-based SLAM» может быть более подходящим для навигации в помещениях с множеством различных объектов, «Graph-based SLAM» обычно используется для работы с большим количеством данных, а «Topological SLAM» может использоваться для создания карт без использования точных координат объектов. «SemanticSLAM» использует информацию о семантике окружающей среды для улучшения качества карты. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и оптимальный выбор зависит от конкретной ситуации.

*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. Карпов В. Э., Платонова М. В., Система навигации мобильного робота [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/gyswt4tx19/51170774.pdf> (дата обращения 23.04.2023).
2. Проектирование робототехнических систем и комплексов / Д.А. Юдин, Д.А. Бушуев, А.Г. Бажанов, Р.А. Ващенко – Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. – 190 с.
3. Навигация мобильных роботов (метод SLAM) [Электронный ресурс]. URL: <https://apni.ru/article/3596-navigatsiya-mobilnikh-robotov-metod-slam> (дата обращения 25.04.2023).
4. Исследование методов SLAM для навигации мобильного робота внутри помещений. Опыт исследования R2 Robotics [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/560856/> (дата обращения 25.04.2023).
5. Фильтр Калмана — это легко [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/singularis/articles/516798/> (дата обращения 26.04.2023).

**УДК 006.3:004.89**

**Лынник В.В.**

**Научный руководитель: Луценко О.В., доц.**

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

## **РАБОТА КОМИТЕТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ (ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТК 14 «РОБОТОТЕХНИКА»)**

Стандартизация представляет собой унификацию деятельности в конкретной области с помощью правил, которые применяются на благо и совместно с заинтересованными сторонами. Такой подход позволяет не только обеспечивать качество и безопасность продукции, но и повышать эффективность производства и упрощать взаимодействие между производителями и потребителями. Результатом такой работы является изменение жизни людей, и несколько примеров этого можно рассмотреть. В области информационных технологий стандартизация обеспечивает совместимость между различными устройствами и программами, а также повышает безопасность и защиту данных. Стандарты, такие как ISO 27001 и ISO 27002, устанавливают требования

к системам управления информационной безопасностью и методам защиты информации соответственно [1-3].

Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК) был создан в 1957 году и с тех пор стал одним из ведущих институтов России в области разработки и производства робототехнических систем. В связи с быстрым развитием этой отрасли и ее значимостью для экономики и науки, в 2016 году был создан технический комитет ТК 14 "Робототехника" по стандартизации в этой области.

Основной целью создания ТК 14 было обеспечение единства подходов и унификации в разработке, производстве и эксплуатации робототехнических систем, а также обеспечение их безопасности и качества. Работа ТК 14 направлена на разработку и утверждение национальных стандартов в области робототехники, в том числе стандартов, касающихся взаимодействия между робототехническими системами, безопасности и надежности робототехнических систем, стандартизации оборудования для производства робототехники и других важных вопросов, связанных с использованием робототехники в различных отраслях народного хозяйства [4]. Робототехнические системы сегодня используются во многих сферах жизни, начиная от производства промышленных товаров до выполнения различных задач в быту, медицине и образовании. Стандартизация в области робототехники становится все более важной, поскольку она позволяет создавать более эффективные и безопасные системы, а также повышать качество производства.

Более того, стандартизация позволяет улучшить сотрудничество между различными компаниями и организациями, работающими в сфере робототехники. Единые стандарты позволяют им использовать общие технологии и оборудование, что снижает затраты на производство и повышает конкурентоспособность отрасли в целом.

Таким образом, создание ТК 14 "Робототехника" является важным шагом для развития отрасли робототехники в России. Национальные стандарты, разработанные этим техническим комитетом, не только помогут обеспечить безопасность и качество робототехнических систем, но и сделают их более эффективными и конкурентоспособными на мировом рынке.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ) является федеральным органом исполнительной власти, который занимается обеспечением единства измерений, стандартизации, аккредитации и оценки соответствия. Одним из ключевых участников в разработке и принятии стандартов,

которые используются в различных отраслях промышленности, науки, техники и социальной сферы. РОССТАНДАРТ также отвечает за контроль соблюдения стандартов и требований к качеству продукции и услуг, производимых и предоставляемых в России [2]. В рамках этой деятельности он создал и внедрил стандарт ГОСТ Р 60.0.0.5–2019 "Робототехника. Термины и определения", который определяет термины и определения, используемые в области робототехники и применяемые в научных, технических и нормативных документах. Этот стандарт помогает унифицировать терминологию и обеспечивает единство в использовании терминов в различных отраслях робототехники.

Технический комитет ТК 14 "Робототехника", который активно участвует в работе Международной организации по стандартизации (ISO) и Международной электротехнической комиссии (МЭК), разрабатывает международные стандарты в области робототехники. Один из недавно принятых международных стандартов, разработанных ТК 14 "Робототехника", — это стандарт ISO 13482:2014 "Роботы и роботизированные устройства" [6]. Требования безопасности к роботам для персонального ухода, который определяет требования к безопасности при работе с робототехническими системами, включая требования к конструкции, программированию и эксплуатации роботов, чтобы защитить человека от возможных травм и опасностей.

В планах Технического комитета ТК 14 "Робототехника" на 2021–2022 годы были следующие направления деятельности: разработка международных стандартов по безопасности роботов для персонального ухода, разработка стандартов по программному обеспечению для роботов и создание новых стандартов в области робототехники для различных отраслей [5].

Одним из важных направлений деятельности РОССТАНДАРТА и ТК 14 "Робототехника" является поддержка инноваций в области робототехники. В этой связи проводятся различные мероприятия, направленные на развитие инновационной деятельности, включая создание инновационных центров и лабораторий, организацию конкурсов и форумов.

В целом, стандартизация в области робототехники играет важную роль в развитии этой отрасли, обеспечивая безопасность, единство измерений и качество продукции и услуг. Российские стандарты и международные стандарты, разработанные РОССТАНДАРТом и ТК 14 "Робототехника", являются важным инструментом для обеспечения конкурентоспособности и успешного развития робототехники в России и за ее пределами.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О РОССТАНДАРТЕ. - Текст : электронный //РОССТАНДАРТ: [сайт]. -2022. -12 апр. - URL: [https://www.rst.gov.ru/portal/gost/\\_](https://www.rst.gov.ru/portal/gost/_) (дата обращения: 10.04.2023).
2. Стандартизация и процесс стандартизации. - Текст: электронный // ICQC: [сайт]. -2022. -5 апр. - URL: <https://www.icqc.eu/ru/certifikacija-ce/mezhdunarodnaya-standartizaciya/standardization-standardization-process/> (дата обращения: 12.04.2023).
3. Теория проектирования бортовых систем управления мобильными роботами, обладающими свойством живучести: монография / В.Г. Рубанов, И.А. Рыбин, А.Г. Бажанов [идр.].-Москва: Ай Пи Ар Медла, 2022. -Z||C. – ISBN 978-5-4497-1468-8. – Текст: электронный// IPRSMART: [сайт]. -URL: <https://iprsmart.ru/117048.html>
4. О комитете. - Текст: электронный // Технический комитет по стандартизации 141 «Робототехника»: [сайт]. -2018. -18 мая - URL: <https://tk141 rtc ru/> (дата обращения: 03.04.2023).
5. План работы. - Текст: электронный // Технический комитет по стандартизации 141 «Робототехника»: [сайт]. -2018. -18 мая - URL: <https://tk141 rtc ru/> (дата обращения: 03.04.2023).
6. Участие в работе ИСО и МЭК. - Текст: электронный // Технический комитет по стандартизации 141 «Робототехника»: [сайт]. -2018. -18 мая - URL: <https://tk141 rtc ru/> (дата обращения: 03.04.2023).

**УДК 65.011.56**

**Мандрыйкин Д.В.**

**Научный руководитель: Нигматзянова Л.Р., ст. преп.**

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

### **БУДУЩЕЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ: КАК АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕВОЛЮЦИОНИЗИРУЕТ РАБОЧЕЕ МЕСТО**

Автоматизация в предприятиях - это процесс использования технологий для автоматизации рутинных задач, которые ранее выполнялись вручную. Эта технология позволяет упростить и ускорить процессы внутри компаний, повышая производительность и

эффективность работы. Сегодня автоматизация стала неотъемлемой частью предприятия, и ее использование будет только расти в будущем.

Автоматизация в предприятия имеет множество преимуществ. Она позволяет сократить время на выполнение рутинных задач и упростить процессы, что повышает производительность работников. Кроме того, автоматизация уменьшает вероятность ошибок и снижает риски, связанные с человеческим фактором. Одним из преимуществ автоматизации является улучшение качества работы и увеличение производительности. Вместо того, чтобы тратить время на рутинные задачи, работники могут использовать свое время более эффективно, выполняя более сложные задачи. Кроме того, автоматизация позволяет быстрее обрабатывать информацию и принимать решения на основе данных.

Существует множество примеров использования автоматизации в предприятиях. Один из таких примеров - использование программного обеспечения для управления связями с клиентами (CRM). Это позволяет компаниям автоматизировать процессы по работе с клиентами, улучшить качество обслуживания и увеличить продажи. Еще один пример - автоматизация процесса обработки заказов. С помощью автоматизации можно сократить время на обработку заказов, уменьшить вероятность ошибок и снизить издержки. Кроме того, автоматизация позволяет улучшить управление предприятиями, облегчив решение стратегических задач.

Одним из основных вопросов, связанных с использованием автоматизации в предприятия, является перенос рабочих мест. С развитием технологий многие задачи, которые раньше выполнялись вручную, могут быть выполнены с помощью компьютеров и других устройств. Это может привести к сокращению рабочих мест и переносу работников на другие должности. Однако, автоматизация также может создавать новые рабочие места. Например, разработка и поддержка программного обеспечения для автоматизации процессов требует наличия специалистов в этой области. Кроме того, автоматизация может привести к улучшению качества работы и увеличению производительности, что может потребовать наличия большего количества работников. Будущее предприятий через автоматизацию будет связано с использованием новых технологий и инструментов. Например, искусственный интеллект и машинное обучение могут улучшить процессы управления, позволяя компаниям принимать более точные решения на основе данных. Кроме того, будущее автоматизации будет связано с развитием интернета вещей (IoT) и автоматизацией процессов в реальном времени. Это позволит компаниям улучшить

производительность и эффективность своей работы, а также сократить издержки.

Для того чтобы быть готовыми к будущему предприятий через автоматизацию, компании должны начать внедрять новые технологии и процессы уже сейчас. Это позволит им оставаться конкурентоспособными и адаптироваться к изменяющимся условиям рынка. Кроме того, компании должны обучать своих сотрудников новым технологиям и процессам, чтобы они могли эффективно использовать их в своей работе. Это поможет сохранить рабочие места и повысить квалификацию персонала.

Внедрение автоматизации в предприятия может столкнуться с некоторыми проблемами. Одной из таких проблем является необходимость инвестирования в новые технологии и оборудование. Кроме того, внедрение новых процессов может потребовать изменения культуры компании и переобучения персонала. Еще одной проблемой может быть несовместимость новых технологий с существующими системами и процессами. Это может привести к необходимости перестройки всей системы управления, что может потребовать значительных затрат.

Несмотря на проблемы, связанные с внедрением автоматизации в предприятия, существует множество примеров успешной реализации этой технологии. Одним из таких примеров является использование программного обеспечения для управления проектами. Это позволяет компаниям улучшить процессы управления проектами, повысить производительность и увеличить прибыль. Еще один пример успешной складом. Это позволяет компаниям улучшить процессы управления запасами, уменьшить издержки и повысить эффективность работы.

Автоматизация в предприятиях имеет множество преимуществ и будет играть все более важную роль в будущем. Она позволяет компаниям улучшить процессы управления, повысить производительность и уменьшить издержки. Однако, внедрение автоматизации может столкнуться с некоторыми проблемами, такими как несовместимость существующих систем и процессов и необходимость переобучения персонала. Для того чтобы успешно внедрять автоматизацию в предприятия, компании должны быть готовы к изменениям и инвестировать в новые технологии и процессы. Кроме того, они должны обучать своих сотрудников новым технологиям и процессам, чтобы они могли эффективно использовать их в своей работе.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Безменов, В.С. Автоматизация процессов дозирования жидкостей в условиях малых производств / В.С. Безменов, В.А. Ефремов, В.В. Руднев // М.: Ленанд. — 2017. — 216 с.
2. Брюханов, В.Н. Автоматизация производства. / В.Н. Брюханов // М.: Высшая школа. — 2016. — 367 с.
3. Клюев, А.С. Автоматизация настройки систем управления / А.С. Клюев, В.Я. Ротач, В.Ф. Кузишин // М.: Альянс. — 2015. — 272 с.

**УДК 65.011.56**

***Марданов Р.И.***

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

## **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ОСНОВЕ СЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Системы управления производством на основе сенсорных технологий являются одним из ключевых элементов в современной индустрии. Они позволяют улучшить качество продукции, снизить затраты на производство и повысить эффективность работы предприятия.

Сенсорный дисплей в производственных условиях – обязательная составляющая систем управления станочным оборудованием. Его внедрение в управляющую цепочку позволяет формировать команды посредством легкого прикосновения к чувствительной поверхности.

Плоское изделие, реагирующее на внешние воздействия, представляет собой комплексный датчик, дополненный «умным» электронным устройством - программируемым микроконтроллером(МК). В совокупности они образуют сложную систему, под названием «сенсорный экран». Подобные изделия пользуются большим спросом на промышленных предприятиях, привлекая внимание удобством эксплуатации, надежностью и сравнительно небольшими размерами.

Более 80% промышленных приложений используют аналогово-устойчивый сенсорный слой из полиэстера и проецируемый емкостный сенсорный слой (Р-САР). Выбор подходящего сенсорного экрана зависит от условий использования, таких как погодные условия, механическое и химическое воздействие, температура, влажность, пыль

и электромагнитная совместимость, а также от вида управления, включая использование пальцев, перчаток, стилусов и других средств. Сенсорные экраны позволяют использовать не только пальцы, но и другие вспомогательные средства, такие как сенсорные ручки.

Сенсорные технологии используются для сбора данных о производственном процессе. Они могут измерять температуру, давление, скорость, влажность и другие параметры. Эти данные передаются в систему управления, которая анализирует их и принимает решения о том, как оптимизировать производственный процесс.[1].

Одним из примеров системы управления производством на основе сенсорных технологий является система управления качеством. Она использует сенсоры для контроля качества продукции на всех этапах производства. Например, сенсоры могут измерять размер, вес и цвет продукта, а также проверять его на наличие дефектов. Эти данные передаются в систему управления, которая может автоматически отбраковывать продукцию, не соответствующую заданным параметрам.

Другим примером системы управления производством на основе сенсорных технологий является система мониторинга энергопотребления. Она использует сенсоры для измерения энергопотребления на различных участках производства. Например, система может автоматически выключать неиспользуемое оборудование или регулировать температуру и освещение в зависимости от активности на производстве. Эти данные передаются в систему управления, которая может оптимизировать использование энергии и снизить затраты на электричество.

Системы управления производством на основе сенсорных технологий могут значительно повысить безопасность на производстве. Сенсоры, установленные на рабочих местах, могут измерять уровень шума и вибрации, которые могут нанести вред здоровью работников. Если уровень шума или вибрации превышает допустимые нормы, система управления может автоматически отправить предупреждение на монитор рабочего места или на мобильный телефон работника, что позволит ему принять меры по защите своего здоровья.

Кроме того, системы управления производством на основе сенсорных технологий могут контролировать использование личной защитной экипировки. Сенсоры могут определить, надевает ли работник защитные очки, наушники или другую защитную экипировку, и передать эти данные в систему управления. Если работник не надевает необходимую защитную экипировку, система управления может отправить ему предупреждение или заблокировать доступ к опасным зонам на производстве.[2].

Системы управления производством на основе сенсорных технологий помогают предотвратить возможные опасности для рабочих и повысить безопасность на производстве. Они также помогают снизить риски производственных аварий и несчастных случаев, что в свою очередь способствует повышению производительности и эффективности производства.

В целом, системы управления производством на основе сенсорных технологий являются важным инструментом для оптимизации производственных процессов. Они позволяют повысить качество продукции, снизить затраты на производство и улучшить безопасность на производстве. Благодаря этим системам предприятия могут стать более конкурентоспособными и эффективными на рынке.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сенсорные технологии для промышленного оборудования и бытовой электроники // Школа для электрика URL: <https://electricalschool.info> (дата обращения: 15.02.2023).
- 2 Орлов А. Б. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ на основе методологии распознавания образов / А. Б. Орлов, И. А. Антамонов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2013. - Вып. 10. - С. 90-98.

**УДК621.81-21**

**Мартиросян А.А., Воронков И.Е.**

**Научный руководитель: Хуртасенко А.В., доц.**

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

## **МЕТОДИКА ИНТЕГРАЦИИ CAD-, CAPP-, CAM- ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

Поскольку в трехмерных моделях содержится намного больше инженерной информации, чем в двухмерных чертежах, другим важным преимуществом твердотельного моделирования является возможность использования результатов моделирования на последующих стадиях – например, в приложениях для инженерных расчетов или генерации программ для станков с ЧПУ [1,3].

С помощью систем CAD/CAM KOMPAS 3D и CAPP системы Adem. Создадим технологических процесс и обработку детали. Тем

самым проверим возможность полноценного интегрирования приложений между собой. Поскольку на производстве не всегда можно воспользоваться приложениями от одного разработчика.

Моделируем корпус фрезы в KOMPAS 3D (рис.1) :

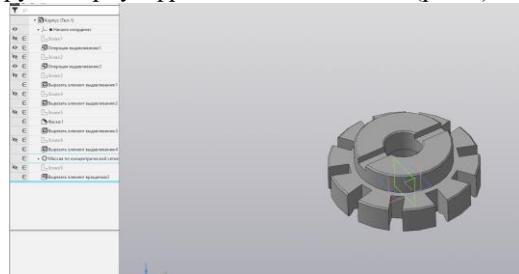


Рис. 1 Модель корпуса фрезы

Полученную модель сохраняем в формате STEP и открываем модель в Adem (Рис. 2).

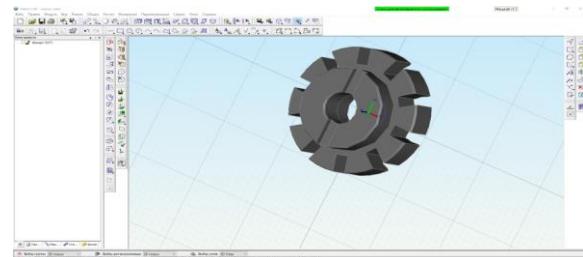


Рис. 2 Модель в Adem

С помощью модуля СAPP программы Adem разработаем технологический процесс для детали «корпус», дерево технологического процесса которого показано на рис.3.

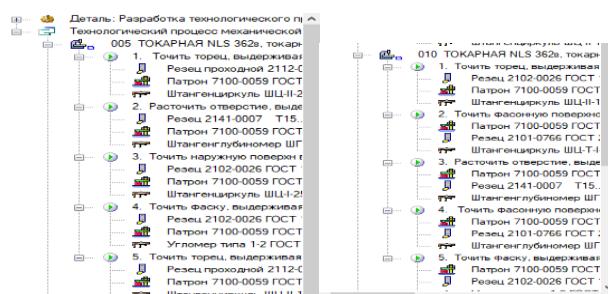


Рис. 3 Дерево технологического процесса

На основе разработанного технологического процесса, с помощью соответствующей команды формируем технологические карты (рис.4):

Документ	Технологическая карта	Группа клиентов АДИИ	Номер документа контракта для выполнения заказа или проекта	АД.02141/2014.5
		Корпус		0
Монокомплексное машиностроение				
СОЛЛАСВАН Представитель заказчика А.А.Порфирьев		УТВЕРЖДАЮ Студент Мартинашвили А.А.		
КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА машиностроительной обработки				
Гл. конструктор	Илья Федоров	Руководитель	Хуциб Е.М.	
С.А.Садоров		И.контроль	Голубинко В.Г.	
К.И.Федоров		Штабельник	Дубин Т.А.	
Акт №	дата	Руководитель	№	
Текущий лист		текущий лист		
Текущее состояние - актуально на 01.07.2014 г.				

Рис. 4 Создание технологических карт

На следующем этапе с помощью САМ модуля KOMPAS 3D создадим токарную обработку детали «корпус»:

1.Добавляем локальную систему координат, привязывая ее к торцу, эта система будет использоваться как начало системы координат детали.

2.Переходим в режим обработки с помощью приложения «ЧПУ Токарная», и выбираем стойку модели Fanuc series 0i-TD.

3. Переядя в дерево обработки выбираем систему ЧПУ и привязываем ее к локальной системе координат (рис.3):

4. Добавим заготовку.

5. Добавим инструмент для обработки: Токарные резец и трехкулачковый патрон.

6. Задаем режимы резания. Визуализируем обработку соответствующей командой (рис.5 ,6 и 7):

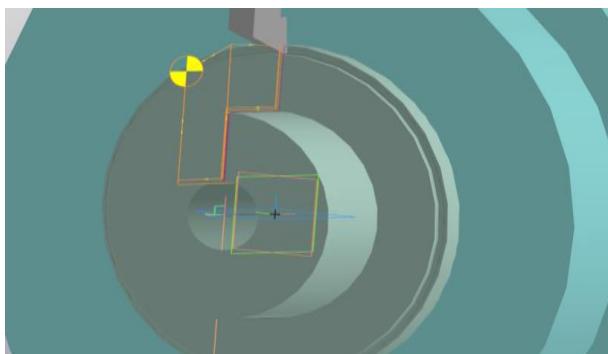


Рис. 5 Точение большего торца

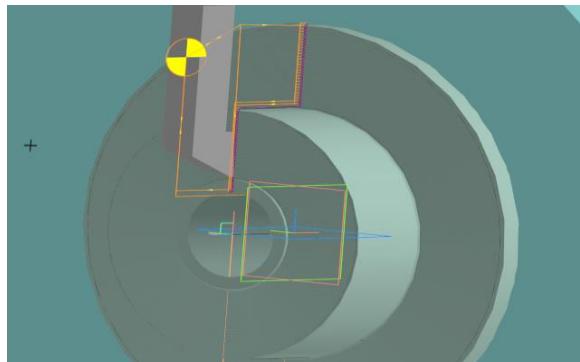


Рис. 6 Точение меньшего торца

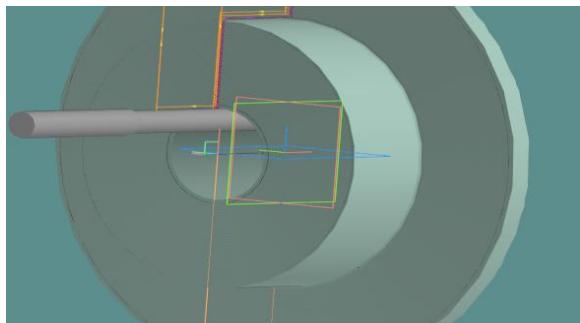


Рис. 7 Растачивание отверстия

7. Через команду «постпроцессор» переводим программу на язык системы ЧПУ Fanuc.

На основе данной работы показано, что рассмотренные программные модули хорошо интегрированы друг с другом тем самым их можно использовать совместно для подготовки производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизированная технологическая подготовка в машиностроении. А.В. Хуртасенко, И.В. Маслова. Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 84 с.
2. Технология машиностроения. Ч. 1. Основы технологии сборки в машиностроении: Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 236 с.
3. Самоучитель КОМПАС-3D V19./ Анатолий Герасимов - Москва: Из-дв Литрес. 2022 г.

Мартиросян А.А.

Научный руководитель: Хуртасенко А.В., доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЕТАЛИ «КОРПУС» С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программные приложения для автоматизации инженерного анализа (САЕ-системы) обеспечивают анализ изделий машиностроения – деталей и сборочных единиц, обеспечивая возможность симуляции процессов с помощью широкой гаммы расчетных приложений[1, 2, 3]. Поэтому их целесообразно использовать для исследований с целью проверки работоспособности, надежности, а также повышения технологичности изделий.

Рассмотрена возможность замены метода получения заготовки, получаемой штамповкой на литье в кокиль, так как для рассматриваемой конструкции заготовки при литье меньше расход материала, чем при штамповке. Для этого необходимо заменить сталь 45 на литейную сталь 45Л. Соответственно на основе конечно-элементного анализа определим выдерживает ли сталь 45Л необходимые нагрузки.

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

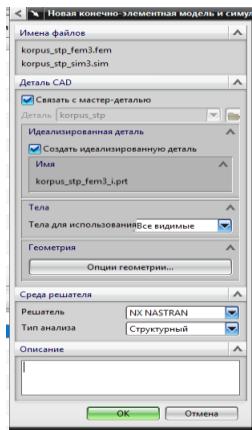


Рис. 1 Создание новой КЭ модели и симуляции

Переходим к КЭ модели, создаем таблицу физических свойств применяемых материалов, далее назначаем материал -Steel (рис. 2). Затем зададим характеристики материала.

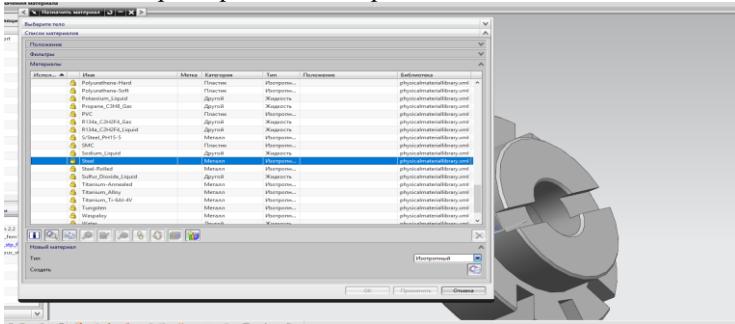


Рис. 2 Выбор материала

Следующим шагом является создание коллектора сетки. Далее для генерации КЭ сетки выбираем команду 3D тетраэдralная сетка. Выбираем именно тетраэдальную сетку, так как деталь сложная со множеством плоскостей и граней, и для простоты построения конечно-элементной модели подойдет именно она.

В нашем случае в опции «Тип» выбираем СТЕТРА(10), в качестве объекта для генерации сетки выберем деталь «Корпус», как показано на рис. 3. Во вкладке Параметры сетки для опции Размер элемента выбираем устанавливаем автоматический размер элемента равное 15,2 мм.

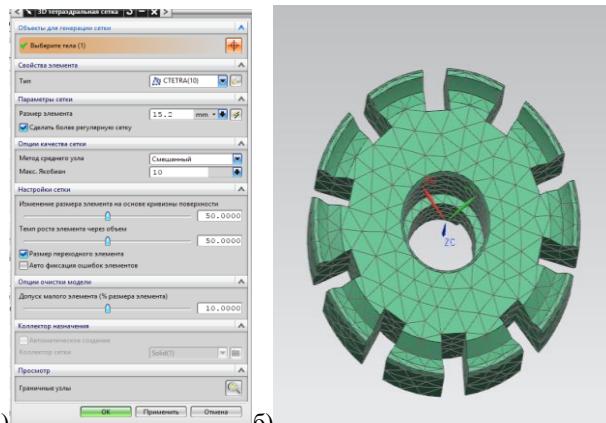


Рис. 3 Создание 3D сетки: а) параметры; б) конечно-элементная модель.

На этапе создания расчетной модели задаем ограничение в отверстий корпуса – шарнир (рис. 4).

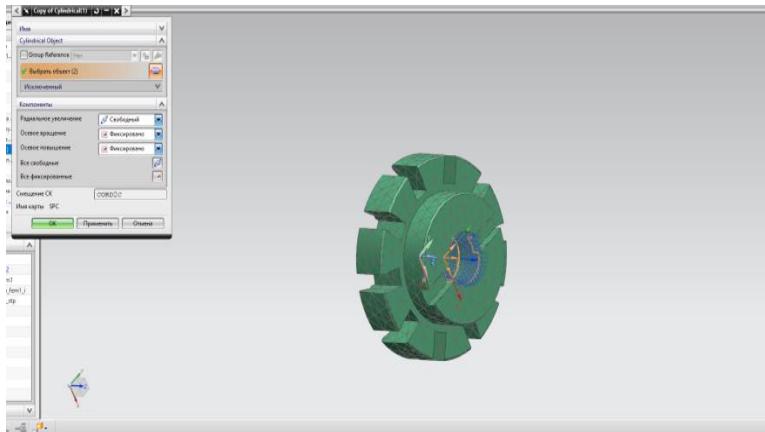


Рис. 4 Ограничение ползуна

В качестве нагрузки выступает сила, действующая на пазы рис. 5. Согласно расчетам, силу принимаем равной 100 Н.

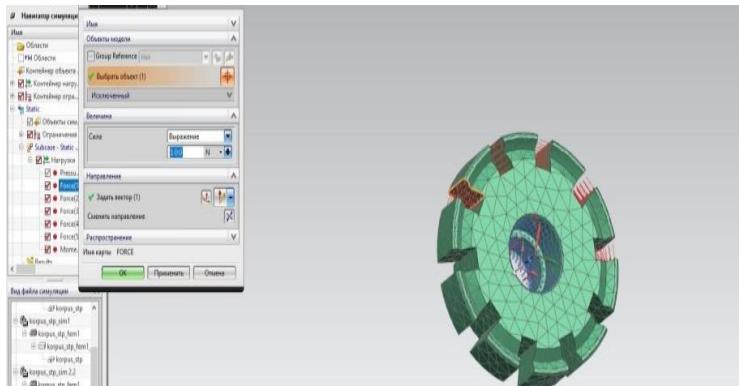


Рис. 5 Наложение нагрузки

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, и сравниваем их (рис.6, 7).

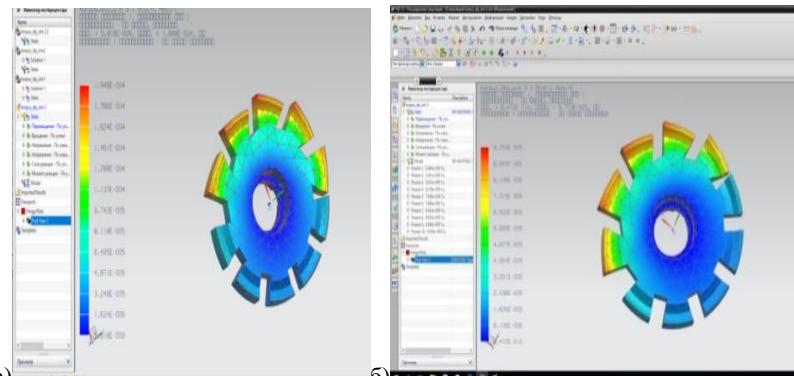


Рис. 6 Перемещение по узлам: а) сталь 45Л; б) сталь 45

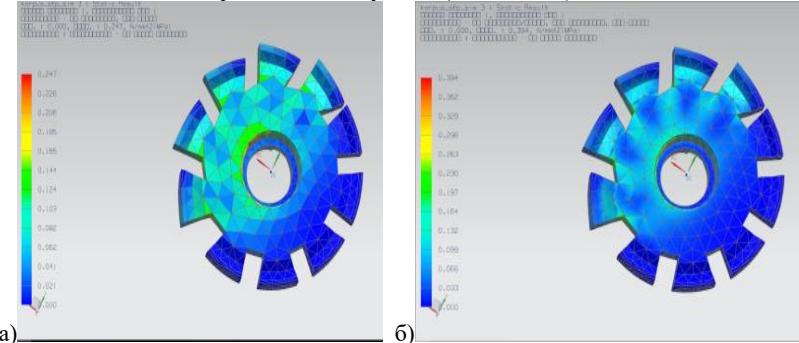


Рис. 7 Напряжение по элементам: а) сталь 45Л; б) сталь 45

Из представленных вариантов примененных материалов видно, что назначенные нагрузки выдерживают оба варианта. Тем самым можно сделать вывод, что можно заменить материал сталь 45 на сталь 45Л, что обеспечивает возможность повысить технологичность за счет увеличение коэффициента использования материала.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизированная технологическая подготовка в машиностроении. / А.В. Хуртасенко, И.В. Маслова. Учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 84 с.
2. NX для конструктора-машиностроителя. / Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лаптев И.В., Осиюк В.А. Учебное пособие – Москва. Издание, ДМК Пресс, 2010. – 503 с.

3. Шрубченко И.В., Хуртасенко А.В., Дуюн Т.А., Воронкова М.Н. Исследование возможных изменений жесткости бандажа в результате мобильной технологии обработки поверхности качения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. № 2. С. 102-113.

**УДК 004.942**

*Махорин И.В.*

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

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ**

Повышение эффективности производства на современном этапе его развития обеспечивается широким спектром внедрения компьютерных информационных технологий на базе микропроцессорной техники.

Применение современных компьютерных систем управления на конвейерном транспорте позволяет:

- уменьшить количество техники автоматизации за счет использования многофункциональных микропроцессорных контроллеров;
- увеличить надежность работы и реализовать самодиагностику системы автоматизации. Это позволяет увеличить пропускную способность конвейерных линий;
- существенно увеличить объем и качество информации о работе конвейеров, представляемой оператору (диспетчеру) компьютером. Это позволяет оператору выбрать и реализовать оптимальную стратегию управления конвейерным транспортом: максимально сократить простоя источников грузопотоков и минимизировать затраты на транспортирование единицы массы груза;
- сократить кадровый состав, тем самым вложить сэкономленные средства в развитие предприятия.

Управляющая часть автоматизированной системы управления конвейерной линией представляет собой сеть микропроцессорных контроллеров (МК), сопряженных с управляющим компьютером оператора. При этом каждый МК решает задачи локального управления отдельным конвейером. Верхний уровень системы управления – это

рабочее место оператора. Управляющий компьютер решает задачи оптимизации, координированного управления конвейерами и визуализации их функционирования.

Реализация компьютерной системы требует создания аппаратного и программного обеспечений, способных осуществить управление конвейерной линией в реальном времени. В БГТУ им. В. Г. Шухова разрабатывается система управления конвейерной линией.

Структурная схема системы автоматизации такой конвейерной линии представлена на рис. 1. На схеме приняты следующие обозначения:

- УК – управляющий компьютер (персональный или промышленный);
- ПЛК –программируемый логический контроллер;
- DI-DO –дискретные модули ввода-вывода;
- AI-AO –аналоговые модули ввода-вывода;
- РО – релейный орган;
- ПЧ – частотный преобразователь,
- ДТ – датчики.

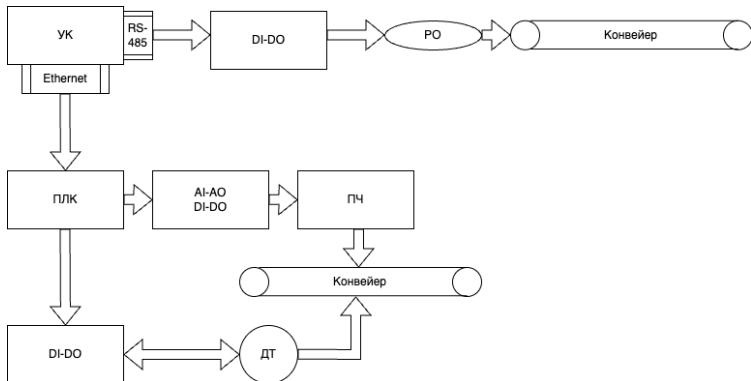


Рис. 1 Структурная схема конвейерной линии

Управляющий компьютер соединяется с ПЛК по технологии ethernet, который в свою очередь имеет модули дискретного и аналогового ввода и вывода. Через модули аналогового и дискретного ввода идет подключение к частотному преобразователю, который необходим для управления скоростью привода.

Принцип действия частотного регулирования основан на зависимости скорости вращения и момента силы на валу двигателя переменного тока от частоты напряжения питания. Частотные

регуляторы изменяют частоту поданного на электродвигатель напряжения, тем самым регулируя скорость вращения ротора и момент силы.

Мною был выбран преобразователь частоты Lenze 8400 StateLine C, который соответствует всем современным требованиям и обладает необходимой производительностью.



Рис. 2 Lenze 8400 StateLine C

Подключение ПЧ осуществляется по схеме ниже:

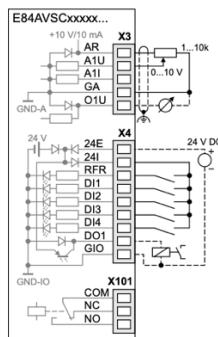


Рис. 3 Подключение ПЧ

Для управления преобразователем частоты используется съемный пульт X400. С помощью него можно осуществлять настройку преобразователя частоты, пуск и останов двигателей.

Следующим этапом идет настройка и подключение ПЛК. Каплеры, контроллеры и модули ввода-вывода, входящие в состав модульной системы WAGO-I/O-SYSTEM 750, предназначены для приёма цифровых и аналоговых сигналов с датчиков и передачи этих сигналов на исполнительные устройства и в системы управления более высокого уровня.

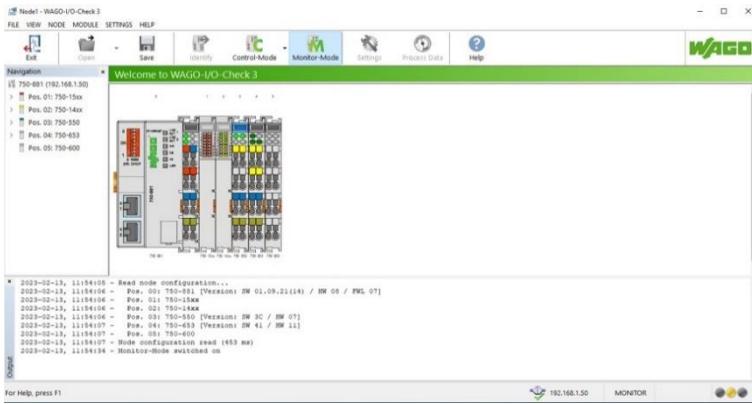


Рис. 4 ПЛК Wago

Данная конфигурация получена посредством программы WAGO-I/O-Check3, которая позволяет получать актуальную сборку с помощью общей сети Ethernet, к которой подключены ПЛК и ПК.

Контроллер состоит из:

1. Wago 750-1405 – 16 канальный дискретный модуль вывода.
2. Wago 750-1504 – 16 канальный дискретный модуль ввода.
3. Wago 750-550 – 2 канальный аналоговый модуль вывода.
4. Wago 750-600 – оконечный модуль.

Через модули дискретного ввода соединяются с датчиками. Они могут выполнять разные функции, такие как:

- Считывать количество проезжаемой продукции;
- Обнаруживать нежелательный объект;
- Проверять габариты продукции;
- Фиксировать переполнение ленты;
- И др.

Датчики отправляют информацию обратно в контроллер и в зависимости от написанной управляющей программы происходят дальнейшие действия.

Другой конвейер работает немного иначе. Управляющий компьютер связывается с дискретным модулем ввода-вывода по интерфейсу RS-485. Далее к этому модулю подсоединяется реле. Эта подсистема работает следующим образом: когда на вход модуля приходит сигнал с датчика, который стоит в конце первого конвейера, срабатывает реле и замыкается с выходом. С него поступает сигнал на двигатель и второй конвейер начинает движение. В случае же переполнения или аварийной ситуации оба двигателя прекращают

работу до завершения неисправной ситуации. Тем самым получается автоматизированная система с двумя зависящими друг от друга конвейерами.

*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. Рубанов В. Г., Паращук Е. М. Проектирование непрерывных и дискретных систем автоматического управления: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 106 с.
2. А.Е. Медведев, В. Г. Каширских. Компьютерная система управления конвейерной линией.-Вестник КГТУ, 2005. -5 с.
3. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 242с.
4. С. Ф. Каменских, С. С. Осьмушин, В. В. Каржавин. Проектирование и расчет ленточного конвейера: Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: РГППУ, 2020. – 73 с.

**УДК 631.171**

*Мбалла Мбалла Лионель*

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

## **ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ- МОЙЩИКОВ ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕЛОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Современные мобильные роботы в настоящее время пользуются все большим спросом на производственных предприятиях, в больницах, в наших домах. Они используются для уборки, дезинфекции и многих других функций [1]. Эти мобильные роботы в зависимости от степени их автоматизации могут перемещаться в окружающем пространстве с участием пользователя или без него. Важность санитарной обработки помещений без участия пользователя с использованием роботомойщика позволяет увеличить скорость, улучшить качество

эффективной и точной уборки, что дает дополнительную безопасность и комфорт.

Так, например, робот-мойщик ProCleaner X100 Wash robot [2] оснащен датчиками приближения, позволяющими взаимодействовать с окружающей средой во время движения (рис. 1), но он может выполнять только поступательные движения, и при его установке требуется присутствие пользователя, чтобы расположить его в направлении, в котором будет производиться очистка.



Рис. 1 Робот-мойщик ProCleaner X100 Wash Robot для свиноферм

ProCleaner X100 можно запрограммировать как на выполнение программы замачивания, так и на несколько различных типов стирки. Машина подключается к существующей системе высокого давления с помощью стандартных шлангов высокого давления и требует расхода воды не менее 30 литров в минуту.

Существуют также другие роботы, которые обладают более высокой эффективностью очистки, например, EVO Cleaner [3].

EVO Cleaner — это уникальный робот-мойщик, он оснащен манипулятором с четырьмя осями вращения, на конце которого установлена форсунка (рис. 2). За счет этого обеспечивается возможность обработки труднодоступных поверхностей. С помощью простого джойстика осуществляется программирование движений, в соответствие конкретной конфигурацией помещения. Программирование осуществляется только один раз, и данные хранятся как локально, так и в облачном хранилище, и в случае чего программу можно адаптировать на любой момент. Возможность сосредоточить мойку в тех местах, где она наиболее необходима, делает очиститель EVO экономичным по времени, стоимости и расходу воды выбором. Очиститель EVO может работать круглосуточно существует возможность SMS-информирования после окончания работы.



Рис. 2 Робот-мойщик EVO Cleaner

Все представленные выше варианты роботов-мойщиков обладают очень хорошими качествами в отношении очистки поверхностей, но для их правильной работы при непрямолинейной конфигурации обрабатываемых помещений всегда требуется присутствие оператора, а также требуется подводка воды и кабеля питания контактным способом.

Для устранения этих недостатков известных конструкций роботов-мойщиков возникла идея разработки автономного робота-мойщика, имеющего в своем корпусе источник воды и энергии, с использованием современных систем определения навигации на основе SLAM-методов, систем планирования движения и систем обработки изображений и бортовых систем управления [4] с целью улучшения очистки поверхностей без участия оператора в полностью автономном режиме.

Внешний вид разрабатываемого автономного робота-мойщика показан на (рис. 3). Он оснащен лидаром 2, который позволяет ему взаимодействовать с окружающей средой и самостоятельно определять местоположение в пространстве. С помощью одного приводного поворотного колеса 5 и четырех вспомогательных колес, закрепленных на его корпусе, он может двигаться с равновесием во всех направлениях куда понадобится. Стереокамера 1, работающая в режиме реального времени, и система обработки изображений детектирует поверхности, которые нужно очистить и передает их координаты в систему мойки под давлением 7 и 8, которая отвечает за позиционирование форсунок 3 в нужной ориентации для обеспечения того, чтобы струя подавалась с давлением точно на очищаемые поверхности. Бак 4 закрепленный на корпусе, является источником для системы мойки под давлением, в нем находится жидкость, обладающая поверхностно-активными свойствами, что делает ее способной удалять загрязнения. Для питания приводов колес используется и элементов системы управления служат аккумуляторы 6, а для насоса высокого давления используется мощный DC-AC преобразователь.

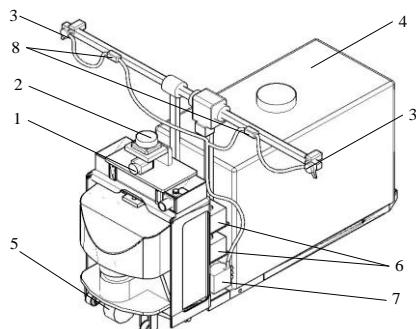


Рис. 3 Общий вид автономного мобильного робота для избирательной мойки поверхностей: 1 – стереокамера, 2 – лидар, 3 – форсунки, 4 – бак для воды, 5 – приводное поворотное колесо мобильного робота, 6 – аккумуляторы; 7 – насос высокого давления, 8 – электромагнитный клапан высокого давления.

Разрабатываемый робот-мойщик является автономным, за счет отсутствия кабельной проводки. Экономия расхода моющего раствора достигается путем снабжения функции избирательной мойки. Современные технологии навигации, которые будут реализованы в этой системе позволяют действовать в открытом пространстве животноводческих комплексов в том числе в присутствии препятствий.

*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. Siegwart R, Nourbakhsh I.R, Scaramuzza D. Introduction to autonomous mobile robots. Publishing house of Massachusetts Institute of Technology, 2004. 321 p.
2. ProCleaner X100. URL: <https://washpower.com/demo-x100/> (дата обращения: 15.10.2019).
3. EVO Cleaner. Swine Robotics URL: <https://swinerobotics.com/site/evo-cleaner> (дата обращения: 11.09.2022).
4. 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. – 211 с. – ISBN 978-5-4497-1468-8. – EDN FCSBOE.

**УДК 620.92**

*Миниханова А.Р.*

*Научный руководитель: Закиров Р.Н., канд. техн. наук, доц.  
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## **ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА КАК СПОСОБЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Измерения играют огромную роль в современном обществе, поскольку определяют пути развития науки и производственных технологий. Современный уровень развития теплотехнических установок характеризуется интенсификацией технологических процессов, а именно использованием агрегатов большой единичной мощности, которые в теплоэнергетике возросли в десятки раз. В настоящее время большую актуальность имеет проблема эффективного использования энергетических ресурсов. Особенно это касается тепловой энергии в ЖКХ, то есть отопление и горячее водоснабжение. Решением становится организация учета и контроля тепловой энергии и объема теплоносителя, отпускаемых потребителям теплоснабжающими организациями [2].

Установка узла учета и контроля является одним из перспективных решений данной проблемы. Анализ его показаний позволяет непосредственно ощутить и понять тот эффект, который может дать следующий этап работ - оптимизация и автоматизация работы всей системы отопления и водоснабжения.

Автоматизация теплоэнергетического оборудования выполняет следующие функции [3]:

- контроль управления системами тепло- и водоснабжения с применением требований безопасности;
- информирование технического персонала об исправности процессов и состояния оборудования;
- поддержание заданных параметров путем автоматического или дистанционного регулирования процессов работы оборудования и установок объектов теплоэнергетики.

Внедрение автоматизированной системы коммерческого учёта влияет на оптимизацию работы по сбору, передаче и монетизации данных за электрическую и тепловую энергию. Полученный результат от автоматизации позволяет сэкономить время и ресурсы потребителей,

которые впоследствии освобождены от обязанности сбора и предоставления показаний приборов учёта в расчётные центры или управляющие компании. По расчётам специалистов экономический эффект от внедрения подобных систем может достигать 15%.

Установка узла учета тепловой энергии (УУТЭ) позволяет перейти к расчетам за фактическое потребление энергии, осуществлять непрерывный мониторинг теплопотребления, дает возможность изыскивать способы экономии тепла и получения достоверной информации [1]. Так, автоматизация работы по коммерческому учёту позволяет улучшить качество данных, снизить риск ошибок при сборе и обработке информации, повысить прозрачность процессов учёта и повысить доверие потребителей к управляющим компаниям и поставщикам энергоресурсов.

Автоматизированные системы коммерческого учёта могут быть интегрированы с другими системами управления, такими как системы управления освещением, отоплением, кондиционированием и другие, что позволяет дополнительно оптимизировать процессы управления энергоресурсами и снизить их потребление.

В целом, внедрение автоматизированных систем коммерческого учёта является важным шагом на пути к повышению эффективности использования энергоресурсов и снижения затрат на их потребление.

Узлы учета энергоресурсов могут применяться для определения объемного расхода, массы, температуры и давления теплоносителя в открытых и закрытых системах теплоснабжения, системах охлаждения, в отдельных трубопроводах.

Далее предлагается рассмотреть приборы и устройства, служащие для учета и контроля теплоэнергетических процессов [4].

1. Теплосчетчики - это приборы, которые используются для измерения количества теплоты, переданной через замкнутую систему. Они могут работать на основе разных принципов, таких как термоэлектрический, терmostатический, водяной и др. Теплосчетчики позволяют контролировать эффективность работы системы отопления, рассчитывать объем тепловой энергии, переданной от источника до потребителя, а также выявлять недостатки и повреждения в системе.

2. Датчики температуры - это устройства, используемые для измерения температуры воздуха и жидкостей в различных узлах системы. Информация, полученная от датчиков температуры, используется для определения эффективности работы системы, а также для контроля температурных параметров в различных узлах.

3. Расходомеры - это устройства, которые используются для измерения фактического расхода воды и других жидкостей в системах

отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Расходомеры помогают контролировать расход ресурсов и определять их эффективное использование.

4. Контроллеры - это устройства, которые используются для автоматического управления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. При помощи контроллеров обеспечивается необходимая температура и влажность воздуха в помещении. Контроллеры позволяют управлять расходом ресурсов и оптимизировать их использование.

5. Системы мониторинга и управления - это комплексные решения, которые объединяют в себе различные приборы и устройства для контроля и управления теплоэнергетическими процессами. Они могут работать как автономные системы, так и интегрироваться в единую систему учета и контроля.

Измерение теплоносителя на многих объектах теплоэнергетики осуществляется с помощью комплексов на базе сужающих устройств, включающие в себя: диафрагму, интеллектуальные датчики абсолютного и дифференциального давления, термопреобразователь, вычислитель, фланцевые соединения, струевые прямители, прямолинейные участки и полный комплект монтажных частей [5]. Применение в составе комплексов интеллектуальных преобразователей с основной приведенной погрешностью от  $\pm 0,04\%$  позволяет осуществлять учет методом перепада давления с требуемой точностью.

Измерение газа, пара и воды в УУТЭ также возможно с помощью вихревых расходомеров со встроенной функцией вычислителя. Некоторые вихревые и массовые счетчики-расходомеры имеют возможность имитационной поверки, в том числе без снятия с трубопровода. Это является их главным преимуществом.

Для измерения массового и объемного расхода, плотности, температуры жидкостей и газов, приведенных к стандартным условиям, применяется кориолисовый расходомер. При этом классы его точности:  $\pm 0,1$ ;  $\pm 0,15$ ;  $\pm 0,2$ ;  $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,5$ , - имеют наилучшие значения среди всех расходомеров с другими принципами действия. Они позволяют получать информацию о расходе топливной жидкости на горелках, а также контролировать количество топлива, слитого с заправщика.

Для передачи аварийного сигнала в случае достижения средой максимального или минимального допустимого уровня для предотвращения переполнения или опустошения емкости и «сухого хода» насосов используют вибрационные сигнализаторы уровня.

На объектах теплоэнергетики устанавливаются реле: термоанемометрическое и лопастное. Они позволяют защитить оборудование

от перегрева в случае слабого потока в системах автоматизации подачи и откачки жидкости, либо его отсутствия.

Одними из наиболее важных типов приборов, применяемых в системах контроля и автоматизации объектов теплоэнергетики, являются датчики давления, использование которых обязательно и без которых невозможно существование автоматических систем в энергетике. Существуют различные модификации датчиков, предназначенных для измерения абсолютного, дифференциального, избыточного, и гидростатического давления жидких и газообразных сред, насыщенного и перегретого пара.

Приборы контроля и учета тепловой энергии являются важными инструментами для автоматизации и оптимизации теплотехнологических процессов. Например, приборы учета тепловой энергии позволяют точно измерять расход тепла в системах отопления и ГВС. Это делает возможным оптимизацию энергопотребления и снижение издержек на оплату тепла.

Приборы контроля тепловой энергии, такие как термометры, пирометры и тепловизоры, помогают контролировать температуру в процессах промышленного производства, энергообъектах и тепловых сетях. Это позволяет оптимизировать процессы и избежать перегрева оборудования, что может привести к его поломке и нежелательным последствиям.

Также оптимизировать и автоматизировать работу всей системы отопления и водоснабжения возможно при использовании современного оборудования и технологий:

- установка умных терmostатов – позволит управлять температурой в помещении из любой точки мира, используя приложение на смартфоне, следовательно, будет наблюдаться снижение затрат на отопление;
- установка автоматических клапанов на радиаторы – позволит регулировать температуру в каждом конкретном помещении;
- установка датчиков движения и света наружу и внутрь помещения – позволит автоматически управлять светом и системой отопления, когда вы находитесь в помещении;
- установка системы рециркуляции горячей воды – позволит значительно сократить расход воды и снизить затраты на ее нагрев;
- установка системы фильтрации воды – позволит улучшить ее качество и уменьшить расход потребления;
- применение терморегуляторов, которые автоматически управляют тепловыми насосами и котлами, поддерживают заданную температуру воды;

– установка датчиков протечки воды – позволит определить наличие утечек и автоматически выключить систему водоснабжения, чтобы предотвратить повреждение имущества и снизить риски возникновения аварий.

Подводя итог, использование приборов контроля и учета тепловой энергии является эффективным способом улучшения экономической эффективности и экологической устойчивости использования тепловой энергии.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кулаков Г.Т. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. - Минск: Вышэйшая школа, 2017. - 238 с.
2. Бубнова А.А., Казейка К.В. Инновации, применяемые при автоматизации технологических процессов на ТЭС // Актуальные проблемы энергетики. - Минск: Белорусский национальный технический университет, 2020. - С. 167-172.
3. Сазонова С.А., Мозговой Н.В., Кораблин С. Н. Моделирование безопасного функционирования теплоэнергетических систем // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2022. - С. 57-65.
4. Новиков С.И. Оптимизация систем автоматизации теплоэнергетических процессов. Часть 1. - Новосибирск: НГТУ, 2011. – 284 с.
5. Хахалева Л.В. Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 64 с.

**УДК 006.91:004.8**

*Митюков А.Е.*

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

## **РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕТРОЛОГИЯ**

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [1]. Предметом метрологии является извлечение количественной информации о свойствах объектов с заданной точностью и

достоверностью; нормативная база для этого — метрологические стандарты. Метрология состоит из трёх основных разделов: теоретическая или фундаментальная, прикладная, законодательная и множество направлений.

Так как сегодня существует большое количество различных роботов, для них было создано отдельное направление, которое принято называть «роботизированная метрология».

Калибровка роботов – это процесс, используемый для повышения точности роботов, в частности промышленных роботов, которые обладают высокой повторяемостью, но не точны [3]. Калибровка робота – это процесс определения параметров в кинематической структуре промышленного робота, таких как взаимное расположение звеньев робота. В зависимости от типа моделируемых ошибок, калибровку можно классифицировать тремя различными способами. Калибровка 1 уровня моделирует только различия между фактическими и зарегистрированными значениями смещения. Калибровка 2 уровня, также известная как кинематическая калибровка, относится ко всей геометрической калибровке робота, которая включает смещения углов и длины шарниров. Калибровка 3 уровня, также называемая некинематической калибровкой, моделирует ошибки, отличные от геометрических значений по умолчанию, таких как жесткость, податливость суставов и трение. Часто калибровки 1 и 2 уровней достаточно для большинства практических нужд [4].

Интеграция антропоморфных роботов в измерительный процесс и автоматизация всего процесса в целом позволяют существенно сократить время выполнения каждого этапа и исключить человеческий фактор ошибки, связанной с утомлением и невнимательностью оператора [3]. В подобного рода решениях робот выступает в роли оператора измерительного оборудования. Сканер или контактный щуп устанавливаются на концевой эффектор робота и все манипуляции с инструментами выполняются роботом по заранее запрограммированному алгоритму. Алгоритм программируется с учетом всех требований к процессу производства измерений и позволяет получить данные наивысшего качества с очень высокой скоростью. Можно быть уверенным, что глубина сканирования будет выдержанна на всей траектории движения. Робот способен проводить измерения 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, подстраиваясь под необходимый темп производства. Такой подход позволяет контролировать каждую деталь в партии — по утвержденному списку параметров. Обработка результатов измерений также может производиться в автоматизированном режиме благодаря гибким языкам

программирования, интегрированным в большинство современных метрологических программ (Spatial Analyzer, Polyworks). Базирование CAD-модели, определение отклонений, контроль размеров и выдача итогового отчета — все это и многое другое может производиться без участия оператора [5].

Отдельный класс роботизированных задач, предъявляющих повышенные требования к точности позиционирования инструмента — как с точки зрения положения в пространстве, так и с точки зрения ориентации инструмента — это прецизионная обработка материалов: резка, фрезерование, сверление и другие виды механической обработки деталей сложной формы. Даже откалибранный робот не всегда способен обеспечить необходимую точность позиционирования и, в особенности, траекторного движения. Конфигурация инструмента и пространственное положение робота в ячейке также должны быть определены с максимально возможной точностью. Существующие стандартные методы определения указанных параметров способны обеспечить точность около 1 мм, что недостаточно для обозначенного класса задач. Применение лазерного трекера позволяет решить обозначенные задачи, повышая абсолютную точность роботизированной системы до 0,01 мм [6].

При монтаже сложных сооружений, таких как комплексы стапельной сборки самолетов, возникает необходимость в позиционировании большого количества отдельных типовых узлов конструкции в проектное положение с высокой точностью и удержание их в этом положении в процессе фиксации. Данную задачу можно включить в подмножество задач прецизионного позиционирования инструмента, так как позиционируемый узел, установленный в захвате робота, представляет собой тот же инструмент, но с более сложной конфигурацией. Совмещение антропоморфного робота или роботизированного позиционера с метрологическим оборудованием позволит в разы сократить время монтажа или ремонта стапеля и обеспечит высочайшую точность установки элементов стенда [6].

В ноябре 2022 года началось публичное обсуждение 184-х проектов стандартов [2]. Предложения и замечания принимают технические комитеты по стандартизации. Рассмотрим фрагмент этого списка:

- ТК 023 Нефтяная и газовая промышленность;
- ТК 505 Информационное моделирование;
- ТК 141 Робототехника;
- ТК 016 Электроэнергетика;
- ТК 182 Аддитивные технологии;

- ТК 326 Биотехнологии;
- ТК 307 Подшипники качения и скольжения;
- ТК 465 Строительство;
- ТК 045 Железнодорожный транспорт;
- ТК 274 Пожарная безопасность;
- ТК 046 Кабельные изделия;
- ТК 164 Искусственный интеллект;
- ТК 012 Методология стандартизации;
- ТК 482 Поддержка жизненного цикла продукции и др.

Аналитики Сбербанка выделили 11 основных трендов в отрасли на ближайшие пять лет:

1. Новые материалы;
2. Новые источники энергии, технологии ее сбора и хранения;
3. Взаимодействие групп роботов и людей;
4. Навигация в экстремальных условиях;
5. Машинное обучение;
6. Человеко-машинное взаимодействие;
7. Манипуляционная робототехника;
8. Сенсорика;
9. Робосимуляторы;
10. Новый привод;
11. Проектирование и производство.

Таким образом, развитие робототехники будет во многом зависеть от смежных отраслей: науки о материалах и достижений компьютерной техники. Учитывая продвижение стандартизации в области робототехники, в дальнейшем роботизированная метрология будет развиваться и совершенствоваться.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Метрология. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Метрология> (дата обращения: 25.04.23).
2. Проекты стандартов, вынесенные на публичное обсуждение в ноябре 2022 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gostinfo.ru/News/Details/1614> (дата обращения: 25.04.23).
3. 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. — 211 с. — ISBN 978-5-4497-1468-8.

- Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://ipr-smart.ru/117048.html>.
4. Robot calibration. [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Robot\\_calibration](https://en.wikipedia.org/wiki/Robot_calibration) (дата обращения: 25.04.23).
5. Автоматизированный контроль геометрии. [Электронный ресурс]. URL: <https://3dcontrol.ru/catalog/avtomatizatsiya-i-robotizatsiya/kontrollya-kachestva-geometrii/avtomatizirovannyy-kontrol-geometrii> (дата обращения: 25.04.23).
6. Автоматизация позиционирования. [Электронный ресурс]. URL: <https://3dcontrol.ru/articles/articles/avtomatizaciya-pozicionirovaniya> (дата обращения: 25.04.23).

**УДК 681.5**

*Мулюков А.А.*

*Научный руководитель: Нигматзянова Л.Р., ст. преп.*

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

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

В данной работе рассматриваются перспективы использования автоматизированных систем управления (АСУ) на современных отечественных предприятиях, а также различные проблемы их реализации и внедрения.

Эффективная деятельность и конкурентоспособность современного предприятия определяются способностью быстро собирать и обрабатывать данные, а также принимать быстрые решения на основе анализа данных. Использование современных компьютерных систем учета при принятии решений значительно повышает качество деятельности и экономит время.

На современном этапе развития информационных технологий комплексная модернизация системы управления обеспечивает использование возможностей корпоративных информационных систем [1].

Автоматизированная система управления (АСУ) является информационной базой бизнеса. Его реализация – очень сложный и длительный процесс.

Внедрение системы автоматизации в бизнес-процессы подразумевает за собой существенное изменение алгоритма внутренних процедур в технологических процессах организаций, модернизацию технических решений, а также весомые изменения в работе сотрудников.

Основными предпосылками для применения АСУ в предприятиях является сложность использования больших объемов информации на бумажных носителях, проблемы в организации совместной работы над информацией, возможная потеря информации, ненадежность её хранения, большое количество рутинных операций, которые можно автоматизировать [2].

Суть интегрированной в предприятие АСУ заключается в обеспечении взаимодействия создаваемой системы различных уровней на единых информационной и математической основе. Сложный характер информационной системы вытекает из многоуровневой структуры системы управления.

Интеграция АСУ подразделяются на горизонтальную и вертикальную. Они относятся к основным принципам интеграции:

- иерархическое построение системы с распределением по уровням;
- интеграция централизованного банка данных с набором локальных баз;
- единство формации первичных данных и их повторное использование;
- интеграция информации по запросам на всех уровнях организационной структуры [3].

Для обеспечения работы встроенных систем автоматизации используются средства связи, которые являются основой для создания различных вариантов сети АСУ.

Комплексность АСУ должна достигаться за счет разумного распределения задач, функций, которые будут автоматизированы и направлены на достижение целей организации.

Автоматизация комплексного решения взаимосвязанных задач должна быть ориентирована на научно-техническое развитие предприятия, производство, повышение качества продукции, использование ресурсов, совершенствование организации производства и управления, а также социальное и экономическое развитие [4].

Наличие приспособляемости адаптивного признака для реализации необходимых изменений в процессе работы АСУ определяет, как система может измениться для сохранения

возможности работы в определенных коридорах при изменении внешней среды.

В состав адаптивного ПО (программного обеспечения) АСУ должны входить программы, которые настроены на изменение значений параметров. Адаптация программных средств обеспечивается применением высокогоуровневых языков программирования, пакетов прикладных программ и средств автоматизации проектирования, которые разработаны на основе принципов структурного программирования [5].

Для обеспечения работы интегрированных АСУ используются коммуникационные средства, являющиеся основой для создания различных вариантов сети автоматизированных систем управления [6].

Таким образом, внедрение автоматических систем управления на предприятиях позволит улучшить качество работы, оптимизировать процессы, увеличивая производительность и минимизируя ошибки человеческого фактора, более точно контролировать качество продукции, снизить количество необходимых ресурсов для выполнения задач и ускоряет процессы. В результате этого предприятия получают возможность сократить расходы на персонал и оборудование, помочь улучшить взаимодействие между отделами и сократить время реакции на изменения рынка.

Для успешной реализации автоматизации необходимо проводить полную оценку бизнес-процессов, а также выбрать подходящую систему, которая будет отвечать требованиям и потребностям предприятия.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Адигамов, М. Б. Модернизация автоматизированной системы управления паровым котлом / М. Б. Адигамов, Д. Д. Яшин // Наука. Образование. Инновации. – Мелеуз, 2020. – С. 6-10.
2. Волкогонов, В. Н. Актуальность автоматизированных систем управления / В. Н. Волкогонов, А. М. Гельфанд, В. С. Деревянко // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. – С. 262-266.
3. Лощенко, Е. В. Автоматизированные системы управления: возможности, сравнение, перспективы развития / Е. В. Лощенко, П. М. Дащекевич, Л. В. Казанцев // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2020. – Т. 2, № 1. – С. 54-62.

4. Утягулова, А. А. Совершенствование автоматизированной системы управления запасами на предприятиях общественного питания // Наука. Образование. Инновации. – Мелеуз, 2019. – С. 223-228.

5. Хвостенко, Т. М. Автоматизированные системы управления предприятием, как основа эффективности управляемой деятельности / Т. М. Хвостенко, Д. А. Андреев // Инновационное развитие предпринимательской деятельности региона. – Брянск: Брянский институт управления и бизнеса, 2020. – С. 16-20.

6. Development and Improvement of Systems of Automation and Management of Technological Processes and Manufactures / N. Yusupbekov, F. Adilov, F. Ergashev. Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems. 2017. 11. №3. pp. 53– 57.

**УДК 656.138**

*Мурачёв Н.С.*

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

## **ВЫБОР ТИПА МОЙКИ ДЛЯ ДЕТЕЙЛИНГА**

Мойка автомобиля является базовой услугой в уходе за кузовом автомобиля. Производители и автотранспортные предприятия всегда нормируют и реализуют мойку автомобиля согласно установленным ГОСТам и нормам выведенных предприятиям.

Мойка автомобиля необходима для предотвращения коррозии кузова, предания кузову эстетической частоты, удобства эксплуатации автомобиля.

Выделяют 4 основных вида мойки: контактная (ручная), бесконтактная, автоматическая, сухая.

Рассмотрим их подробнее для определения преимуществ и недостатков каждого из видов:

**Контактная мойка** (ручная) представляет собой мойку автомобиля вручную, при помощи моющих растворов, губок, кисточек и т.д. После мойки автомобиль сушат тряпками.

*Преимущества ручной мойки:* качество очистки труднодоступных мест, возможность проработки отдельных элементов кузова, относительная дешевизна услуги и оборудования.

*Недостатки ручной мойки:* высокие затраты времени, высокая вероятность повреждения кузова (царапины, сколы).

**Бесконтактная мойка** заключается в мойке кузова при помощи аппарата высокого давления. На автомобиль с помощью пеногенератора или дозатрона наносят моющий состав, после того как состав отработает его смывают аппаратом высокого давления. По окончанию мойки, автомобиль сушат воздухом.

*Преимущества бесконтактной мойки:* быстрота выполнения услуги, удаление загрязнений из труднодоступных мест, исключение воздействия абразива на лакокрасочное покрытие, увеличение пропускной способности.

*Недостатки бесконтактной мойки:* низкое качество удаление статических загрязнений, относительная дороговизна оборудования и его обслуживания.

**Автоматическая мойка** представляет собой платформу, по которой движется автомобиль, и мойка осуществляется автоматически. Автоматическая мойка в свою очередь подразделяется на контактную (с использованием щеток и механизмов контактной мойки) и бесконтактную, в зависимости от типа оборудования.

*Преимущества автоматической мойки:* высокая скорость осуществления услуги, отсутствие человеческого фактора из-за малого количества сотрудников.

*Недостатки автоматической мойки:* низкий уровень доверия клиентов, риск повреждения кузова автомобиля (при контактной автоматической мойке, дороговизна оборудования и его обслуживания).

**Сухая мойка** – довольно новая технология в обслуживании кузовов автомобилей. При сухой мойке вода не применяется. Используются специальные полимерные вещества, нанесенные на кузов благодаря им, вся грязь скатывается в капли, и собирается при помощи микрофибровых полотенец.

*Преимущества сухой мойки:* низкая себестоимость, экономия времени, образование защитного покрытия.

*Недостатки сухой мойки:* сложность мойки труднодоступных мест, наличие механического воздействия на кузов, низкое качества отчистки от сильных загрязнений.

Изучив основополагающее разновидности видов мойки, их недостатки и преимущества можно сделать вывод, что нет идеально подходящего вида мойки, покрывающего все потребности разнонаправленных предприятий. Если на первое место по потребностям в мойке поставить качество, большинство предприятий специализирующихся на детейлинге объединяют несколько видов мойки, чтобы преимущества одного, покрывали недостатки другого. В следствии многолетней практики множества профильных предприятий

были выведены так называемые «двуухфазная мойка» и «трёхфазная мойка». Двухфазная мойка, как следует из названия, предполагает собой две разделенный фазы мойки кузова. Первая фаза (бесконтактная мойка) заключается в очистки кузова от основных поверхностных загрязнений, при помощи моющих средств для первой фазы, пеногенератора и аппарата высокого давления. При этом этапе очень важно хорошо смыть с поверхности и скрытых полостей, уплотнителей основные загрязнения и абразив (песок, пыль и т.д). Это необходимо для предотвращения повреждения ЛКП при проведении второй фазы мойки кузова. Вторая фаза (контактная), необходима для удаления статической, въевшейся грязи. Для второй фазы применяется моющее средство для второй фазы и емкость для разведения моющего состава, губки, кисточки, варежки из микрофибр. Именно двухфазная мойка позволяет бережно и качественно отчистить кузов от загрязнений. Но она обладает двумя недостатками, большими затратами времени и дорогоизнной производства. Но если рассматривать качественную очистку кузова необходимую при детейлинге, то без двухфазной мойки не обойтись.

Что касается трёхфазной мойки, 1 и 2 фаза полностью совпадают с двухфазной мойкой. Добавляется лишь третий этап, защитный. Он необходим для защиты кузова от будущих загрязнений, битумных пятен, тормозной окалины и т.д. Третья фаза позволяет кузову оставаться чистым более продолжительный период времени.

Я не считаю третью фазу важной в этом процессе, ее стоит относить к защитным покрытиям кузова, а не к мойке кузова. Поэтому за основной тип мойки на моем предприятии я буду принимать двухфазную мойку.

Определившись с мойкой кузова, стоит выделить в отдельны подвиды услуг мойку дисков, двигателя и днища автомобиля. Рассмотрим каждый из них поподробнее.

### **Мойка дисков**

Мойка дисков несет эстетический и практический смысл. При мойке дисков происходит и мойка тормозных механизмов, колесных арок автомобиля. Это важно для ухода за тормозными механизмами, и кузовом автомобиля.

Мойка дисков осуществляется по типу мойки кузова, и тоже состоит из двух фаз, очистки от основных загрязнений и отчистки от статических и въевшихся. При первой фазе используют те же моющие вещества что и при мойке кузова. Со второй фазой все куда сложнее. Из-за того, что диски и арки подвергаются воздействию эксплуатации и окружающей среде гораздо сильнее чем остальные части кузова,

составы для их мойки тоже отличаются. Моющие вещества агрессивнее и более концентрированные. Это необходимо для удаления металлических вкраплений и битумных следов. Но эти составы не всегда могут справится при сильной запущенности ситуации, они направлены на профилактику таких загрязнений. Так же, при второй фазе мойки колес используются щетки для резины, арок, спиц и полки диска.

### ***Мойка двигателя***

*Мойка двигателя несет в себе несколько целей:* эстетическая чистота подкапотного пространства, на чистой поверхности двигателя гораздо легче обнаружить подтёки тех. жидк., грязный двигатель более расположен к перегревам.

К мойке двигателя многие относятся с опаской, переживая что вода попадет в систему впуска, электронные компоненты и др. Но не стоит переживать, производители автомобилей заранее просчитали герметичность соединений проводки и узлов двигателя. Тем более если мойку выполняют на профильном сервисе.

Для качественной мойки двигателя все места требующие внимания закрывают от попадания воды с помощью полиэтилена, применяют водоотталкивающие составы для разъемов электропроводки.

При мойке двигателя и подкапотного пространства применяются специализированные составы, разработанные для борьбы с масляными пятнами и загрязнениями характерными для моторного отсека. Мойка двигателя так же не обходится без двухфазного процесса.

### ***Мойка днища автомобиля***

*Мойка днища, как и мойка в целом, выполняется с целью:* эстетической красоты, защиты от коррозии, предотвращение ускоренного износа деталей подвески, подготовка к антикоррозионной обработке.

*Мойка днища может выполняться тремя способами:* автоматическими, встроенными в пол форсунками, бесконтактно, с помощью насадки на аппарат высокого давления, на подъемнике.

Для практического применения стоит на предприятии стоит выделить: мойку с помощью насадки на АВД (профилактическая) и мойку на подъемнике.

Мойка на подъемник позволяет качественно отчистить днище кузова и уделить внимание отдельным элементам.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Прийс М.В. Проблемы организации и обеспечения качества услуг автомоечных комплексов // В сборнике: Известия тульского государственного университета. Технические науки 2013. №6-1. С. 15-25.
2. Виды автомоек - недостатки и преимущества [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://carplace.by/articles/vidy-avtomoek-nedostatki-i-preimushchestva/> (дата обращения: 08.05.2023).
3. Гончарук А.И., Гончарук О.В., Ковалевский В.Н. Практические аспекты технического обслуживания и мойки автомобилей, эксплуатируемых в тяжёлых дорожных и климатических условиях // Журнал: Молодой ученый 2018. № 51 (237). С. 31-35.
4. Дубровски Д.А. Автомойка: с чего начать, как преуспеть// Книга. Издательство: Питер 2009. С. 1-160.
5. Пресняков В.А., Каминский Н.С., Стеценко Н.А. Совершенствование процесса и технологии уборочно-моечных работ на легковых автомобилях// В сборнике: Успехи современной науки и образования. 2016. №6 С. 78-80.

**УДК 62-529**

**Немцев А.А., Игнатьев В.А., Гаврилов Д.В.**  
**Научный руководитель: Шрубченко И.В., д-р техн. наук, проф.**  
**Белгородский государственный технологический университет**  
**им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ**

Сегодня станки с ЧПУ являются достаточно распространенным видом оборудования, применяемого в современных производствах для изготовления деталей машин. Особенностью такого вида оборудования является возможность автоматизации процесса механической обработки, широкая универсальность применения и получение достаточно высокой точности. Вместе с тем, такие станки требуют предварительной разработки управляющих программ (УП) и их отладки, что существенно увеличивает затраты времени на технологическую подготовку производства. Для разработки управляющих программ требуется также привлечение достаточно

квалифицированных программистов. Традиционно, разработка управляющих программ предшествует разработка целого ряда технологической документации: расчетно-технологических карт, карт наладки инструмента и карт кодирования информации. Одним из способов сокращения затрат на разработку управляющих программ, безусловно, является автоматизация данного процесса.

Автоматизированное проектирование позволяет существенно сократить по времени процесс разработки управляющих программ, снизить его трудоемкость, минимизировать наличие возможных ошибок и обеспечить лучшую согласованность производственного процесса в целом. Таким образом, применение современных систем автоматизированного проектирования для разработки управляющих программ для станков с ЧПУ, имеет решающее значение для успешного и эффективного производства высококачественной продукции.

Особенности разработки управляющей программы рассмотрим на примере технологической операции, выполняемой на токарном станке, модели 16К20Ф3С32 (рис. 1), для условий обработки ступенчатого вала. В качестве заготовки используем штучную заготовку, отрезанную из сортового проката, прошедшую предварительно фрезерно-центровальную операцию для формирования комплекта технологических баз. Данный станок отечественного производства и в нем используется система ЧПУ – 2Р22.



Рис. 1 Общий вид станка модели 16К20Ф3С32

#### *Описание симулятора станка с ЧПУ стойки NC-110*

Стойка УЧПУ NC-110 представляет собой промышленный компьютер, функционирующий под управлением операционной системы, который обеспечивает управление металлорежущим оборудованием. Программа реализует алгоритмы: формирования перемещений; управления приводом; расшифровки УП; ввода/вывода УП и служебной информации; управления автоматикой; индикации; диагностики.

Все функции управления и контроля в системе «ОПЕРАТОР-УЧПУ - СТАНОК» выполняют пульт оператора NC110-6 (ПО) совместно со станочным пультом NC110-7 (СП). [1] В качестве элементов управления используются кнопки, клавиши, переключатели, а в качестве элементов контроля – дисплей и светодиоды. Эти элементы расположены на лицевых панелях ПО и СП и позволяют оператору управлять работой системы, вести активный диалог с ней, получать необходимую информацию о ходе управления объектом.

Особенностью стойки УЧПУ NC-110 является то, что в станке и симуляторе используется одна и та же программа CNC.exe, следовательно, конфигурационные файлы реального станка могут использоваться в эмуляторе, что позволяет выполнять отладку программы в реальных условиях.

#### *Последовательность разработки программы*

Для того, чтобы начать работать со стойкой, нужно включить станок командой Ctrl + Shift + Z. Далее необходимо отключить оси командой UAS=1. [2] (Рис. 2).

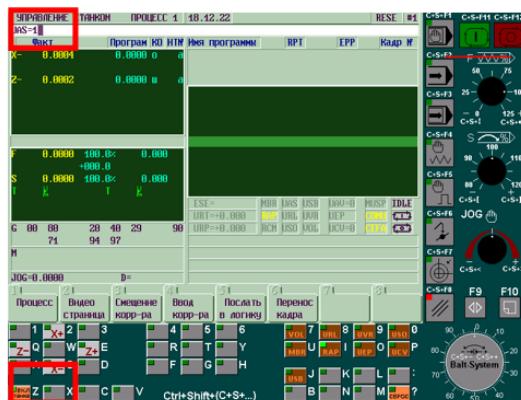


Рис. 2 Отключение осей с помощью командной строки

Прежде, чем начать обработку детали, необходимо определить расположение «нуля» детали относительно абсолютного «нуля» станка

и открыть в памяти файл начальных координат (расстояние для каждой оси между начальной точкой и абсолютным нулем станка). Для этого необходимо зайти в командное меню с помощью клавиши F9, затем F2 (МОДИФ) и F1 (EDI) а после выбрать папку MP0, с помощью клавиши F7. В этой папке, находится файл с названием FI1EOR. После того, как задали начальные координаты, нажимаем клавишу F7, для сохранения изменений и выхода. Нажимаем клавишу F9, для выхода на основной экран. В командной строке нам необходимо произвести корректировку инструмента. Для этого на главном экране стойки нажимаем на клавишу F4, вызывая тем самым специальный знак, после него ставится запятая, а после - номер инструмента от 1 до 99, в нашем случае показан 1 инструмент (рис. 3). X и Z обозначают начальные координаты инструмента по осям; R – радиус при вершине резца, мм; О3 – ориентация резца; h – высота режущей кромки, мм; а – угол режущей пластины; w – ширина режущей кромки, мм.

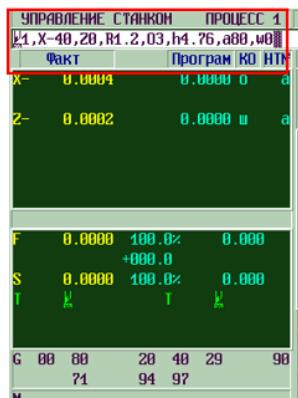


Рис. 3 Редактирование инструмента

Для ввода программ в память УЧПУ существует встроенный редактор. Чтобы начать писать программу нам необходимо создать файл командой: /SPG “имя файла” MP1 [3].

После проделанной операции заходим в командное меню с помощью клавиши F9. Нажимаем F2 (МОДИФ) и F1 (EDI), а после выбираем папку MP1. Далее ищем созданный файл в памяти стойки, открываем его и начинаем писать программу (рис.4).

ЗАМ НАЧ ФАЙЛ: NEMTS №Р1 СВОБОДНО: 181 187 222 б | СТРОКА: 0 | СТОЛБЕЦ: 0  
 (DIS, "ЭОФФ(ФИ")  
 M01#1  
 ; (UCG, 2, 2-1902, X31X, SS, 8, -5)  
 (UCG, 2, 2-1902, X31X, SS, 8, -5)  
 G1.4H6  
 F20S1200M3  
 G1X30,.5Z1  
 G1Z-190.5  
 G21  
 G1X29  
 G1Z-19  
 G1X30,.5  
 G21  
 G1X27  
 G1Z-19  
 G1X30,.5  
 G21  
 G1X25

1  Начало кадра	2  Конец кадра	3  Поиск вверх	4  Поиск вниз	5  Удалить кадр	6  В строку номер н	7  Запись и выход	8  Выход без записи
-----------------	----------------	----------------	---------------	-----------------	---------------------	-------------------	---------------------

Рис. 4 Код программы

Пример обработки детали приведен ниже (рис. 5).

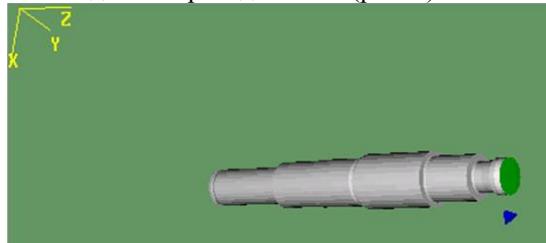


Рис. 5 Деталь, после обработки на токарном станке с ЧПУ

В данном примере была проведена обработка детали вал на симуляторе станка с ЧПУ 16К20Ф3С32 и стойки NC-110. Была создана 3D-модель детали и получен набор инструкций, управляющих движением режущего инструмента станка с ЧПУ. В результате, использование автоматизированной подготовки программ для ЧПУ позволило добиться высокой автоматизации процесса и возможности программирования на производство нескольких деталей с минимальным вмешательством человека.

Таким образом, обработка с ЧПУ является важным процессом, используемым в обрабатывающей промышленности для производства точных и сложных деталей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепчурев М.С, Е. М. Жуков, А. Г. Схиртладзе. Оборудование с

ЧПУ машиностроительного производства и программная обработка. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. — 248 с.

2. УЧПУ NC-110. Руководство оператора, СПБ.2016.
3. Токарный инструмент каталог GESAC., 2021. – с. 179.
4. Чепчурев М.С. Методические указания по практической работе: Подготовка файлов корректоров и срока службы инструмента УЧПУ «Балт-Систем» NC-110. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. — 20 с.
5. «Балт-Систем» URL: <https://www.bsysteem.ru/>

**УДК 666.94:621.926**

*Никоноров Д.И.*

*Научный руководитель: Старостин А.В., канд. техн. наук, доц.  
Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Стандартные универсальные профилегибы имеют управляемые вручную боковые направляющие ролики – расположенные по бокам от нижних гибочных и подходят для гибки симметричных профилей (например, труб, полых симметричных профилей).

Производство гнутого швеллера чувствительно к качеству основного сырья для его изготовления - это листовой прокат. Существует ряд причин влияющих на конечный результат в виде готового изделия и его геометрических параметров, которые должны соответствовать определенным стандартам или ГОСТ.

«Стан швеллеров № 300» является прокатным станком для производства гнутого швеллера. Продукция агрегата используется в автомобилестроении, машиностроении, строительстве, дорожном строительстве и во многих других отраслях. Он в свою очередь имеет некоторые недочеты в своей работе. Элементы механизмов, формирующих из листового проката в готовое изделия - гнутый швеллер, имеют жёсткий профиль точно соответствующий контуру изделия эталонного образца [1]. Вернувшись к факторам, влияющим на формирования правильного профиля, один из основных является свойство металла противостоять или сопротивляться нагрузкам, воздействующих внешних сил, тем самым приводя в действия

внутренние силы, возникшие в результате воздействия на металл. [2]. В нашем примере изготовления гнутого швеллера это проявляется к стремлению полок швеллера, которые должны быть не параллельны друг другу. Что не посредственно сказывается на качестве. Существует решение этой проблемы в виде «Правящего устройства» устанавливающегося на прокатный стан на выходе изделия. Проходя через «правящее устройство» швеллеру придаётся правильная геометрия.

Рассмотрим компоновку линии (Рис.1) при автоматизации процесса.

Расположение калибрующего узла (Рис.2) так же остаётся не изменённым после прокатных калибров.

Особенностью является автоматическая корректировка размеров в режиме реального времени на основе лазерных дальномеров.

За основу взят лазерный дальномер марки VL53L0X на герконе .



Рис. 1 Компоновка линии

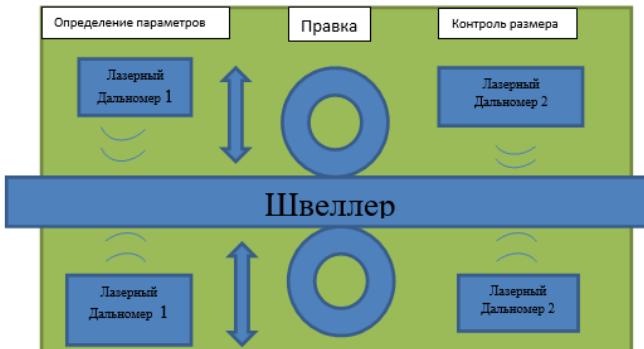


Рис. 2 Схема калибрующего узла

Из-за разности параметров металла, таких как толщина, плотность, а также марка стали, происходит недогиб или перегиб профиля, в связи с этим возникает неправильная геометрия профиля превышающая допустимые отклонения по ГОСТу [3].

Данное устройство предназначено для устранения производственного дефекта при изготовлении профиля.

На основе вышеизложенного, можно сделать вывод, что при автоматизированной калибровке гнутого швеллера на базе прокатного стана №300 значительно улучшится качество выпускаемой продукции, соответственно сократятся сроки выполнения и изготовления изделий, а автоматизация данного процесса на предприятии будет способствовать снижению участия человеческого фактора в процессе изготовления продукции.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулева, Н. И. Место квалитологии в системе менеджмента качества машиностроительных предприятий / Н. И. Кулева, А. С. Степанов, А. В. Старостин // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 3(13). – С. 59-62. – EDN OOAOKF.
2. Кулева, Н. И. Место квалитологии в системе менеджмента качества машиностроительных предприятий / Н. И. Кулева, А. С. Степанов, А. В. Старостин // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 3(13). – С. 59-62.
3. Степанов, А. С. Управление качеством : учебно-методическое пособие / А. С. Степанов, А. В. Старостин, Н. И. Кулева. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2022. – 59 с. – EDN ODKNDY.

**УДК 62.503.55**

**Нурмиев И.И., Сафин М.А.**

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

## ПРИМЕНЕНИЕ И РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В последние десятилетия искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью нашей жизни, оказывая влияние на множество областей, включая производство и технологические процессы. Искусственный интеллект обладает потенциалом значительно улучшить эффективность и результативность автоматизации в технологических процессах. В этой статье мы рассмотрим различные

аспекты применения и роли искусственного интеллекта в автоматизации технологических процессов.

Искусственный интеллект – это область компьютерных наук, которая стремится создать интеллектуальные системы, способные выполнять задачи, обычно требующие человеческого интеллекта. В контексте автоматизации технологических процессов, искусственный интеллект может быть применен для решения различных задач, включая анализ данных, прогнозирование, оптимизацию, контроль и принятие решений.[1]

Одной из ключевых областей применения искусственного интеллекта в автоматизации технологических процессов является анализ данных. Современные технологические процессы производят огромное количество данных, и искусственный интеллект может помочь в их обработке и анализе. С помощью алгоритмов машинного обучения и статистического анализа, искусственный интеллект может выявлять скрытые закономерности, тенденции и взаимосвязи в данных, что помогает предсказывать будущие события и оптимизировать процессы.

Прогнозирование является еще одним важным аспектом, где искусственный интеллект может применяться в автоматизации технологических процессов. На основе исторических данных искусственный интеллект может строить модели прогнозирования, которые предсказывают будущие события и результаты процессов. Это позволяет заранее принимать меры по предотвращению непредвиденных ситуаций, оптимизировать расходы и улучшать планирование производства.

Оптимизация технологических процессов является важной задачей во многих отраслях, и здесь искусственный интеллект может внести значительный вклад. С использованием алгоритмов оптимизации, искусственный интеллект может находить оптимальные параметры процессов, учитывая различные ограничения и цели. Это позволяет сократить время выполнения задач, уменьшить затраты на ресурсы и повысить общую эффективность процессов.

Контроль и мониторинг являются неотъемлемой частью автоматизации технологических процессов, и здесь искусственный интеллект также может быть полезен. С использованием алгоритмов машинного обучения и обработки сигналов, искусственный интеллект может анализировать данные с датчиков и других источников, определять аномалии и нештатные ситуации, а также предсказывать потенциальные проблемы. Это позволяет оперативно реагировать на

возникающие проблемы, уменьшать риск отказов и снижать потери производительности.

Роль искусственного интеллекта в автоматизации технологических процессов также заключается в принятии решений. С использованием алгоритмов машинного обучения и интеллектуальных систем, искусственный интеллект может анализировать данные, оценивать возможные варианты и выбирать оптимальные решения. Это особенно важно в ситуациях, где требуется принятие быстрых и сложных решений на основе большого объема информации.[2]

Однако, несмотря на все преимущества, применение искусственного интеллекта в автоматизации технологических процессов также сталкивается с некоторыми вызовами. Одним из них является необходимость в качественных и достоверных данных для обучения искусственного интеллекта. Также возникают вопросы этики и безопасности, связанные с автоматизацией и принятием решений искусственным интеллектом. Важно разрабатывать и применять соответствующие алгоритмы и модели, которые будут учитывать эти аспекты и минимизировать возможные негативные последствия.

В заключение, применение искусственного интеллекта в автоматизации технологических процессов предоставляет значительные возможности для повышения эффективности, оптимизации и улучшения результативности. Анализ данных, прогнозирование, оптимизация, контроль и принятие решений — это лишь некоторые области, в которых искусственный интеллект может сыграть важную роль.

С развитием технологий и постоянным усовершенствованием алгоритмов, искусственный интеллект будет продолжать играть все более важную роль в автоматизации технологических процессов. Это приведет к повышению производительности, снижению затрат и улучшению качества в различных отраслях, от производства до логистики и управления ресурсами. Необходимо поощрять исследования и разработки в области искусственного интеллекта, чтобы максимально использовать его потенциал и создать интеллектуальные системы, способные оптимизировать и автоматизировать технологические процессы.

Искусственный интеллект — это не просто технология будущего, это уже реальность нашего настоящего. Используя его мощные возможности, мы можем достичь новых высот в автоматизации технологических процессов и создать более эффективное и устойчивое производство.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Демкин В. И. История и перспективы развития нейронных сетей / В.И. Демкин, Д. К.Луков // Вестник современных исследований. - 2018. - № 6.1 (21). - С. 366-368.
2. Новые механизмы в современной робототехнике / под ред. В. А. Глазунова. - М. : Техносфера, 2018. — Ок. 500 с.

**УДК 666.94**

**Орехов В.С.**

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

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

## **МЕЖСЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ**

В современном мире появляется все больше компьютерных игр, которые совершают обмен данными между разными игроками. Каждому игроку хочется не только играть с самим собой, но и провести время за игрой со своими товарищами и реальными людьми. И чем сложнее игра, тем более сложным является процесс общения между разными компьютерами. В этой статье мы разберем, из чего состоит организация межсетевого взаимодействия в компьютерных играх, потом рассмотрим, какие возникают проблемы и их решения, а затем оптимизируем процесс передачи данных между игроками.

Существует два основных типа сетевых архитектур: peer-to-peer и клиент-серверная. В архитектуре peer-to-peer (p2p) данные передаются между любыми парами подключенных игроков, а в клиент-серверной архитектуре данные передаются только между игроками и сервером. В этой статье мы сосредоточимся на клиент-серверной архитектуре, поскольку поскольку она является самым распространенным типом сетевых архитектур, требует канала передачи меньшей ширины, проще в реализации и облегчает защиту от читерства.

В клиент-серверной архитектуре на сервере хранится и обрабатывается все состояние игры и выдается клиентам по их запросу та информация, которую сервер посчитает нужным отправить. То есть все клиенты (игроки) общаются через посредника – сервер.

Можно выделить три уровня для игровых сетевых систем [2]:

1. Транспортный протокол. Определяет, как передаются данные

между клиентом и сервером.

2. Протокол приложения. Определяет, что передается между клиентом и сервером и в каком формате.

3. Логика приложения. Определяет, как передаваемые и получаемые данные используются для обновления состояния игры.

Первым делом необходимо определиться с транспортным протоколом: TCP, UDP, либо же написать собственный. TCP гарантированно доставляет все отправляемые пакеты, но не так быстро, как это делает UDP, который в свою очередь не гарантирует доставки всех пакетов, которые к тому же могут прийти не в том порядке, в котором были отправлены. Если скорость передачи данных критична и на это есть достаточно количества времени и сил, то написать собственный протокол будет лучшим решением – он будет оптимизирован именно под ваш случай, тогда как уже готовые протоколы ориентированы под общий случай.

Далее нужно определиться с тем, какие данные передавать и в каком формате. Классическая схема выглядит следующим образом: клиенты отправляют серверу команду (ввод от пользователя), а сервер отправляет клиентам текущее игровое состояние.

Затем необходимо сфокусироваться на логике приложения. Здесь стоит затронуть жанр игры. В пошаговых играх нас не интересует скорость передачи данных, тогда как в быстрых играх, например, в шутерах, гонках, необходима плавность игрового процесса (желательно более 24 обновлений в секунду: именно при такой частоте обновления глаз человека воспринимает смену картинок плавно). Большой интерес представляют быстрых игры, так как они требуют решения дополнительного ряда задач в отличие от пошаговых игр, что будет намного полезнее. Поэтому преимущественно сфокусируемся на быстрых играх.

На уровне логики приложения, особенно в быстрых играх, возникает ряд проблем:

1. Читерство. Как сделать так, чтобы игра была честной?

2. Большая задержка времени передачи данных. Как избежать «рывков» движения игровых существ при недостаточной скорости передачи данных?

3. Синхронизация состояния игрового мира сервера и клиентов. Как синхронизировать ввод команд от нескольких клиентов?

Проблему читерства частично решает уже ранее выбранная клиент-серверная архитектура. Здесь сервер выступает авторитарным судьей, который сам обновляет игровой мир. Клиент не должен отправлять готовые состояния игры на сервер. Необходимо и

достаточно будет отправлять серверу команды, а сервер сам решит, как их обработать. В добавок к этому отправляемые данные можно шифровать по ключу, определенным между сервером и конкретным клиентом на этапе подключения, чтобы никакой злоумышленник не мог подменить команды от клиента.

Рассмотрим вторую проблему. Предположим, что частота данные передаются на сервер за 100 миллисекунд и с такой же скоростью обратно. Тогда частота обновления будет составлять 10 кадров в секунду – это довольно мало, будут сильно заметны рывки. Чтобы этого избежать, у клиента можно не сразу применять переход игровой сущности в новое состояние после получения ее состояния от сервера, а воспроизвести анимацию перехода. Хоть и суммарное отставание от сервера по времени будет больше (100 миллисекунд на то, чтобы доделать ответ и столько же на воспроизведение анимации), зато «рывков» не будет.

В добавок к этому невозможно отправлять все команды сразу, как только они были введены, поэтому имеет смысл накапливать их в буфере команд, а затем, когда придет время отправления данных, отправлять серию команд, которые нужно ввести вместе с моментом времени ввода каждой команды.

Стоит отметить, что данные никогда не доставляются моментально между разными компьютерами, поэтому игроки будут видеть мир, который был в прошлом какое-то время назад. Здесь мы переходим к третьей проблеме: что, если клиент будет стрелять по противнику и на его компьютере он попадает в движущегося игрока, а на сервере промахивается, потому что клиент видит недавнее прошлое и на самом деле игрок уже сдвинулся с этой позиции настолько, чтобы снаряд в него не попал?

Для того, чтобы синхронизировать клиента и сервер по времени, на сервере нужно хранить последовательность недавних команд за небольшой промежуток времени (всего несколько секунд) или изменения в состоянии игрового мира, чтобы можно было сделать «откат» до нужного момента времени и выполнить необходимое событие [3].

Напоследок стоит оптимизировать передачу данных между клиентом и сервером. От этого зависит нагрузка сети, что существенно для быстрых игр и, соответственно, позволяет обслуживать в один момент времени большее количество игроков. Существует несколько вариантов оптимизации:

1. Сокращение объема передаваемой информации путем отбрасывания битов, которые не несут в себе никакой информации.

Этот способ еще называют битовой упаковкой. Суть заключается в том, что если какая-то передаваемая переменная может иметь 8 различных значений, а занимает в памяти 32 бита, то в буфер передаваемых данных достаточно записать всего 3 бита (которые могут хранить 8 возможных значений).

2. Сжатие информации любым алгоритмом сжатия. Например, кодирование Хаффмана с заранее вычисленным кодом, которое может давать оптимальные результаты довольно быстро [4].

3. Передача клиенту от сервера только тех данных, которые ему нужны в данный момент. Не нужно передавать информацию о состоянии всех сущностей на игровой карте. Достаточно будет лишь тех, которые находятся вокруг игрока в заданном диапазоне.

Лучше потратить несколько микросекунд процессорного времени на применение одной или всех этих решений, чем потратить несколько миллисекунд на отправление излишней информации.

Таким образом были рассмотрены уровни организации межсетевого взаимодействия в компьютерных играх и решение основных проблем взаимодействия клиента с сервером. Реализация компьютерной игры по сети – увлекательный процесс и есть немало инженерных решений в данной сфере на каждый случай, поэтому всегда необходимо анализировать межсетевую систему и выбрать решение, которое удовлетворит ваши критерии межсетевой игры.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Таненбаум, Э.С. Компьютерные сети / Э.С. Таненбаум, Д. Уэзеролл — 5-е изд., Питер, 2012. — 960 с.
2. О сетевой модели в играх для начинающих [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/467025/>.
3. Мультиплер в быстрых играх (серия статей) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/302394/>.
4. Кодирование Хаффмана [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Huffman\\_coding](https://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding).
5. Щетинина, П.Г. Создание сетевой игры на основе стека протоколов TCP/IP / П.Г. Щетинина, Е.А. Федотов // XII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство»: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. - С. 2054-2059.

**Осинин В.А.**

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

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ МЕТРОЛОГИИ**

В жизни каждого из нас всегда можно найти некий список вопросов, на которые человек хотел бы узнать ответ. И часто для удовлетворения этих желаний людям требуются, как можно более чёткие и конкретные измерения или описания. Но благодаря техническому прогрессу вокруг нас появилось огромное количество вещей, которые невозможно описать на вскидку или чётко понять её характеристики с первого взгляда. Именно для получения, как можно более точных и корректных значений всех явлений вокруг нас и используется математическая статистика.

Математическая статистика – это наука, которая изучает и разрабатывает математические методы сбора и обработки, систематизации и использования статистических данных для научных и практических выводов. Она тесна связана с теорией вероятности и математическим аппаратом: часто статистика использует те же формулы и методы. Её используют ученые, социологи, аналитики, маркетологи, экономисты, инженеры, врачи и другие специалисты.

Но важным вопросом является связь математической статистики с метрологией. Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Измерения является одним из важнейших компонентов всей метрологии, и требуют математической обработки [1].

Статистические методы - научные методы описания и изучения массовых явлений, допускающих количественное (численное) выражение.

Особенно существенно влияние статистических методов на обработку результатов в спортивной метрологии.

Спортивная метрология — дисциплина, представляющая часть метрологии, занимается вопросами измерений в физкультуре и спорте. Главными вопросами этой дисциплины являются: разработка новых способов измерений, анализ имеющихся измерений для улучшенной подготовки спортсменов, оформление показаний данных спортсмена при получении разного рода нагрузок, а также прогнозирование результатов того или иного спортсмена[2]. И в каждом измерении,

показании, расчете используют статистические методы, которые помогают достигать нужные цели почти в каждой науке.

У статистических методов есть несколько видов: выборочный метод, индексный метод, корреляционно – регрессионный анализ, дисперсионный анализ, многомерный анализ, балансовый метод. Использование данных методов зависит от цели наших измерений и от того насколько точную «картинку» происходящего нам следует получить для той или иной спортивной дисциплины.

Приведем пример выборочного метода – это очень важный метод для спортивной статистики, и он основывается на двух основных понятиях, таких как генеральная совокупность и выборочная совокупность. Генеральная совокупность – это наиболее общая характеристика совокупности объектов, объединенных одним признаком (к примеру, все волейболисты Москвы; все студенты, занимающиеся бегом, и др.).

Выборочная совокупность (выборка) – это отобранная часть элементов генеральной совокупности, которая представляет всю совокупность с приемлемой точностью. Выборка должна корректно представлять генеральную совокупность, и исследовательская работа сосредотачивается на изучении выборок, которые сравниваются попарно. Главное чётко определить относятся ли выборки к одной генеральной совокупности или к нескольким[3].

Наша задача сравнить результаты скорости бега (м/с) волейболистов с контрольной группы  $x_i$ (табл. 1) и волейболистов экспериментальной группы  $y_i$ (табл. 2) и сделать вывод эффективен ли эксперимент.

Таблица 1

$\# n/n$	$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
1	3,6	2	7,2	-0,3	0,09	0,18
2	3,7	4	14,8	-0,2	0,04	0,16
3	3,8	5	19,0	-0,1	0,01	0,05
4	3,9	8	31,2	0,0	0,00	0,00
5	4,0	6	24,0	0,1	0,01	0,06
6	4,2	5	21,0	0,3	0,09	0,45
Всего	-	30	117,2	-	-	0,85

Найдем среднее арифметическое:

$$\bar{x} = x_i n_i / n_i = 117,2 / 30 = 3,9 \text{ м/с};$$

Найдем значение дисперсии:

$$\mu_x^2 = (x_i - \bar{x})^2 n_i / n_i = 0,9 / 30 = 0,03 \text{ (м/с)}^2;$$

Найдем среднее квадратическое отклонение:

$$\mu_x = \sqrt{\mu_x^2} = \sqrt{0,03} = 0,17 = 0,2 \text{ м/с};$$

Найдем вариационный ряд:

$$\bar{x} \pm \mu_x = (3,9 \pm 0,2) \text{ м/с.}$$

Таблица 2

$\frac{\#}{n/n}$	$y_i$	$n_i$	$y_i n_i$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y})^2 n_i$
1	3,7	3	11,1	-0,3	0,09	0,27
2	3,9	4	15,6	-0,1	0,01	0,04
3	4,0	9	36,0	0,0	0,00	0,00
4	4,1	8	32,8	0,1	0,01	0,08
5	4,2	4	16,8	0,2	0,04	0,16
6	4,3	2	8,6	0,3	0,09	0,18
Всего	-	30	120,9	-	-	0,73

Найдем среднее арифметическое:

$$\bar{y} = y_i n_i / n = 120,9 / 30 = 4,03 \text{ м/с};$$

Найдем значение дисперсии:

$$\mu_y^2 = (y_i - \bar{y})^2 n_i / n = 0,73 / 30 = 0,024 (\text{м/с})^2;$$

Найдем среднее квадратическое отклонение:

$$\mu_y = \sqrt{\mu_y^2} = \sqrt{0,024} = 0,155 = 0,2 \text{ м/с};$$

Найдем вариационный ряд:

$$\bar{y} \pm \mu_y = (4,0 \pm 0,2) \text{ м/с.}$$

Найдем ошибку репрезентативности обеих групп:

$$m_x = \mu_x / \sqrt{n} = 0,2 / \sqrt{30} = 0,04 \text{ м/с};$$

$$m_y = \mu_y / \sqrt{n} = 0,2 / \sqrt{30} = 0,04 \text{ м/с};$$

Определим различие групп по критерию Стьюдента:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{n_1 + n_2}}} = \frac{|3,9 - 4,0|}{\sqrt{0,04^2 + 0,04^2}} = 1,75.$$

При надежности  $P = 0,95$  и числе степеней свободы

$$n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$$

по таблице граничных критерий Стьюдента найдем:

$$t_{tp} = 2,00.$$

Поскольку  $t_{tp} > t$ , выборки различимы статистически достоверно.

Поскольку результат в скорости бега волейболистов с экспериментальной группы лучше чем у контрольной группы, то эксперимент следует считать эффективным.

На примере решения подобной задачи прекрасно видно, что математическая статистика является важнейшим инструментом метрологии и именно благодаря статистическим методам происходит расчет важнейших измерений и их дальнейшее исследование.

Кроме того, математическая статистика полезна не только в спортивной метрологии, но и в чисто технических сферах. К примеру, в расчетах бортовых систем управления роботами невозможно обойтись без статистических методов [4]. И с каждым годом наука делает новые шаги в будущее. А метрология совместно с математической статистикой будет помогать ей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии. М.: Изд-во стандартов. 1991. 318с.
2. Н. Н. Трифонова, И. В. Еркомайшвили; Спортивная метрология: учеб. пособие М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федеральный ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 112с.
3. В.Г.Никитушкин, А.Н. Тамбовский; Спортивная метрология:учебник для студ. Учреждений высш. Проф. Образования. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 240 с. – (Сер. Бакалавриат).
4. В. Г. Рубанов, И. А. Рыбин, А. Г. Бажанов, Д. А. Бушуев, Е. Н. Коробкова, О. В. Луценко, Е. Б. Караков, А. А. Степовой; Теория проектирования бортовых систем управления мобильными роботами, обладающих свойствами живучести:монография/ В. Г. Рубанов, И. А. Рыбин, А. Г. Бажанов и др.-Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. 214с.

**УДК 68-5**

**Погребняк К.Э.**

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

## УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА СТОЧНЫХ ВОД

Значительным тепловым потенциалом располагает хозяйствственно-бытовые стоки в коммунальном хозяйстве, используя их можно значительно снизить себестоимость тепловой энергии. [1] Для отопления зданий канализационных насосных станций городов РФ,

многие из которых расположены на значительном удалении от населенных и тепловых пунктов, используется либо централизованное, либо электрическое отопление. Электрическое отопление крайне непривлекательно с экономической точки зрения. Централизованное дешевле, но требует больших затрат на прокладку, ремонт и обслуживание теплотрасс большой протяженности. [1]

А между тем, на канализационных насосных станциях (КНС) есть источник практически неисчерпаемой дешевой тепловой энергии. Это тепло канализационных стоков. В результате длительных наблюдений и замеров, которые проводились на РНС-3 «Гайва» МП «Пермводоканал», было выявлено, что температура хозяйствственно-бытовых канализационных стоков непостоянна, колеблется в пределах 18-22С, в зависимости от времени года, суток.

Утилизация и повторное использование большей части энергии сточной воды позволит сэкономить тепловую энергию, снизить общую стоимость горячей воды и, за счет снижения выбросов парниковых газов, благоприятно скажется на экологическом состоянии окружающей среды.[2]

Объем канализационных стоков, производимых в огромных количествах большими городами, практически не изменяется в течение года. Температура сточных вод ниже температуры наружного воздуха в летнее время и выше в зимнее. Это делает их идеальным источником низкопотенциального тепла для использования в тепловых насосах. Различные приспособления, позволяющие утилизировать тепло сточных вод, разрабатываются и применяются уже около 30 лет.[3]

Самой распространенной системой является применение тепловых насосов, устанавливаемых на очистных станциях. Подобные системы централизованно собирают тепло сточных вод, это позволяет экономить большое количество энергии. В то же время специалисты по энергоэффективности говорят, что значительное количество тепловой энергии сточных вод в буквальном смысле уходят в землю.[4]

При транспортировке канализационных вод от зданий до очистных сооружений температура вод значительно снижается из-за того, что коллекторы предназначены для транспортировки вод, а не для сохранения их тепла. В связи с этим специалисты считают целесообразным утилизировать тепло сточных вод не только на очистных станциях, но и непосредственно в самом здании.[5]

Система утилизации тепла сточных вод с тепловым насосом требует значительных капитальных вложений, также необходимо место для установки этого оборудования. Следовательно, назрела

необходимость в такой системе утилизации сточных вод, которая обладала бы следующими свойствами:

- невысокая первоначальная стоимость;
- быстрая окупаемость;
- возможность использования в уже существующей системе без кардинальной ее реконструкции;
- простота использования, не нуждается в службе эксплуатации.

В Канаде была разработана система, удовлетворяющая вышеперечисленным требованиям. Новинка получила название Power-Pipe DWHR System. Она представляет собой медную центральную трубу большого диаметра, которую обматывают медные трубы меньшего диаметра. Данная конструкция устанавливается вместо вертикального участка внутридомовой канализации. [6]

По трубе большего диаметра будут транспортироваться сточные воды, по трубам меньшего диаметра – холодная вода от источника водоснабжения к водонагревателю горячей воды. Таким образом будет осуществляться предварительный подогрев воды, идущей на нужды горячего водоснабжения, с помощью тепла сточных вод. [7]

Витки трубы меньшего диаметра сконструированы таким образом, чтобы потери давления воды в них были минимальны, это необходимо для того, чтобы мощности уже существующего насоса водоснабжения хватило для транспортировки воды, и не потребовалась бы замена насоса на насос большей мощности. Это привело бы к снижению энергоэффективности системы и дополнительным расходам средств заказчика.[8]

Благодаря низкой начальной стоимости и способности к восстановлению до 40% тепловой энергии, срок окупаемости данной системы обычно составляет от 3 до 4 лет. В ряде стран, где правительство финансово стимулирует владельцев зданий на внедрение энергосберегающих технологий, срок окупаемости может быть значительно уменьшен.

Работа системы основана на физическом принципе, называемом «эффект падающей пленки». Он заключается в том, что падающая вертикально по трубе вода не будет находиться в центре трубы, а будет перемещаться тонкой пленкой по внутренней поверхности трубы, в которую она заключена. Это позволяет максимально собрать тепловую энергию от сточной воды и передать через медную поверхность, известную своим высоким коэффициентом теплопроводности, водопроводной воде.[9]

Данная система может быть установлена одним из трех способов. Первый, рекомендуемый производителем, способ, который

обеспечивает максимальную экономию энергии,— это пропуск через систему всего потока водопроводной воды, идущей на нужды и горячего, и холодного водоснабжения.[10]

Такой способ получил название «конфигурация с применением равного потока». При необходимости в холодной воде можно сделать отдельную линию холодной воды (не нагретой предварительно на Power-Pipe) и подвести ее к кухонной раковине.

Второй вариант заключается в предварительном нагреве только той части воды, которая идет затем к водонагревателю и используется на нужды горячего водоснабжения. Наконец, третий способ состоит в предварительном подогреве только той воды, которая затем используется в качестве холодной для душа. Любой из этих двух вариантов (известный как «неравный поток») уменьшит эффективность системы примерно на 25%. [11]

Система обладает следующими свойствами:

- проста в применении и доступна среднестатистическому пользователю;
- экономит до 40% энергии, затрачиваемой на подогрев горячей воды в доме;
- срок окупаемости составляет от 2 до 6 лет;
- снижает выброс парниковых газов газов почти на 1 т в год на семью из четырех человек;
- не требует технического обслуживания: пассивная система не имеет движущихся частей;
- является одним из технических решений, которое позволяет получить зданию, в котором оно применяется, сертификацию LEED.

Данный материал показывает, что не всегда энергоэффективные решения в сфере водоснабжения представляют собой сложные технические устройства. Данная система в настоящее время сертифицирована и применяется в Канаде и США. Будем надеяться, что и на нашем рынке в скором времени начнут появляться простые системы, позволяющие утилизировать тепло сточных вод.[12]

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алешин, Александр Доочистка сточных вод гальванических производств / Александр Алешин. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. - 152 с.

2. Байрамова, Айтен Интенсификация флотационной очистки сточных вод / Айтен Байрамова. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. - 132 с.

3. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод / А.Г. Ветошкин. - М.: Инфра-Инженерия, 2016. - 852 с.
4. Ветошкин, Александр Григорьевич Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод. Учебное пособие / Ветошкин Александр Григорьевич. - М.: Инфра-Инженерия, 2016. - 137 с.
5. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: моногр. / Ю.В. Воронов. - М.: ACB, 2009. - 560 с.
6. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов. - М.: Ассоциация строительных вузов (ACB), 2009. - 372 с.
7. Воронов, Юрий Викторович Водоотведение и очистка сточных вод. Учебное издание. Гриф МО РФ / Воронов Юрий Викторович. - М.: Ассоциация строительных вузов (ACB), 2009. - 730 с.
8. Геннадий, Дрозд und Ирина Бизирка Асфальтобетон на основе порошка из осадка сточных вод / Геннадий Дрозд und Ирина Бизирка. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. - 184 с.
9. Геннадий, Дрозд Депонированные осадки городских сточных вод / Дрозд Геннадий , Роман Бреус und Ирина Бизирка. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. - 160 с.
10. Дзювина, Оксана Коагуляционное обесцвечивание лигнинсодержащих сточных вод / Оксана Дзювина. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. - 403 с.
11. Елистратова,Ю.В. Стравнительные критерии систем отопления/ Ю.В.Елистратова, А.С. Семиненко, В.А.Минко //Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов, Белгород, 01.30.11. 2012.-Белгород,2012.-С.237-239.
12. Огаркова, Т.Г. К определению проектного расхода тепла на отопление/ Т.Г. Огаркова, Ю.В. Елистратова, А.С.Семиненко //Современные научноемкие технологии.-2013.-№8-1.-С.44-48.

**УДК 621.9.08**

**Подпрыгтов Д.В.**

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

## **СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ УТОПЛЕНИЯ В ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

Плавание является одним из самых популярных видов спорта и отдыха. Однако, несмотря на свою популярность, плавание довольно

таки опасный вид деятельности, особенно если речь идет о купании в бассейнах. Несчастные случаи, связанные с утоплением в бассейнах, происходят довольно часто, особенно среди детей и людей, не умеющих плавать. Именно поэтому в последнее время все большее внимание уделяется системам обнаружения опасности утопления в плавательных бассейнах (СООУ).

СООУ в плавательных бассейнах - это комплекс технических средств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, находящихся в бассейне. Системы могут состоять из нескольких элементов, таких как датчики, камеры, звуковые и световые сигналы, системы оповещения персонала и т.д.

По статистическим данным МЧС России за последние пять лет в стране зафиксировано более 60 тыс. случаев гибели на воде, из них 14 тыс. произошли с детьми, и особенно вызывают тревогу данные о том, что за период 2015-2016 годов число погибших детей на водных объектах увеличилось на 19,9%. Решение проблемы по уменьшению несчастных случаев на воде на сегодняшний день принимает глобальный характер [1].

Мировой опыт позволяет сформулировать основные тенденции процессов развития массового спорта, в том числе плавания: повышение роли государства в поддержке массового и доступного спорта, а также всех форм организации деятельности в данной области; использование массового спорта в профилактических и лечебных мероприятиях, профилактике негативных социальных явлений, использование спорта для нравственного, эстетического и интеллектуального развития молодежи; реализация программ массового спорта как средства вовлечения в активный образ жизни представителей разных поколений и социализации различных групп населения [1].

Влияние данных процессов приводит к объективной необходимости развития инфраструктуры для плавания с учетом потребностей различных категорий и групп населения; многообразию форм обслуживания, методов и средств предложения услуг массового спорта, в том числе социально-ориентированными некоммерческими организациями; оптимизации расходования средств государственного бюджета и росту доходов от спортивных зрелищных мероприятий и сектора спортивных услуг [1].

Обучение и занятия плаванием невозможны без развития инфраструктуры с учетом потребностей различных категорий и групп населения.

Рассмотрим некоторые СООУ и определим какими новыми возможностями и функциями эти системы обладают. При этом, не будем заглядывать далеко за горизонт времени, а рассмотрим СООУ, которые уже сегодня производятся, и доступно для приобретения и эксплуатации.

*Что такое СООУ в плавательных бассейнах?* Системы обнаружения опасности утопления в плавательных бассейнах - это комплекс технических средств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, находящихся в бассейне. Системы могут состоять из нескольких элементов, таких как датчики, камеры, звуковые и световые сигналы, системы оповещения персонала и так далее[3].

*Как работают системы обнаружения опасности утопления в плавательных бассейнах?* Основной задачей СООУ в плавательных бассейнах является обеспечение безопасности людей и своевременное обнаружение опасных ситуаций, связанных с утоплением. Работа системы обычно начинается с установки датчиков, которые обнаруживают изменения в состоянии воды, температуре и других параметрах, которые могут свидетельствовать о наличии человека в бассейне. Если датчик обнаруживает подозрительное изменение, то система начинает работать в автоматическом режиме и может выполнять следующие действия[4-8]:

- запуск сирены или звукового сигнала для привлечения внимания персонала и посетителей бассейна;
- включение световых сигналов, которые могут привлечь внимание и помочь локализовать место происшествия;
- отправка аварийных сообщений на мобильные устройства персонала, которые могут быстро прибыть на место происшествия;
- оповещение спасательной службы и вызов необходимой помощи.

СООУ имеет несколько целей и задач, включая:

- обеспечение безопасности людей в бассейнах. Система предназначена для обнаружения людей, находящихся в воде и оповещения персонала бассейна в случае возникновения угрозы утопления;
- улучшение качества обслуживания клиентов. Система позволяет автоматически контролировать количество людей в бассейне и оптимизировать количество персонала, работающего в бассейне.
- снижение рисков для бизнеса. Система позволяет уменьшить риски возникновения юридических проблем и снизить вероятность возмещения ущерба в случае происшествий в бассейне.

Рассмотрим на примере системы безопасности для бассейна Angel Eye основные элементы и принципы работы СООУ.

К сожалению, спасатель не всегда может вовремя обнаружить утопающего, так как находится на большом расстоянии или не видит дна бассейна при большом скоплении народа. Система Angel Eye, производство Италия, поможет спасателю своевременно обнаружить опасность и спасти жизнь.

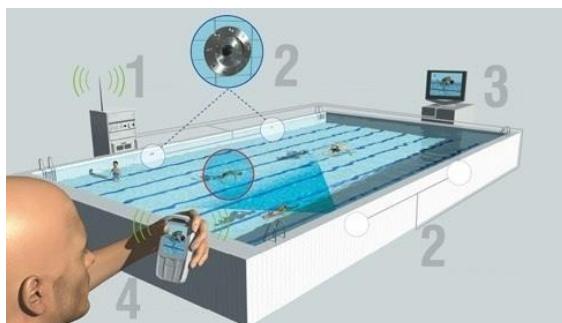


Рис. 1 Система безопасности для бассейна Angel Eye: 1 – центральный блок управления; 2 – подводная камера; 3 – монитор; 4 – смартфон и смартчасы

Подводные камеры (2) посылают данные на пульт управления системой (1) в режиме реального времени. Данные обрабатываются при помощи специального программного обеспечения Angel Eye. В случае обнаружения опасности система передает соответствующий сигнал на смартфон или смарт-часы спасателя (4) и показывает место происшествия. Видео с камер также транслируются на мониторы (3), которые могут быть установлены как непосредственно у бассейна, так и в комнате охраны.



Рис. 2 Внешний облик системы безопасности для бассейна Angel Eye

Системы обнаружения опасности утопления стремительно развиваются, этому способствуют следующие тенденции [1]:

- увеличение числа обучающихся образовательных организаций, систематически занимающихся плаванием и владеющих жизненно необходимыми навыками плавания;
- сокращение количества несчастных случаев на воде, содействие укреплению здоровья населения посредством плавания;
- оптимизация работы образовательных организаций, задействованных в оказании комплексной услуги по обучению детей плаванию в рамках внеурочной деятельности общеобразовательных программ, координации и логистике передвижения групп детей в траектории «школа-бассейн-школа»;
- обеспечение массовости в плавании, что позволит повысить результативность в выявлении одаренных детей, способных пополнить спортивный резерв сборных команд по плаванию;
- модернизация имеющихся бассейнов для плавания с точки зрения создания современных условий для занятий плаванием всех возрастных и социальных групп населения на уже функционирующих объектах;
- создание непрерывного гарантированного потока посетителей бассейнов для плавания в рамках реализации мероприятий Межведомственной программы, что повысит эффективность эксплуатации действующих бассейнов для плавания, обеспечит инвестиционную привлекательность для реконструкции имеющихся и строительства новых бассейнов для плавания, в том числе на базе государственно- частного партнерства.

Кроме этого, наблюдается:

- рост спроса на бассейны в различных сферах, включая частные дома, гостиничный бизнес, фитнес-клубы и другие;
- рост требований к безопасности в бассейнах, в том числе качеству воды и безопасности посетителей;
- рост использования инновационных технологий в проектировании и строительстве бассейнов;
- рост спроса на новые технологии в области безопасности в бассейнах;
- рост спроса на использование компьютерного зрения в системах безопасности;
- рост требований к безопасности в бассейнах со стороны государственных органов и общественности;
- развитие мобильных и облачных технологий в системах безопасности в бассейнах.

Подводя итоги, можно сделать следующие практические выводы:

- безопасность в бассейнах является приоритетной задачей для владельцев и операторов бассейнов, а также для родителей и опекунов, и система аналитики и оповещения опасности утопления может значительно повысить уровень безопасности в бассейнах;
- использование компьютерного зрения является актуальным и перспективным направлением в различных сферах, в том числе в области безопасности и контроля [4-6];
- продукт может помочь владельцам и операторам бассейнов оптимизировать работу персонала, что может привести к экономии ресурсов и повышению качества обслуживания клиентов;
- требования к безопасности в общественных местах, таких как бассейны, постоянно растут, что делает продукт более востребованным [9,10];
  - обнаружение людей, находящихся в воде. Система должна быть способна точно определять наличие людей в бассейне и отличать их от других объектов, таких как игрушки и т.д.;
  - определение уровня опасности. Система должна определить, находится ли человек в бассейне на безопасном расстоянии от других людей и объектов;
  - определение ориентации человека в воде. Система должна определять ориентацию человека в воде, чтобы определить, находится ли он в вертикальном или горизонтальном положении;
  - оповещение персонала бассейна. Система должна оповещать персонал бассейна в случае возникновения угрозы утопления, предоставляя информацию о местоположении человека в бассейне и уровне опасности.
  - анализ данных. Система должна собирать данные о количестве людей в бассейне, времени пребывания в воде, уровне опасности и т.д., чтобы оптимизировать работу персонала бассейна и улучшить качество обслуживания клиентов.

Таким образом, СООУ в бассейнах на основе компьютерного зрения имеет целью обеспечение безопасности людей в бассейнах и может выполнять различные задачи, связанные с обнаружением людей, определением уровня опасности и оповещением персонала бассейна.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Межведомственная программа «Плавание для всех». – Режим доступа: [https://www.minsport.gov.ru/2019/doc/Mejved-prog-Plav-dlya\\_vseh.pdf](https://www.minsport.gov.ru/2019/doc/Mejved-prog-Plav-dlya_vseh.pdf)

2. Малыгин И.Г., Комашинский В.И. Информационные технологии и искусственный интеллект – основные двигатели четвертой индустриальной революции (Industrie 4.0) // Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Информационные технологии». 2016. Том 22. № 12. С. 899-904.
3. Salehi N., Keyvanara M., Monadjemmi S. A. An automatic video-based drowning detection system for swimming pools using active contours //Int. J. Image, Graph. Signal Process. – 2016. – Т. 8. – №. 8. – С. 1-8.
4. Alshbatat A. I. N. et al. Automated vision-based surveillance system to detect drowning incidents in swimming pools //2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET). – IEEE, 2020. – С. 1-5.
5. Lei F. et al. Drowning behavior detection in swimming pool based on deep learning //Signal, Image and Video Processing. – 2022. – С. 1-8.
6. Cepeda-Pacheco J. C., Domingo M. C. Deep learning and 5G and beyond for child drowning prevention in swimming pools //Sensors. – 2022. – Т. 22. – №. 19. – С. 7684.
7. Lu W., Tan Y. P. A vision-based approach to early detection of drowning incidents in swimming pools //IEEE transactions on circuits and systems for video technology. – 2004. – Т. 14. – №. 2. – С. 159-178.
8. Jose A., Udupa G. Gantry robot system for preventing drowning accidents in swimming pools //Materials today: proceedings. – 2021. – Т. 46. – С. 4975-4981.
9. ГОСТ Р 59219-2020 Бассейны для плавания. Система оповещения опасности утопления. Общие технические условия.
10. ГОСТ Р 58458-2020 Бассейны для плавания. Общие технические условия.

**УДК 004.056.005**

**Поливина Е.А.**

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

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Сегодня в каждой компании используется большое количество информационных систем, через которые проходят потоки важной, а подчас и критичной информации. Эта информация подлежит

обязательной защите от несанкционированных изменений и несанкционированного доступа, в противном случае могут возникнуть опасные инциденты.

Для обеспечения информационной безопасности (ИБ) информационных систем создаются системы защиты информации, корректность работы которых необходимо постоянно контролировать, чтобы поддерживать требуемый уровень безопасности. С этой целью проводится аудит информационной безопасности.

Аудит информационной безопасности необходим для выявления недостатков систем защиты информации и на основании полученных результатов – улучшения их защитных функций. В том случае, если недостатки системы защиты информации не будут вовремя выявлены, может произойти инцидент информационной безопасности, который неблагоприятно скажется на имидже информационной системы и снизит доверие к ней со стороны пользователей.

В производстве должна быть внедрена система управления информационной безопасностью для защиты конфиденциальной информации и активов от киберугроз и атак. Эффективная СМИБ может помочь организациям выявлять и устранять потенциальные уязвимости, предотвращать утечку данных и поддерживать конфиденциальность, целостность и доступность информации. Это также может помочь организациям соблюдать нормативные требования и отраслевые стандарты, связанные с информационной безопасностью.

Аудит системы менеджмента информационной безопасности (СМИБ) важен по нескольким причинам:

- обеспечение соответствия. Аудит СМИБ помогает определить, соответствуют ли политики и процедуры информационной безопасности организации соответствующим законам, нормам и стандартам, таким как GDPR, HIPAA, ISO 27001 и т. д;

- выявление уязвимостей. Аудит помогает выявить потенциальные уязвимости в системе информационной безопасности организации, включая риски, связанные с утечкой данных, кибератаками и другими инцидентами безопасности;

- улучшение состояния безопасности. Аудит помогает организациям выявить пробелы в их состоянии безопасности и разработать план устранения этих пробелов;

- повышение доверия клиентов. Организации, проводящие регулярные аудиты СМИБ, демонстрируют свою приверженность защите конфиденциальной информации своих клиентов, что может помочь повысить доверие и уверенность среди своих клиентов;

— сокращение затрат. Выявляя уязвимости и внедряя корректирующие меры, организации могут снизить риск утечек данных и других инцидентов безопасности, которые могут привести к значительным финансовым потерям.

В целом, аудит СМИБ имеет решающее значение для обеспечения безопасности и целостности информационных активов организации и помогает гарантировать, что организация следует передовым методам защиты конфиденциальной информации.

Аудит системы менеджмента информационной безопасности (СМИБ) обычно включает следующие функции:

— объем: Объем аудита определяется с указанием областей СМИБ, подлежащих аудиту;

— задачи: Задачи проверки определяются с указанием цели и задач проверки;

— критерии. Для оценки эффективности и пригодности СМИБ устанавливаются критерии, такие как соответствие законодательным и нормативным требованиям, отраслевые стандарты и внутренние политики;

— методология: определяется методология аудита, включая методы и процедуры, используемые для сбора доказательств и оценки СМИБ;

— сбор доказательств. Данные собираются посредством анализа документов, опросов и наблюдений на местах для определения эффективности СМИБ;

— анализ. Данные анализируются для выявления пробелов в СМИБ и областей, требующих улучшения;

— отчетность. Результаты аудита представляются в официальном отчете, который включает результаты аудита, выводы и рекомендации по улучшению;

— последующие действия. Предпринимаются последующие действия для обеспечения того, чтобы корректирующие действия были выполнены и СМИБ функционировала эффективно.

Рассмотрим аудит системы менеджмента информационной безопасности на примере:

Объем: Аудит будет охватывать систему управления информационной безопасностью (СУИБ) компании XYZ за период с 1 января 2021 года по 31 декабря 2021 года.

Цель: Целью данного аудита является оценка эффективности и зрелости СМИБ компании XYZ в обеспечении конфиденциальности, целостности и доступности ее информационных активов.

**Критерии:** Аудит будет проводиться с использованием стандарта ISO 27001:2013 в качестве критериев оценки СМИБ компании XYZ.

**Методология:** Аудит будет проводиться в два этапа:

**Первый этап:** Проверка документов. Аудитор просматривает документацию, относящуюся к СМИБ, такую как политики, процедуры и записи, чтобы оценить их полноту и соответствие стандарту ISO 27001.

**Второй этап:** Проверка на месте: Аудитор проведет интервью на месте с соответствующим персоналом и проведет физический осмотр объектов для оценки внедрения и эффективности СМИБ.

**Ключевые направления:** Аудит будет сосредоточен на следующих ключевых областях:

- политика и цели информационной безопасности;
- оценка и управление рисками;
- управление активами;
- контроль доступа;
- физическая и экологическая безопасность;
- операционная безопасность;
- безопасность связи;
- приобретение, разработка и обслуживание системы;
- отношения с поставщиками;
- управление инцидентами информационной безопасности;
- аспекты информационной безопасности управления непрерывностью бизнеса;
- соответствие законодательным, нормативным и договорным требованиям.

**Практические результаты:** Аудиторский отчет будет включать следующее:

- краткое изложение выводов и наблюдений аудита;
- оценка уровня зрелости СМИБ;
- рекомендации по улучшению;
- письмо руководству на имя генерального директора компании xyz.

**График:** Аудит будет проведен в течение первого квартала 2022 года, а окончательный отчет будет представлен к концу марта 2022 года.

Таким образом, для того, чтобы успешно провести аудит СМИБ, можно следовать некоторым рекомендациям.

Для начала нужно убедиться, что организация хорошо подготовлена перед аудитом. Это включает в себя наличие всей

необходимой документации, определение ключевых заинтересованных сторон и проведение внутренних аудитов.

Обеспечьте открытую и четкую коммуникацию между аудиторами, руководством и сотрудниками. Это помогает гарантировать, что все понимают цель и объем аудита.

Убедитесь, что организация полностью соответствует соответствующим отраслевым стандартам и нормам. Сюда входят ISO 27001, GDPR, PCI DSS и другие; что в организации действует надежный процесс управления рисками, а риски выявляются, оцениваются и эффективно управляются; что организация стремится к постоянному совершенствованию, и что любые результаты аудита принимаются безотлагательно; что все сотрудники обучены и осведомлены о своих обязанностях в отношении информационной безопасности, а также о важности аудита; что после аудита предпринимаются последующие действия для устранения любых выявленных недостатков или уязвимостей.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИОК**

1. Поспелова Е.А. Аудит качества: Учеб. пособие / Сост.: Е.А. Поспелова. – г. Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. –131 с.
2. Поспелова Е.А., Мордова В.М., Здесенко В.А. Реализация рискоориентированного подхода при проведении внутренних аудитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №8// 2017. С. 215-218.
3. Найханова И.В. Аудит систем менеджмента качества и информационной безопасности // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. 2011. № SPEC. С. 152-156.

**УДК 672.719.9**

*Польшин А.А., Грибеников А.Е., Тихонов А.А., Мальцев А.К.  
Научный руководитель: Любимый Н.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СБОРНЫЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ**

В настоящее время обширное использование приобрели сборные инструменты с СМП при всех видах механической обработки резанием.

Согласно сведениям каталогов режущих инструментов иностранных компаний, практически полностью отсутствует инструмент с напайными твердосплавными пластинами. Согласно сведениям ВНИИ инструмента опыт введения отечественных резцов вместе с СМП продемонстрировал преимущества по сравнению с напайным инструментом – увеличение стойкости пластин на 25-30%, снижение расхода твердого сплава в 2 раза, снижение суммарных расходов на производство инструмента в 3-4 раза, увеличение производительности труда на 20-25%.

Конструкция корпуса сверла зависит от вида и геометрии канавок для отвода стружки. Попадаются как прямые, так и спиральные. Благодаря, верным образом, спрофилированной канавки обрабатывание происходит с высокой подачей, никак не ухудшая качество обработки поверхности.

Кроме того, нужно ознакомиться с конструкцией сверл, имеющих каналы подвода СОЖ, размещенными рядом с периферией корпуса. За счет чего сердцевина корпуса сверла выходит меньше, а каналы для отвода стружки больше.

Сверла со сменными пластинами уже давно знакомы своей экономичностью, которая обуславливается большой производительностью, износстойкостью и невысокой затратой на производство одной детали. Применение данных сверл дает возможность экономить время на центрирование. При низких требованиях к чистоте отверстия можно растачивать в итоговый размер этим же сверлом со сдвигом оси, что вновь экономит время и место в резцедержке. Можно сверлить со сдвигом, в маленьких пределах, что уменьшает необходимую номенклатуру сверл.

Однако, время эксплуатации сборных инструментов, демонстрирует, что работоспособность во многом обуславливается креплениями, материалом, а также методом базирования, геометрических параметров и режимами резания режущего элемента. Исследование статистики и видов разрушения сменных режущих головок и сменных режущих пластин сборных сверл продемонстрировало, что их разрешение содержит хрупкий характер. Так, в следствии выкрашивания, скальвания и поломок приходится 70% для сменных режущих пластин сборных сверл и 79% для твердосплавных режущих головок.

Недостатком популярной конструкции сборного сверла считается недостаточная надежность крепления режущих пластин. Фиксирование совершается по нескольким упорным поверхностям. Вектор приложенных нагрузок не сходится с вектором закрепления режущих

пластин в угловой паз, что приводит к ослаблению крепления, саморазвинчиванию крепежного винта, появлению микровибраций и к раннему износу и разрушению режущих пластин.



Рис. 1 Сверла со сменными пластинами

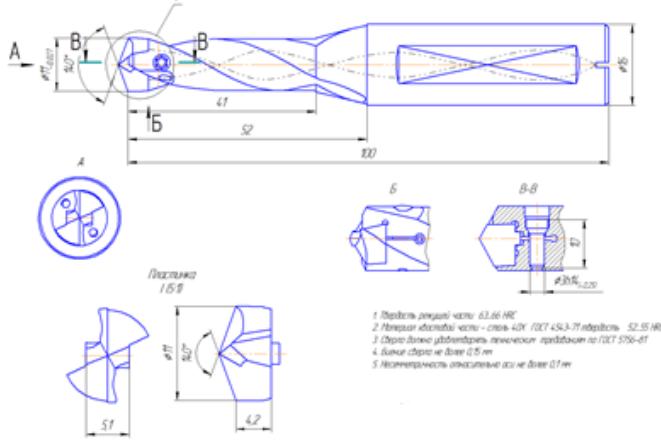


Рис. 2 Сверло со сменными пластинами с внутренним подводом СОЖ

Главными факторами, определяющими характер разрушения и износа режущих элементов, считаются:

- большие тепловые и силовые нагрузки;
  - неоптимальные конструктивные и геометрические параметры;
  - недостаточная прочность и износостойкость твердого сплава.
- К сборным сверлам предъявляются следующие условия:

- Соответствуют ли режущие и опорные пластины обрабатываемому материалу;
- Входит ли головка в кондукторную втулку;
- Отсутствие трещин на пластинках;
- Разрешается износ по задним поверхностям пластинок до 0,3 мм;
- Отсутствие зазоров во всех плоскостях в посадочных местах головки под пластинки;
- Наблюдать за целостностью опорных пластин (не допускать свисания режущих пластин).

За основу следует взять следующие рекомендации: для того, чтобы увеличить надежность крепления режущей пластины в корпусе сборного инструмента следует проектировать таким образом, чтобы усилие, появляющееся при закреплении пластины, сошлось по направлению с результирующей силой, образующейся в ходе резания; с целью повышения производительности обработки корпусных деталей, уменьшения трудоемкости их производства и себестоимости следует использовать прогрессивную и высокоэффективную схему плунжерного сверления.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. CNCmagazine.ru: [сайт]. – 2016. URL: <https://cncmagazine.ru/polezno-znat/sverla-so-smennymi-plastinami-vidy-preimushchestva-primenenie/> (Дата обращения: 4.04.2023). – Текст: электронный.
2. Студопедия: [сайт]. – 2020. URL: [https://studopedia.ru/26\\_11094\\_III-Cbornie-instrumenti-so-smennimi-rezhushchimi-plastinami.html](https://studopedia.ru/26_11094_III-Cbornie-instrumenti-so-smennimi-rezhushchimi-plastinami.html) (Дата обращения: 4.04.2023). – Текст: электронный.
3. Чернышов, М. О. Повышение работоспособности сборных сверл на основе исследования напряженного состояния и прочности режущих твердосплавных элементов: специальность 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чернышов Михаил Олегович; Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень, 2015. – 174 с. – Библиогр.: с. 137-148. – Текст: непосредственный.
4. Studbooks.net: [сайт]. URL: [https://studbooks.net/2520406/tovarovedenie/podgotovka\\_zagotovki](https://studbooks.net/2520406/tovarovedenie/podgotovka_zagotovki) (Дата обращения: 4.04.2023). – Текст: электронный.

5. Патент № 2539255 С1 Российская Федерация, МПК В23В 51/00 (2006.01). Сборное сверло с режущими пластинами: № 2013155436/02: заявл. 12.12.2013: опубл. 20.01.2015 / Е. В. Артамонов, М. С. Остапенко, М. О. Чернышов. – Текст: непосредственный.

6. Пчелкин В. М. Износостойкость твердосплавных пластин с многослойными покрытиями в различных технологических условиях точения жаропрочной стали / В. М. Пчелкин, Т. А. Дуюн. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2018. - №1. – С. 94-100.

7. Москвитин А. А. Экспериментальная оценка характеристик покрытий металлорежущего инструмента для обработки труднообрабатываемых материалов / А. А. Москвитин, А. Е. Губанов, Т. А. Дуюн. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2017. - №2. – С. 183-190.

**УДК 621.03**

*Польшин А.А., Грибеников А.Е., Тихонов А.А., Мальцев А.К.  
Научный руководитель: Любимый Н.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ПРОБЛЕМЫ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Сегодня развитие приборостроения, машиностроения и других промышленных отраслей было бы невозможным без использования синтетических полимерных композитных материалов (ПКМ). Причина этого в том, что полимерные материалы обладают высокой удельной прочностью, во много раз превышающей прочность традиционных материалов, таких как сталь, чугун, цветные металлы и т.д. Слоистая система формирует рабочую поверхность изделия. Поэтому, помимо требований к физико-химическим свойствам рабочей поверхности, необходимо обеспечить выполнение ряда традиционных в технологии машиностроения условий по точности и шероховатости поверхности. Технологический процесс формирования слоистой системы на основе ПКМ включает, в принципе, нанесения и полимеризации ПКМ, а также ряд технологических операций финишной обработки. В принципе, полимерно-композитная технология формирования слоистых систем обеспечивают возможность отсутствия финишной механической

обработки после полимеризации слоя ПКМ, так как необходимые требования к точности формы и расположения обрабатываемой поверхности обеспечиваются сразу. Это достигается путем использования специального инструмента для выверки рабочей поверхности и закрепления рабочего кольца или втулки на ПКМ на базовой поверхности до полимеризации. Этот метод трудоемкий и занимает много времени. Поэтому данный метод используется только там, где механическая обработка невозможна или в случае создания слоистых систем, где требования к точности расположения рабочей поверхности невысоки.

Механическая обработка в основном используются для создания точных рабочих поверхностей (5-8 квалитеты точности) после полимеризации слоя ПКМ. В зависимости от точности и качества рабочей поверхности используются различные методы механической обработки. Процесс финишной обработки шеек валов и отверстий включает в себя:

- Шлифование;
- Точение с последующим шлифованием;
- Точение (черновое и чистовое).

Анализ технологий ремонта полимерно-композитных, проведенный в специализированных ремонтных организациях на Урале и в Москве, продемонстрировал, что в 70% случаев ремонта с применением металлокомпозитных систем в качестве финишной обработки применялось шлифование.

Шлифование считается очень энергоемким, при обработке крупногабаритных деталей, которые в основном являются объектом ремонтных полимерно-композитных технологий, по нормативным режимам мощности шлифования способен достигать 24 кВт. Согласно известному выражению  $N = P_z \cdot V_k$  в зоне контакта шлифовального круга с деталью возникает большая сила ( $P_z$  достигает 850 Н,  $P_y$  – 2300 Н). Эта нагрузка передается на полимерно-композитный слой, прочностные характеристики которого, существенно ниже, чем у конструкционного материала. По этой причине слой ПКМ, скорее всего, будет разрешен.

Помимо этого, процесс шлифования считается теплонапряженным. Температура в зоне шлифования способна достигать 1000°C. ПКМ имеют предел теплостойкости 100-160°C и поэтому вполне вероятен нагрев слоя ПКМ выше этого предела.

Фактически, было обнаружено, что шлифование металлокомпозитных систем в соответствии с условиями, рекомендованными для монолитных стальных деталей, приводит к появлению ряда

специфических дефектов. На рисунке 1 показаны дефекты в виде прижога на рабочей поверхности (металл). Теплопроводность слоя ПКМ значительно ниже, чем у металла, поэтому слой ПКМ действует как изолятор и не проводит тепло вглубь детали, что приводит к перегреву шлифованного слоя металла. При шлифовании монолитных деталей в таких режимах прижога не возникло бы. Его возникновение обусловлено с особенностями теплофизики шлифования слоистой металл-композитной системы.

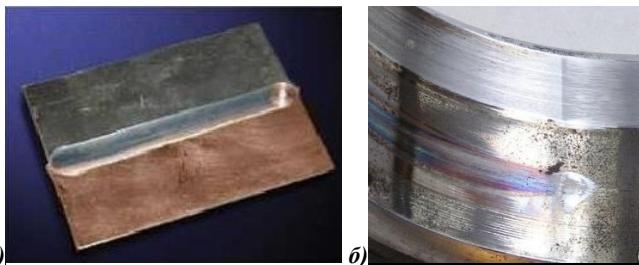


Рис. 1 Прижоги на рабочей поверхности слоистой металл-композитной системы при шлифовании  
а – прижог пластины; б – прижог кольца

На рисунке 2 показан случай, когда в слое ПКМ имеется термический дефект (появление коричневых пятен на сером фоне ПКМ). В данном случае слой, подлежащий шлифованию, не нагревается до предельной температуры прижога, но слой ПКМ под ним нагревается выше своего теплового порога.



Рис. 2 Прижоги слоя ПКМ металл-композитной системы при шлифовании

Прочностные свойства ПКМ имеют довольно сильную температурную зависимость. Поэтому в процессе шлифования, где температурный, и силовой факторы действуют одновременно, ни силовой фактор, ни тепловой фактор, а их совместное влияние может привести к разрушению полимерно-композитного слоя, либо

нарушение его сцепления с металлом. Пример такого отслоения показан на рисунке 3.

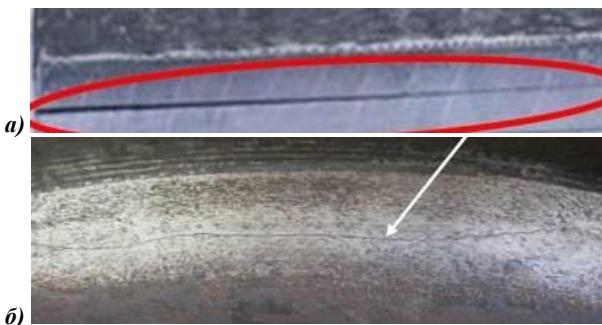


Рис. 3 Нарушение целостности металл-композитной слоистой системы  
а – отслоение пластины; б – отслоение ремонтного кольца

Практика показала, что традиционные рекомендации по шлифованию металлов, включая общие стандарты машиностроения, не применимы к металл-композитным системам. На производстве, при шлифовании трехслойных металл-композитных систем, скорости обработки выбираются вручную. Обработка ведется на очень низких скоростях, тем не менее, появление дефекта не является редкостью.

В слоистых металл-композитных системах при финишной обработке шлифуется металлический слой, и тот факт, что данный слой располагается на слое ПКМ, принципиально изменяет как теплофизические свойства процессов, так и напряженное состояние шлифуемой детали. По этой причине для разработки научно обоснованных рекомендаций по шлифованию металл-композитных систем необходимо разработать математические модели напряженного состояния и температурных полей в этой системе в процессе шлифования и учесть физику во время этого процесса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Любимый Н. С. Исследование температуры поверхности металл-металлополимерной детали при механической обработке плоским шлифованием / Н. С. Любимый, М. А. Романович, А. А. Тихонов, М. С. Бабкин. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2020. - №10. – С. 72-83.

2. Шмидт И. В. Повышение эффективности технологии обработки при восстановлении поверхностей деталей с использованием

полимерно-композиционных материалов : специальность 05.02.08 «Технология машиностроения» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шмидт Ирина Владимировна ; Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск, 2012. – 18 с. – Текст : непосредственный.

3. Владимиров А. А. Снижение шероховатости поверхности при вибрационном течении за счет оптимизации амплитудно-частотных параметров процесса : специальность 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Владимиров Александр Андреевич ; Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова. – Старый Оскол, 2019. – 195 с. – Текст : непосредственный.

4. Малышев В. И. Исследование комплексного влияния износостойкого покрытия и геометрии зубьев на стойкость червячной фрезы / В. И. Малышев, В. В. Урусов. // Проведение научных исследований в области машиностроения. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Тольятти : Изд-во Тольяттинский гос. ун-т, 2009. – С. 304-309.

5. Любимый Н. С. Обеспечение требуемой шероховатости поверхностей изделий из металлокомпозита наполненного алюминием при обработке шлифованием / Н. С. Любимый, М. С. Чепчурев, Е. Э. Аверченкова. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2017. - №1. – С. 162-169.

**УДК 672**

*Польшин А.А., Грибеников А.Е., Тихонов А.А., Мальцев А.К.  
Научный руководитель: Любимый Н.С., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **МИРОВОЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Технология 3D печати возникла в конце 80-х годов прошлого века. В 1981 г. *R. F. Housholder* предложил метод формирования тонкого слоя порошкового материала путем нанесения его на плоскую платформу. В 1986 г. *Charles W. Hull* предложил способ послойного синтеза с

помощью ультрафиолетового излучения, сфокусированного на тонкий слой фотополимерной смолы. Charles W. Hull стал основателем *3D Systems* – компании, первой приступившей к коммерческой деятельности в области послойного синтеза. *3D Systems* разработала первую коммерческую стереолитографическую машину – SLA – *Stereolithography Apparatus*.

В сегодняшний день 3D печать металлом рассматривается, как одна из наиболее многообещающих технологий, что сможет поменять современные способы обрабатывания на металлорежущих станках. Современная металлургия уходит в 3D-формат и включает такие отрасли, как авиастроение, гражданское строительство и т. д. Аддитивное производство активно развивается, спектр материалов.

Обращаясь к статье «Аддитивные технологии как активный помощник в создании металлорежущих инструментов», можно узнать: в каких сфера используется 3D печать, положительные стороны 3D печати, процесс создания инструментов. 3D-технологии активно применяются при создании драгоценностей, в авто индустрии, палеонтологии, архитектуре и дизайне, медицине и т. д.

Создание сборного металлорежущего инструмента отличается высокими финансовыми расходами. Но на сегодняшний день режущий инструмент со сменными твердосплавными пластинами считается широким шагом в будущее для машиностроительной сферы. Высококачественный инструмент дает возможность быстро окупить расходы на новое оборудование, существенно увеличить производительность старого оборудования и сделать работу наиболее результативной. Однако процесс создания и корректировки может занимать продолжительно время до момента достижения необходимого итога.

Основные инструментальные компании (*Sandvik Coromant*, *Kennametal*, *CERATIZIT*, *Mitsubishi*) стремительно используют дорогостоящие технологии (3D-принтер по металлу). Однако, для создания новой конструкции сборного долбяка, были обнаружены минусы. В следствии при, помощи Компас-3D, был спроектирован сборный долбяк со сменными режущими пластинами.

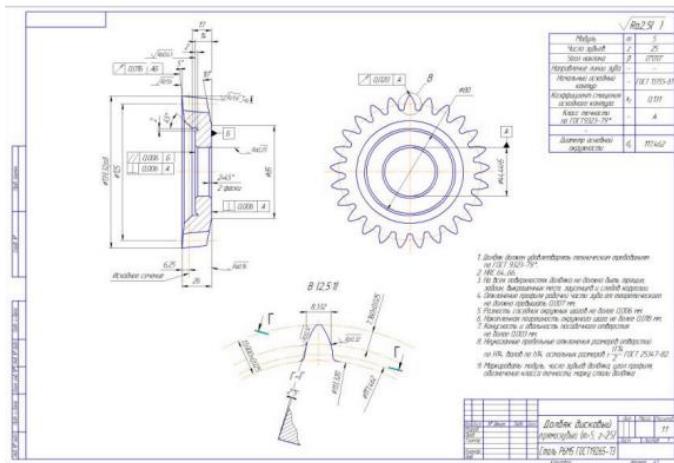


Рис. 1 Конструкция сборного долбяка

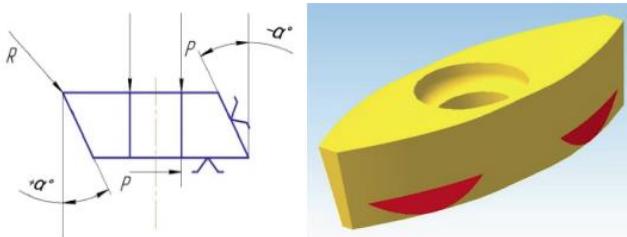


Рис. 2 Конструкция сменной режущей пластины

Затем при создании сборного металлорежущего долбяка на кафедре станков и инструментов Тюменского индустриального университета использовались аддитивные технологии. Согласно итогам измерений, стало известно, что что эвольвентный профиль, произведенный на 3D-принтере, отличается от профиля ГОСТ на 0,1 миллиметр.

Подобным способом в процессе изучения было определено, что использование аддитивных технологий влечет за собой финансовую выгоду, уменьшает сроки производства и проверки.

Патент №2690875 «Способ изготовления державки режущего инструмента» описывает этапы и способы изготовления. Выполнение державки состоит из трех слоев: опорного, промежуточного и верхнего, слои выполняют в виде макрослоев, которые получают в процессе аддитивной технологии в среде защитного газа путем

последовательного наращивания слоев металлического порошка с контролируемой ориентацией зерен.

Было предложен способ производства, который повышает виброустойчивость режущего инструмента, увеличивает стойкость, улучшает качество поверхности и повышает точность деталей. Метод отличается тем, что в качестве защитного газа применяют аргон или азот и осуществляют изготовление державки режущего инструмента в виде державки резца.

Российская промышленность зависит от иностранных поставщиков, но создание российского 3D-принтера снизит затраты раза в три на приобретение оборудования. Способ универсальной печати сможет помочь сберечь финансовые ресурсы на покупку сырья и время на изготовление. Однако, пока технология печати пока не считается на 100% универсальной.

Преимуществами 3D-печати является способность создания любой геометрии, дешевизна, эффективность, доступность, возможность создания каналов подачи СОЖ. Недостатками являются: продолжительная постобработка, значительная внутренняя пористость, прочность на 30% меньше, чем у кованного изделия.

В будущем обработка резанием будет не перспективна, 3D-печать не оставляет никаких отходов. На выходе можно получить деталь любой сложности, но более того, деталь может быть соединена из различных материалов, даже несовместимых друг с другом. В будущем можно будет печатать не просто деталь, а целое изделие.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2013. – 222 с. – Текст: непосредственный.
2. Довбыш В. М. Аддитивные технологии и изделия из металла / В. М. Довбыш, П. В. Забеднов, М. А. Зленко. – Текст: электронный // nami.ru: [сайт]. – URL: [https://nami.ru/uploads/docs/centr\\_technology\\_docs/55a62fc89524bAT\\_me\\_tall.pdf](https://nami.ru/uploads/docs/centr_technology_docs/55a62fc89524bAT_me_tall.pdf) (Дата обращения: 5.03.2023).
3. Аддитивные технологии как активный помощник в создании металлорежущего инструмента / Д. В. Васильев, В. В. Киреев, В. А. Зырянов, И. С. Золотухин. – Текст: непосредственный // Журнал: Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2018. - №1. – С. 45-53.

4. Патент № 2690875 Российская Федерация, МПК B23P 15/28 (2006.01). Способ изготовления державки режущего инструмента: № 2018113619: заявл. 13.04.2018: опубл. 06.06.2019 / В. В. Максаров, А. А. Тынтыров. – Текст: непосредственный.
5. Технологии и системы управления металлообрабатывающей промышленности: [сайт]. – 2016. URL: <https://www.plm.pw/2016/10/Additive-Manufacturing.html> (Дата обращения: 5.03.2023). – Текст: электронный.
6. Станочный мир: [сайт]. – 2017. URL: <https://stanok-kpo.ru/stati/3d-printer-budushchee-v-mashinostroenii.html> (Дата обращения: 5.03.2023). – Текст: электронный.
7. Fabricators.ru: [сайт]. – 2021. URL: <https://fabricators.ru/article/chto-ne-smogut-metallurgi-v-rossii-razrabotan-printer-kotoryy-pechataet-pochti-vsemi> (Дата обращения: 5.03.2023). – Текст: электронный.
8. Скосарев Г. С. Влияние технологических параметров 3D-печати на качественные параметры изделия / Г. С. Скосарев, Н. С. Любимый. // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Ижевск: Изд-во Ижевский гос. тех. ун-т, 2022. – С. 182-184.
9. Скосарев Г. С. Методы улучшения качественных характеристик деталей, изготавливаемых методами 3D-печати / Г. С. Скосарев, Н. С. Любимый. // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Ижевск: Изд-во Ижевский гос. тех. ун-т, 2022. – С. 185-187.
10. Любимый Н. С. Оценка экономической эффективности технологий изготовления композитных металл-металлополимерных деталей в сравнении с аддитивной и субтрактивной технологиями / Н. С. Любимый, А. А. Польшин, А. А. Тихонов, С. И. Анциферов, М. Д. Герасимов, Н. А. Мелентьев. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2022. - №5. – С. 91-105.

**УДК 007.52**

**Потапов А.А., Самойлова Е.А.**

**Научный руководитель: Сибирцева Н.Б., ст. преп.**

**Белгородский государственный технологический университет**

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SMATH STUDIO ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНОЙ САУ**

Автоматическое управление – это совокупность действий направленных на реализацию функционирования объекта управления в соответствии с целью и программой управления.

Колоссальное многообразие в автоматических системах, которые осуществляют функции по управлению процессами в различных сферах техники, окружает человека. Нынешнее общество требует знающего управления техническими средствами, такими как станки, машины, следящие системы. С помощью систем автоматического управления (САУ) можно осуществлять поставленные задачи без участия человека [1].

Системы автоматического управления должны быть устойчивыми, так как это влияет на работоспособность всей системы. С целью высококачественного управления немаловажно гарантировать ее устойчивость. Отсутствие устойчивости способно послужить причиной к разрушению самой системы в ходе управления или к разрушению объекта управления, поэтому применение неустойчивых систем нецелесообразно.

В случае если система устойчива, в таком случае, она вернется в свое первоначальное состояние, после прекращения воздействий, которые вывели ее из состояния равновесия. Устойчивость системы считается внутренним свойством, она никак не находится в зависимости с внешними воздействиями.

Решение данной задачи, которое сформулировано в виде нового подхода к обработке сигналов при формировании управления, обоснованного математическими условиями и ограничениями на операторы основных функциональных узлов САУ, носит фундаментальный характер и может оказать существенное влияние на современную теорию автоматического управления, а также способы построения конкретных автоматических регуляторов различного функционального назначения.

Основная задача состоит в обеспечении более высоких статических и динамических показателей, характеризующих работу САУ, и главное, в устранении указанного выше противоречия между точностью, устойчивостью и требуемыми свойствами системы автоматического управления в переходном и в установившемся режиме.

Если первоначальное состояние устойчивой системы в момент равновесия будет равняться нулю, то в таком случае величина выходного параметра должна стремиться к нулю с течением конкретного промежутка времени [2]. С целью достижения такого результата в дифференциальных уравнениях необходимым и достаточным является отсутствие положительных корней и комплексных корней с положительной действительной частью. В таком случае для устойчивости системы все действительные корни этого уравнения и действительные части комплексных решений должны быть отрицательными.

Критерий устойчивости Михайлова позволяет оценивать стабильность системы на основании некоторой кривой, называемой кривой Михайлова [3].

Для устойчивой системы необходимо, чтобы годограф Михайлова при изменении частоты от нуля до бесконечности повернулся против часовой стрелки, начиная с вещественной оси, на число квадрантов равное порядку характеристического уравнения, последовательно проходя эти квадранты. В случае если единственный корень равен нулю, а остальные левосторонние, система находится на границе апериодической устойчивости.

Анализ устойчивости можно проводить только по анализу корней вещественной и мнимой функций Михайлова [4]. Например, для САР, представленной на (рис.1), нужно определить, устойчива ли она при параметрах  $T_1 = 0,3$ ,  $T_2 = 0,5$ ,  $T_3 = 0,8$ ,  $k_1 = 0,5$ ,  $k_2 = 1$ .

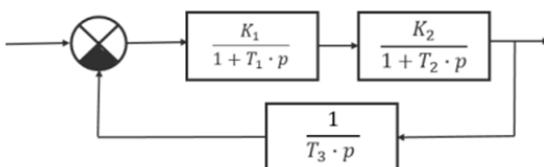


Рис. 1 Функциональная схема САУ

Найдем передаточную функцию замкнутой САУ:

$$W_1(p) = \frac{k_1}{1 + T_1 \cdot p} \quad (1)$$

$$W_2(p) = \frac{k_2}{1 + T_2 \cdot p} \quad (2)$$

$$W_3(p) = \frac{1}{T_3 \cdot p} \quad (3)$$

$$W_{\text{sc}}(p) = \frac{W_{12}(p)}{1 + W_{12}(p) \cdot W_3(p)} \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент усиления,  $p$  – корень уравнения,  $T$  – период затухания

Зададим передаточную функцию разомкнутой системы в виде:

$$D_p(p) = T_3 \cdot T_1 \cdot T_2 \cdot p^3 + (T_3 \cdot T_1 - T_3 \cdot T_2) \cdot p^2 + T_3 \cdot p + k_1 \cdot k_2 \quad (5)$$

где  $D(p)$  – знаменатель передаточной функции

Для анализа устойчивости системы по критерию Михайлова требуется построить КЧХ разомкнутой системы.

$U(w) = \operatorname{Re}(D(p))$  – действительная часть КЧХ разомкнутой системы.

$M(w) = \operatorname{Im}(D(p))$  – мнимая часть КЧХ разомкнутой системы.

Построим годограф разомкнутой системы (рис.2).

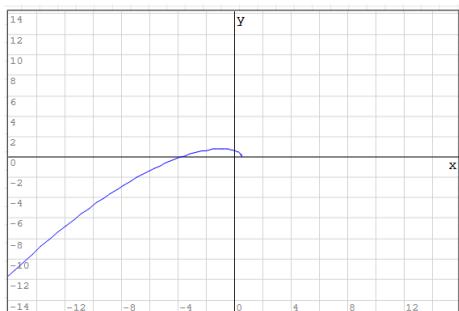


Рис. 2 Годограф разомкнутой системы

Так как годограф начинается в первом квадранте и проходит последовательно второй, затем третий, то разомкнутая система устойчива. Из графика так же можно сделать вывод, что поскольку характеристический полином замкнутой системы отличается от характеристического полинома разомкнутой системы на величину  $K$ , то замкнутая система останется устойчивой, до тех пор, пока  $K$  не достигнет предельного значения на критической частоте. Это соответствует случаю, когда годограф КЧХ пройдет через начало координат.

Оценим устойчивость замкнутой системы, при параметрах  $T_1 = 0,8$ ,  $T_2 = 1,625$ ,  $k_1 = 1$ ,  $k_2 = 0,375$

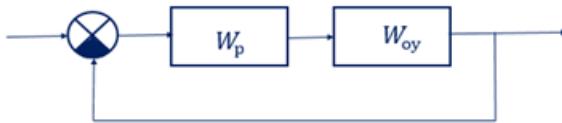


Рис. 3 Функциональная схема САУ

$$W_p(p) = \frac{k_p(p)}{D_p(p)} \quad (6)$$

$$K_p(p) = k_1 \cdot (T_{11} \cdot p + 1) \quad (7)$$

$$D_p(p) = T_{11} \cdot p \quad (8)$$

где  $W_p$  – передаточная функция регулятора,  $K_p$  – числитель передаточной функции,  $D_p$  – знаменатель передаточной функции

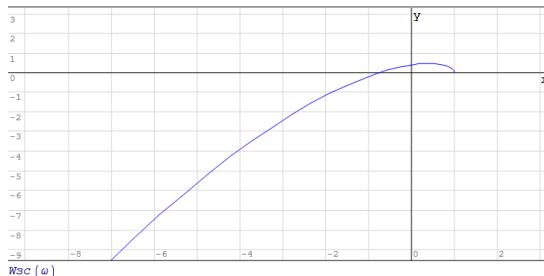


Рис. 4 Годограф замкнутой системы

Учитывая преимущества критерии устойчивости Михайлова по сравнению с другими наиболее распространенными критериями устойчивости, предварительно можно считать этот критерий наиболее подходящим для исследования устойчивости технических средств. Кроме того при применении критерия Михайлова возможно оценить количественно близость стабильность САУ к границе неустойчивости и близость неустойчивой САУ к устойчивому состоянию.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5-ти т; 2-е изд., перераб. и доп. Т.3. Синтез регуляторов

систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Пупкова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 204. – 616 с.

2. Клоев А.С., Карпов В.С. Синтез быстродействующих регуляторов для объектов с запаздыванием. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.

3. Белихмайер М.Я., Гончаров В.И. Синтез корректирующих устройств систем автоматического управления на основе равномерного приближения // Автоматика и телемеханика. – 1997. – №5. – С. 3 – 11.

4. Алексеев А.С., Антропов А.А., Гончаров В.И., Замятин С.В., Рудницкий В.А. Вещественный интерполяционный метод в задачах автоматического управления. – Томск: Изд-во ТПУ, 008. – 217 с.

5. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учебное пособие: часть 1, Белгород, Изд-во БГТУ, 2005. – 199с.

**УДК 69.003**

**Ракчеева И.М., Воронцов И.О.**

**Научный руководитель: Якушев Н.М., канд. экон. наук, доц.**

*Ижевский государственный технический университет*

*имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия*

## **ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

В статье рассматриваются возможности информационного моделирования в области инженерных изысканий, настоящее положение BIM технологий в данной области и целесообразность более глубокого внедрения данных технологий в сферу инженерных изысканий. В статье рассматривается связь между BIM технологиями и инженерными изысканиями. Краткое описание данных понятий, как самостоятельных единиц.

**Возможности BIM технологий в сфере инженерно-геодезических изысканий.**

Инженерно-геодезические изыскания (ИГДИ) — комплекс работ, направленный на получение информации о рельефе и ситуации местности; служит основой для проектирования, и для проведения других видов изысканий и обследований.

Работы, выполняемые в процессе ИГДИ:

-Создание геодезического и планово-высотного обоснования;

-Топографические съемки разных масштабов (в основном крупных);

-Трассирование линейных сооружений;

-Геодезическая привязка геологических выработок, гидрологических створов, точек геофизической разведки;

-Подготовка исполнительных съемок.

Как BIM технологии могут поспособствовать усовершенствованию геодезических съемок?

В России на сегодняшний день существует определение информационной модели, используемое в законодательстве о градостроительной деятельности, согласно которому «информационная модель объекта капитального строительства – это совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и/или сноса объекта капитального строительства».

Разработка bim-моделей — это новый вид проектирования и визуализации перед строительством новых объектов. Инженеры разрабатывают интеллектуальные 3D-модели, но без геодезических исследований они невозможны.

Bim-модель здания дает возможность учесть все детали будущей постройки и заранее выбрать наиболее оптимальное место для расположения коммуникаций и других объектов.

Сотрудничество между заинтересованными сторонами на этапе проектирования и планирования может быть значительно улучшено благодаря функции хранения и управления информацией при использовании BIM. В программном обеспечении для совместного проектирования и планирования на основе BIM все отдельные заинтересованные стороны могут вносить свои собственные предложения и требования на протяжении всего процесса проектирования. Характеристики и преимущества платформ для совместной работы на основе BIM можно обобщить в следующих аспектах: базы данных внутренних моделей, связанные с другими центральными базами данных BIM; Облачная система обмена данными и управления; обозначения (глобальный уникальный идентификатор), присвоенные элементам, компонентам, материалам и конструкциям в моделях; процедура и правила обмена знаниями на основе руководств по предоставлению информации; Категоризация информации и безопасность знаний на основе требований заинтересованных сторон.

Благодаря упомянутым выше характеристикам повышается эффективность обмена информацией и уменьшаются информационные потери в процессе обмена знаниями. Кроме того, в плагине BIM cloud, разработанном Kalasapudi и др., любые изменения и дополнения, внесенные заинтересованными сторонами, могут быть загружены в центральную базу данных и оперативно отражены в интерфейсах других заинтересованных сторон. Это может помочь заинтересованным сторонам понять последние условия проекта на этапе проектирования и планирования сельских поселений.

### **Роль геодезиста на протяжении всего жизненного цикла BIM.**

1. Проект: На этом раннем этапе геодезист может получить полное представление о проекте и предоставить обширные данные обследования и информацию, которые будут использоваться в качестве основы для проекта, а также определить схему координат. Наиболее важным элементом, который специалисты по геодезическим исследованиям должны дать в рамках этого этапа, является геопространственная информация, которая будет доступна заинтересованным сторонам, чтобы они могли определить, где может иметь место координация или несогласованность. Путем представления геопространственной информации любые необходимые данные могут быть получены заинтересованными сторонами.

2. Сводка: По мере разработки целей проекта и первоначального задания геодезист может провести технико-экономическое обоснование, просмотреть информацию об объекте и дать рекомендации относительно требований к съемке, предоставляя скоординированные данные с борта, удаленные и наземные данные для принятия стратегических решений. Опрос будет проведен в соответствии с брифингом, процедуры опроса будут правильно применены, а данные, имеющие решающее значение для успеха проекта, будут доступны. Качество данных обследования также обеспечит соответствие планов существующим условиям на месте.

3. Концепция: Инспектор проанализирует подготовку концептуального проекта, включая предложения по структурному проектированию, системам инженерных коммуникаций здания, спецификациям, предварительной информации о стоимости и стратегиям проекта, рассматривая любые изменения в брифе. Обычно с ними консультируются, чтобы уточнить неясные данные или рассмотреть грубые ошибки, возникшие в результате полевых ошибок. На этом этапе также можно уточнить координацию площадки, и геодезист должен убедиться, что выбранная система координат подходит. Выявляются любые проблемы, возникшие в результате

первоначальных ошибок подрядчика, выявляются недостатки геопространственного проектирования, обновляются временные графики и уточняются детализация, масштаб и уровень детализации съемки.

4. Определение: После утверждения концепции будет подготовлен разработанный проект. Геодезисты потребуются для обеспечения того, чтобы элементы проекта были в подходящем формате для задач обследования, и чтобы данные обследования можно было легко использовать в общей среде данных и чтобы они соответствовали цели конечного пользователя. Все это означает, что пробелы в данных опроса будут заполнены, опрос может быть перепрофилирован и проведен снова, если определения проекта требуют изменений, а любое повторное обследование для устранения проблем может быть использовано для информирования и обновления графика проекта.

5. Проект: Технический проект затем подготавливается в соответствии с матрицей ответственности за проектирование, со стратегиями проекта, включая всю информацию об архитектурных, структурных и строительных услугах, спецификации и специализированный проект субподрядчика. Геодезисты проверят и подтвердят, что предоставленные технические данные подходят для изыскательских работ и что собранные данные обследования могут быть использованы для обновления технического проекта. Это обеспечивает непрерывный просмотр в режиме реального времени по мере подготовки площадки, а это означает, что можно управлять и поддерживать контроль площадки, а также проверять изменения проекта.

6. Процесс строительства: на данном этапе производство за пределами площадки и строительство на месте начинаются в соответствии со строительной программой, при этом любые вопросы проектирования на площадке решаются по мере их возникновения. Для этого геодезисты будут управлять и поддерживать контроль на объекте, контролировать подрядчиков на объекте, чтобы обеспечить правильную координацию, и отправлять регулярные исходные данные в общую среду данных, чтобы свести к минимуму распространение ошибок при проектировании. Этот бдительный взгляд на качество опроса означает, что обновления на сайте и любые необходимые изменения будут внесены эффективно.

7. Заключение и передача: после заключения контракта на строительство и сдачи готовой конструкции геодезистам, возможно, придется заново установить подходящие контрольные точки, если управляющий объектами намеревается работать на площадке,

используя геопространственные данные для навигации. Геодезист выявит любые недостатки в брифе перед проверкой и выполнит работы по проверке координат участка.

8. Процесс эксплуатации: Пока здание находится в эксплуатации, геодезисты смогут найти службы в системе координат сайта и могут быть сторонами контракта на обслуживание, предоставляя обновления данных для поддержания актуальности данных сайта. Это означает, что геопространственные данные будут согласованными, целостными и будут использоваться надлежащим образом, а также будут даны беспристрастные рекомендации по стратегии съемки, соответствующей управлению данными.

Точное измерение имеет решающее значение в жизненном цикле любой конструкции, будь то здание, дорога, мост или железнодорожная сеть, и именно здесь пригодятся навыки геодезиста. Однако роль геодезистов выходит за рамки простого обеспечения и курирование контента; они вносят фундаментальный вклад в краткосрочный и долгосрочный успех проекта. Обследование является ключевым движущим элементом всего процесса BIM.

В настоящее время геодезисты позволяют легко передавать полезную информацию, что значительно ускоряет цикл обратной связи. Это приводит к повышению эффективности, предотвращению ошибок, более экологичному строительству и сокращению отходов. Тем не менее, реальная возможность перед нами заключается в том, чтобы сделать национальные цифровые двойники реальностью, что в ситуации строительства позволит еще более эффективно распределять и еще меньше дорогостоящих ошибок позиционирования. Геодезистам просто нужно дать возможность показать, на что они способны.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Симченко, О. Л. Анализ и систематизация основных подходов и методов оценки эффективности предприятия / О. Л. Симченко, В. П. Грахов, К. В. Максимов, Е. Л. Чазов // Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 7 (417). – С.104-111.
2. Криворотов, В. В. Совершенствование методики оценки эффективности инвестиционных проектов по использованию отходов / В. В. Криворотов, К. А. Выварец // Экономика региона. – 2008. – № 2 (14). – С. 209-212.
3. Аристова, Е. А. Оценка эффективности и результативности инновационных проектов государственно-частного партнерства / Е. А.

Аристова, Н. М. Якушев, И. А. Изюрьева // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2014. – № 1 (61). – С. 88-90.

4. Ершова, И. В. Механизмы управления целостностью бизнес-портфеля предприятия / Ершова И. В., Крылатков П. П. // Организатор производства. – 2010. – № 4 (47). – С. 45-54.

5. Мадера, А. Г. Математическая модель оптимального инвестиционного портфеля / А. Г. Мадера // Успехи современного естествознания. – 2012. – №12. С.109-113.

6. Файзуллин, Р.В. Модели оценки эффективности облачных технологий и туманных вычислений / Р. В. Файзуллин, Ш. Херинг, К. А. Василенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8. – № 1 (28). – С. 30-31.

7. Якушев, Н. М. Особенности вариантового проектирования / Н. М. Якушев, Ю. Ф. Ложкин // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2014. – № 2 (62). – С. 52-53.

8. Грахов, В. П. Стратегическое планирование инновационных проектов / В. П. Грахов, Е. Ю. Лекомцева // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2012. – № 2 (54). – С. 75-77.

9. Шевелева, С. Н. Разработка методики оперативной оценки конкурентоспособности областных АЗК/АЗС / С. Н. Шевелева, М. В. Кожевников // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2010. – № 3 – С. 22-25.

10. Мохначев, С. А. Предметная область проекта как объект управления / С. А. Мохначев // Фотинские чтения.– 2016.– № 2 (6).– С. 235-238.

**УДК 681.532.33**

**Решетко Н.А.**

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

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШНЕКОВОГО ВЕСОВОГО ДОЗАТОРА ДЛЯ УПАКОВКИ СЕМЯН**

Промышленные дозаторы для упаковки семян являются важным компонентом каждой линии сортировки и обработки семян. Эти автоматизированные машины взвешивают и дозируют семена в мешки или контейнеры, что ускоряет технологический процесс и делает его более эффективным и точным.

При выборе подходящего дозатора основным требованием является возможность отгрузки определенного количества семян в назначенное время, указанное оператором. Система предназначена для точной отгрузки 1 т семян в мягкие контейнеры “Биг-Бэг”. Сперва приведем автоматизированную кинематическую схему дозирования (рис. 1).

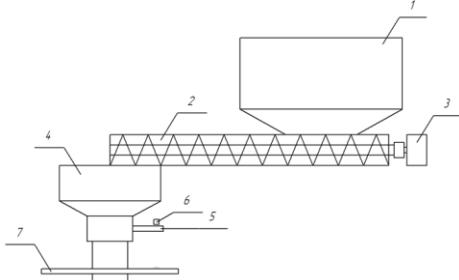


Рис. 1 Автоматизированная кинематическая схема дозирования семян: 1 – бункер; 2 – шнек; 3 – электродвигатель шнека; 4 – воронка; 5 – пневмозадвижка; 6 – датчик пневмозадвижки; 7 – рамка для крепления мешка.

Процесс дозирования производится следующим образом. Из бункера семена подаются на расположенный под ним шнек. Перед началом цикла рабочие подвешивают мягкий контейнер на раму. После жмут кнопку “Пуск”. Включается электропривод шнека и он разгоняется до номинальной скорости, семена начинают движение по шнеку. По мере наполнения воронки, считывая показания тензодатчиков, оборудованных в приемном бункере, шнек начинает постепенно снижать скорость из-за ПИД-регулятора, установленного в преобразователе частоты. Когда датчик даст сигнал о том, что бункер полон, происходит отключение электропривода шнека и по команде оператора открывается пневмозадвижка. Доза семян отгружается в мешок. Когда мешок будет убран с рабочего пространства, процесс можно возобновить.

Приведем структурную схему контура автоматического регулирования дозатора (рис. 2).

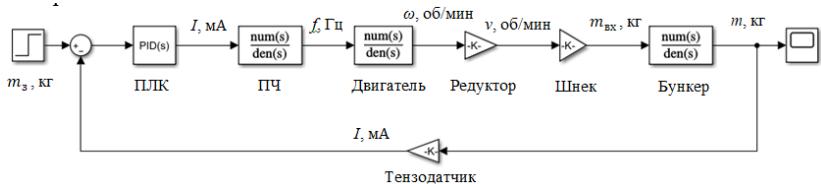


Рис. 2 Структурная схема контура автоматического регулирования

Схема регулирования системы представлена ПЛК с ПИД-регулятором, преобразователем частоты, двигателем с редуктором, приемным бункером и тензодатчиком.

Рассчитаем передаточные функции элементов. В качестве исполнительного механизма используем цилиндрический мотор-редуктор 4МЦ2С-80 с асинхронным двигателем АИР100S4Р3.

Дифференциальное уравнение асинхронного двигателя соответствует формуле (1).

$$T_{\text{дв}} \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_{\text{дв}} \cdot f \quad (1)$$

Коэффициент передачи двигателя  $k_{\text{дв}}$  определим как отношение номинальной угловой скорости вращения двигателя  $\omega_h = 157,08$  [рад/с] к номинальной частоте питающей сети  $f_h = 50$  [Гц] (2).

$$k_{\text{дв}} = \frac{\omega_h}{f_h} = 3,14 \left[ \frac{\text{рад}}{\text{с} \cdot \text{Гц}} \right] \quad (2)$$

Постоянную времени двигателя  $T_{\text{дв}}$  найдем по формуле (3).

$$T_{\text{дв}} = \frac{1}{\omega_h \cdot S_k} = \frac{1}{157,08 \cdot 0,09} = 0,07 \text{ [с]}, \quad (3)$$

где  $\omega_h$  – угловая скорость вращения, а  $S_k$  – критическое скольжение, равно 9 % согласно паспорту двигателя.

Угловую скорость вращения  $\omega_h$  определили по формуле (4).

$$\omega_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ном}}}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1500}{60} = 157,08 \left[ \frac{\text{рад}}{\text{с}} \right] \quad (4)$$

В итоге, передаточная функция двигателя при управлении от преобразователя частоты по скалярному закону  $U/f = \text{const}$  примет вид (5).

$$W_{\text{дв}}(s) = \frac{k_{\text{дв}}}{T_{\text{дв}} \cdot s + 1} = \frac{3,14}{0,07 \cdot s + 1} \quad (5)$$

Определим передаточное число редуктора  $i$ , которое является отношением скорости вращения входного вала к скорости выходного вала [1]. Передаточная функция редуктора определяется безынерционным звеном и является обратной величиной передаточного числа (6).

$$W_{\text{ред}}(s) = \frac{1}{i} = 0,083 \quad (6)$$

Коэффициент передачи шнека представим безынерционным звеном равным 1,25 в соответствии с источником [2].

Датчиком обратной связи выберем тензодатчик Т70А компании “Казанский весовой центр”, преобразующий давление (силу) в электрический сигнал, передаточная функция которого представим пропорциональным звеном, равным единице.

В качестве ПЛК в системе использован контроллер ОВЕН ПЛК 160-220.А.М и векторный частотный преобразователь ОВЕН ПЧВ1.

Далее следует определить коэффициент передачи и постоянную времени для составления передаточной функции частотного преобразователя. Коэффициент есть отношение частоты на выходе преобразователя к задающему току с ПЛК на входе преобразователя. Управление происходит токовой петлей (4..20) мА, частота колеблется в диапазоне (0..50) Гц. Значит коэффициент равен 2,5 [Гц/мА].

Постоянную времени определим по следующей формуле (7).

$$T_{\text{пп}} = T_{\phi} + \frac{1}{2 \cdot m \cdot f} \quad (7)$$

где  $T_{\phi}$  – постоянная времени контура системы импульсно-фазового управления (СИФУ) ПЧ, а  $m$  – число фаз электродвигателя.

Значение постоянной времени цепи СИФУ выберем из диапазона (0,002 – 0,005) с. ПЧ осуществляет управление трехфазным асинхронным двигателем, следовательно число фаз  $m$  примем равным трем. Номинальное значение выходной частоты  $f$  равно 50 Гц.

Передаточная функция частотного преобразователя с управлением двигателем по скалярному закону  $U/f = \text{const}$  примет вид апериодического звена (8).

$$W_{\text{пп}}(s) = \frac{k_{\text{пп}}}{T_{\text{пп}} \cdot s + 1} = \frac{2,5}{0,006 \cdot s + 1} \quad (8)$$

В качестве объекта регулирования системы возьмем бункер Нива 012-100, характеристики которого можно представить апериодическим звеном первого порядка. При заданной производительности шнекового питателя 12 [т/ч], коэффициент передачи бункера  $k_b$  равен 3,3 [кг/с]. Временная задержка падения семян в бункер при накоплении рассчитаем в соответствии с формулой (9).

$$t_{oy} = \sqrt{\frac{2 \cdot h_{ct}}{g}} = 0,5 \text{ [с]}, \quad (9)$$

где  $h_{ct}$  – высота падающего столба, определяемая конструктивными характеристиками бункера а  $g$  – ускорение свободного падения.

Таким образом, передаточная функция бункера примет вид (10).

$$W_{oy}(s) = \frac{k_{oy}}{T_{oy} \cdot s + 1} = \frac{3,3}{0,5 \cdot s + 1} \quad (10)$$

Соберем модель системы управления в среде Matlab Simulink (рис.3).

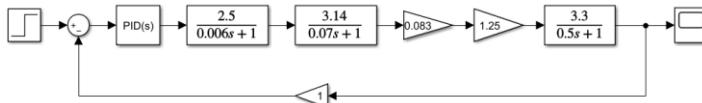


Рис. 3 Модель контура автоматического регулирования

Следует добиться отсутствия перерегулирования в переходном процессе, так как это является перевесом отгружаемых семян, что скажется на точности дозирования [3].

При помощи дополнительных средств настройки Matlab, определим настройки регулятора, удовлетворяющие требованиям системы и снимем переходную характеристику (рис. 4).

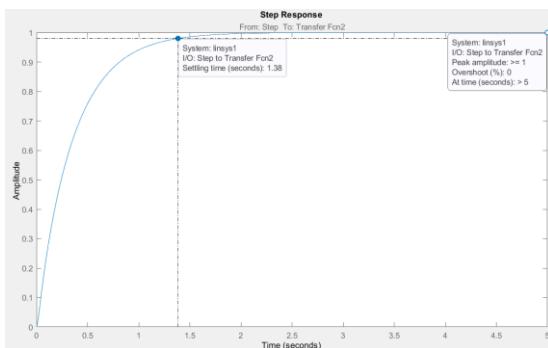


Рис. 4 Переходная характеристика системы

Таким образом, разработанная система управления дозатора может быть использована в аграрном бизнесе, в частности в семенных линиях, способствуя повышению качества упаковки семян и уменьшению затрат на производство.

*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. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 242 с.
2. Тураев Н. С. Расчет шнекового питателя: Методические указания / Н.С. Тураев, И.Д. Брус, А.С. Кантаев – Томск: Изд-во ТПУ,

2015. – 17 с.

3. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 156 с.

4. Рубанов В. Г., Паращук Е. М. Проектирование непрерывных и дискретных систем автоматического управления: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 106 с.

5. Программируемые контроллеры: рук-во для инженера. – 3-е изд: пер. англ. – М: БИНОМ, 2007 – Текст: непосредственный.

**УДК 621.311**

*Рогульский М.И., Маслов И.Н., Маслова Г.Д.*

*Научный руководитель: Москаленко Н.И., д-р физ.-мат. наук, проф.  
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## **ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

Автоматизированная система учета электроэнергии — это система, используемая для контроля электрических нагрузок путем автоматической регистрации количества электроэнергии, потребляемой устройством или системой [1-3]. Эта система включает в себя набор датчиков, аппаратное и программное обеспечение для сбора данных, а также сеть связи, которая может передавать данные в центральную систему мониторинга [4-6].

Система записывает данные о потреблении энергии в режиме реального времени и предоставляет подробную информацию о моделях и тенденциях энергопотребления с течением времени [2-4]. Это может помочь в определении областей с высоким энергопотреблением и оптимизации использования для экономии затрат на электроэнергию. Кроме того, он может помочь в обнаружении системных сбоев или аномалий, таких как скачки напряжения или сбои в электроснабжении.

Одним из ключевых преимуществ автоматизированной системы учета является то, что она может предоставлять потребителям информацию об объеме их потреблении в режиме реального времени [5-7]. Это может помочь им определить области, в которых они могут сократить потребление и сэкономить деньги на счетах за электроэнергию. Например, если счетчик показывает, что потребление энергии является высоким в определенное время дня, потребитель

может изменить объем потребления, чтобы избежать периодов пиковой нагрузки. Еще одним плюсом как для потребителя, так и для поставщика является точное выставление счетов. Это гарантирует, что с потребителей будет взиматься справедливая плата за потребляемую ими электроэнергию на основе их фактического использования.

Также системы учета электроэнергии позволяют точно выставлять счета за потребление энергии, гарантуя, что предприятия платят только за ту энергию, которую они потребляют.

Еще одним преимуществом автоматизированной системы учета является то, что она может помочь поставщикам энергии оптимизировать свою сеть энергоснабжения [3-5]. Используя данные в режиме реального времени, поставщики энергии могут определить области, где существует высокий спрос на энергию, и соответствующим образом скорректировать свое предложение. Это может помочь сократить потери энергии и обеспечить подачу энергии в те области, где она нужна больше всего.

Автоматизированные системы учета также позволяют поставщикам энергии реализовывать стратегии динамического ценообразования. Используя данные в режиме реального времени, поставщики энергии могут корректировать цены на энергию в ответ на изменения спроса. Например, в периоды пикового спроса цена на энергию может быть увеличена, чтобы побудить потребителей сократить потребление энергии. Это может помочь в снижении пикового спроса, который часто является значительным фактором высоких затрат на энергию.

К минусам подобной системы можно отнести:

1. Затраты на внедрение. Внедрение системы учета электроэнергии может быть дорогостоящим, требуя от предприятий инвестиций в оборудование, программное обеспечение и персонал для управления системой.

2. Затраты на обучение: сотрудникам может потребоваться обучение работе с системой, что может увеличить затраты на внедрение.

3. Управление данными. Системы учета электроэнергии генерируют большое количество данных, которыми трудно эффективно управлять и анализировать.

4. Вопросы конфиденциальности. Могут возникнуть опасения по поводу конфиденциальности данных, собираемых системами учета электроэнергии, таких как информация о схемах использования энергии отдельными домохозяйствами.

Применение автоматизированной системы учета электроэнергии произвело революцию в том, как мы управляем и контролируем

электрические нагрузки. Эта технология позволила нам точно отслеживать потребление энергии, определять периоды пиковой нагрузки и отслеживать объем потребляемой энергии в режиме реального времени. Преимущества этой технологии очевидны, и по мере ее дальнейшего развития мы можем ожидать появления еще более эффективных и действенных решений по управлению энергопотреблением в будущем.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федотов А.И. Ахметшин А.Р. Мероприятия по увеличению пропускной способности линий электропередач в распределительных сетях 10 кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2011. № 5-6. С. 79-85. EDN NVAMET.
2. Зарипова С.Н., Чернова Н.В., Ахметшин А.Р. Глубокая компенсация реактивной мощности в распределительных электрических сетях напряжением 0,4-10кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. № 1-2. С. 60-66. EDN SAWUQX.
3. Солуянов Ю. И., Федотов А. И., Галицкий Ю. Я. и др. Актуализация нормативных значений удельной электрической нагрузки многоквартирных домов в Республике Татарстан // Электричество. 2021. № 6. С. 62-71. DOI 10.24160/0013-5380-2021-6-62-71. EDN RRSRRX.
4. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Анализ фактических электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 6. С. 134-147. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-6-134-147. EDN MBYUSE.
5. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Исследование электрических нагрузок многоквартирных жилых комплексов в период распространения новой коронавирусной инфекции // Вопросы электротехнологии. 2021. № 2(31). С. 57-67. EDN OOUAON.
6. Солуянов, Ю. И. Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Актуализация удельных электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 3. С. 47-57. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-3-47-57. EDN LANQDE.
7. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Чернова Н.В. Результаты статистического анализа электрических нагрузок

многоквартирных домов г. Москвы // Электрические станции. 2023. № 2(1099). С. 22-28. EDN WUEGJL.

**УДК 662.6:537.868**

**Рогульский М.И.**

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ (ОБЗОР)**

Россия является одним из ведущих мировых производителей и экспортеров энергоресурсов, включая нефть, природный газ, уголь и др. Природный газ и уголь занимают значительный объем в топливном балансе страны, при этом потребление этих видов топлива энергоустановками в различных регионах крайне неравномерно. На природный газ приходится большая часть производства и потребления энергии, особенно в европейской части страны. В восточной части страны много крупных станций, работающих на пылеугольном топливе и которым весьма важно совершенствование систем подготовки угольного топлива, его хранения и использования. Уголь остается важной частью энергетического баланса России. По состоянию на 2021 год на потребление электроэнергии из угольного топлива приходится примерно 14 % общего потребления энергии в России. Россия занимает третье место по величине добычи угля в мире и планирует увеличить объемы добычи, потребления и экспорта угля в ближайшие годы [1]. Значительные запасы угля, расположены в восточных регионах страны. Уголь относительно дешевый и распространенный источник энергии, но процессы его использования в энергетике имеют свои недостатки. Добыча угля – опасный и трудоемкий процесс, а при сжигании угля образуются вредные выбросы, негативно влияющие на окружающую среду, в том числе способствующие изменению климата на планете. Из-за озабоченности состоянием окружающей среды генерирующие объекты стремятся к внедрению более чистых и эффективных методов получения энергии из угля.

Одним из таких решений может быть применение микроволновых технологий в системах топливоприготовления пылеугольных электростанций. Разработка, внедрение и применение микроволновых технологий, является перспективным направлением угольной энергетики и может иметь большое практическое значение.

Микроволновый нагрев – это процесс, в котором для нагрева материалов используются высокочастотные электромагнитные волны. Когда микроволны воздействуют на материал, они заставляют полярные молекулы материала вибрировать, выделяя тепло.

В угольной промышленности микроволновая технология может применяться для сушки и стерилизации угля. Уголь содержит большое количество влаги, что затрудняет его эффективное сжигание. Традиционный конвективный метод сушки угля предполагает его нагревание в печи, что является трудоемким и энергоемким процессом, а при использовании СВЧ печи время сушки угля сокращается в 3–5 раз [2], что является более быстрой и эффективной альтернативой. При воздействии микроволн на влажный уголь молекулы воды вибрируют, заставляя влагу быстро испаряться. Этот процесс приводит к более сухому и более эффективному источнику топлива. У подобных печей высокое КПД, которое достигает 80 %, а также для сушки угля необходимо намного меньше СЧВ энергии, чем в электрических и паровых печах. В процессе сушки выделяется большое количество пара, которое можно использовать для вторичного отопления.

Параллельно с сушкой угля с применением микроволновой технологии происходит стерилизации угля. Уголь содержит примеси, такие как бактерии и грибки, которые со временем могут привести к его порче. Традиционные методы стерилизации предполагают использование химических веществ, которые наносят вред окружающей среде. Обработка СВЧ предполагает альтернативу без химикатов. При воздействии микроволн на уголь концентрация таких примесей как сера, сурьма, селен снижается в разы, в результате чего получается более чистый и стабильный источник топлива. Также очень важным моментом, при подобном типе обработки, является удаление молекулярного азота  $N_2$  до сжигания угля, что в последствии уменьшает количество оксида азота в выбросах в 4 раза [3].

В ходе проведенных исследований [4] авторами работы была разработана экспериментальная установка для сушки угля с помощью микроволн. Проведенные исследования показали, что СВЧ-технологии в энергетике справляются с задачей по сушке и стерилизации угля быстрее, чем при использовании традиционных методов, но при определенных допущениях. Предлагаемые решения и оборудование является менее металлоемким и более взрывобезопасным, по сравнению с действующими на сегодняшний день аппаратами.

Помимо использования для сушки и стерилизации угля, микроволновая технология может применяться, как метод извлечения энергии из угля. Традиционные методы включают добычу угля и его

сжигание для выработки электроэнергии, что приводит к вредным выбросам. Применяя микроволны при переработке угля, можно высвободить энергию, хранящуюся в угле, без необходимости сжигания. Этот процесс, известен как пиролиз. С помощью микроволн возможно осуществить нагревание угля до высоких температур в отсутствие кислорода, в результате чего он распадается на составные части, включая газ и жидкое топливо. СВЧ пиролиз проходит минимум в 3 стадии: низкотемпературная стадия, интенсивный процесс пиролиза и образование синтез-газа [5]. Исследования, проведенные авторами [6] показали, что микроволновый пиролиз дает меньше твердого углеродистого остатка и более высокий выход летучих продуктов по сравнению с медленным пиролизом. Пиролизный газ от микроволнового пиролиза имеет минимальное содержание CO<sub>2</sub>, что предполагает более эффективную термическую обработку топлива по сравнению с медленным пиролизом, при котором образуется больше углеродистого остатка.

Следует отметить, что использование микроволновой технологии в угольной промышленности может иметь большое практическое значение, предлагая более быстрые и эффективные методы сушки, стерилизации и извлечения энергии из угля. Микроволновая технология призвана сделать его более чистым и устойчивым источником энергии. При этом для совершенствования самих процессов предстоит решить ряд задач, в том числе масштабирование технологии и обеспечения снижения затрат на ее реализацию. Но, несмотря на это, потенциальные преимущества применения микроволновой технологии в угольной энергетике очевидны. Предлагаемые решения в области микроволновых технологий требуют дальнейшего совершенствования, продолжения исследований и разработок в этой области, что в перспективе будет содействовать развитию угольной энергетики и промышленности.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Москва: Министерство энергетики Российской Федерации, 2020. - 226 с. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/433>. (Дата обращения 13.05.2023)
2. СВЧ-сушка влажных углей / В. В. Саломатов, В. А. Карелин, С. О. Сладков, В. В. Саломатов // Инженерно-физический журнал. – 2017. – Т. 90, № 2. – С. 528-540. – EDN YFWGWZ.

3. Коломейцев В.А., Комаров В.В. Микроволновые системы с равномерным объемным нагревом. // Саратов: Изд-во СГТУ.- 1998.- 160 с
4. Коновалов, Н. П. Микроволновое излучение в технологии сушки угля / Н. П. Коновалов, П. Н. Коновалов, А. А. Хайдурова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015. – № 1(12). – С. 74-79. – EDN TMMQZP.
5. Киряева, Т. А. Исследование состава углеметановых геоматериалов с помощью СВЧ-пиролиза каменного угля / Т. А. Киряева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 2, № 3. – С. 93-96. – EDN RQKDTI.
6. Экспериментальное исследование СВЧ-пиролиза твердых органических топлив / Р. Б. Табакаев, И. Д. Димитрюк, И. К. Калинич [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 12. – С. 190-199. – DOI 10.18799/24131830/2022/12/3789. – EDN SPDXEU.

**УДК 681.51**

**Рощук Р.Д.**

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

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТАМИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ТОКУ ЯКОРЯ**

Электрические двигатели нашли широкое применение как в производстве и транспорте, так и в бытовых устройствах. Одним из их достоинств является возможность регулирования оборотов в широких пределах, что позволяет находить им применение в различных сценариях использования.

Во многих бюджетных устройствах встречаются коллекторные двигатели постоянного тока (ДПТ). Данные двигатели обладают хорошим пусковым моментом и хорошо управляются при помощи широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Для точного управления оборотами ДПТ необходима обратная связь, которая обычно реализуется при помощи оптических датчиков или датчиков Холла. Данные варианты не всегда удобны в реализации, и они в некоторых случаях могут сильно влиять на себестоимость бюджетных решений.

Для устройств где допустима большая погрешность при управлении оборотами ДПТ возможно использование в обратной связи датчиков тока, которые обладают низкой ценой и могут быть смонтированы прямо на плате управления. Так далее в статье рассматривается система управления оборотами ДПТ с возбуждением на постоянных магнитах по датчику тока в якорной цепи.

При управлении оборотами ДПТ необходимо знать текущее значение оборотов. Для этих целей в разработанном стенде (рис.1) используется оптический датчик (светодиод, светящий через прорезь в диске на фотодиод) и датчик тока (токовый шунт). Установка сразу двух датчиков позволяет сравнивать точность измерения оборотов ДПТ через шунт с эталонным измерением оптическим датчиком. В данном стенде применяется ДПТ с неизвестными характеристиками, на вал которого установлен диск с прорезью. Для изменения момента на валу осуществляется внешнее воздействие на данный диск.

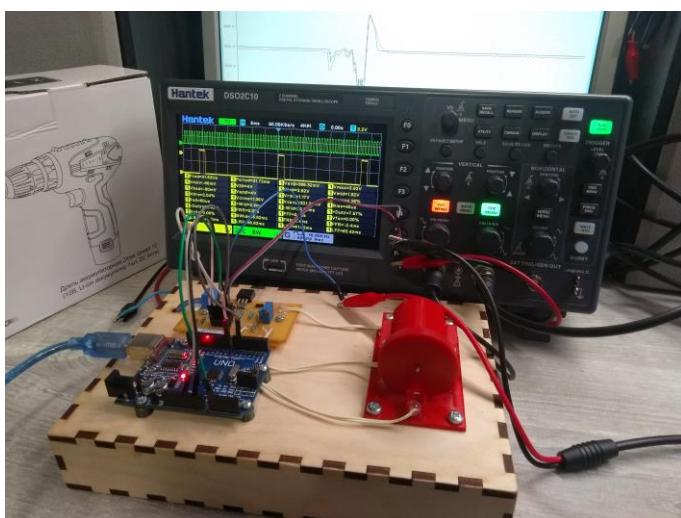


Рис. 1 Стенд для управления оборотами ДПТ

В качестве главного элемента системы управления выступает отладочная плата Arduino, которая для передачи данных подключена к компьютеру. Между Arduino и ДПТ расположена плата управления (рис.2), на которую подается ШИМ сигнал для управления двигателем (PWM) и снимаются показания датчика тока (Current sensor) и оптического датчика (Encoder).

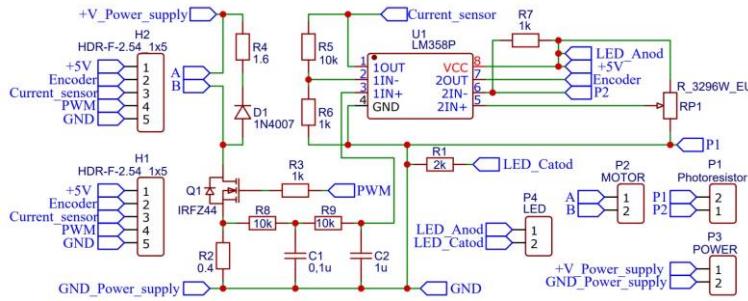


Рис. 2 Схема платы управления

Для повышения точности снятия малых величин напряжения с токового шунта применяется неинвертирующий усилитель на первом операционном усилителе микросхемы LM358. На его неинвертирующий вход подается напряжение с токового шунта прошедшее через две RC цепочки. Это необходимо для устранения помех, создаваемых коллекторным узлом. Второй операционный усилитель микросхемы LM358 используется в качестве компаратора напряжений для обработки данных с фотодиода и получения импульса при каждом обороте ДПТ (рис.3). Управление оборотами двигателя осуществляется изменением заполнения ШИМ сигнала, подаваемого на транзистор IRFZ44.

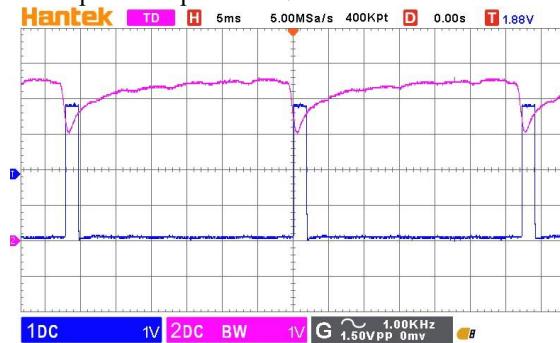


Рис. 3 Обработка данных с фотодиода

В основе системы управления лежит уравнение механической характеристики (1) ДПТ с независимым возбуждением:

$$n = \frac{U}{C_e \cdot \Phi} - \frac{R}{C_e \cdot C_M \cdot \Phi^2} \cdot M, \quad (1)$$

где коэффициенты  $C_e$  и  $C_m$  зависят от конструктивных данных двигателя;  $U$  — напряжение питания;  $\Phi$  — магнитный поток двигателя;  $R$  — сопротивление цепи якоря. Из данного уравнения следует функциональная зависимость частоты вращения ротора от момента на валу, который прямо пропорционален току якоря для двигателей с возбуждением на постоянных магнитах. Для получения скоростной (электромеханической) характеристики (2) можно заменить константы на уникальные для рассматриваемой системы коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$ .

$$n = k_1(U - I \cdot k_2), \quad (2)$$

где  $I$  — ток якоря;  $U$  — напряжение управления (питания). На основании данной упрощенной формулы можно определить обороты в зависимости от тока якоря.

Так как модель и характеристики ДПТ не известны, можно снять экспериментальную скоростную характеристику (рис.4). Значение тока не переведено в амперы, а оставлено в виде исходных данных с аналого-цифрового преобразователя. Для получения функции зависимости оборотов от тока применим к полученным данным аппроксимацию полиномом 3 степени. Это необходимо для повышения точности функции на случай проявления мягкости у искомой характеристики.

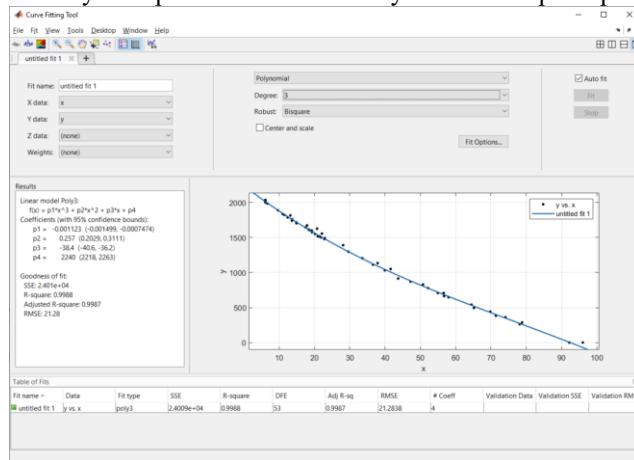


Рис. 4 Полученная скоростная характеристика.

Используя найденную функцию зависимости оборотов от тока сравним получаемые от нее данные (Current) с показаниями оптического датчика (RPM) при воздействии изменяющейся нагрузки (момента) на ДПТ (рис.5).

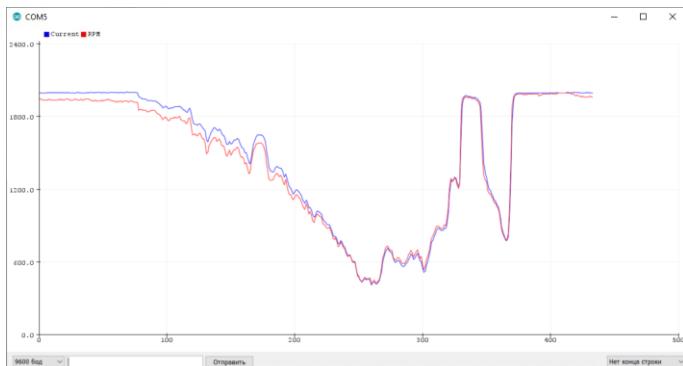


Рис. 5 Сравнение данных при изменяющейся нагрузке

Исходя из данных полученных в ходе эксперимента можно сделать вывод о неплохой точности полученной функции. Однако она применима лишь для постоянного управляющего воздействия (100% заполнение ШИМ). В регуляторе оборотов необходимо изменять это воздействие, что приведет к смещению скоростной характеристики (уменьшается управляющее напряжение). Для получения готовой к использованию в ARDUINO IDE функции оборотов (RPM) от тока (Current) и текущего заполнения ШИМ (Voltage\_PWM), построим на основе экспериментально полученных при разном заполнении ШИМ функций оборотов от тока поверхность (Рис.6), на которой каждому значению тока и ШИМ посредством интерполяции между точками этих функций соответствует определенное значение оборотов.

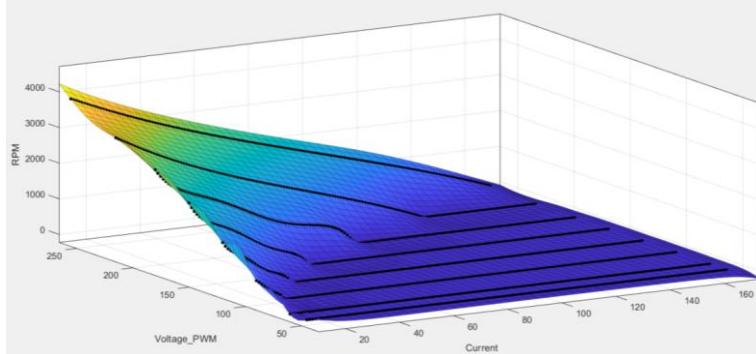


Рис. 6 Зависимость оборотов от тока и заполнения ШИМ

Вызывая данную функцию для обновления сведений о текущих оборотах двигателя и используя пропорциональный регулятор, построим систему управления оборотами ДПТ.

Для демонстрации работы проведем испытания (Рис.7). Так на графике видна работа системы в установившемся режиме (относительно равномерная нагрузка и холостой ход), при изменении нагрузки (появление и снятие), а также при обновлении значения поддерживаемых оборотов (с 2000 до 3000 оборотов в секунду).

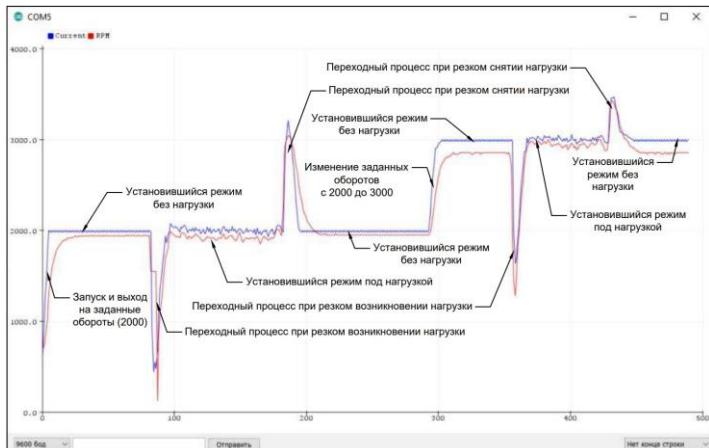


Рис. 7 Работа системы управления оборотами

Созданная система показала свою работоспособность. Она менее точная чем классические системы контроля оборотов на оптических (магнитных) датчиках, однако более простая в применении и имеет меньшую стоимость. Ее можно использовать в системах где нет возможности установить датчики у движущихся элементов, а также в бюджетных устройствах где не важна большая точность регулирования.

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

2. Регулятор оборотов для бормашинки с обратной связью на PIC [Электронный ресурс]. URL: <https://cxem.net/house/1-377.php> (дата обращения 02.05.2023).
3. Кижук А. С. Микроконтроллеры в системах управления: учебное пособие для вузов / А. С. Кижук. - Белгород: Издательство БГТУ, 2009. — 203 с.
4. Механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей - презентация онлайн [Электронный ресурс]. URL: <https://ppt-online.org/101423> (дата обращения 02.05.2023).
5. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока [Электронный ресурс]. URL: <https://electricalschool.info/elprivod/899-jelektromekhanicheskie-svojstva.html> (дата обращения 01.05.2023).
6. Двигатели постоянного тока. Основные характеристики [Электронный ресурс]. URL: [https://servomotors.ru/documentation/electromechanical\\_automation\\_devices/book/part5\\_6.html#5\\_6-2](https://servomotors.ru/documentation/electromechanical_automation_devices/book/part5_6.html#5_6-2) (дата обращения 02.05.2023).

**УДК 658.5**

**Рудаков С.Ю.**

**Научный руководитель: Абушиева Е.Е., канд. экон. наук, доц.**  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург, Россия

## **СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА**

Максимизация прибыли, оптимизация использования ресурсов, улучшение качества продукции и улучшение производительности – это основные из параметров, к которым стремятся любые компании. Однако их достижение невозможно без процесса разработки и организации стратегии производства, включающей в себя набор определенных шагов, которые могут привести компанию к желаемому результату, а также детальное описание определенных этапов производства [1]. В производственном менеджменте разработка данной стратегии называется планированием (или проектированием) производственного процесса.

Планирование производства – это процесс, который содержит в себе разработку и определение наилучшей последовательности действий, необходимых для достижения определенных целей в производственном процессе. Основные его составляющие включают

определение последовательности производственных операций, необходимых для производства продукции, определение требуемых ресурсов, их оптимальное использование. Планирование также включает в себя оценку рисков и прогнозирование возможных проблем, что помогает быстро реагировать на изменения внешней среды и принимать необходимые меры по их предотвращению.

Важно, чтобы производственный план был действительно эффективным, в этом и заключается основная задача специалистов, которые работают в этой области. Если разработанная стратегия будет недостаточно эффективна, фирма не сможет конкурировать с другими игроками рынка, может потерять прибыль или вовсе обанкротиться [2]. Эффективный производственный план определяет потребности в необходимых ресурсах, чтобы их хватило для производства продукции и не было слишком много, учитывает идеальную последовательность производственных операций с наименьшим временем простоя партий и включает в себя контрольные точки, на основе которых можно проверить выполнение плана и внести корректировки при необходимости. Также план должен соответствовать наибольшим значениям производственных мощностей с учетом работы оборудования и персонала и соответствовать принципам бережливого производства [3].

Разработать эффективный план производственного процесса очень сложно без использования современных технологий, так как приходится обрабатывать слишком большое количество информации о необходимых объемах производства и ресурсах, о возможном времени работы оборудования и персонала, о производственных операциях и др. Многие компании переходят к использованию информационных систем для планирования производства, потому что простые компьютерные программы, например Excel, также не справляются с объемом информации. Например, компании могут воспользоваться информационными системами APS (Advanced Planning and Scheduling) для оптимизации производственных процессов с учетом множества факторов; MES (Manufacturing Execution System) для управления производственными операциями и мониторинга производственных процессов; ERP (Enterprise Resource Planning) для комплексных решений, которые объединяют в себе различные области предприятия (управление производством, складом, продажами, финансами) [4].

Автоматизированное проектирование производственного процесса внедряется для сокращения времени разработки плана, получения информации о технологичности и обеспечения

согласованности производственных процессов [1]. Цифровизация производственного планирования очень актуальна в наши дни из-за изменения системы менеджмента организаций, увеличения точности планирования, гибкости и адаптивности. Важно, чтобы время на оценку эффективности плана производства было как можно меньше, ведь это влияет на скорость принятия управленческих решений, как раз в этом компаниям помогает автоматизация стадии планирования [3]. Использование цифровых технологий в планировании производства также увеличивает его эффективность, ведь повышается точность данных о потребностях в ресурсах и материалах, а также появляются данные о том, как использование этих ресурсов можно оптимизировать. Анализ различных введенных в программу данных позволит выявить области производства, в которых можно снизить расходы.

Эффективность использования современных технологий в планировании производственного процесса можно показать на примере российской компании «ФосАгро», одним из основных приоритетов которой является цифровизация. По данным «Ведомостей» [5], ФосАгро внедрила в свою систему один из уникальных процессов интегрированного планирования на основе использования информационных технологий. Это позволяет компании рассчитывать оптимальный план, который будет учитывать текущие ограничения в производстве, снабжении и логистике, а также состояние рынка и уровень спроса. Цифровизация производственного планирования помогает ФосАгро понять, как скажется изменение какого-либо показателя на продажах в местах за тысячи километров, и предусмотреть это. Стоит отметить, что компания не только внедряет передовые технологии во все области производства, но и активно обучает своих сотрудников нововведениям в специальном корпоративном учебном центре.

Однако, несмотря на все перечисленные преимущества цифровизации производственного планирования, при ее внедрении компании могут столкнуться с рядом сложностей и препятствий. Основной проблемой, конечно, является ограниченность финансирования исследований и разработок в целом в России [6]. К «денежным проблемам» можно также отнести высокую стоимость внедрения информационных систем для планирования производства. Не менее важной проблемой является недостаток квалифицированных кадров, но, как мы видим на примере ФосАгро, эту проблему пытаются решить с помощью обучения сотрудников внутри компаний. В случае, если компания в планировании использует несколько различных

информационных систем, то возможны проблемы совместимости этих систем, что может затруднить интеграцию различных процессов.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Хайитов Х.О. Планирование производственного процесса / Хайитов Х.О., Новиков В.А., Цыплов Е.А. // Форум молодых ученых. – 2020. – №3 (43).
2. Терехов М. В. Повышение эффективности производства на основе разработки автоматизированной системы планирования производства / М. В. Терехов, В. С. Заикин, А. В. Аверченков // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2021. – № 2 (12).
3. Скорнякова Е.А. Проблемы автоматизации процесса производственного планирования / Скорнякова Е.А., Сулаверидзе В.Ш. // Наукометрические технологии в космических исследованиях Земли. – 2019. – №1
4. vc.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/future/347329-cifrovaya-tran-sformaciya-proizvodstvennogo-planirovaniya> (дата обращения: 30.04.2023).
5. Ведомости [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/partner-cases/skolkovo/klyuchevaya-zadacha-prevratitsya-v-kompaniyu-kotoraya-formiruet-produkt-spros-i-rinok> (дата обращения: 01.05.2023).
6. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики. Монография // Под ред. д.э.н. Веселовского М.Я., к.э.н. Хорошавиной Н.С. – М.: Мир науки, 2021. – Сетевое издание.

**УДК 005.5**

***Рудковская Ю.В., Бабкина А.К.***

***Научный руководитель: Пупенцова С.В., канд. экон. наук, доц.  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург, Россия***

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПАНИЙ**

В период быстрого развития и изменения технологий управления процессами на предприятии неотъемлемой частью становится

моделирование бизнес-процессов. Компании развиваются вместе с появлением новых разработок, но каким образом управлять этим развитием вопрос остается открытым. В наши дни была разработана определенная технология для возможности выявления проблемных мест в деятельности компании.

Цель работы: разработать рекомендации для влияния технологий моделирования бизнес-процессов на деятельность управляющих компаний.

В работе использовались следующие методы исследования: метод анализа и синтеза, метод научной абстракции, опрос.

Начать анализ влияния технологий моделирования бизнес-процессов необходимо с рассмотрения непосредственно технологий. Стоит упомянуть, что само по себе моделирование может быть представлено в 3-х подходах [1]:

1. Функциональный подход – основным ориентиром будет являться результат, который необходимо получить при моделировании бизнес-процессов компании.

2. Процессный подход, в таком случае моделирование будет полностью зависеть от определенного порядка действий для достижения конкретного результата.

3. Так называемый ментальный подход, чаще всего таким подходом в моделировании пользуются индивидуальные предприниматели, чтобы не расписывать большие алгоритмы и схемы имея маленькую по масштабам компанию.

Наиболее рациональным из всех этих подходов является функциональный, так как при моделировании бизнес-процессов, используя данный подход, можно выявить наибольшее количество отстающих сфер в развитии предприятия, которые нередко выступают в виде издержек компании.

Рассмотрим использование моделирования бизнес-процессов в управляющей компании. [2] В графическом виде в данной статье модель реализована в форме перечня отдельных бизнес-операций и схемы связей между ними. Такой способ отражения материала демонстрирует взаимозависимости между элементами в существующих или планируемых условиях. Кроме того, поскольку деятельность управляющих компаний зачастую связана с прогнозированием или анализом процессов и их результатов, то данный способ.

*Первым этапом* является моделирование на верхнем уровне детализации. Под бизнес-процессом понимаются постоянно повторяемые операции или действия, совершая которые можно получить из ресурсов в начале работы конечный продукт в конце. В

большинстве управляющих компаний такими двумя процессами являются управление объектами недвижимости и инвестиционный консалтинг. Каждый процесс имеет свои входы, выходы, управляющие воздействия и исполнителей (рис.1.).

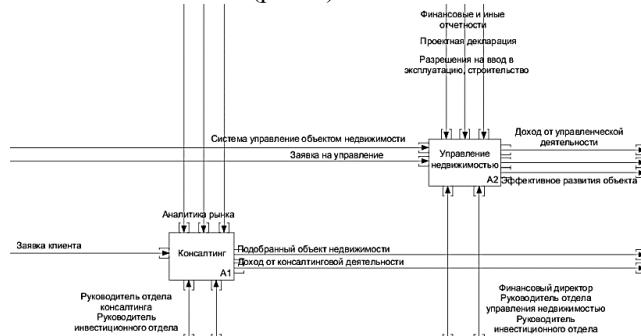


Рис. 1 Моделирование на верхнем уровне детализации

Следующим шагом в моделировании является моделирование основных бизнес-процессов на втором уровне детализации. Необходимо спуститься на уровень ниже и рассмотреть каждый процесс более подробно, разбив его на процессы. На рис. 2 этапы детализированы согласно [3-6].

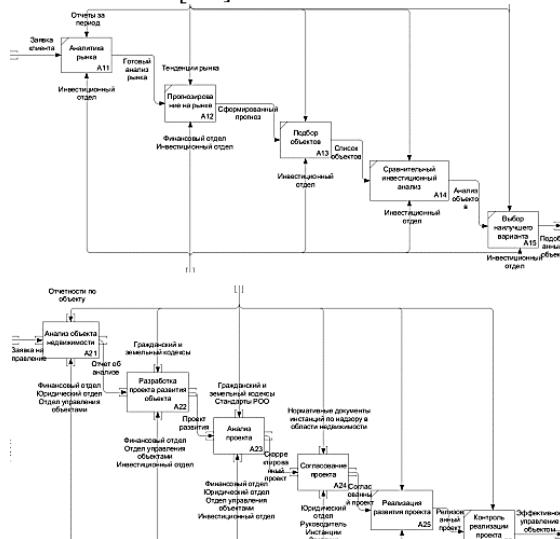


Рис. 2 Моделирование основных бизнес-процессов на втором уровне детализации

Данная модель демонстрирует сложность реализуемых на первом уровне процессов, что подтверждает необходимость использования бизнес-моделирования на подобных предприятиях. Следующим шагом в моделировании является моделирование основных бизнес-процессов на третьем уровне детализации. Спускаясь на уровень ниже, важно понимать, что каждый из процессов второго уровня можно расписать еще более подробно.

Построив все уровни детализации, руководитель управляющей компании может проследить за возникновением проблемной зоны с ее истоков. Кроме того, указанные под процессами исполнители позволяют проанализировать качества их деятельности на каждом этапе, что впоследствии может служить инструментом оценки работоспособности и эффективности персонала. Для анализируемой отрасли так же была создана данная модель, которая представлена на рисунке 3.

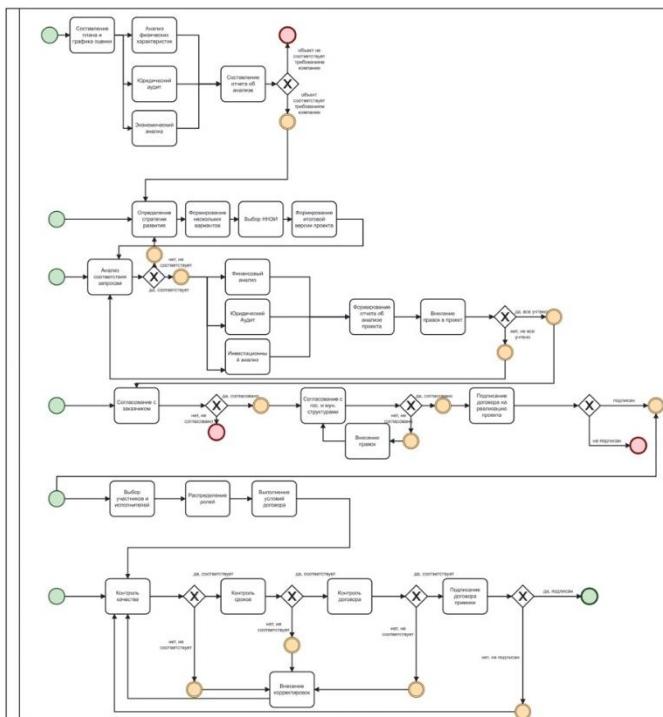


Рис. 3 Моделирование основных бизнес-процессов на третьем уровне детализации

Другим способом моделирования является нотация BPMN. [7] Нотация BPMN (Business Process Modeling Notation) нужна для подробного описания логики выполнения бизнес-процесса, в том числе для отражения деталей процессов, таких как: события, исполнители каждого из действий, используемые и создаваемые документы и другие объекты, использующиеся в качестве входных данных для тех или иных действий или создающиеся в результате их выполнения. BPMN позволяет описать бизнес-логику выполнения действий в виде наглядной диаграммы, а также запустить отрисованный бизнес-процесс на исполнение.

Исходя из созданной модели можно рекомендовать создание команды внутри отдела управления объектами, которая работала бы с заказчиком в случае возражений, поскольку на нескольких этапах процесс взаимодействия с клиентом заканчивается, так как нет никаких исходящих предложений со стороны компании по решению данного вопроса.

Проведенный анализ позволял резюмировать, что моделирование бизнес-процессов является эффективным инструментом выявления слабых и сильных мест в работе управляющих компаний и их устранения. Помимо этого, он не является сложной задачей для персонала, так как работа в данной отрасли непосредственно связана с анализом процессов, прогнозированием результатов и отслеживания хода деятельности. В ходе построения моделей деятельность управляющих компаний раскладывается на отдельные операции, что позволяет увидеть, как система ведет себя на разных этапах.

*Выводы.* Таким образом, подводя итоги, следует отметить, что в управляющих компаниях важно прибегать к использованию технологий моделирования бизнес-процессов. Это связано с несколькими достаточно важными аспектами деятельности подобных предприятий:

В период быстрого развития технологий компания может самостоятельно выбрать наиболее удобный из подходов в моделировании, но стоит отметить, что каждый из них достаточно индивидуальный, что заставляет представителей компании отказаться от лишних затрат не зная, что применение подходов могут во много раз сократить имеющиеся издержки.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. SkillBox Media [Электронный ресурс]. – Моделирование бизнес-процессов: для чего оно нужно и как его провести – Режим доступа:

<https://skillbox.ru/media/management/modelirovanie-biznesprosessov-dlya-chego-ono-nuzhno-i-kak-ego-provesti/> - (дата обращения: 27.04.2023)

2. KPMS [Электронный ресурс]. – Моделирование бизнес-процессов – Режим доступа: <https://www.kpms.ru/Automatization/BPM.htm> - (дата обращения: 27.04.2023)

3. Пупенцова, С. В. Методы анализа риска инвестиций в недвижимость / С. В. Пупенцова // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 2006. – № 4(46). – С. 360-364. – EDN KDSNUZ.

4. Пупенцова, С. В. Управление программой лояльности в торговых розничных сетях / С. В. Пупенцова, Т. П. Некрасова, И. А. Павленко // Креативная экономика. – 2019. – Т. 13, № 1. – С. 195-210. – DOI 10.18334/ce.13.1.39724. – EDN YYFYEH.

5. Бухарин, Н. А. Оценка эффективности использования недвижимости образовательного учреждения / Н. А. Бухарин, С. В. Пупенцова // Университетское управление: практика и анализ. – 2016. – № 4(104). – С. 103-110. – EDN XAGPMD.

6. Алексеева, Е. А. Информационная база как основа мониторинга рынка коммерческой недвижимости Санкт-Петербурга / Е. А. Алексеева, С. В. Пупенцова // Цифровые технологии в логистике и инфраструктуре : Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 26 ноября 2020 года – 27 2021 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 67-74. – EDN TVXAIF.

7. Харб [Электронный ресурс]. – Краткое описание нотации BPMN – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/auriga/articles/667084/> - (дата обращения: 28.04.2023)

**УДК 004.4**

*Русанов А.В.*

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

## **МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА, ОСНОВАННЫЙ НА ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Согласно классификации, основанной на способе измерения показателей качества, методы определения показателей качества программного средства могут быть разделены на три категории:

- I. Методы измерения качества на основе норм и стандартов.
- II. Методы экспертной оценки качества.
- III. Методы измерения качества использованием тестирования.

Согласно ГОСТ 28195-99 [5] выполнение оценки качества ПС рекомендуется выполнять на основе иерархической модели качества.

Метод оценки качества на базе иерархической модели – это расширенный метод иерархизации процесса [1]. Он используется для решения проблем множественного критерия, включая принятие решений на основе нескольких критериев. Этот метод позволяет создателям решений ранжировать параметры и учитывать их взаимосвязи. Он помогает определить значимость каждого критерия и построить общую иерархию. Он призван уменьшить сложность принятия решений и подчеркивает достоинства для процесса принятия решений.

Жизненный цикл ПС, согласно методу оценки качества программного средства, основанного на иерархической модели, описывается следующими процессами и фазами:

1. фаза анализа;
2. процесс проектирования;
3. процесс разработки;
4. фаза тестирования;
5. фаза внедрения;
6. процесс сопровождения.

Современная интерпретация жизненного цикла ПС [6] представляется в виде совокупности процессов, работ и задач, организованный в иерархическую структуру.

Оценка качества программного средства методом, основанном на иерархической модели, заключается в разбиении всего процесса оценки на несколько уровней и критериев [3]. На верхнем уровне определяется общая цель оценки качества программного обеспечения, на нижних уровнях определяются все аспекты, требующие оценки. Каждый уровень модели содержит критерии, которые формулируются в понятном виде и позволяют провести количественную оценку в соответствии с целями и задачами оценки.

После того, как критерии определены, они оцениваются на основе значений, которые указывают на то, насколько критерии достигают установленного уровня качества [2, 4]. Затем значения каждого критерия приводятся в единый общий показатель, который позволяет определить общую оценку качества программного средства.

Основу описываемого метода оценки качества составляет четырехуровневая иерархическая модель качества, которая включает в себя:

- уровень атрибутов качества, который описывает необходимые характеристики функциональности программы;
- уровень критериев качества; который определяет оценочные критерии для каждого атрибута качества;
- уровень метрик качества, который устанавливает способы измерения каждого критерия качества;
- уровень измерений качества, который определяет, какие значения метрик необходимо собрать для оценки каждого критерия качества.

Для каждой характеристики качества составляется четырехуровневая иерархическая модель, отражающая взаимосвязь между уровнями. Вид данной модели определяется жизненным циклом программного средства (см. рис. 1, 2).



Рис. 1 Модель надежности для процесса проектирования



Рис. 2 Модель надежности для фаз и процессов разработки, тестирования и сопровождения

Таким образом, одним из главных достоинств метода оценки качества программного средства, основанного на иерархической модели является возможность структурирования критериев и подкритериев для оценки качества, на основе которых можно более точно определить, какие именно аспекты нужно улучшить в программном продукте. Кроме того, этот метод позволяет учитывать приоритетность различных критериев в общей оценке качества продукта.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Рубанов В. Г., Рыбин И. А., Бажанов А. Г. и др. Теория проектирования бортовых систем управления мобильными роботами, обладающих свойством живучести: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022.
2. Липаев В. В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты. – М.: СИНТЕГ, 2001.
3. Липаев В. В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: СИНТЕГ, 2003.

4. Липаев В. В. Обеспечение качества программных средств. Методы и стандарты. – М.: СИНТЕГ, 2001.
5. ГОСТ 28195-99. Оценка качества программных средств.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207. ИТ. Процессы жизненного цикла программных средств.

УДК 681.53

*Садулаев А.А-В.*

*Научный руководитель: Пашиев В.В., ст. преп.*

*Грозненский государственный нефтяной технический университет  
им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия*

## **РАЗРАБОТКА АРМ ДЛЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ОВЕН ПЛК 150**

При подготовке современного специалиста для работы с различными средствами автоматизации необходима практика. Для такой практики в свою очередь нужно соответствующее техническое оборудование, благодаря которому студент может приобрести практические навыки по работе с различными средствами автоматизации. Одним из таких является учебно-лабораторный стенд, разработанный на кафедре «Автоматизация технологических процессов и производств», по изучению имитационных процессов регулирования температуры и давления на базе ОВЕН ПЛК150. (рис.1.)



Рис. 1 Внешний вид учебно-лабораторного стенда по изучению процессов регулирования температуры и давления на базе ОВЕН ПЛК150

Данный стенд позволяет изучать имитационные процессы и приобретать навыки контроля и регулирования параметров (температура, давление, уровень и т.д.). В данной статье рассмотрим пример разработки автоматизированного рабочего места (АРМ) управления для лабораторного стенда.

Технологический имитационный процесс состоит в том, что необходимо поддерживать заданную температуру и давление в колонне. В качестве имитационного сырья выступает вода. При кипении воды происходит парообразование, что в свою очередь приводит к повышению давления в колонне. Образовавшийся пар проходит по трубке водяного охлаждения, а при достижении определенного давления пара в колонне происходит сброс давления через клапан.

Т.к. в качестве управляющего устройства выступает ОВЕН ПЛК150, то программу управления целесообразно реализовать в среде программирования «CoDeSys». В конфигураторе ПЛК задаются глобальные переменные, к аналоговым входам подключаются и настраиваются датчики температуры и давления, к дискретному выходу подключается двухпозиционный клапан, а к аналоговому выходу подключается нагревательный элемент (рис. 2).



Рис. 2 Конфигуратор ПЛК150

Сама программа реализована на языке CFC и представлена на рисунке 3.

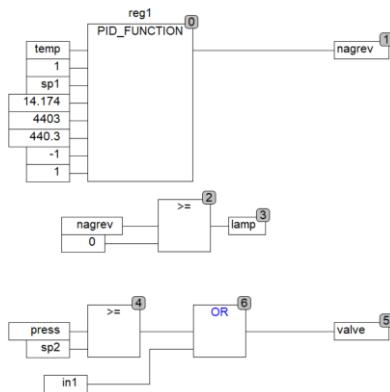


Рис. 3 Программа управления на языке CFC

Блок «PID\_FUNCTION» предназначен для ПИД-управления работой нагревательного элемента. Для использования в блоке «PID\_FUNCTION» коэффициенты были получены с помощью экспериментального метода, который заключался в использовании TPM500 с автонастройкой. Следующий блок « $\geq$ » нужен для загорания лампы «Нагрев» с среде визуализации «CoDeSys», эта лампа необходима для отображения работы нагревательного элемента. Последний блок «OR» является логическим блоком «ИЛИ», он необходим для срабатывания двухпозиционного клапана от уставки давления и ручной кнопки.

Исходя из программы управления разработано АРМ в той же программе «CoDeSys» во вкладке «Визуализация» (рис. 4).

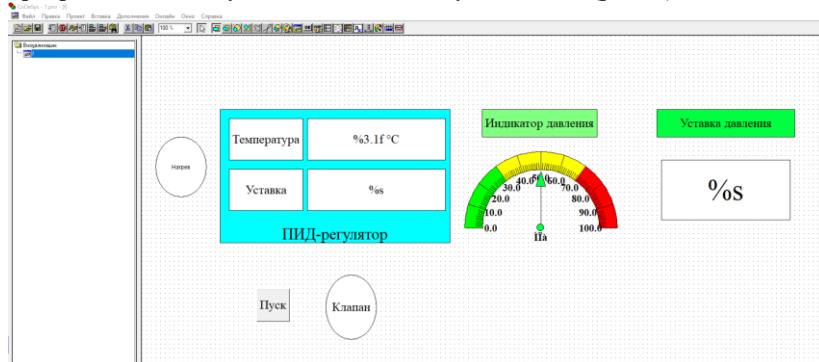


Рис. 4 АРМ

Данная АРМ позволяет дистанционно управлять работой нашего стенда. На экран выведены контролируемые параметры такие, как температура и давление. При необходимости во время работы можно менять уставку, выгрузить из программы тренды изменения температуры и давления с течением времени. Лампа «Нагрев» предназначена для отображения работы нагревательного элемента, т.е. лампа загорается, когда нагреватель включен и гаснет, когда тот выключен. Кнопка «Пуск» предназначена для ручного сброса давления при необходимости, т.е., не достигая заданной уставки. А лампа «Клапан» выполняет ту же функцию, что и лампа «Нагрев», показывает включен или выключен клапан. На рисунке 5 представлена АРМ в режиме реального времени.

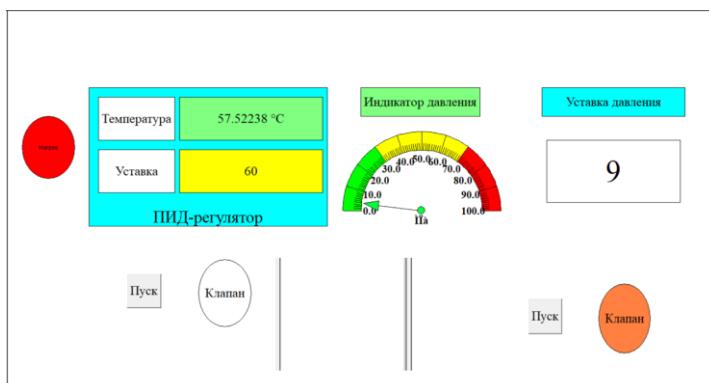


Рис. 5 АРМ в режиме реального времени

Данный стенд обладает хорошими демонстрационными возможностями имитации функций АСУТП. Студенты получают практические навыки решения различных технических задач по автоматизации, а также приобретают навыки программирования в среде «CoDeSys», необходимые для успешной работы в будущей профессии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парр Э., Программируемые контроллеры: руководство для инженера / Э. Парр; пер. 3-го англ. изд. - М. БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. - 516 с.
2. Мишин ГЛ., Хазанова О.В. Системы автоматизации с использованием программируемых логических контроллеров: Учебное пособие. - М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2005. - 136 с.

3. Деменков Н.П., Языки программирования промышленных контроллеров: Учебное пособие / Под. ред. К.А. Пупкова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 172 с.: ил.

4. Современные компоненты автоматизации //Конструктор машиностроитель. - 2013. - № 3, - с. 8-20.

**УДК 628.9**

*Сафин М.А., Сафиуллина А.Ф.*

*Научный руководитель: Сафаров И.М., канд. техн. наук, доц.  
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ**

Умное освещение — это система освещения, управляемая с помощью интернета вещей (IoT) и смарт-технологий. Её актуальность заключается в экономии энергии, за счёт использования современных светодиодных технологий, которые потребляют гораздо меньше энергии, чем традиционные лампы и поддержания оптимального уровня освещения; безопасности, обеспеченнной автоматическим включением света при обнаружении человека; удобстве управления голосовыми командами или мобильным приложением в зависимости от настроек; экологичности, достигаемой вследствие снижения потребления энергии. Благодаря экологичности такого решения сокращаются выбросы парниковых газов и уменьшаются нагрузки на ресурсы планеты. Умное освещение позволяет повысить комфортность нахождения в помещении, повысить эффективность использования электроэнергии и сократить эксплуатационные расходы. Оно является одним из компонентов умного дома и может эффективно работать в сочетании с другими умными устройствами.

Идея создания умного освещения возникла в начале 21 века. Первые примеры умного освещения создавались на основе коммерческих зданий, крупных торговых центров и аэропортов. Системы умного освещения на тот момент включали в себя простые датчики движения и ограниченное управление освещением. Затем, с развитием технологий и появлением новых высокоеффективных светодиодных источников света, управление освещением стало основой для внедрения новых IoT-технологий. Возможности управления светом расширились также благодаря беспроводным сетям Wi-Fi и Bluetooth. Современные системы управления умным освещением могут быть

контролируемые с помощью голосовых помощников, с помощью мобильного телефона или планшета. За счет системы управления и цифровой обработки данных, умное освещение стало гораздо более эффективным и удобным в использовании.

Современная система управления умным освещением может включать в себя следующие функции: автоматическое регулирование яркости и включения/выключения света, управление цветом света, индивидуальный контроль освещения в каждом помещении, управление с помощью смартфона, управление группами светильников, автоматическое отключение.

Разработка автоматизированной системы управления освещением будет включать в себя следующие этапы: анализ потребностей потребителей электроэнергии, выбор оборудования для автоматизации системы, проектирование с учетом потребностей пользователей и требований безопасности, монтаж оборудования и проведение наладки, тестирование системы для проверки работоспособности, пусконаладочные работы и эксплуатация готовой автоматизированной системы управления.

Основные компоненты для разработки автоматизированной системы управления освещением:

1. Источники света (лампы, светодиоды и прочее). Источники света должны выбираться в соответствии с требованиями к качеству света, яркости и экономичности потребления электроэнергии.

2. Датчики освещенности. Датчики освещенности используются для автоматического регулирования яркости освещения в соответствии с уровнем естественного света в помещении.

3. Датчики движения. Датчики движения позволяют автоматически включать и выключать освещение в помещении, когда обнаруживается наличие человека в зоне действия датчика.

4. Управляющая панель. Управляющая панель предназначена для управления системой освещения вручную, а также для настройки параметров автоматического управления.

5. Кабели и провода. Для соединения компонентов системы управления освещением необходимы кабели и провода с различными характеристиками, в зависимости от требований к системе.

6. Реле и контакторы. Реле и контакторы используются для управления большими группами светильников, а также для защиты от перегрузок и коротких замыканий.

7. Компьютер и программное обеспечение. Компьютер и программное обеспечение используются для управления системой управления освещением и настройки ее параметров.

При выборе комплектующих для умного освещения следует убедиться, что они совместимы с выбранным устройством управления.

Таким образом, умное освещение — это актуальное направление, решающее множество задач, связанных с экономией энергии, комфортом и безопасностью использования света в помещении. Оно позволяет создавать оптимальный режим освещения в каждом конкретном помещении, обеспечивая эффективное использование электроэнергии и приятную атмосферу в помещении.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров, А. Умный дом: технологии и автоматизация освещения / А. Федоров. - М.: Эксмо, 2018. - 224 с.
2. Лебедева, О. Современные технологии автоматизации освещения в магазинах и торговых центрах / О. Лебедева. - М.: Дело и Сервис, 2018. - 192 с.
3. Смирнов, Ю. Эффективная автоматизация освещения в офисах и бизнес-центрах / Ю. Смирнов. - М.: Бином-Пресс, 2016. - 144 с.
4. Иванов, Г. Сравнительный анализ систем управления и автоматизации освещения в жилых домах / Г. Иванов. - М.: Университет ИТМО, 2015. - 90 с.
5. Карасев, А. Автоматизация управления освещением в зданиях / А. Карасев. - М.: Артек, 2016. - 168 с.

**УДК 006.3: 004.89**

*Сбоев А.А.*

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

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Робототехника – раздел фундаментальной и прикладной науки, который занимается проектированием, производством и применением автоматических и автоматизированных технических систем – роботов [1]. Мобильная робототехника – одна из наиболее динамично развивающихся отраслей современной техники. Спектр использования мобильных роботов довольно широк, на сегодняшний день для них находят очень большую область применения: в производстве, в исследовательских работах, в медицине, в сервисном обслуживании, а

также в быту [2]. Активное внедрение мобильных роботов в разнообразные сферы человеческой деятельности, а также появление множества различных моделей и производителей сделали их стандартизацию актуальной задачей. Примерами могут служить документы, задающие нормы классификаций мобильных роботов, методов испытаний в экстремальных условиях, общих требований и терминологии.

Эксперты сходятся во мнении, что стандартизированная терминология позволяет «говорить» на одном языке, но при этом специалисты отмечают, что должна быть «поправка» на отрасль. Из последнего следует, что необходима разработка отраслевых стандартов. Стандарты в области робототехники должны помочь четко определять области деятельности на уровне терминов и определений. Однако, не всегда стандартизация может вводиться корректно. С учётом того, что робототехника начала своё интенсивное развитие не так давно, объяснимы некоторые расхождения и недочёты в различного рода нормативных документах, научных книгах и статьях, энциклопедиях и справочниках. Так, на начальном этапе зарождения нормативной базы при рассмотрении трактовок основных понятий наблюдалась некоторая путаница. Каждый источник преподносил тот или иной термин с разных сторон без какого-либо единого согласования между собой, видоизменяя его в зависимости от целевой направленности конкретного нормативного документа.

Прежде всего, общее понятие "робот" имеет различные трактовки. Созданный 1 сентября 2016 г. технический комитет по стандартизации ТК 141 «Робототехника» закрепляет за собой множество стандартов, связанных с роботами робототехническими устройствами. Среди них можно выделить три документа, которые содержат в себе определения этого понятия. По ГОСТ Р ИСО 8373-2014: «Робот (robot) – приводной механизм, программируемый по двум и более осям, имеющий некоторую степень автономности, движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий задачи по предназначению». Несколько иначе сформулировано в ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 и в ГОСТ Р 60.0.0.5-2019 / ИСО 19649:2017: «Робот (robot) – исполнительное устройство с двумя или более программируемыми степенями подвижности, обладающее определенным уровнем автономности и способное перемещаться во внешней среде с целью выполнения поставленных задач».

Понятия по своему описанию не идентичны. Термин «робот» скорее относится к определению лишь одного класса подобных устройств – «промышленный робот». Так, авторы вышеупомянутых определений акцентируют внимание на механизмах, которые по своей

программе выполняют какие-то функции. В экспертном сообществе такие устройства всегда ассоциировались с понятием «программный автомат». Тогда как понятие «робот» тесно связано с термином «механизм с интеллектом».

Наиболее подходящим будет являться следующее определение: робот – машина с автоматическим или интерактивным управлением; перепрограммируемая или самообучающаяся; манипуляционная или мобильная; имеющая несколько степеней подвижности; используемая как в детерминированных, так и в недетерминированных средах и процессах.

Но, ещё раз обращая внимание на современную робототехнику, как науку молодую, следует отметить, что параллельно с её развитием нормативная база продолжала дополняться, подвергаться изменениям и редактированию. Вышедший в 2019 году ГОСТ Р 60.0.4-2019 / ИСО 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения» был введен взамен ГОСТ Р ИСО 8373-2014, основная суть которого заключалась в обобщении и конкретизации основных терминов, чего частично удалось добиться в 2021 году правкой №1 в другом документе – ГОСТ Р 60.0.0.1-2016, содержащем общие положения по данной тематике. Он устанавливал ГОСТ Р 60.0.0.4 основой, излагающей основные термины с соответствующими определениями, и в дальнейшем многие нормативные документы вместо дублирования или задания новой интерпретации существующего термина ссылались на этот ГОСТ. Таким образом, за термином «робот» закрепилось следующее определение – исполнительный механизм, программируемый по двум или более степеням подвижности, обладающий определенной степенью автономности и способный перемещаться во внешней среде с целью выполнения задач по назначению.

Также следует отметить, что количество робототехнических стандартов на сегодняшний день довольно велико (стандартов ТК 141 насчитывается около 50 штук). В основном каждый из них нацелен на раскрытие определённых нюансов, но встречаются стандарты настолько схожие между собой по содержанию, что смысл их разделения не до конца понятен. Например, среди комплекса стандартов «Роботы и робототехнические устройства» существуют два документа: ГОСТ Р 60.6.3.2-2019 «Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний сервисных мобильных роботов для работы в экстремальных условиях. Проходимость. Преодоление трещин» и ГОСТ Р 60.6.3.3-2019 «Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний сервисных мобильных роботов для работы в

экстремальных условиях. Проходимость. Преодоление барьеров». Оба документа имеют идентичное содержание за исключением некоторых моментов, отражённых в их названиях. Один специализируется на порядке проведения испытаний и оценки возможностей робота по преодолению горизонтальных трещин, другой – по преодолению вертикальных препятствий. Также каждый ГОСТ содержит свои поясняющие схемы. Однако приняв во внимание тот факт, что остальная информация, изложенная в них, носит общий характер и отражена одинакова в обоих документах, целесообразнее было бы объединить их в один стандарт с выделением отдельных разделов для различных видов препятствий.

Подводя итог, можно сказать, что рассмотренные неоднозначности обусловлены рядом причин, среди которых можно выделить:

– отсутствие универсальной продукции. Каждый робот индивидуален и имеет определённую специфическую конструкцию под своё техническое задание, что затрудняет создание таких универсальных документов, как стандарты.

– отсутствие консенсуса между специалистами даже по самым основным понятиям робототехники.

С учётом всего вышесказанного можно заключить, что нормативная база в области мобильной робототехники существует, и, несмотря на возможные недочёты и неточности, со временем она исправляется и дополняется по мере развития связанной с ней отрасли. Подобная тенденция свойственна любым нормативным базам – это естественный процесс стремления к совершенству.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коллективы интеллектуальных роботов. Сфера применения: монография / В.С. Боровик, В.И. Гуцул, С.А. Клестов [и др.]; под ред. В.И. Сырямкина. – Томск: СТТ, 2018. – 140 с.

2. 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. — 211 с.

**УДК 621.565**

**Слюнкин А.С.**

**Научный руководитель: Тихомирова Т.И., канд. техн. наук, доц.**

**Белгородский государственный технологический университет**

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

## **СПОСОБЫ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ С ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА В КОМПЬЮТЕРЕ**

С центральным процессором (ЦП) компьютера связана огромная вычислительная мощность, необходимая для выполнения сложных задач и обеспечения плавной работы системы. Однако, по мере увеличения производительности ЦП, также возрастает и количество выделяемого им тепла. Излишнее накопление тепла может привести к перегреву и повреждению компонентов, а также снизить производительность и надежность компьютера. Поэтому эффективность отвода теплоты становится важной задачей. В этой статье мы рассмотрим несколько основных способов отвода теплоты с центрального процессора в компьютере и как обеспечить эффективное охлаждение своего ЦП, чтобы поддерживать его работу на оптимальном уровне и защитить компьютер от перегрева [1].

Способ охлаждения с использованием вентилятора и радиатора представляет собой наиболее распространенный метод охлаждения ЦП. Он состоит из установки вентилятора на радиатор, который расположен непосредственно на ЦП и используется для отвода тепла. Вентиляторы заставляют воздух двигаться через радиатор, что позволяет охладить ЦП [2]. Этот метод прост в использовании и относительно недорог, но может быть неэффективным при работе в условиях высокой температуры или в пыльных окружающих средах.

Еще одним методом охлаждения, который становится все более популярным, является жидкостное охлаждение. Этот метод использует жидкость, которая циркулирует через радиатор и блок ЦП, и отводит тепло в радиаторе. Жидкость обычно состоит из воды, антифриза и других добавок, которые помогают улучшить ее охлаждающие свойства. Жидкостное охлаждение с закрытой контурной системой и использование тепловых трубок обеспечивают более эффективное охлаждение, но требуют более сложной установки и имеют более высокую стоимость.

Технология "тепловых трубок" является инновационным методом охлаждения. Тепловая трубка – это устройство, состоящее из герметичной трубы с внутренним материалом с высокой

теплопроводностью. Когда ЦП нагревается, тепловая энергия передается внутреннему материалу, который быстро переносит тепло в радиатор или другую область с более высокой теплоотдачей. Трубки позволяют эффективно отводить тепло от ЦП и уменьшить температуру работы [3].

Кроме того, также существуют другие методы охлаждения, такие как пассивное охлаждение и подвод воздуха под давлением, но они менее распространены и используются только в некоторых специальных случаях.

Использование жидкостного охлаждения с закрытой контурной системой является еще одним эффективным методом охлаждения ЦП. В этом случае, жидкость, обычно специальный охлаждающий состав, циркулирует по замкнутой системе, охлаждая ЦП и передавая тепло через радиатор. Этот метод обеспечивает более эффективное охлаждение по сравнению с вентиляторами и радиаторами, и широко используется в системах с высокими требованиями к охлаждению, таких как игровые компьютеры и серверы.

Также стоит упомянуть о "подложках" или "тепловых наклейках", которые используются для обеспечения лучшего контакта между ЦП и радиатором. Это специальные материалы, обладающие хорошей теплопроводностью, которые размещаются между ЦП и радиатором для улучшения передачи тепла. Правильное использование подложек может значительно повысить эффективность охлаждения и уменьшить температуру работы ЦП [4].

Кроме способов охлаждения ЦП, также важно обратить внимание на правильное конфигурирование системы охлаждения и обеспечение хорошей вентиляции внутри компьютерного корпуса. Это включает правильную расстановку вентиляторов, обеспечение свободного потока воздуха, удаление пыли и использование качественных теплопроводящих паст.

В итоге, эффективный отвод теплоты центрального процессора играет важную роль в поддержании оптимальной работы компьютера. Перегрев ЦП может привести к снижению производительности, нестабильной работе системы, а в некоторых случаях даже к повреждению компонентов.

При выборе способа охлаждения ЦП следует учитывать требования и особенности конкретной системы. Вентиляторы и радиаторы являются наиболее доступными и широко применяемыми методами охлаждения, но они могут быть неэффективными при высоких нагрузках и высоких температурах окружающей среды.

Независимо от выбранного способа охлаждения, важно регулярно очищать систему от пыли и поддерживать хорошую вентиляцию внутри компьютерного корпуса. Накопление пыли на радиаторах и вентиляторах может снизить их эффективность и привести к повышенной температуре ЦП. Кроме того, правильное применение теплопроводящих материалов, таких как подложки, может помочь улучшить теплопередачу между ЦП и охлаждающими компонентами.

Эффективное охлаждение центрального процессора (ЦП) является критическим аспектом поддержания стабильной и надежной работы компьютера. Повышение производительности и мощности ЦП приводит к увеличению выделяемого тепла, и его эффективный отвод становится необходимостью [5].

В данной статье мы рассмотрели несколько основных способов отвода теплоты с ЦП. От использования вентиляции и радиаторов для создания притока свежего воздуха и охлаждения, до более передовых методов, таких как жидкостное охлаждение и тепловые трубы, каждый из них предлагает свои преимущества и решает конкретные проблемы охлаждения. При выборе метода охлаждения необходимо учитывать требования и ограничения конкретной системы. Различные компоненты и конфигурации могут требовать разных подходов к охлаждению. Кроме того, регулярная очистка от пыли и правильная установка охлаждающих компонентов также важны для поддержания оптимального функционирования. Эффективный отвод тепла ЦП помогает предотвратить перегрев, повышает стабильность работы системы, улучшает производительность и продлевает срок службы компонентов. Поэтому следует обратить внимание на правильный выбор и настройку метода охлаждения, чтобы обеспечить оптимальное функционирование компьютера.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скотт Мюллер. Модернизация и ремонт ПК. – М.: «Вильямс», 2007. – С. 1299-1328.
2. Тихомирова Т.И. Теплофизические основы и организация технологических процессов [Текст]: учебное пособие для студентов – Энергетика теплотехнологий / Т. И. Тихомирова, И. А. Щетинина; Федеральное агентство по образованию, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород: БГТУ, 2010. - 78 с.
3. Мураховский В. И. Железо ПК. Новые возможности. - СПб.: Питер, 2005.

4. Максимов Н.В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: учебник. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. - 512 с.

5. Сагитов П. И. Энергосбережение в электроприводе. Уч. пособие. Алматы: АИЭС. 2003.

**УДК 004.89:622.276**

**Спирин П.В.**

*Научный руководитель: Куликов А.М., ст. преп.  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

## **РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ**

Нефтедобыча - это сложный процесс, который требует высокой точности и эффективности в каждом этапе. Применение современных вычислительных методов может значительно улучшить качество и скорость работы в данной области. Одним из таких методов является использование искусственных нейронных сетей, которые позволяют оптимизировать процессы нефтедобычи, ускоряют принятие решений, снижают риски и устанавливают паттерны в поведении нефтяных скважин и систем. В данной научной статье мы рассмотрим принципы работы искусственных нейронных сетей, их применение в нефтедобыче и примеры успешных решений проблем в данной отрасли с помощью этого метода.

ИНС – это компьютерные системы, созданные для имитации деятельности человеческого мозга при обработке информации. Также, ИНС имеет возможность обучаться на основе опыта и принимать решения на основе полученной информации, таких как распознавание образов, анализ данных и прогнозирование, что позволяет им адаптироваться к новым данным и принимать лучшие решения. ИНС состоят из множества нейронов и связей между ними, которые образуют слои.

В нефтедобыче, ИНС используются для оптимизации процессов производства и оценки рисков. Например, ИНС могут использоваться для прогнозирования добычи нефти на основе данных о скважинах и давления на месторождении. Они также могут использоваться для оптимизации процессов работы на месторождениях, таких как оптимизация добычи, управление давлением и контроль продукции [2].

ИНС часто используются для анализа и оптимизации наблюдений в реальном времени для процесса добычи нефти. Они могут помочь оптимизировать параметры месторождений на основе данных о моделях, использованных в прошлых работах.

Применение искусственных нейронных сетей для оптимизации процессов в нефтедобыче обычно начинается с разработки модели. Модель ИНС обучается на основе данных из прошлых работ на месторождениях и дополнительных параметров (рис.1). Затем модель может использоваться для прогнозирования производительности месторождения и оптимизации процессов на месторождении.

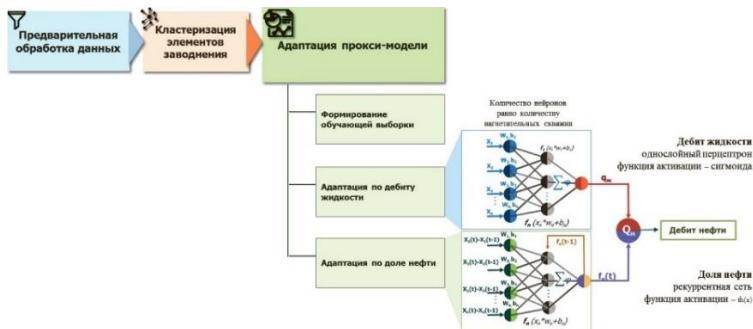


Рис. 1 Блок-схема последовательности работы нейросети

Принцип работы ИНС в нефтегазодобыче основан на выполнении следующих шагов:

### 1. Сбор и подготовка данных

Для того чтобы обучить ИНС, необходимо подготовить набор данных, которые будут использоваться для обучения (рис.2). Эти данные могут быть получены из различных источников, включая реальные данные с месторождений, исторические данные, аналитические данные, и т.д.

### 2. Выбор и обучение модели

Выбирается наиболее подходящая модель ИНС для обучения данных с учетом специфики задачи. Затем проводится обучение модели на наборе данных с помощью алгоритмов машинного обучения. Обучение при этом может быть проведено как с использованием учителя, так и без него.

### 3. Тестирование и оптимизация модели

После того как модель ИНС обучена, производится ее тестирование на другом наборе данных, которые не участвовали в обучении. Это позволяет проверить эффективность модели. Если

модель дает неудовлетворительные результаты, то ее настройки корректируются и производится повторное обучение и тестирование.

#### 4. Применение модели на производстве

После успешного тестирования ИНС модель можно применять на производстве для оптимизации процессов нефтегазодобычи. Она может использоваться, например, для управления производственными процессами, для прогнозирования добычи или для оптимизации инженерных решений.

Использование ИНС в нефтегазодобыче может значительно повысить эффективность процессов и уменьшить количество ошибок, снижая тем самым риски и экономические потери.

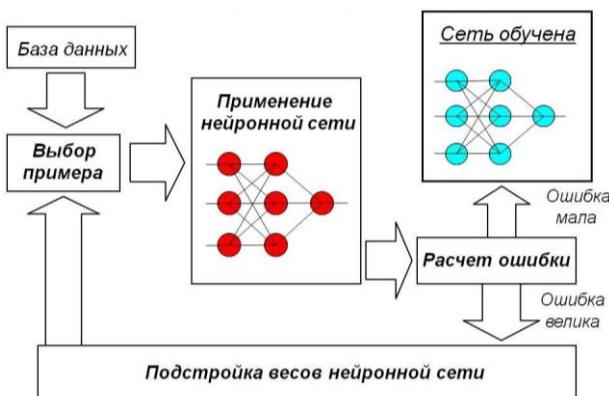


Рис. 2 Общая схема обучения нейронной сети

Преимущества использования ИНС в нефтедобыче:

1. Автоматизация процессов: использование нейронных сетей позволяет автоматизировать многие процессы, связанные с нефтегазодобычей, например, построение моделей скважин, оптимизацию производительности скважин и управление буровыми установками за счет поиска скрытых закономерностей [1].

2. Увеличение эффективности и надежности: использование ИНС позволяет увеличить эффективность и надежность процессов нефтегазодобычи. Например, можно предвидеть изменения в давлении в скважине, учитывать погодные условия, что значительно уменьшает вероятность аварий [4].

3. Оптимизация затрат: ИНС могут помочь в процессе принятия решений по оптимизации затрат на нефтегазодобычу. Например, можно

оптимизировать количество и скорость насосов, чтобы минимизировать затраты на электроэнергию.

4. Улучшение прогнозирования: в процессе эксплуатации нефтегазовых месторождений постоянно возникают новые данные, которые могут быть использованы для прогнозирования будущих изменений в производительности скважин и месторождений в целом. Использование ИНС позволяет обработать большие объемы данных и улучшить точность прогнозирования.

5. Минимизация рисков: ИНС могут помочь в минимизации риска возникновения аварий и производственных сбоев. Например, ИНС может предотвратить перегрев оборудования или давление в скважине, что может привести к аварии [3].

Одним из примеров использования ИНС в нефтедобыче является прогнозирование дебита скважин. ИНС используются для анализа данных о производительности скважин и для прогнозирования будущей производительности. ИНС также используются для определения оптимальных параметров гидравлического разрыва пласта, таких как объем жидкости и давление. ИНС могут оптимизировать расходы на обслуживание оборудования, определяя оптимальные временные интервалы для замены оборудования.

Использование искусственных нейронных сетей является очень эффективным способом оптимизации процессов в нефтедобыче. Они помогают сократить расходы и повысить производительность на месторождениях. Несмотря на то, что методы ИНС могут быть довольно сложными, они становятся все более и более доступными и используются в различных областях исследований.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочеткова О. Л., Журавлева Е. В., Горбунова А. С. Применение нейронных сетей для прогнозирования скважинной добычи нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2020. – №9. – С. 56-60.
2. Миронов А. С., Леонтьев А. А., Туркин С. В. Применение искусственных нейронных сетей для оптимизации эксплуатации месторождений // ИнфоПРОМ. – 2019. – №11. – С. 28-32.
3. Худостоев С. П., Гомзина Е. Р. Применение нейронных сетей для оптимизации процессов бурения нефтяных скважин // Gornyi Zhurnal. – 2020. – № 5. – С. 30-34.
4. Чернышева Е. А., Емельянов А. А. Применение метода искусственных нейронных сетей для прогнозирования параметров

**УДК 519.713**

**Стариков Д.С.**

**Научный руководитель: Соловьев В.В., ст. преп.**  
**Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия**

## **РАЗРАБОТКА КОНЕЧНОГО АВТОМАТА МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ GROWBOX**

Модульная система GrowBox делится на два типа модулей: базовый и для растений. Базовый приобретается один раз, в нем находятся микроконтроллер, резервуар с водой, дисплей. К нему подключаются модули для растений. Их можно комбинировать между собой: добавлять новые, убирать старые, в разных модулях выращивать разные виды растений.

Система GrowBox состоит из системы полива, системы охлаждения и системы освещения [1].

При проектировании данной системы была разработана развернутая схема конечного автомата с подробным описанием каждого состояния (рисунок 1) [2].

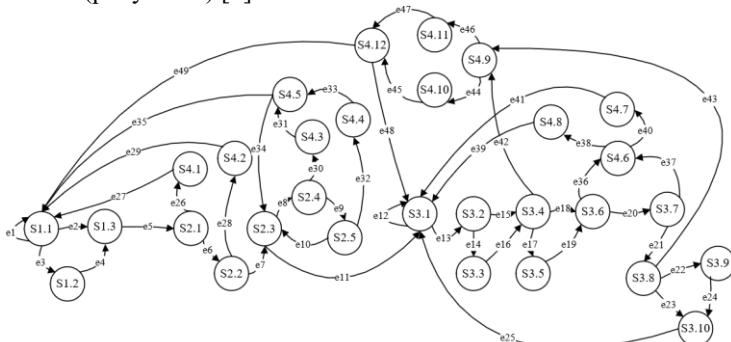


Рис. 1 Полная схема конечного автомата модульной системы GrowBox

S<sub>1.1</sub> – Ожидание действий пользователя. При первом запуске всей системы все ее элементы отключены, в дальнейшем только элементы новых модулей или неисправных. e<sub>1</sub> – если пользователь не начал работу с GrowBox система находится в ожидании; e<sub>2</sub> – если пользователь приступил к настройке модулей, перетекает в состояние

$S_{1.3}$ ;  $e_3$  – если пользователь добавляет новые модули, убирает или заменяет старые, перетекает в состояние  $S_{1.2}$ .

$S_{1.2}$  – Добавление/удаление периферийных модулей Growbox. Отключаются все элементы системы, дабы избежать протекания воды и других ситуаций. При добавлении модуля инициализируются адреса устройств данного модуля, создается объект модуля и сохраняется на карте памяти. При удалении модуля стираются данные об этом модуле.  $e_4$  – если пользователь подключил новый модуль, перетекает в состояние  $S_{1.3}$ . При удалении следующее состояние пропускается.

$S_{1.3}$  – Задание параметров модулей пользователем. Все элементы системы отключены. Пользователь задает параметры микроклимата в GrowBox: цикл освещения, желаемая влажность, температура и РН.  $e_5$  – если пользователь закончил настройку, перетекает в состояние  $S_{2.1}$ .

$S_{2.1}$  – Тестирование датчика уровня воды. Опрашивается датчик уровня воды, проверяется его корректная работа, все остальные элементы системы отключены.  $e_6$  – если датчик уровня воды работает корректно, переходит в состояние  $S_{2.2}$ ;  $e_{26}$  – если датчик уровня воды работает некорректно, переходит в состояние  $S_{4.1}$ .

$S_{2.2}$  – Тестирование РН-датчика. Опрашивается РН-датчик, проверяется его корректная работа, все остальные элементы системы отключены.  $e_7$  – если РН-датчик работает корректно, переходит в состояние  $S_{2.3}$ ;  $e_{28}$  – если РН-датчик работает некорректно, переходит в состояние  $S_{4.2}$ .

$S_{2.3}$  – Переход к адресам следующего модуля. Все элементы системы отключены, начинается опрос датчиков, которые принадлежат периферийным модулям. Каждый модуль проверяется по очереди, начиная с первого. После проверки одного переход к следующему.  $e_8$  – если проверены не все модули, переходит в состояние  $S_{2.4}$ ;  $e_{11}$  – если проверены все модули, переходит в состояние  $S_{3.1}$ .

$S_{2.4}$  – Тестирование датчика температуры. Опрашивается датчик температуры, проверяется его корректная работа, все остальные элементы системы отключены.  $e_9$  – если датчик температуры работает корректно, переходит в состояние  $S_{2.5}$ ;  $e_{30}$  – если датчик температуры работает некорректно, переходит в состояние  $S_{4.3}$ .

$S_{2.5}$  – Тестирование датчика влажности. Опрашивается датчик влажности, проверяется его корректная работа, все остальные элементы системы отключены.  $e_{10}$  – если датчик влажности работает корректно, возвращается в состояние  $S_{2.3}$ ;  $e_{32}$  – если датчик влажности работает некорректно, переходит в состояние  $S_{4.4}$ .

$S_{3.1}$  – Переход к адресам следующего модуля. Начинается автоматическое регулирование микроклимата в каждом GrowBox.

Модули регулируются по очереди в постоянном цикле. Если в предыдущем цикле, например, в одном модуле был включен полив, команда выключения поступит, когда завершится весь цикл регулирования остальных модулей (если будет необходимость его отключать в состоянии  $S_{3.8}$ ).  $e_{12}$  – Если модуль неисправен, переход к следующему модулю;  $e_{13}$  – Если модуль исправный, переходит в состояние  $S_{3.2}$ .

$S_{3.2}$  – Получение данных с часов реального времени. Получение данных о времени суток. Определяется необходимо включить, выключить или не переключать свет.  $e_{14}$  – если необходимо переключить свет, переход в состояние  $S_{3.3}$ ;  $e_{15}$  – если свет не надо переключать, переход в состояние  $S_{3.4}$ .

$S_{3.3}$  – Включение/выключение света. Переключение света.  $e_{16}$  – после переключения света переход в состояние  $S_{3.4}$ .

$S_{3.4}$  – Опрос датчика температуры. Получение данных об температуре в модуле, определяется ее уровень относительно настроенной температуры от чего решается, в каком режиме должен находиться вентилятор.  $e_{17}$  – если температура выше или ниже нормы или в норме, но вентилятор включен, переход в состояние  $S_{3.5}$ ;  $e_{18}$  – если в норме и вентилятор выключен, переход в состояние  $S_{3.6}$ ;  $e_{42}$  – если не в норме уже долгое время или гораздо выше или ниже нормы, переход в состояние  $S_{4.9}$ .

$S_{3.5}$  – Включение/выключение вентиляции. Переключение вентиляции. Если температура выше нормы вентилятор включается, если ниже нормы или в норме, он выключается.  $e_{19}$  – после переключения вентиляции переход в состояние  $S_{3.6}$ .

$S_{3.6}$  – Опрос датчика уровня воды. Проверяется наличие воды в баке.  $e_{20}$  – если вода есть, переход в состояние  $S_{3.7}$ ;  $e_{36}$  – если вода отсутствует, переход в состояние  $S_{4.6}$ .

$S_{3.7}$  – Опрос PH-датчика. Проверяется кислотность воды.  $e_{21}$  – если уровень кислотности в норме, переход в состояние  $S_{3.8}$ ;  $e_{37}$  – если уровень кислотности не в норме, переход в состояние  $S_{4.6}$ .

$S_{3.8}$  – Опрос датчика влажности. Получение данных о влажности в модуле. Решается, включать полив или нет.  $e_{22}$  – если показатели в норме и полив отключен;  $e_{23}$  – если показатели ниже или выше нормы или в норме, но полив включен, переход в состояние  $S_{3.9}$ ;  $e_{43}$  – если показатели датчика влажности ниже нормы уже долгое время, переход в состояние  $S_{4.9}$ .

$S_{3.9}$  – Включение/выключение полива. Переключение полива. Если влажность ниже нормы, включить полив, если выше или в норме выключить.  $e_{24}$  – после переключения полива переход в состояние  $S_{3.10}$ .

$S_{3.10}$  – Вывод данных с датчиков на дисплей. На дисплей выводится индекс модуля, время, показания датчика температуры, показания датчика влажности и показания с РН-датчика.  $e_{25}$  – после вывода информации на дисплей переход в состояние  $S_{3.1}$  (регулирование следующего модуля).

$S_{4.1}$  – Оповещение пользователя о неисправности датчика уровня воды. Пользователю приходит оповещение об неисправности ДУВ.  $e_{27}$  – переход в состояние  $S_{1.1}$ .

$S_{4.2}$  – Оповещение пользователя о неисправности РН-датчика. Пользователю приходит оповещение об неисправности РН-датчика.  $e_{29}$  – переход в состояние  $S_{1.1}$ .

$S_{4.3}$  – Неисправность датчика температуры. Пользователю приходит оповещение об неисправности датчика температуры.  $e_{31}$  – переход в состояние  $S_{4.5}$ .

$S_{4.4}$  – Неисправность датчика влажности. Пользователю приходит оповещение об неисправности датчика влажности.  $e_{33}$  – переход в состояние  $S_{4.5}$ .

$S_{4.5}$  – Отделение неисправного модуля от остальных. Модуль, датчики которого вышли из строя, отмечается как «неисправный» и в дальнейшей работе системы не участвует.  $e_{34}$  – если остались рабочие модули, переход в состояние  $S_{2.3}$ ;  $e_{35}$  – переход в состояние  $S_{1.1}$ .

$S_{4.6}$  – Остановка полива всех модулей. Останавливается полив для всех модулей.  $e_{38}$  – если отсутствует вода, переход в состояние  $S_{4.8}$ ;  $e_{40}$  – если проблемы с уровнем РН, переход в состояние  $S_{4.7}$ .

$S_{4.7}$  – Оповещение пользователя о проблемах с РН. Пользователю отправляется оповещение на дисплей о проблеме с РН.  $e_{41}$  – переход в состояние  $S_{3.1}$  (конечный автомат выстроен так, что при возникновении такого типа ошибки, также в состоянии  $S_{4.8}$ , система продолжает работать, чтобы регулировать температуру и свет, в конечном итоге, когда пользователь зальет воду с удобрением, система вернется к нормальной работе).

$S_{4.8}$  – Оповещение пользователя о низком уровне воды. Пользователю отправляется оповещение об отсутствии воды.  $e_{21}$  – переход в состояние  $S_{3.1}$ .

$S_{4.9}$  – Отключение неисправного модуля. У неисправного модуля в срочном порядке отключается свет, вентиляция и полив.  $e_{44}$  – если проблемы с влажностью, переход в состояние  $S_{4.10}$ ;  $e_{46}$  – если проблемы с температурой, переход в состояние  $S_{4.11}$ .

$S_{4.10}$  – Оповестить пользователя о проблемах с влажностью. Пользователю отправляется оповещение о проблемах с влажностью.  $e_{45}$  – переход в состояние  $S_{4.12}$ .

S<sub>4.11</sub> – Оповестить пользователя о проблемах с температурой. Пользователю отправляется оповещение о проблемах с температурой. e<sub>47</sub> – переход в состояние S<sub>4.12</sub>.

S<sub>4.12</sub> – Отделение неисправного модуля от остальных. Модуль, датчики которого вышли из строя, отмечается как «неисправный» и в дальнейшей работе системы не участвует. e<sub>48</sub> – если остались рабочие модули, переход в состояние S<sub>3.1</sub>; e<sub>49</sub> – переход в состояние S<sub>1.1</sub>.

Конечный автомат может помочь упростить программный код для модульной системы GrowBox, разбив его на меньшие блоки и предотвратить ошибки программирования, например предотвратить переход в неверное состояние. А также использование автомата делает код понятным и читабельным, и это, в свою очередь, упрощает его сопровождение и модификацию в будущем.

*Работа выполнена в рамках деятельности студенческого конструкторского бюро «Автоматизация и промышленный интернет вещей» кафедры систем автоматического управления ИРТСУ ЮФУ*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплектация гроубокса: минимум и максимум. URL: <https://dzagigrow.ru/blog/komplektatsiya-grouboksa-minimum-i-maksimum/>. (Дата обращения 14.05.2023). – Текст : электронный.
2. Хопкрофт, Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений : монография / Д. Хопкрофт, Р. Мотвани, Д. Ульман. – 2-е изд. ; пер. с англ. О. И. Васылык, М. Саит-Аметова, канд.физ.-мат.наук А.Б. Ставровского. – Москва : Вильямс, 2008. – 528 с. - ISBN 978-5-8459-1347-0. – Текст : непосредственный.

УДК 622.276

*Степанова Е.В.*

*Научный руководитель: Коркишко А.Н, канд. техн. наук  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПЛЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУСТРОЙСТВА ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ С НИМИ

Нефтегазовая отрасль является одной из ключевых отраслей мировой экономики, обеспечивающей энергетическую безопасность и развитие многих стран. Однако, в процессе добычи и эксплуатации

нефти и газа возникают сложные технические задачи, связанные с обустройством объектов и управлением процессами работы. В этой связи, использование новых технологий становится все более актуальным.

Одной из таких технологий является дополненная реальность (AR), которая позволяет визуализировать объекты и процессы в режиме реального времени с помощью специальных устройств. В данной статье рассматривается возможность применения технологии AR для оптимизации обустройства объектов нефтегазовой отрасли и процессов работы с ними.

Целью данной работы является анализ возможностей применения технологии AR в нефтегазовой отрасли, выявление ее преимуществ и недостатков, а также определение перспектив ее использования в будущем.

Технология дополненной реальности (AR) может быть применена в нефтегазовой отрасли для улучшения производственных процессов, повышения безопасности и обучения персонала.

Одним из примеров использования AR в нефтегазовой отрасли является обучение персонала. С помощью AR можно создавать трехмерные модели оборудования и инструментов, которые позволяют сотрудникам более эффективно и безопасно обучаться, и тренироваться на реалистичных симуляторах. Кроме того, AR может быть использована для обучения новым сотрудникам и повышению квалификации уже работающих сотрудников [1].

AR также может быть применена для улучшения безопасности на производстве. Например, с помощью AR можно создавать карты помещений и объектов, на которых будут отмечены опасные зоны и инструкции по безопасному выполнению задач. Также AR может использоваться для контроля качества и предотвращения аварийных ситуаций [2].

Наконец, AR может быть использована для улучшения производственных процессов. С помощью AR можно создавать виртуальные модели месторождений и скважин, которые позволяют управлять производственными процессами и оптимизировать добычу нефти и газа. Также AR может использоваться для мониторинга состояния оборудования и предотвращения его поломок.

Преимущества технологии дополненной реальности (AR) в нефтегазовой отрасли:

1. Улучшение безопасности: AR может помочь уменьшить количество несчастных случаев на производстве, позволяя работникам видеть опасные объекты и ситуации на месте работы.

2. Увеличение эффективности: AR может помочь увеличить производительность и эффективность работы, позволяя работникам быстро получать информацию о местонахождении необходимых инструментов и оборудования, а также о работе машин и оборудования.

3. Оптимизация обучения и тренировок: AR может помочь в обучении новых работников, предоставляя им визуальную информацию о рабочих процессах и процедурах, а также в проведении тренировок для повышения квалификации.

4. Улучшение коммуникации: AR может помочь улучшить коммуникацию между работниками на производстве, позволяя им быстро обмениваться информацией о процессах и проблемах [3].

Недостатки технологии дополненной реальности (AR) в нефтегазовой отрасли:

1. Высокая стоимость: реализация AR-технологий может быть дорогостоящей, поскольку требуется приобретение необходимого оборудования и программного обеспечения.

2. Необходимость специальных знаний: для работы с AR-технологиями необходимо иметь специальные знания и навыки, что может потребовать дополнительных затрат на обучение персонала.

3. Ограничность применения: AR-технологии могут не подходить для всех видов работ в нефтегазовой отрасли, так как не все процессы могут быть визуализированы и улучшены с помощью AR [4].

Таким образом, технология дополненной реальности представляет собой перспективное направление в области оптимизации обустройства объектов нефтегазовой отрасли и улучшения процессов работы с ними. Ее использование позволяет существенно повысить эффективность и безопасность работ, а также уменьшить затраты на обслуживание и ремонт оборудования. Кроме того, дополненная реальность может быть полезна для обучения и подготовки специалистов, а также для увеличения прозрачности и контроля в процессах добычи и транспортировки нефти и газа. В целом, использование технологии дополненной реальности в нефтегазовой отрасли является перспективным и многообещающим направлением, которое может привести к существенным улучшениям в этой области.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Абрамова, Н. С. Использование технологии дополненной реальности в нефтегазовой отрасли / Н. С. Абрамова // Мир науки. – 2019. – № 3. – С. 84-89.

2. Буров, А. В. Применение технологии дополненной реальности

в нефтегазовой промышленности / А. В. Буров, М. В. Бурова // Современные технологии в нефтегазовой отрасли. – 2018. – № 1. – С. 32-38.

3. Гусев, А. И. Применение технологии дополненной реальности в нефтегазовой отрасли: достижения и перспективы / А. И. Гусев, А. В. Иванов // Нефтегазовая вертикаль. – 2017. – № 4. – С. 67-72.

4. Королев, С. В. Использование технологии дополненной реальности для оптимизации процессов работы с оборудованием нефтегазовой отрасли / С. В. Королев, Е. А. Литвинова // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2019. – № 1. – С. 43-48.

**УДК 681.5**

**Ткачева М.С.**

**Научный руководитель: Караков Е.Б., доц.**  
**Белгородский государственный технический университет**  
**им В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ГОФРОКАРТОНА**

Тароупаковочная продукция из гофрокартона - одна из самых нужных упаковок на отечественном и мировом рынках. Ее изготовление обеспечивает линия по производству гофрокартона.

Промышленный процесс производства упаковки из гофрокартона и картона начитывает несколько этапов:

- Роструссик (нарезка и рилевка) гофрокартона на нужные размеры. Гофрокартон подается в секцию продольно-поперечной резки, где происходит его раскрашивание и разрезание при помощи системы дисковых ножей;
- Нанесение печати на гофрокартон с помощью флексографской печатной машины;
- Производство заготовки для будущего гофроящика: для изготовления стандартной четырехклапанной коробки используется просекательно-рилевочный станок (слоттер), который осуществляет просечку и рилевку.

В процессе производства один из этапов может внести погрешность, которая отразится на форме производимой продукции. Для того, чтобы выявлять бракованные изделия для их дальнейшего устранения с конвейерной линии, разработан алгоритм для проверки

соответствия упаковочной продукции из гофрокартона заданному шаблону при помощи системы технического зрения. Этот алгоритм представлен в данной статье.

Этапы процесса определения качества упаковочной продукции из гофрокартона приведем на схеме (рис. 1).



Рис. 1 Этапы процесса определения качества упаковочной продукции из гофрокартона

Опишем подробнее каждый из приведенных выше этапов.

#### Этап получения изображения заготовки.

Заготовки подаются на конвейер с определенной частотой. В установленный момент времени кадр видеопотока должен быть

захвачен и передан в систему обработки изображений. Для получения изображений в двоичном формате, т.е. изображений, содержащих только черно-белые пиксели, заготовка должна быть освещена снизу источником света, а промышленная линейная камера должна быть расположена вертикально над заготовкой.

### **Удаление шумов оцифровки.**

После получения изображений в бинарном виде необходимо предварительно его обработать для того, чтобы исключить шумы оцифровки.

Для этого необходимо наложить медианный фильтр  $5 \times 5$  пикселей на изображение. Медианный фильтр - нелинейный метод цифровой фильтрации, часто используемый для удаления шума из изображения или сигнала. В библиотеке OpenCV для этого используется функция medianBlur.

### **Компенсация угла наклона.**

В случае, если бинарное изображение было получено с каким-то углом наклона, после предобработки его можно повернуть на определенный угол  $\theta$  путем определения матрицы преобразования M:

$$M = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

В библиотеке OpenCV для создания матрицы преобразования реализована функция getRotationMatrix2D.

### **Компенсация искажений перспективы.**

В связи с тем, что камера может находиться не четко перпендикулярно поверхности конвейерной линии, возможны искажения в перспективе. После того как выполнен этап компенсации угла наклона, при необходимости нужно выполнить коррекцию перспективы изображения. Для этого первым делом выполним преобразование Хафа для обнаружения линий [8]. Для этого используем функцию OpenCV HoughLines().

Далее произведем классификацию линий на вертикальные и горизонтальные и найдем точки пересечения этих линий между собой.

Затем удалим лишние точки, оставляя только точки четырех вершин. Таким образом получим первый массив точек исходного изображения pts1. Второй массив точек вершин желаемого изображения pts2 получим путем подведения точек вершин к форме прямоугольника, то есть найдем минимальное и максимальное значение по y среди массива pts1 и то же самое по x.

Затем применим функцию OpenCV для коррекции перспективы getPerspectiveTransform().

### **Выделение контура заготовки.**

После проведения всех преобразований и получения изображения заготовки в правильной форме, необходимо выделить ее контур. Для этого применим оператор Кэнни (детектор границ Кэнни, алгоритм Кэнни) в дисциплине компьютерного зрения — оператор обнаружения границ изображения. Был разработан в 1986 году Джоном Кэнни и использует многоступенчатый алгоритм для обнаружения широкого спектра границ в изображениях [11]. В библиотеке OpenCV данный алгоритм реализован в функции Canny().

### **Представление контура заготовки в форме полигона с известными координатами.**

Контур объекта — это его видимый край, который отделяет объект от фона. Сатоши Судзуки и Кейити Абэ разработал алгоритм топологического структурного анализа оцифрованных двоичных изображений по границам [9]. В OpenCV этот алгоритм реализован в функции findContours().

#### **Аппроксимация контура.**

При определении контура получим массив с большим количеством промежуточных точек, не влияющих на форму объекта. Для того, чтобы не обрабатывать большое количество точек массива контура, проводится аппроксимация этого контура по алгоритму Рамера-Дугласа-Пеккера [10].

#### **Масштабирование контура для сравнения с исходным полигоном-образцом.**

Перед началом масштабирования необходимо вычислить коэффициенты масштабирования по осям X и Y. Для этого существует метод построения выпуклого многоугольника вокруг набора точек, описанным М. Шеймосом [13], который реализован в функции OpenCV minAreaRect().

Также необходимо применить данную функцию к образцу. Следующим шагом идет расчет коэффициентов масштабирования по оси X и Y. Для этого необходимо получить отношение вычисленных ранее длин описанного прямоугольника отдельно по оси X и по оси Y. Для коэффициента по оси X полученное значение умножается на косинус разницы углов наклона между двумя описанными вокруг контура прямоугольниками.

$$k_x = \frac{\text{len}_{\text{plan\_}x}}{\text{len}_{\text{model\_}x}} \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2),$$
$$k_y = \frac{\text{len}_{\text{plan\_}y}}{\text{len}_{\text{model\_}y}},$$

где  $\text{len}_{\text{plan\_}x}$  — длина прямоугольника, описанного вокруг образца,  $\text{len}_{\text{model\_}x}$  — длина прямоугольника, описанного вокруг заготовки,

$len_{plan\_y}$  - ширина прямоугольника, описанного вокруг образца,  
 $len_{model\_y}$  - ширина прямоугольника, описанного вокруг заготовки,

$\varphi_1 - \varphi_2$  – разность углов поворота относительно оси X для двух прямоугольников.

Масштабирование проходит в два этапа – на первом этапе масштабируются координаты по оси X путем умножения каждой координаты на соответствующий коэффициент масштабирования. На втором этапе масштабируются координаты на оси Y таким же образом.

Теперь можем заметить, что оба контура приведены к одному масштабу.

### **Совмещение двух контуров.**

Необходимо найти точки с максимальным значением по оси y среди всех точек контура и запомнить индексы этих точек, а затем, проходя по всем индексам, найти минимальное значение координаты x. Таким образом, будет найден точка с минимальной координатой x и максимальной координатой y. То есть точка верхнего левого угла.

Таким же образом найдем точку верхнего левого угла для контура образца, а затем найдем разницу между координатами точек верхних левых углов для образца и для заготовки. После чего прибавим найденное значение ко всем точкам контура заготовки и получим два совмещенных контура.

### **Определение меры соответствия двух полигонов.**

Функция cv2.matchShapes() - функция для сопоставления двух форм изображений. Эта функция возвращает показатель, показывающий сходство между формами изображений. Функция использует Хью-моменты для вычисления значения метрики [15]. Функция matchShapes() сравнивает два контура A и B и принимает значение от 0 до бесконечности. Чем меньше значение метрики, тем выше сходство между формами изображений.

Если найденный коэффициент превышает пороговое значение  $k > k_{\text{порог}}$ , значит делаем вывод, что данная заготовка бракована.

Программа, разработанная о вышеописанному алгоритму, производит проверку качества упаковочной продукции из гофрокартона. Выполнив ее тестирование на основе некоторых тестовых изображений заготовок, можем сделать вывод, что система удовлетворяет всем требованиям и справляется с решением поставленной задачи.

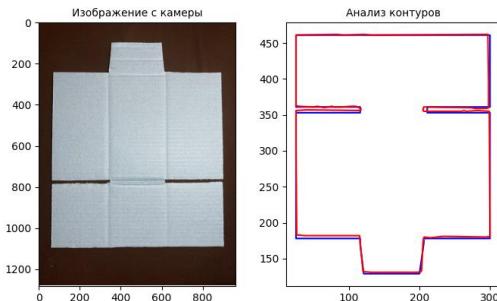


Рис. 2 Результат анализа изображения

Помимо этого, при помощи системы моделирования MSC Adams была разработана конвейерная линия, которая по результатам анализа изображения устраняет бракованные изделия из гофрокартона с конвейера, а заготовки, прошедшие проверку качества, пропускает по конвейеру на заключительные этапы промышленного процесса производства. На рисунке 3 представлена модель конвейерной линии в среде проектирования MSC Adams.

Цифрами отмечены основные элементы спроектированной модели:

- 1 - камера для получения изображений заготовок;
- 2 - роликовый конвейер;
- 3 - заготовки упаковок из гофрокартона;
- 4 - актуатор (линейный двигатель) для устранения бракованной заготовки с конвейерной линии;
- 5 - инфракрасный датчик для обнаружения заготовки.

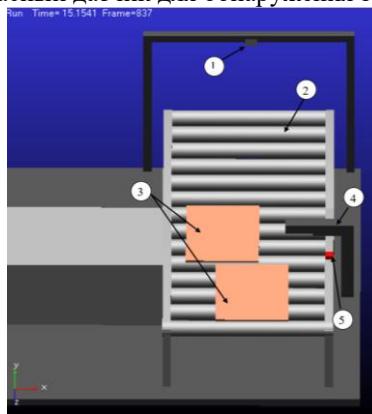


Рис. 3 Проектирование конвейера в среде Adams

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Е. Б. Каrikov, М. Н. Щенdrygin, Н. И. Mихайлов [и др.], Решение задачи морфологического сравнения двух фигур средствами машинного зрения // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика / 2022. – № 12. – С. 21–26.
2. Компьютерное зрение в промышленности.  
<https://habr.com/ru/company/yandex/blog>
3. Линия по производству гофрокартона. <https://promtu.ru/linii-proizvodstva/proizvodstvo-gofrokartona>
4. Как рассчитать площадь органической фигуры?  
[https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru)
5. Реализации алгоритмов. Алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера.  
[https://ru.wikibooks.org/wiki/Реализации\\_алгоритмов/Алгоритм\\_Рамера—Дугласа—Пекера](https://ru.wikibooks.org/wiki/Реализации_алгоритмов/Алгоритм_Рамера—Дугласа—Пекера).
6. OpenCV modules. <https://docs.opencv.org>
7. Huang T.S., Yang G.I., Tang G.Y. Fast two-dimensional median filtering algorithm// IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1979. V. ASSP-27. P. 13-18.
8. Hough Line Transform  
[https://docs.opencv.org/3.4/d9/db0/tutorial\\_hough\\_lines.html](https://docs.opencv.org/3.4/d9/db0/tutorial_hough_lines.html)
9. Suzuki, S. Topological structural analysis of digitized binary images by border following / S. Suzuki, K. Be // Computer Vision, Graphics and Image Processing. – Amsterdam: Elsevier, 1985. – No 30 (1). – pp. 32-46.
10. Douglas David, Peucker Thomas. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature // The Canadian Cartographer. 1973. No 10(2). P. 112–122. (DOI: 10.3138/FM57-6770-U75U-7727).
11. Image Processing Algorithms: Canny Edge Detector  
<https://medium.com/smucs/image-processing-algorithms-canny-edge-detector>
12. Ramer Urs. An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves // Computer Graphics and Image Processing. 1972. No 1(3). P. 244–256. (DOI: 10.1016/S0146-664X(72)80017-0).
13. Michael Ian Shamos. Computational geometry. PhD thesis, Yale University, 1978. 398 p.
14. Angus Johnson. Clipper - an open-source freeware library for clipping and offsetting lines and polygons.  
<http://www.angusj.com/delphi/clipper.php>, 25 March 2014. Accessed 2014-03-25.

15. Коробов Д. В. Опыт распознавания изображений в специальной области, 2016. <https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/4157/1/st011374.pdf>

**УДК 629.3.078**

**Ткаченко Д.А., Лавров А.С.**

**Научный руководитель: Прокопенко В.С., ст. преп.**

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

## **МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН**

Гидравлическая система является важной частью строительно-дорожных машин. Она представляет собой систему, которая использует жидкость (обычно масло) для передачи энергии от двигателя к рабочим органам машины.

Гидравлическая система состоит из нескольких элементов, включая гидравлический насос, распределитель, гидравлический цилиндр и гидравлический мотор. Все эти элементы работают вместе, чтобы обеспечить максимальную эффективность и производительность машины.

Гидравлический насос используется для создания давления в системе, которое необходимо для движения жидкости к рабочим органам. Распределитель ответственен за распределение жидкости между различными рабочими органами. Гидравлический цилиндр используется для преобразования давления жидкости в силу, которая используется для перемещения различных частей машины. Гидравлический мотор используется для преобразования энергии жидкости обратно в механическую энергию.

Высокая производительность машин обусловлена работой всех элементов гидравлической системы вместе. Без гидравлической системы машины не смогли бы выполнять задачи, для которых они предназначены. Поддержка и регулярное техническое обслуживание гидравлической системы являются обязательными для гарантии надежности и длительного срока службы строительно-дорожных машин.

Так как все элементы гидросистемы находятся под давлением в рабочее состояние необходима постоянно проводить контроль и диагностирование системы, основные методы диагностики гидропривода строительно-дорожных машин.

Первый способ диагностики гидропривода – это визуальный осмотр всех компонентов системы. При проведении такого обследования необходимо провести следующие шаги:

- Оцените общее состояние гидроагрегата.
- Проверьте состояние гидравлических шлангов и трубок на предмет трещин, износа и прочих повреждений.
- Обследуйте все соединения и фитинги.
- Определите состояние гидравлического насоса и направляющей пластины.

Метод тестирования давления позволяет оценить работу каждого элемента гидропривода. Для тестирования давления необходимо:

- Установить манометр соответствующего диапазона на гидравлическую линию и запустить машину.
- Замерьте давление на всех линиях и сравните полученные результаты с нормой, чтобы определить, есть ли неисправности.
- Если наблюдаются отклонения от нормы, то проводите дополнительную диагностику, чтобы выявить причину такой неисправности.

Для диагностики гидропривода также может применяться специальное оборудование – анализаторы. Они позволяют произвести качественный анализ гидравлических жидкостей, что позволяет выявить наличие различных загрязнений, температуру жидкости, уровень кислотности, а также наличие металлических частиц и других примесей.

Также можно еще выделить:

Испытание на прочность – проведение нагрузочных испытаний для проверки прочности компонентов гидросистемы.

Диагностика по звуку – исследование звуков, издаваемых гидроприводом при работе, для выявления возможных неисправностей.

Диагностика по температуре – измерение температуры масла и определение возможных проблем по изменению ее значения.

Диагностика по замеру расхода масла – измерение расхода масла в гидросистеме для определения возможных утечек или неисправностей.

Таким образом диагностика гидропривода – это важная составляющая для поддержания нормального функционирования дорожно-строительных машин, следовательно, его проведение должно производиться регулярно, а не только при наличии каких-то видимых проблем. При проведении диагностики необходимо следить за состоянием всех элементов гидропривода, давлением в гидравлической линии и качеством используемой жидкости. Только сложившаяся

полная картина может помочь выявить необходимые действия по исправлению возможных неисправностей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. П. Миллер. Перспективные методы технической диагностики гидравлических систем строительных машин / А. П. Миллер, К. Г. Пугин, Р. Ф. Шаихов, Д. В. Бондаренко // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. Том Выпуск 18. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 7-9.
2. Минь Н. Ч. Повышение надежности гидравлических систем строительных машин с помощью дистанционной диагностики / Н. Ч. Минь // Грузовик. – 2022. – № 11. – С. 32-34.
3. Венцель, Е. С. Повышение эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин обеспечением рациональных сроков службы рабочих жидкостей гидроприводов / Е. С. Венцель, А. В. Орел // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 3. – С. 166-168
4. Романович А. А. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин / Изд.: Романович А.А., Романович Л.Г. - Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. 164 с.
5. Романович А. А. Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных и коммунальных машин / Романович А.А., Харламов Е.В. // Изд.: Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009, 123с.
6. Прокопенко В. С. Исследование и энергетический анализ гидравлической гибридной архитектуры для дорожных транспортных средств / В. С. Прокопенко, М. Р. Таволжанский // Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях: Материалы международной научно-практической конференции, 2021. С. 224-227.

**Ткаченко Д.А., Лавров А.С.**

**Научный руководитель: Прокопенко В.С., ст. преп.**

**Белгородский государственный технологический университет**

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

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ НАЛЕДИ НА ТРОТУАРЕ**

Удаление наледи на тротуаре является очень важной процедурой, особенно в зимнее время года, чтобы обеспечить безопасность прохожих. Существует несколько способов и методов удаления наледи, которые могут использоваться в различных ситуациях.

### **Физическое удаление наледи**

Этот метод включает в себя ручной или с помощью инструментов удаление наледи. Он может быть использован в ситуациях, когда толщина наледи не очень большая. Прежде чем начать удаление наледи, необходимо обработать ее термически, например, посыпать солью или пролить горячую воду, чтобы ослабить ее связи с поверхностью тротуара. Затем можно использовать лопату, скребок или другие инструменты для удаления наледи.

### **Химические реагенты**

Этот метод включает использование химических реагентов для удаления наледи. Они могут быть в виде соли, антифриза, калийных соединений и т. д. Химические реагенты помогают растопить лед и снизить его температуру плавления, ускоряя процесс удаления наледи. Однако использование химических реагентов может быть вредным для окружающей среды и здоровья людей, а также повреждать поверхность тротуара. Поэтому необходимо использовать их осторожно и в соответствии с инструкциями производителя.

### **Тепловые системы**

Этот метод включает использование тепловых систем для удаления наледи. Одним из примеров является установка подогревающих кабелей под поверхностью тротуара. Они создают тепло и помогают растопить наледь. Однако установка тепловых систем может быть дорогостоящей, а также требует профессиональной установки и обслуживания.

Наиболее распространённый и самый быстрый метод удаления наледи является физическое удаление.

Физическое удаления наледи в стесненных условиях городских дворов является практичным и эффективным решением проблемы очистки от наледи в городах с ограниченным доступом. Он позволяет

производить работу быстро и безопасно, что особенно актуально в условиях сильных морозов.

Но у данного метода есть как плюсы, так и минусы.

Плюсы:

1. Безопасность: физический способ удаления наледи безопасен для окружающей среды, так как не требует использования химических веществ, которые могут оказывать вредное воздействие на людей и животных.

2. Эффективность: механический способ удаления наледи является одним из наиболее эффективных способов убрать следы зимы. Он позволяет быстро и легко удалить наледь с поверхности.

3. Надежность: физический способ удаления наледи может использоваться в любых условиях, даже при экстремальных погодных условиях, таких как сильные морозы или сильный ветер.

Минусы:

1. Физический труд: удаление наледи механическим способом требует от человека физического труда, что может стать проблемой для людей, страдающих от болей в спине или других заболеваний.

2. Неэффективность: в тех случаях, когда наледь слишком твердая или толстая, механический способ удаления может оказаться неэффективным.

3. Риски: работа с ледяными наледями может представлять определенные риски, включая травмы.

В статье описывается ручной механизированный инструмент для удаления наледи в стесненных условиях городских дворов. Инструмент оснащен мотором, который приводит в движение лезвия для удаления наледи и может работать как от сети, так и от аккумулятора. Также описывается конструкция устройства и приводится пример его применения.

Таким образом, при удалении наледи на тротуаре необходимо выбирать правильный метод и способ, исходя из конкретной ситуации и условий. Важно учитывать безопасность прохожих, окружающую среду и сохранность поверхности тротуара.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микирева, М. А. Фрезерное оборудование для уборки уплотненного снега и наледи с автодорог и тротуаров / М. А. Микирева, Д. И. Трошин // Семьдесят третья всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием: Сборник материалов

конференции. В 2-х частях, Ярославль, 20 апреля 2020 года. Том Часть 1. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2020. – С. 386-388.

2. Соловьев, В. В. Ручной механизированный инструмент для удаления наледи в стесненных условиях городских дворов / В. В. Соловьев, Г. А. Болдырев // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 01 февраля 2018 года / Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 290-292.

3. Кухар, И. В. Основные тенденции выбора техники и технологий для уборки снега и наледи в зимний период / И. В. Кухар, А. И. Карнаухов // Машиностроение: новые концепции и технологии: Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 23 октября 2020 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2020. – С. 107-111.

4. Пащенко, С. В. Агрегат для распределения песко-соляных смесей / С. В. Пащенко, А. А. Романович, В. В. Маматова // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2019 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 139-142.

5. Романович А. А. Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных и коммунальных машин / Романович А.А., Харламов Е.В. // -Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009г, 123с.

6. Гаспарян, А. С. Пропускная способность автомобильных дорог при проведении работ по зимнему содержанию / А. С. Гаспарян // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 3. – С. 132-135.

7. Прокопенко, В. С. Анализ технических характеристик машин для земляных работ / В. С. Прокопенко, О. В. Антонюк // Оралдың тылым жаршысы. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 011-013.

**УДК 631.6**

**Тыщицкий Н.В.**

**Научный руководитель: Мамась Н.Н., канд. биол. наук, доц.**  
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар, Россия

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ПОЛИВА ВИНОГРАДНИКОВ И САДОВ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ**

Автоматизация системы полива виноградников и садов - процесс внедрения технических решений, таких как автоматические системы контроля и управления водоснабжением и орошением, для упрощения и оптимизации процесса полива растений. Это позволяет более эффективно использовать воду, снижать затраты на энергию и уменьшать количество вредных выбросов в окружающую среду. Автоматизация системы полива также повышает точность и надежность полива, что ведет к улучшению качества урожая. [2]

Основным преимуществом автоматического полива от обычного это - экономия ресурсов. Автоматические системы контроля и управления поливом позволяют оптимизировать использование воды и энергии, что приводит к экономии ресурсов и снижению затрат.



Рис. 1 Полив виноградников автоматизированной системой

Автоматизация системы полива виноградников и садов в Краснодарском kraе может значительно улучшить эффективность использования ресурсов и качество урожая. Например, автоматизация системы полива виноградников и садов позволяет снизить вероятность

ошибок в процессе полива и обеспечить более точный и эффективный контроль за ним. Это достигается за счет использования датчиков влажности почвы, которые позволяют автоматически регулировать подачу воды в зависимости от уровня влажности в почве и потребностей растений. Также автоматическая система полива может программироваться на определенные режимы полива в зависимости от времени суток и погодных условий, что позволяет более эффективно использовать ресурсы и обеспечить более равномерное распределение влаги в почве.

Системы автоматического контроля и управления поливом могут быть оснащены датчиками влажности почвы.

Датчики влажности почвы являются важным компонентом автоматических систем полива, так как они позволяют контролировать и регулировать уровень влажности почвы в реальном времени.



Рис. 2 Полив с датчиками влажности почвы

Датчики влажности почвы также могут использоваться для мониторинга состояния почвы и предотвращения ее вымывания. Кроме того, они могут помочь снизить нагрузку на ресурсы и снизить негативное воздействие на окружающую среду, путем точного определения необходимого объема воды для полива и предотвращения избыточного использования воды. В Краснодарском крае, где водные ресурсы ограничены и необходимы для сельскохозяйственных целей, использование датчиков влажности почвы в автоматических системах

полива может быть особенно полезным для оптимизации использования водных ресурсов. [1,2]

Интеграция автоматической системы полива с другими системами контроля и управления виноградником или садом может привести к еще более оптимальному использованию ресурсов и повышению урожайности. Например, если система полива знает, сколько удобрений было добавлено в почву, она может подавать воду с определенной концентрацией удобрений, чтобы обеспечить оптимальное питание растений. Также, если система управления защитой растений знает, какие препараты были использованы и когда, то система полива может регулировать свой режим работы, чтобы избежать нежелательных взаимодействий между химическими препаратами и водой для полива.

Существуют отличия в поливе виноградников и садов. Виноградники и сады имеют разные требования к количеству воды и частоте полива. [3]

Виноградники обычно поливаются реже, но более обильно, так как виноградные лозы имеют более глубокую корневую систему, способную извлекать воду из глубоких слоев почвы. При этом, при поливе виноградников необходимо избегать перенасыщения почвы водой, так как это может привести к развитию грибковых заболеваний и снижению качества урожая.

Кроме того, частота полива виноградников может меняться в зависимости от фазы роста и развития виноградных лоз. Например, в начале вегетационного периода (весна) полив может проводиться реже, а ближе к времени созревания ягод (лето) - чаще, чтобы обеспечить достаточное количество воды для поддержания роста и качества урожая. В садах, напротив, частота полива может быть более регулярной, так как корневая система деревьев обычно находится ближе к поверхности почвы. Однако, и здесь может быть важно учитывать факторы, такие как тип почвы, растительные культуры и погодные условия, для оптимального использования водных ресурсов и повышения эффективности полива. [1,3]

Сады, напротив, обычно требуют более частого, но меньшего по объему полива, так как корневая система фруктовых деревьев расположена более поверхностно.

Частота полива и объем воды для садов зависят от многих факторов, таких как тип почвы, возраст растений, климатические условия и т.д. Однако, в целом, рекомендуется поливать сады в период сухой погоды, частота которого может колебаться от одного до нескольких раз в неделю, в зависимости от интенсивности испарения и потребностей растений в воде. Объем воды для полива также может

варьироваться в зависимости от размера деревьев и плотности посадки, но обычно рекомендуется использовать от 10 до 20 литров воды на дерево за один полив.

Таким образом, автоматизация системы полива виноградников и садов в Краснодарском крае может действительно принести множество преимуществ, о которых вы упомянули. Важно отметить, что такие системы могут быть адаптированы под конкретные условия и требования каждого виноградника или садового участка, что позволяет достичь максимальной эффективности и экономии ресурсов. Кроме того, такие системы могут быть легко масштабируемыми и модернизируемыми.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кесафоти, Х. Е. Ландшафты реки Кубань / Х. Е. Кесафоти, Т. В. Семенова, Н. Н. Мамась // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 110-114.
2. Шабатура, В. Р. Использование реки Кубань в различных отраслях народного хозяйства / В. Р. Шабатура, М. А. Скидан, Н. Н. Мамась // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2022 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 728-732.
3. Мамась, Н. Н. Использование активных илов и органических бытовых отходов в качестве нового органического удобрения / Н. Н. Мамась, Р. В. Кравченко, Д. Б. Габараев // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий, Краснодар, 29–31 марта 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 65-68.

**УДК**

**Ушакова Т.Е.**

**Научный руководитель: Назаревич С.А., канд. техн. наук, доц.**  
**Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического  
приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

В настоящее время, стремление каждой компании к увеличению производительности своих процессов и снижению затрат на производство приводит к повышению уровня автоматизации и оптимизации технологических процессов, данный метод обуславливается необходимостью компании оставаться конкурентоспособными на рынке, иными словами, является условием выживания. Огромное количество современных технологий, технических средств, роботов, коботов и инноваций охватывают все большее пространство на рынке, так как грамотное использование таких ресурсов приводит к ускорению и улучшению качества производственных процессов, а в дальнейшем и продукции.

Для повышения скорости производства продукции без потери качества внедряются наиболее важные элементы автоматизации и оптимизации такие, как машинное зрение и искусственный интеллект. Данные инструменты способствуют улучшению показателей эффективности и результативности технологических процессов, автоматизируют контроль за качеством продукции. Возможности машинного зрения позволяют детектировать мелкие дефекты продукции, а следовательно, и повышают качество производимой продукции, снижают риск производства некачественной продукции. Внедрение на предприятии искусственного интеллекта позволяет проводить анализ большого объема данных, следить за состоянием оборудования, а также дает дополнительные выгоды в прогнозировании потребностей производства и так далее.

Пример применения машинного зрения в процессе дефектоскопии (рис. 1), где принцип инструмента можно расписать поэтапно, как: фиксация камерой показателей изделия; передача данных на компьютер; сортировка на качественные и дефективные изделия роботом-сортировщиком, согласно программе, заданной специалистом.

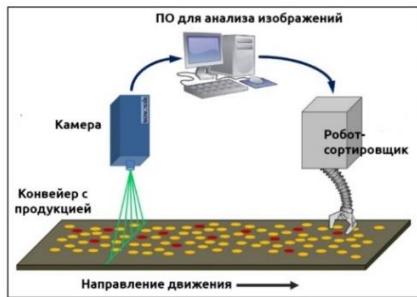


Рис. 1 Процесс дефектоскопии с использованием машинного зрения

Применение искусственного интеллекта стало общепринятым не только в производственной среде, но и в повседневной жизни. Под искусственным интеллектом понимается способность компьютера обучаться, принимать решения и выполнять действия, свойственные человеческому интеллекту. Это различные роботы, бытовые приборы, автомобили и многое другое. Способность машин принимать то или иное решение зависит от программы, которую прописывают в зависимости от требований к функционалу девайса. Процесс обучения нейросети состоит из этапов: создание определенной базы данных; выбор примера, на котором будет построено дальнейшее принятие решений машиной; распространение сигнала нейросети; ожидание ответа сети об оценке ошибки (рис. 2).



Рис. 2 Процесс обучения нейросети

Не менее важным, а равноценным аспектом при оптимизации и автоматизации процессов является использование современных информационных технологий, информационных систем. Данные системы автоматизируют не отдельные части производства, а непосредственное управление производственными процессами, включая координацию работы различных подразделений организаций, своевременное предоставление информации для принятия управленческих решений. Не менее необходимым данный инструмент

служит для выявления проблем при производстве, устранения и последующей оптимизации работы всей компании в целом.

Одним из самых распространенных примеров использования информационных технологий, как инструмента управлением производственными процессами и отделами предприятия служат различные ERP-системы. Подобные системы могут содержать управление отдельными сферами предприятиями и делиться на: производственное планирование; кадры; управление финансами; учет основных средств; управление ресурсами. Однако, ERP-системы имеют возможность полноценного отображения всех отделов и процессов предприятия (рис. 3).



Рис. 3 Сфера, управляемые с помощью ERP-систем при управлении производством

Следующей важной технологией является использование роботизированных систем и автоматизированных устройств. Эти устройства позволяют в значительной мере увеличить производительность и качество продукции. Такие системы также позволяют снизить количество рутинной работы, что способствует повышению мотивации сотрудников. С помощью данных систем сложные технологические процессы могут выполняться и контролироваться с помощью одного человека. Пример использования мехатронных систем на производстве автомобилей (рис. 4).



Рис. 4 Использование мехатронных систем при создании автомобилей

И, наконец, необходимо упомянуть и о внедрении технологии интернета вещей. Эта технология позволяет следить за работой оборудования, выполнять диагностику и внутреннюю отладку даже до появления фактической неисправности. Это значительно снижает количество простоя оборудования и упрощает его эксплуатацию и ремонт. В настоящее время Интернет вещей наиболее распространен в бытовой и производственной сферах. Пример использования Интернета вещей в настоящее время (рис. 5)



Рис. 5 Использование интернета вещей в разных системах

Таким образом, автоматизация и оптимизация технологических процессов и производств на базе современных технологий, методов и технических средств является ключевым фактором, определяющим конкурентное превосходство предприятия и его способность поддерживать непрерывность производства изделий в критические моменты, создаваемые внешними факторами. Использование инструментов внедрения автоматизации на промышленных предприятиях способствует увеличению показателей эффективности и результативности технологических процессов, а также снижению затрат на ведение производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбатов Александр Вячеславович, Кожин Павел Борисович Комплексная автоматизация промышленных предприятий в России. Оптимизация систем комплексной автоматизации промышленных предприятий на производственном уровне // ГИАБ. 2007. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-avtomatizatsiya-promyshlennyyh-predpriyatiy-v-rossii-optimizatsiya-sistem-kompleksnoy-avtomatizatsii-promyshlennyyh> (дата обращения: 15.05.2023).

2. Цветаев Сергей Сергеевич, Логачев Константин Иванович Актуальные проблемы автоматизации промышленных предприятий // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktsialnye-problemy-avtomatizatsii-promyshlennyyh-predpriyatiy> (дата обращения: 15.05.2023).
3. Васячева В.А., Цибарева М.Е. Автоматизация процесса управления промышленными предприятиями // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-protsessu-upravleniya-promyshlennymi-predpriyatiyami> (дата обращения: 15.05.2023).

**УДК 007.51**

**Федоров М.А.**

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

## **МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ПОДАЧИ ЗАГОТОВОВОК В ЗИГОВОЧНУЮ МАШИНУ**

Автоматизация, в любой отрасли, подразумевает более качественный процесс выполнения всех этапов, именно поэтому, она является самой распространенной задачей в совершенствовании любого производства [1]. В данной работе, рассматривается решение задачи модернизации зиговочного станка, который участвует в одном из ключевых этапов производства медицинского и лабораторного оборудования для водоочистки, а именно дистилляторов. На данный момент, работник вынужден вручную зажимать и фиксировать заготовку в станке, каждый раз отслеживая точность ее фиксации, что негативно влияет на скорость и качество обработки детали. Именно поэтому, актуальность усовершенствования зиговочного станка стоит рассматривать с точки зрения востребованности производства именно этих аппаратов. Макет мехатронной системы подачи заготовок, разрабатываемый как уменьшенная копия, уже внедренного на производство, должен полностью удовлетворять показателям качества, предъявляемым к готовой продукции и обеспечить рост производительности завода.

На первом этапе разработки системы составлена принципиальная схема [2, 3] с учетом всего функционала прежнего оборудования. В качестве исполнительных устройств использованы два серводвигателя

Delta, осуществляющие перемещения заготовки по горизонтальной и вертикальной осям, и пневмоцилиндр, для окончательной фиксации между валами, с целью дальнейшей зиговки. Управление моторами осуществляется сервоусилителями (рис. 3) той же фирмы, а питание их силовой и логической части реализовано через контактор и автоматические выключатели. Так как управление всей системой реализовано с ПЛК (рис. 2), входы которого реализованы как PNP (общий минус), а выходы NPN и необходимо логически связать внешние подключения с контроллером, в электрической схеме используются ряд двухпроходных реле (рис. 1). Крайние положения подвижных блоков установки отслеживаются при помощи концевых выключателей, в качестве которых, используются 4 индуктивных датчика постоянного тока, по каждой из осей движения.

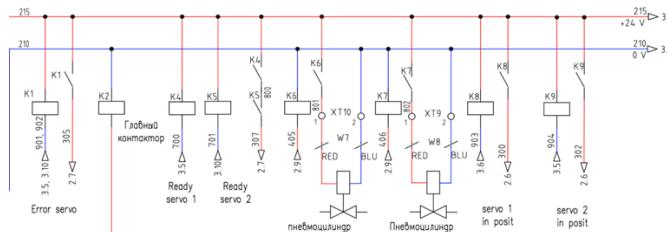


Рис. 1 Реализация релейных контактов

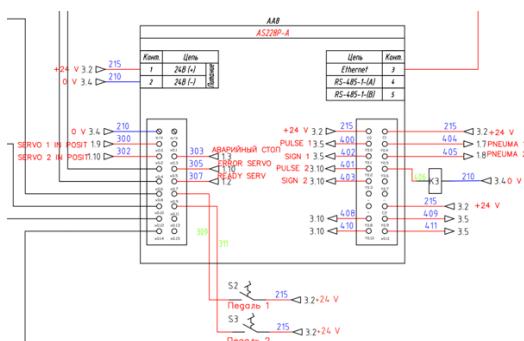


Рис. 2 Входные и выходные сигналы ПЛК

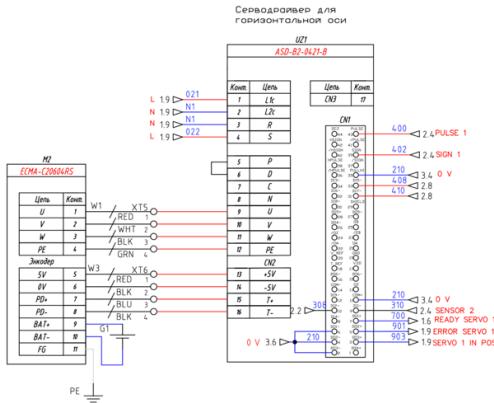


Рис. 3 Подключение сервоусилителя UZ1

После разработки всей принципиальной схемы происходит сборка шкафа автоматического управления системой подачи заготовок (рис. 4).



Рис. 4 Подключение оборудования

Для реализации механической части системы, актуальным становится вопрос фиксации заготовки, которая должна быть достаточно точной и жесткой. Подобные требования предъявляются к фиксации заготовок в токарных станка, где используются кулачковые патроны и, как частный случай при определенной форме детали,

самоцентрирующийся патрон Лонгвортса (рис. 5), применить который и было решено.



Рис. 5 Самоцентрирующийся патрон Лонгвортса

Конструктивно различают 3 типа патрона Лонгвортса:

1. Тип А – это патрон с обратной фиксацией, который используется для обеспечения высочайшей точности в вертикальном и горизонтальном направлениях. Наиболее подходящий для фиксации детали с очень низким профилем грани, а также обладает высоким радиусом точности. Также подходит для работы с деталями нестандартной формы и уязвимых к кручению.

2. Тип В – это патрон с радиальной фиксацией, подходит для обработки деталей с большой длиной и радиусом или при работе в условиях высоких радиальных нагрузок. Он обладает высокой устойчивостью к боковым нагрузкам и способен фиксировать заготовки с большим диаметром на круговой грани. Кроме того, он позволяет быстро менять инструментальные головки.

3. Тип С – это патрон с обобщенной фиксацией, который может использоваться для широкого спектра задач в зависимости от конкретной ситуации. Он имеет большую гибкость и может работать с различными типами деталей, как с маленькими, так и с большими. Кроме того, он может использоваться для быстрой смены инструментальных головок.

В рамках проекта был выбран тип В, поскольку необходимо работать с заготовками большого радиуса и достигать высокой точности фиксации при большой длине, а также разработан электрический шкаф для управления мехатронной системой подачи заготовок в зиговочный станок.

Следующим этапом разработана 3D модель лабораторного макета вместе с положением исполнительных устройств (рис. 6).

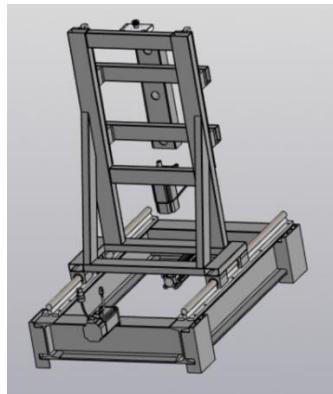


Рис. 6 Трехмерная модель лабораторного стенда

На основе 3D макета изготовлен каркас, собран и подключен весь необходимый функционал (рис. 7).



Рис. 7 Внешний вид изготовленной лабораторной установки

Подводя итог, разработан макет системы, включающий в себя, принципиальную схему, по которой собран электрический шкаф для управления системой. А также, изготовлена и смонтирована механическая система для дальнейшего создания и отладки программы управления.

*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. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 122с.
2. Путеводитель по основам AutoCAD Electrical [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-electrical/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/RUS/AutoCAD-Electrical/files/> (дата обращения 02.03.23).
3. Функционал AutoCAD Electrical [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pointcad.ru/product/autocad-electrical/funktzional-autocad-electrical> (дата обращения 06.03.23).
4. Бушуев Д.А.: Лабораторный практикум по курсу: «Системы автоматизированного проектирования». – Белгород: Изд-во БГТУ 2020. – 25 с.

**УДК 655.20**

**Фетищев М.А., Ворончихин П.А., Лонгортов Н.П., Агеев В.А., Драницников А.О.**  
**Научный руководитель: Бузикова О.М., канд. техн. наук, доц.**  
**Вятский государственный университет, г. Киров, Россия**

## **ОХРАНА ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКА ПОСТПЕЧАТИ**

В процессе трудовой деятельности на работника, трудящегося в полиграфической отрасли, оказываются различные факторы производственной среды и трудового процесса, которые могут негативно сказаться на здоровье работника. В данной работе мы рассматриваем участок постпечатной подготовки продукции. [3, с 4]

Рабочее место постпечатника включает в себя:

- 1) Ручной резак для бумаги KW-triO 13916 / 3916
- 2) Ручной резак для бумаги Grafalex 430A
- 3) Режущий плоттер Roland Stika SV-8

- 4) Широкоформатный принтер для цветной печати Epson SureColor SC-F9400
- 5) Термопресс плоский HP3804
- 6) Термопресс сублимационный для кружек Freesub MP-12
- 7) 3D Вакуумный термопресс модель ST-3042
- 8) Лазерный станок с ЧПУ Zareff Ruida
- 9) Принтер для УФ печати Roland VersaUV LEF-12
- 10) Пресс позолотный Vektor TC-800
- 11) Автоматическая биговальная машина Sabtec CR-370

Работник постпечати дорабатывает допечатную продукцию с помощью устройств перечисленных выше. Именно после процесса постпечати товар приобретает тот вид и форму, который хотел заказчик. [1, с. 3]

Для дальнейшего разбора факторов вредного производства на рабочем месте нам нужно для начала разобрать, что такое в целом охрана труда и зачем она нужна в полиграфической области. [2, с. 2]

Система охраны труда – комплекс мер по обеспечению безопасности труда, где воздействие вредных факторов на организм человека должно быть максимально снижено. Всё это регулируется разделом 10 «Охрана труда» Трудового кодекса РФ, а также отраслевыми нормативными документами и локальными нормативными актами, к примеру Правилами по охране труда для полиграфических организаций ПОТ РО 001-002, утвержденными приказом МПТР РФ от 04.12.2002 №237. [1, с. 3]

Трудовое законодательство России предписывает, что обязанность по охране труда на предприятии возложена на руководителя данного предприятия. Руководитель обязан своевременно проводить инструктажи по технике безопасности и также проверять знания работников в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90. Разработать и ввести инструкции по охране труда. Создание службы по охране труда. Планирование и содержание производственных помещений в соответствии с действующими санитарными нормами и правилами.

Рабочие места полиграфического предприятия должны соответствовать ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.033-78, ГОСТ 12.2.049-80 и ГОСТ 12.2.061-81.

Разобрав рабочее место работника постпечати, а также основы охраны труда мы можем приступить к рассмотрению опасных производственных факторов на полиграфическом предприятии

Опасные производственные факторы:

1. Шум. Автоматический биговщик, принтеры, а также лазерный станок довольно шумные устройства. Как показывают исследования

сильный шум при длительном воздействии вызывает у работников снижение быстроты восприятия цвета, остроты зрения, нарушает восприятие визуальной информации, уменьшает производительность труда на 5-12%. Обычно норма шума на рабочем месте не должна быть более 50 дБ. [2, с. 2]

2. Температура. Термопресссы в ходе своей работы нагревают свою рабочую часть до 200 градусов по Цельсию. Излишнее тепло уходит в помещение. Если работает сразу несколько термопрессов, то температурный режим в помещении сбивается, нарушаются микроклимат производственного помещения. Также сама продукция после термообработки очень горячая и работник рискует получить ожоги, если неаккуратно возьмёт изделие, или дотронется до рабочей части нагревательных приборов. [2, с. 2]

3. Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок под УФ печать, бумажных рулонах и оборудовании. [2, с. 2]

4. Освещённость. Правильно организованное освещение улучшает качество выпускаемой продукции и увеличивает производительность труда. [2, с. 2]

5. Отсутствие у ручных резаков для бумаги устройств для блокировки лезвия. Рабочий может травмировать себе руки при неправильном или неаккуратном обращении с резаками

6. Электрический ток. Любая электроустановка и прибор, оказавшись под напряжением, в результате пробоя изоляции, не подают сигналов, которые бы предупредили человека об опасности. Реакция на ток происходит лишь в тот момент, когда он проходит через тело человека.

Это самые распространённые факторы на рабочем месте работника постпечати.

Для снижения рисков получения травм и подрыва здоровья работников требуется принять следующие меры для минимизации вредных производственных факторов:

1. Для снижения рабочего шума рекомендуется или расположить принтеры в разных производственных помещениях, либо обеспечить работников постпечати берушами, если общий шумовой фон помещения превышает 50 дБ. Также рекомендуется обновить широкоформатные принтеры на более новые модели с улучшенным шумоподавлением.

2. Обеспечить рабочее место у термопрессов вентиляцией, либо вытяжкой, для поддержания постоянной температуры в помещении. Температура в помещении должна не опускаться ниже 20-23 градусов в холодный и переходные сезоны года, а в тёплый сезон быть 22-25

градусов по Цельсию. Также следует закупить термоперчатки для работников, чтобы они могли работать с изделиями после термообработки без угрозы получить ожоги.

3. Для решения проблем с получением травм от острых кромок и т.п., рекомендуется оснастить работников простыми перчатками.

4. Следует рассчитать общее равномерное освещение по методу светового потока. Не создавать на рабочей поверхности резких, глубоких теней. Освещённость во времени должна быть постоянной, а глубина пульсации освещённости не должна превышать 50 гЦ.

5. Рекомендуется обновить ассортимент резаков для бумаги на автоматические, который имеют устройства блокировки и менее травмоопасны, чем ручные. К примеру, можно заменить ручной резак для бумаги Grafalex 430A на резак гильотинный Bulros 450VSplus.

6. Необходимо для снижения угрозы ударов электрическим током оснастить электроприборы двойной изоляцией, а также проверить соблюдение организацией «Правил установки электроприборов». Напряжение питания в рабочем помещении постпечати не должно превышать 42В.

7. Соблюдение данных мер должно привести к снижению травмоопасности предприятия, а также обновление некоторых из рабочих машин и соблюдение охраны труда приведут к увеличению работоспособности предприятия.

Мы рассмотрели правила охраны труда на полиграфических предприятиях, опасные производственные факторы в отделе постпечати, а также разработали ряд решений для снижения опасности труда работников постпечати. Данные действия должны привести к увеличению привлекательности работы в постпечати и экономическому преуспеванию полиграфического предприятия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдеев В. В. Охрана труда в полиграфической отрасли // Бухгалтерский учет в издательстве и полиграфии. 2010. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ohrana-truda-v-poligraficheskoy-otrasli> (дата обращения: 18.11.2022).

2. Чеусова О.В. Охрана труда и профсоюзы // Вестник сельского развития и социальной политики. 2017. №2 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ohrana-truda-i-profsoyuzy> (дата обращения: 18.11.2022).

3. Ковалев Владимир Анатольевич, Павлов Архип Федорович, Кондаков Андрей Васильевич И организация, и охрана труда // Вестник

Научного центра. 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/i-organizatsiya-i-ohrana-truda> (дата обращения: 19.11.2022).

**УДК 621.3.077**

**Хайретдинова М.Н., Старостина Я.К.**

**Научный руководитель: Гаврилова С.В., канд. техн. наук, доц.**

**Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск, Россия**

## **УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СЛИПОВОГО КОМПЛЕКСА ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕДУКЦИЕЙ**

При проектировании взаимосвязанных систем электропривода слипа в ряде случаев, например при возникновении внештатной ситуации (перекос судна во время движения), возникает необходимость вводить регулируемый коэффициент редукции для одного или нескольких согласованных электроприводов. При этом необходимо сохранение принципа согласованности: изменение скорости на одном электроприводе должно быть отражено вторым с учетом установленного коэффициента редукции. В этом случае система будет работать как вариатор, но без механического соединения ведомой и ведущей осей [5, 6].

В качестве исполнительных двигателей в исследовании использовались двухскоростные асинхронные двигатели, на основе которых созданы различные системы регулирования скорости. Приведенная схема позволяет простыми способами обеспечить регулирование скорости рассматриваемого асинхронного двигателя, дает возможность повысить его энергоэффективность и улучшить коэффициент мощности.

На рис. 1 представлена структурная схема электропривода с электрической редукцией. Входными сигналами в системе являются:

- $\omega_{\text{зад}}$  – сигнал задания скорости;
- $K_{\text{ред}}$  – сигнал задания редукции;
- $M_1$  и  $M_2$  – моменты нагрузки на первый и второй двигатель, соответственно;

Выходные сигналы представляют собой:

- $\omega_1$  и  $\omega_2$  – скорости вращения первого и второго двигателя, соответственно;
- $\omega'_2$  – сигнал по скорости модели второго двигателя.

Звено  $W_1(p)$  представляет собой электрическую часть ЭП,  $W_2(p)$  – механическую часть ЭП,  $W_3(p)$  – корректирующее звено.

Нижняя ветвь на структурной схеме (рис.1) характеризует электронную модель электроприводов первой и второй оси (при этом делается допущение, что их характеристики идентичны) [5, 6].

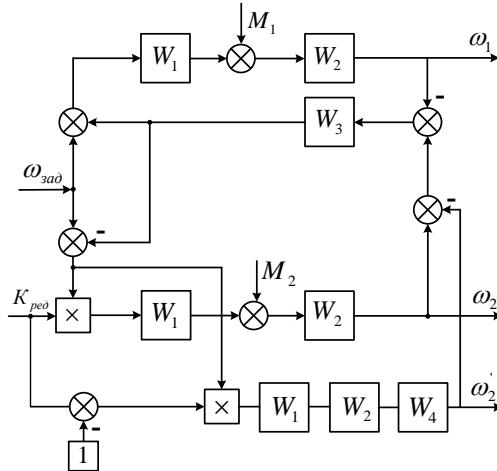


Рис. 1 Структурная схема электропривода с электрической редукцией

Система уравнений для передаточных функций от задающего сигнала имеет вид:

$$\begin{cases} \omega_1 = W_1(p) \cdot W_2(p)[\omega_{\text{зад}} - W_3(p)\Delta\omega] \\ \omega_2 = K_{\text{пед}} W_1(p) \cdot W_2(p)[\omega_{\text{зад}} - W_3(p)\Delta\omega] \\ \omega'_2 = (K_{\text{пед}} - 1)W_1(p) \cdot W_2(p)W_4(p)[\omega_{\text{зад}} - W_3(p)\Delta\omega] \\ \Delta\omega = \omega_2 - \omega'_2 - \omega_1 \end{cases} \quad (1)$$

Подстановка первых трех уравнений системы в четвертое дает  $\Delta\omega=0$  при условии, что  $W_4(p) = 1$ .

Передаточные функции системы от задающего сигнала  $\omega_{\text{зад}}$  имеют вид:

$$\omega_1 = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot \omega_{\text{зад}} \quad (2)$$

$$\omega_2 = K_{\text{пед}} W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot \omega_{\text{зад}} \quad (3)$$

$$\omega'_2 = (K_{\text{пед}} - 1)W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_4(p) \cdot \omega_{\text{зад}} \quad (4)$$

Система уравнений для передаточных функций от возмущающего воздействия  $M_1$  имеет вид [2, 3]:

$$\begin{cases} \omega_1 = [W_1 + \Delta\omega \cdot W_3(p) \cdot W_1(p)] \cdot W_2(p) \\ \omega_2 = -\Delta\omega \cdot W_3 \cdot K_{\text{пед}} \cdot W_1(p) \cdot W_2(p) \\ \omega'_2 = \Delta\omega \cdot W_3(p) \cdot (K_{\text{пед}} - 1) W_1(p) \cdot W_2(p) W_4(p) \end{cases} \quad (5)$$

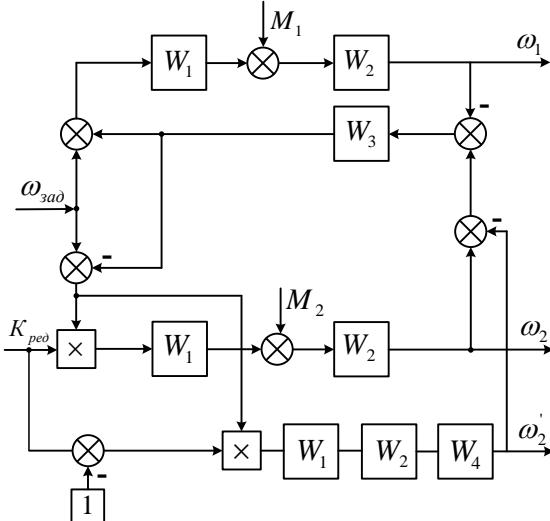


Рис. 2. Структурная схема электропривода с электрической редукцией

Формирование сигналов  $\omega_1$  и  $\omega_2$  происходит с помощью реальных электромеханических звеньев. Сигнал  $\omega'_2$  формируется с помощью электронной модели. Во время работы в реальных звеньях или модели могут произойти изменения. Это приведет к изменению работы электроприводов. Для оценки этого изменения введем звено  $W_4$  в цепь модели, характеризующее возможные изменения:

$$W_4 = K_4 \frac{T_{41}p+1}{T_{42}p+1} \quad (6)$$

Для оценки системы электроприводов относительно рассматриваемых изменений параметров и выбора пути повышения "грубости" системы были использованы функции чувствительности [1].

Функции чувствительности  $S_{W_i}^W$  передаточной функции  $W(p)$  к звену  $W_i(p)$  определяются выражением:

$$S_{W_i}^W = \frac{dW(p)}{dW_i(p)} \cdot \frac{W_i(p)}{W(p)} \quad (7)$$

На основании формулы (6) получаем выражения [2, 3]:

$$S_{W_1}^{W_M} = \frac{-W_1(p)W_2(p)W_4(p)}{[1+2W_1(p)W_2(p)W_3(p)][1+W_1(p)W_2(p)W_3(p)]} \quad (8)$$

$$S_{W_2}^{W_M} = \frac{1+2W_1(p)W_2(p)W_3(p)[1+W_1(p)W_2(p)W_3(p)]}{[1+2W_1(p)W_2(p)W_3(p)][1+W_1(p)W_2(p)W_3(p)]} \quad (9)$$

$$S_{W_i}^{W_M} = C_M \int_{W_1}^{W_M} \quad (10)$$

$$S_{W_1}^{W_{\text{пед}}} = \frac{1}{1+2W_1(p)W_2(p)W_3(p)} \quad (11)$$

$$S_{W_2}^{W_{\text{пед}}} = \frac{2[1+W_1(p)W_2(p)W_3(p)]}{1+2W_1(p)W_2(p)W_3(p)} \quad (12)$$

$$S_{W_3}^{W_{\text{пед}}} = C_M S_{W_1}^{W_{\text{пед}}} \quad (13)$$

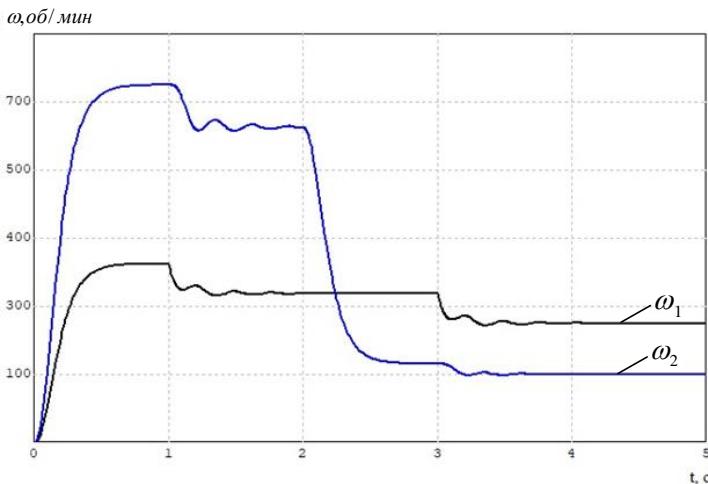


Рис. 3 Переходные процессы скоростей вращения первого и второго двигателей  $\omega_1$  и  $\omega_2$  при действии момента нагрузки  $M_1$

Структура, приведенная на рис.2, была промоделирована в пакете МВТУ. На рис.3. приведены графики переходных процессов пуска ( $t=0$ ), изменения коэффициента редукции на втором электроприводе ( $t=2c$ ), действия момента  $M_1$  ( $t_1=1c$ ;  $t_2=3c$ ) [2, 3].

Анализ полученных графиков показывает, что при пуске переходные процессы  $\omega_1$  и  $\omega_2$  протекают идентично. Изменение коэффициента редукции на втором электроприводе в момент времени  $t=2c$  не отражается на первом ЭП. Действие момента нагрузки на первый ЭП  $M_1$  отражается и вторым электроприводом с учетом установленного коэффициента редукции.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы: предложенная схема позволяет реализовать режим согласования скоростей вращения двигателей, а также дает возможность реализовать режим управляемой электронной редукции

второго электропривода; предложенная схема согласованного управления дает "отражение" момента нагрузки на ненагруженном электроприводе с учетом установленного коэффициента редукции; анализ функций чувствительности даёт пути её снижения [2, 3].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб.: из-во «Профессия», 2003. – 752 с.
2. Доманов В.И., Доманов А.В., Гаврилова С.В. Устройство согласованного вращения асинхронных двигателей // Патент РФ № 2596216.
3. Доманов В.И., Доманов А.В., Халиуллов Д.С. Автономная генераторная установка на базе асинхронной машины с короткозамкнутым ротором // Патент РФ № 2629552.
4. Кузнецов, П.К. Методы построения и исследования динамики цифровых систем идентификации движения яркостных полей в реальном времени: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.13.14. – М., 1995. – 35 с.
5. Таарарыкин С.В., Иванков В.А., Тютиков В.В., Красильникъянц Е.В. Способ управления взаимосвязанными электроприводами (варианты) // Патент РФ № 2316886. 27.04.2006.
6. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

**УДК 62-533.65**

**Хижняк И.А.<sup>1</sup>, Гольцова М.Ю.<sup>2</sup>**

**Научный руководитель: Кижук А.С., канд. техн. наук, доц.**

<sup>1</sup>*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

<sup>2</sup>*Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия*

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ РЕЖИМАМИ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ**

Высокотемпературный нагрев является неотъемлемой и важной составляющей многих производств, при этом основной контролируемой величиной является температура. Разрабатываемые в

настоящее время электрические печи сопротивления оснащаются системами автоматического регулирования, осуществляющими поддержание температуры печи (или нагреваемого в ней изделия) на заданном уровне или ее программное регулирование, т.е. изменение по заранее заданному графику. Регулирование температуры в электрических печах сопротивления осуществляется путем изменения мощности, вводимой в печь из питающей сети [1]. Наиболее высокой точности при регулировании температуры позволяют достичь непрерывные или близкие к ним методы плавного изменения вводимой мощности, что позволяет осуществить высокочастотные преобразователи с широтноимпульсной модуляцией, применённые в разработке [2].

Использование микроконтроллерных средств автоматизации обеспечивает стабильность работы силовых ключей, подводящих электрическую энергию к нагревательной установке в кратковременном импульсном режиме, улучшая коэффициент мощности и электромагнитную совместимость нагревательной установки [3-5].

Система регулирования, состоящая из таких элементов автоматики как программируемый логический контроллер (ПЛК), датчик температуры, нормирующий преобразователь и разработанная авторами платы управления, может быть сведена в один блок, называемый «чёрным ящиком» [6]. Для объяснения принципа работы достаточно выделить входной сигнал, поступающий на «чёрный ящик» и выходную величину – управляющее воздействие. Температура является ключевым параметром регулирования, и она же принимается за входное воздействие. Выходной сигнал, в свою очередь, представляет рассчитанное время открытия силовых ключей. Изменением времени их открытия и пропусканием заданного тока, добиваются регулирования мощности, подводимой к нагревательной установке. При росте или спаде температуры и приближении ее к заданному значению, величина выходного воздействия соответственно уменьшается или увеличивается, не допуская перерегулирования.

Функциональная схема системы управления нагревателем высокой мощности приведена на рис. 1.



Рис. 1 Функциональная схема системы управления нагревателем высокой мощности: Р – регулятор; ЗЭ – задающий элемент; СЭ – сравнивающий элемент; ИУ – исполнительное устройство; ИМ – исполнительный механизм; РО – регулирующий орган; ОУ – объект управления; Д – датчик; КЭ – корректирующий элемент

На ПЛК возлагается роль как сравнивающего, так и задающего элемента – это значит, что он обрабатывает по обратной связи значение температуры с датчика, производит необходимые вычисление по запрограммированному ранее закону и записывает необходимые данные в регистры, которые будут прочитаны микроконтроллером (МК), инициирующим отправку сообщений по связанному с ПЛК промышленному протоколу Modbus RTU [7]. Далее микроконтроллер открывает силовые ключи на рассчитанное время, чем регулирует подаваемую мощность (рис. 2). Оператор перед началом работы печи задаёт необходимые параметры, такие как температура, время нагрева, выдержки и остыивания, начала/остановки работы через панель ввода ПЛК.

Нормирующий преобразователь формирует приходящий токовый сигнал с датчика температуры (термопара) и позволяет ПЛК считывать значение для корректной обработки, получаемого в ходе работы печи, значения температуры.

В разработке предполагается использовать биполярные транзисторные силовые ключи с изолированным затвором (IGBT), стablyно работающие в частотном диапазоне до 20 кГц. В качестве нагревательного элемента используется никромовая спираль.

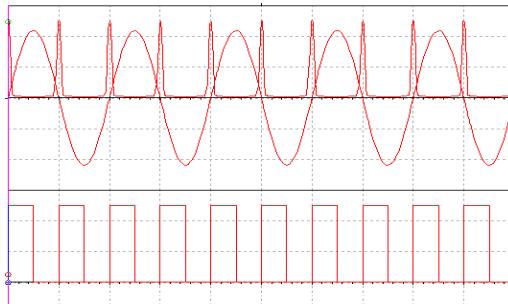


Рис. 2 Формирование управляемых импульсов с коэффициентом заполнения 50% при переходе сетевой синусоиды через нуль

Рассмотрим функции платы управления (рис. 3). Плата управления позволяет реализовать:

- получение стабильного напряжения питания МК;
- схему детектирования «нуля» (zero-crossing detector);
- преобразователь интерфейсов.

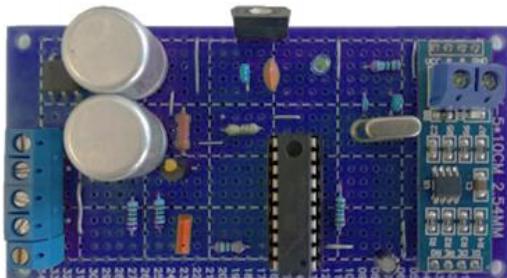


Рис. 3 Собранный рабочий прототип платы управления на макетной плате

Плата управления поддерживает следующий программно реализуемый функционал:

- обработка синхронизирующих импульсов при переходе синусоиды напряжения питания через нуль;
- формирование сообщений для общения с устройствами в сети по протоколу Modbus RTU;
- регулирование подаваемой мощности, переключение транзисторных пар.

По сигналу синхроимпульса обработчик прерываний МК распознаёт начало полуволны синусоиды сети и определяет, в какой момент времени необходимо пропускать ток через нагреватели (рис. 4).

Формируемый сигнал управления и представляет собой ШИМ сигнал в сочетании с фазоимпульсным сигналом zero-crossing (рис. 2), что приводит к точному регулированию температуры посредством подводимой мощности [8].

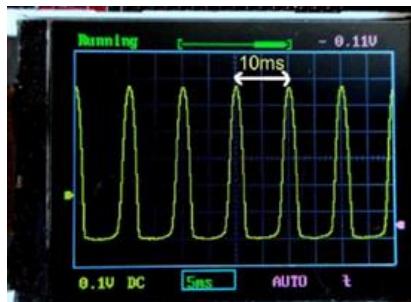


Рис. 4 Изображение на осциллографе синхронизирующего импульса

Современные устройства автоматики, обмениваясь посредством определенных протоколов, связаны интерфейсами, не реализованными на МК, что делает невозможным обмен между ПЛК и МК при их прямом подключении. При использовании преобразователя интерфейсов UART to RS-485, необходимо программно формировать и обрабатывать фреймы в виде пакетов запросов/ответов (рис. 5).

```
/* Функция отправки пакета данных */
void USART_Transmit( unsigned char data )
{
    while ( !(UCSRA & (1<<UDRE)) );
    UDR = data;
}

/* Обработка прерывания приёма пакета данных */

ISR(USART_RXC_vect)
{
    recbuf[count_rec_byte] = UDR;
    count_rec_byte++;
    if (count_rec_byte == 7)
    {
        value_PID = recbuf[4];
        count_rec_byte = 0;
        time_open_key = 39 * value_PID;
    }
}
```

Рис. 5 Фрагмент кода программы, реализующий приём/передачу по протоколу Modbus RTU на МК

Дальнейшее совершенствование микропроцессорной системы управления температурными режимами возможно за счет ввода дополнительных контуров регулирования.

*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. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи. Часть 1. Изд. 2. Электрические печи сопротивления. М.: Энергия, 1975. - 382 с.
2. Арендарчук А.В., Катель Н.М., Липов В.Я. и др. Общепромышленные печи непрерывного действия. М.: Энергия, 1977. - 247 с.
3. Кижук А.С., Гольцов Ю.А., Энергоэффективное широтно-импульсное управление нагревательной установкой. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ (XXIII научные чтения), 2019.
4. Гольцов Ю. А., Кижук А. С., Рубанов В. Г. Нелинейные явления в широтно-импульсной системе управления теплотехническим объектом. Белгород: Вестник БГТУ. 2017. №9 С.188-192
5. Пат. 2612311 Российская Федерация, МПК G05D 23/22. Устройство регулирования температуры электронагрева / Гольцов Ю.А., Жусубалиев Ж.Т., Кижук А.С., Коленченко В.В., Рубанов В.Г.; патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «БГТУ им.В.Г.Шухова». - № 2016113209; заявл. 06.04.2016; опубл. 06.03.2017, Бюл. № 7.
6. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 242с.
7. Просто о Modbus RTU с подробным описанием и примерами [Электронный ресурс]. URL: <https://ipc2u.ru/articles/prostoye-resheniya/modbus-rtu/> (дата обращения: 1.05.2023).
8. Power-line communication. Часть 3 - Основные блоки устройства / Хабр [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/directum/articles/558982/> (дата обращения: 1.05.2023).

Черемисин К.В.

Научный руководитель: Добрецов Р.Ю., д-р техн. наук, доц.  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург, Россия

## ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для сокращения затрат предприятий целесообразно применять автоматизацию вспомогательных производственных процессов, таких как внутризаводская транспортировка [1]. В настоящее время для автоматизации логистических процессов все чаще используются автоматические транспортные средства (AGV – Automatic Guided Vehicle). Одним из основных способов навигации AGV является магнитная лента, закрепляемая на опорной поверхности. Такой способ навигации допускает создание сложных маршрутов, содержащих развязки, остановки и повороты [2].

Для построения рационального маршрута и алгоритма работы AGV, требуется иметь данные о местоположении AGV в определенный момент времени. Возможно получение этих данных по алгоритму, представленному далее.

1. На масштабном плане помещения, в котором планируется внедрение AGV, наносится эскиз предполагаемой траектории движения транспортного средства.

2. План с нанесенной на него траекторией разбивается на равные квадраты. Размер квадрата выбирается исходя из габаритных размеров AGV, протяженности маршрута и требуемой точности. Квадратам, по которым проходит траектория движения, присваивается номер. Пример плана с траекторией движения двух AGV, включающей развязку приведен на рис. 1.

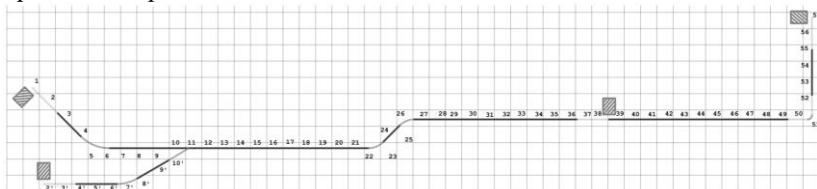


Рис. 1 Траектория движения для двух AGV с нанесенной разметкой и  
нумерацией квадратов

3. Определяется длина пути AGV внутри каждого пронумерованного квадрата. Для определения длины криволинейных участков траектории удобно использовать системы двухмерного моделирования, например, AutoCAD или Компас 2D.

4. Вычисляется время прохождения каждого из квадратов. Для упрощения расчета движение принимается равномерным, а смена скоростных режимов мгновенной. Время прохождения каждого квадрата определяется по формуле (1):

$$t_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{V_j}, \quad (1)$$

где  $S_j$  – длина очередного участка траектории;  $V_j$  – скорость на участке.

Вычисления производятся для пути как в прямом, так и в обратном направлении. В случае, когда AGV внутри одного квадрата использует несколько скоростных режимов, вычисляется время движения на каждом скоростном режиме.

По формуле (2) рассчитывается суммарно затраченное время от момента начала движения:

$$T_k = \sum_{i=1}^n t_i. \quad (2)$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 1. Для учета времени, затраченного на загрузку, разгрузку, простой AGV и т.п., в столбец «время» заносится длительность остановки, а в столбец «квадрат» заносится номер квадрата, в котором совершается остановка.

Таблица 1 – Время прохождение участков маршрута

Квадрат	Время, с	Время от начала движения, с
$0 - i$	$t_i$	$T_k$
$i - (i + 1)$	$t_{i+1}$	$T_{k+1}$
...	...	...
$n$	$t_n$	$T_k$

По полученным данным строится график зависимости местоположения AGV от времени работы. По оси абсцисс откладывается время работы AGV, по оси ординат откладываются номера квадратов. Пример графика для двух AGV, работающих на одном маршруте и выезжающих из его противоположных концов, приведен на рис. 2.

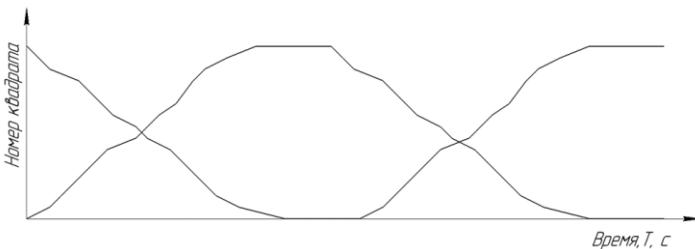


Рис. 2 График работы AGV

Пересечение графиков в каком-либо квадрате означает встречу AGV в этом квадрате. Зная места встречи AGV, возможно заложить в маршрут зону для разъезда. Горизонтальные линии на графике означают остановку AGV. Остановки задаются в местах загрузки и выгрузки, а также в любых других местах при необходимости.

Описанный алгоритм позволяет с достаточной точностью моделировать полный цикл работы AGV включая операции загрузки и разгрузки, технологические простоя и т.д. Результаты моделирования отражаются на графике работы AGV. График позволяет установить зоны разъезда встречных потоков, а также оценить пригодность маршрута с точки зрения затрат времени на доставку. Помимо этого, график возможно использовать для определения доли полезной работы в общем рабочем цикле AGV, при проведении анализа по методикам бережливого производства [3].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сушко А.В., Полицинская Е.В. Управление и организация производством на предприятии: теоретический аспект: Электронное учебное пособие / А.В. Сушко, Е.В. Полицинская // ЮТИ ТПУ. – 2015. – 9,9 Мб
2. AGV – автоматически управляемые тележки. [Электронный ресурс]. URL: <http://agvrobot.ru/chtotakoeagyv.html>. (Дата обращения: 25.03.2023).
3. Диаграмма Ямадзуми в бережливом производстве. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lean-consult.ru/blog/yamazumi-chart-lean-production/>. (Дата обращения: 25.03.2023).

**Черкесас Э.Д., Павлов З.Д., Хабибуллина Л.Ф.**

**Научный руководитель: Хабибуллин Ф.Ф., канд. техн. наук, доц.**

**Казанский национальный исследовательский технический университет**

**им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия**

## **ОБЗОР И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ**

В данной статье представлен обзор и исследование в области изучения пространственных механизмов. Пространственные механизмы- это такие устройства, которые имеют по крайней мере одну степень свободы в трехмерном пространстве, и они часто используются в различных технических отраслях, таких как робототехника, аэрокосмическая техника и биомеханика. Для начала мы рассмотрим основные концепции пространственных механизмов, включая их классификацию, кинематику и динамику [1]. Затем произведём детальный обзор различных типов пространственных механизмов, таких как параллельные механизмы, последовательные механизмы и гибридные механизмы. В заключении, рассмотрим текущие проблемы и будущие направления исследований в области пространственных механизмов. В целом, эта статья служит ценным ресурсом для исследователей, заинтересованных в проектировании, пространственными механизмами.

Изучение пространственных механизмов является важной и актуальной темой в области машиностроения. Пространственные механизмы играют решающую роль в широком спектре применений, от роботизированных систем до прецизионных измерительных приборов, и их проектирование и оптимизация могут оказать значительное влияние на их производительность и экономичность.

Новизна: Современность этой темы заключается в недавних достижениях в области вычислительных инструментов и методов моделирования, которые позволили исследователям разрабатывать более сложные и точные модели пространственных механизмов.

Кроме того, изучение пространственных механизмов может привести к разработке новых конструкций и технологий, которые могут улучшить и оптимизировать производительность существующих систем или позволить создавать совершенно новые приложения [2], яркий тому пример представлен на рисунке 1.

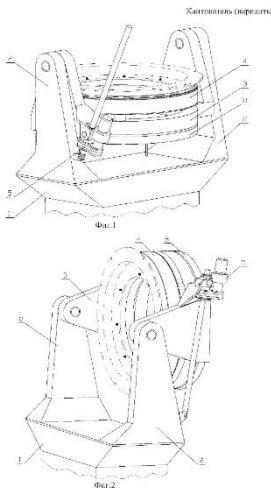


Рис. 1 Чертёж традиционного кантователя

Основные концепции пространственных механизмов. Классификация, кинематика и динамика данных систем: Пространственные механизмы представляют собой системы состоящие из жёстких тел, соединённых звеньями, которые тем самым могут быть классифицированы на основе типов соединений, соединяющих жесткие тела. Некоторые распространенные типы шарниров включают в себя вращающиеся, призматические и сферические виды [3]. Пространственные механизмы также могут быть классифицированы на основе количества степеней свободы что относится к количеству независимых переменных, необходимых для описания конфигурации механизма.

**Кинематика:** Кинематика — это изучение движения без учета сил, вызывающих движение. В пространственных системах кинематика включает в себя анализ движения твердых тел по мере их движения относительно друг друга. Это можно сделать с помощью математических инструментов, таких как матрицы и кватернионы, для описания ориентации и положения каждого тела в трехмерном пространстве. Кинематику также можно использовать для определения скорости и ускорения жестких тел при их движении.

**Динамика:** Динамика — это исследование движения с учетом сил, вызывающих движение. В представленных механизмах динамика

включает в себя анализ сил и крутящего момента, которые действуют на каждое тело в механизме по мере его движения. Это можно сделать с помощью принципов механики, таких как законы движения Ньютона и принцип виртуальной работы. Динамика может быть использована для определения сил, необходимых для привода механизма, или нагрузок, которые механизм может выдержать [4-5].

В целом, пространственные механизмы — это сложные системы, которые требуют глубокого понимания кинематики и динамики для проектирования и анализа.

Типы пространственных механизмов. Существуют различные типы пространственных механизмов, которые предназначены для разных целей. Вот некоторые из основных типов пространственных механизмов:

Параллельный механизм — это тип пространственного механизма, который использует несколько параллельных звеньев для передачи движения. Он обычно используется в роботизированных устройствах и симуляторах, где точность и стабильность имеют решающее значение.

Плоский механизм — это тип пространственного механизма, который работает в двумерной плоскости. Он обычно используется в машинах, требующих линейного или вращательного движения, таких как принтеры и плоттеры.

Гибридный механизм — это тип пространственного механизма, который сочетает в себе два или более различных типа механизмов для достижения определенной функции или задачи. Гибридные механизмы могут обладать рядом преимуществ по сравнению с однотипными механизмами, такими как повышенная гибкость, улучшенная производительность и снижение стоимости.

В заключение, необходимо сказать, что область пространственных механизмов является динамичной и быстро развивающейся областью исследований с рядом возможностей и проблем для будущего развития. Решение текущих проблем и поиск новых направлений исследований могут привести к созданию более совершенных и сложных машин и систем, улучшающих нашу жизнь и вносящих вклад в развитие общества.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Пикмуллин Г.В., Мудров А.П. Использование пространственных механизмов в сельскохозяйственной технике // В сборнике: Современные достижения аграрной науки. научные труды

всероссийской (национальной) научно-практической конференции. КГАСУ. Казань, 2020. С. 282-285.

2. Чусовитин Н.А., Чусовитин Г.Н. Анализ критериев оптимальности движения рабочего органа перемешивающего механизма // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 4-1 (118). С. 122-128.

3. Мудров А.П., Хабибуллин Ф.Ф., Пикмуллин Г.В., Гургенидзе З.Д. Синтез пространственных пяти- и шестизвездных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2 (66). С. 92-98.

4. Абдираимов А.А., Гебель Е.С. Структурный и кинематический анализ рычажного вариатора с пространственными преобразующими механизмами // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2022. № 2. С. 3-12.

5. Горшков А.Д. Силовой анализ шарнирного четырехзвенника // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. 2022.

**УДК 681.518.5**

**Черновский Д.Д.**

**Научный руководитель: Коломыцева Е.П., ст. преп.**

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

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

Система технического зрения (СТЗ) представляет собой современное технологическое решение, которое позволяет автоматизировать производственные процессы и повысить их эффективность. Техническое зрение основано на использовании камер, датчиков и компьютеров для обнаружения, распознавания и анализа объектов на производственной линии.

Одним из главных преимуществ использования системы технического зрения является возможность повышения качества продукции и увеличения производительности за счет автоматизации некоторых операций. Система технического зрения может использоваться для контроля технологических процессов, что

позволяет предотвратить неправильную сборку изделий и улучшить общий уровень качества продукции.

Системы технического зрения могут быть использованы для повышения безопасности на производстве. Например, они могут распознавать опасные ситуации, такие как нахождение человека в опасной зоне, и автоматически останавливать оборудование. Также системы могут быть использованы для сбора данных о производственных процессах и производительности оборудования. Эти данные будут использованы для анализа и оптимизации производственных процессов, а также для предотвращения сбоев и неисправностей оборудования.

Применение системы технического зрения в производстве также может снизить количество брака и повторной работы, что в свою очередь повышает эффективность производства.

Для обеспечения высокой точности распознавания объектов с помощью СТЗ необходимо использовать специализированные алгоритмы обработки изображений. Эти алгоритмы обучаются на основе большого количества примеров и могут использоваться для определения характеристик объектов, таких как их форма, цвет, текстура и другие.

Помимо этого, важно обеспечить правильное обучение персонала, который будет работать с системой технического зрения. Это включает не только знание основ работы с компьютерами и программным обеспечением, но и понимание особенностей конкретной системы технического зрения, ее компонентов и настроек.

Для обеспечения длительного и надежного функционирования системы необходимо проводить регулярное техническое обслуживание и профилактику. Это включает очистку камер и датчиков от загрязнений, проверку кабелей и соединений, а также замену изношенных компонентов.

Также стоит отметить такие существенные недостатки как:

1. Высокая стоимость. Внедрение СТЗ может требовать значительных инвестиций, как в плане оборудования, так и в плане персонала для настройки и обслуживания системы. Это может стать финансовой проблемой для малых и средних предприятий.

2. Проблемы с конфиденциальностью данных. СТЗ могут собирать большое количество данных о производственных процессах и продукции, что может стать проблемой для конфиденциальности информации, особенно при использовании облачных решений.

3. Ограничения в использовании в некоторых отраслях. СТЗ могут быть неэффективными в некоторых отраслях, таких как

производство продуктов питания или текстильной продукции, где требуется визуальная оценка и ощущения человека.

Таким образом, при использовании СТЗ необходимо учитывать их недостатки и принимать меры для их устранения или минимизации влияния на эффективность системы.

Но СТЗ может использоваться не только в промышленность. Вот несколько интересных примеров использования системы в других отраслях.

1. Некоторые исследования показали, что системы технического зрения могут быть использованы для распознавания лиц с точностью до 99%. Это может быть полезно, например, в системах безопасности и контроля доступа.

2. Использование СТЗ для анализа фотографий листьев растений может помочь в определении заболеваний растений на ранних стадиях, что уменьшит расходы на лечение и повысит урожайность.

3. Использование СТЗ позволяет роботам более точно распознавать объекты и окружающую среду, что улучшит их производительность и эффективность.

4. Использование СТЗ в автомобилях позволяет автомобилям быстрее и точнее распознавать другие машины, пешеходов и препятствия, что может повысить безопасность дорожного движения.

В целом, система технического зрения является важным инструментом для повышения эффективности производства и контроля за качеством продукции. Однако, для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать особенности конкретного производства, правильно выбирать компоненты и технологии, обеспечивать регулярное техническое обслуживание. Кроме того, для использования системы технического зрения необходимо обучить персонал, который будет заниматься ее эксплуатацией и обслуживанием. Персонал должен знать, как правильно настраивать систему, как интерпретировать получаемую информацию и как реагировать на ошибки системы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баринов А.В. Системы технического зрения в автоматизации производства: обзор технологий и методов / А. В. Баринов, С. А. Литвинов, В. В. Щербаков // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». - 2017. - № 6. - С. 82-97.

2. Михайлов А.В. Использование технического зрения в задачах автоматизации производства / А. В. Михайлов // Научно-технический

вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2016. - Т. 16, № 2. - С. 350-359.

3. Малышев А. В., Соломонова М.В. Применение систем технического зрения в задачах автоматизации производственных процессов / А. В. Малышев, М. В. Соломонова // Промышленная теплотехника. - 2019. - Т. 41, № 2. - С. 11-17.

4. Студенкин А.Б., Трофимов С.А. Использование систем технического зрения в автоматизации производства / А. Б. Студенкин, С. А. Трофимов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2016. - № 1. - С. 27-32.

5. Бибиков А.С., Гладков С.А. Системы технического зрения в автоматизации производства / А. С. Бибиков, С. А. Гладков // Материалы научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития автоматизации производственных процессов». - 2018. - С. 63-68.

6. Коломыццева, Е. П. Проектирование информационной системы для рекомендаций расстановки датчиков / Е. П. Коломыццева, С. А. Ткаченко, Р. У. Стативко // КИП и автоматика: обслуживание и ремонт - 2021. - № 10. - С. 35-39.

**УДК 681.518.5**

**Черновский Д.Д.**

**Научный руководитель: Коломыццева Е.П., ст. преп.**

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

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Современные технические системы становятся все более сложными и разнообразными, требуя от управляющих систем гибкости, адаптивности и высокой производительности. Для решения этой проблемы используются интеллектуальные системы управления (ИСУ), которые представляют собой системы, основанные на применении методов искусственного интеллекта (ИИ) для управления техническими системами.

ИСУ позволяют управлять техническими системами, которые ранее были недоступны для управления стандартными методами. Системы используются в различных областях, включая автоматизированное производство, транспорт, энергетику, медицину, финансы и т.д. Они способны автоматизировать и оптимизировать

процессы, повысить качество и надежность работы технических систем, а также снизить расходы на их эксплуатацию.

ИСУ управляет техническими системами, используя алгоритмы машинного обучения, нейронные сети, генетические алгоритмы и другие методы искусственного интеллекта. ИСУ оснащены различными датчиками, которые собирают информацию о текущем состоянии системы и ее окружении. Эти данные обрабатываются интеллектуальными системами управления, которые затем принимают решения об управлении системой на основе заданных целей и ограничений.

Преимущества использования ИСУ включают повышение эффективности и надежности работы технических систем, снижение затрат на их эксплуатацию и улучшение качества продукции. ИСУ также позволяют быстро адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации и снижают вероятность ошибок при управлении техническими системами.

Однако применение интеллектуальных систем управления также сопряжено с некоторыми рисками. Например, неправильное обучение ИСУ может привести к непредвиденным последствиям, таким как сбои в работе технических систем. Существует также риск потери контроля над системами, если ИСУ становится "слишком автономной" и принимает решения без участия человека. Применение ИСУ также может создавать риски, связанные с кибербезопасностью. Взлом системы приведёт к потере контроля над ней, что может привести к серьезным последствиям. Поэтому необходимо обеспечить надежность и защищенность системы путем использования современных методов криптографии и других технологий.

Важно отметить, что интеллектуальные системы управления не могут заменить человеческий фактор во всех аспектах управления техническими системами. Человек всегда должен оставаться в центре управления, контролируя работу системы и принимая решения в случае необходимости. Поэтому ИСУ должны быть разработаны таким образом, чтобы человек мог взаимодействовать с ними легко и эффективно.

Для того, чтобы минимизировать риски и обеспечить безопасность работы системы, необходимо проводить тщательное обучение, использовать надежные и качественные датчики, а также осуществлять регулярную диагностику и контроль за работой системы. Кроме того, необходимо разработать надежные механизмы аварийной остановки системы в экстренных случаях.

Применение ИСУ в технических системах имеет множество примеров. Одним из таких является управление роботами в производственных линиях. Интеллектуальные системы управления позволяют роботам определять местоположение и ориентацию деталей, распознавать дефекты и производить быстрые операции с высокой точностью.

Еще одним примером применения ИСУ является управление энергетическими системами, такими как электростанции и энергосистемы. ИСУ позволяют оптимизировать работу энергетических систем, учитывая колебания нагрузки, доступность ресурсов и другие факторы.

Есть много интересных научных фактов, связанных с темой Интеллектуальных систем управления. Вот некоторые из них:

1. В 2016 году Google DeepMind разработала алгоритм AlphaGo, который обыграл профессионального игрока в Го. Это стало важным моментом в развитии искусственного интеллекта и показало, что ИСУ могут эффективно решать сложные задачи.

2. ИСУ применяются в медицине для поддержки принятия решений. Например, компания IBM разработала систему Watson, которая может помочь врачам диагностировать болезни и выбрать наиболее эффективное лечение.

3. ИСУ используются в автомобильной промышленности для улучшения безопасности и эффективности автомобилей. Например, системы автоматического торможения и распознавания дорожных знаков могут снизить количество аварий на дорогах.

4. ИСУ могут использоваться для управления большими промышленными системами, например, электростанциями или сетями передачи энергии. Это может помочь снизить расходы на энергию и повысить эффективность производства.

5. Существуют исследования, связанные с разработкой ИСУ, способных анализировать эмоции человека и реагировать на них. Это может быть полезно, например, для разработки систем, которые помогают людям с нарушениями социальной адаптации или психическими расстройствами.

Использование ИСУ в технических системах имеет огромный потенциал, и исследования в этой области продолжаются. Новые разработки и открытия в этой области могут привести к улучшению качества жизни людей и повышению эффективности производства в различных областях.

В целом, использование интеллектуальных систем управления в автоматизации производства представляет собой эффективный

инструмент для повышения производительности и качества продукции, а также для сокращения затрат на производство.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шкатулкин, М. В. Интеллектуальные системы управления техническими объектами / М. В Шкатулкин, В. Н. Конаков. // Труды СПИИРАН. - 2016. - № 44. - С. 218-230.
2. Коновалов, А. В. Анализ возможностей применения искусственного интеллекта для управления техническими системами / А. В. Коновалов, Д. Н. Косолапов // Машиностроение и техносфера XXI века. – 2018. - № 2. - С. 26-31.
3. Мирзоев, Ш. И. Особенности применения интеллектуальных систем управления в технических системах / Ш. И. Мирзоев, М. М. Петров // Технические науки в России. - 2018. - № 2. - С. 27-30.
4. Козырев, А. А. Интеллектуальные системы управления и их роль в технических системах / А. А. Козырев, // Вестник Технологического университета – 2019. - № 22. - С. 51-55.
5. Коломыцева, Е. П. Проектирование информационной системы для рекомендаций расстановки датчиков / Е. П. Коломыцева, С. А. Ткаченко, Р. У. Ставивко // КИП и автоматика: обслуживание и ремонт - 2021. - № 10. - С. 35-39.

**УДК 004.021**

**Чикин Н.А.**

**Научный руководитель: Алексеевский С.В., асс.**

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

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ДВУХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ПО ЛИНИИ**

На сегодняшний день актуальной является задача использования групп робототехнических систем для перемещения крупногабаритных грузов по складскому помещению. Такой подход позволяет увеличить гибкость и масштабируемость транспортной подсистемы за счет задействования нескольких автоматически управляемых средств для достижения поставленной цели при конкретных характеристиках груза.

В работе [1] предлагаются алгоритмы, которые позволяют функционировать группе мобильных роботов в неопределенной среде с

препятствиями. Стоит отметить высокую сложность разработанных алгоритмов и малую степень надежности такой системы применительно к задаче совместного движения мобильных платформ для транспортирования грузов.

Движение группы автономных роботов с системой управления на основе лазерной навигации или спутниковой навигации описывается в работе [4]. Все мобильные платформы являются узлами беспроводной локальной сети и могут обмениваться информацией друг с другом. Траектория движения задается произвольно. Такой подход значительно усложняет общую структуру системы управления.

Для реализации группового функционирования роботов целесообразно строго детерминировать траекторию их движения и решать вопросы следования по направляющей [6] и поддержания заданного расстояния между платформами (рис. 1).

С целью задания прямолинейной траектории движения используется металлизированная линия. Индуктивные датчики позволяют определить величину отклонения робота от желаемой траектории. Ультразвуковой датчик расстояния фиксирует дистанцию между мобильными роботами. В качестве управляющего устройства выступает отладочная плата на базе микросхемы ESP32.

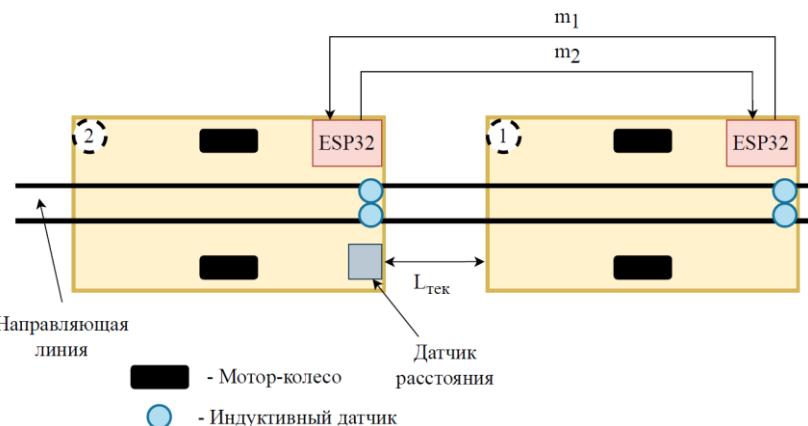


Рис. 1 Совместное движение мобильных платформ по направляющей

Совместное движение автоматически управляемых транспортных средств основывается на принципе «ведущий-ведомый». На рис. 2 изображена функциональная схема системы управления второй платформы.

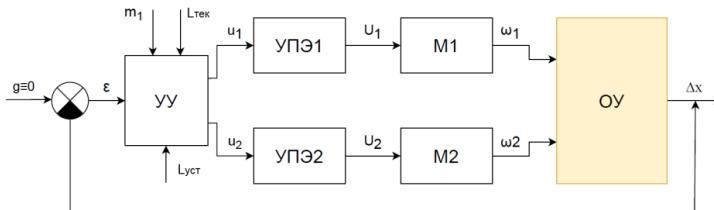


Рис. 2 Функциональная схема ведомой мобильной платформы

Корректировка скорости движения ведомой платформы происходит на основании показаний датчика расстояния  $L_{тек}$ ;  $u_1$ ,  $u_2$  – команды для усиительно-преобразовательных элементов;  $U_1$ ,  $U_2$  – управляющее напряжение с инвертора;  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  – скорости вращения мотор-колес;  $\Delta x$  – отклонение платформы от линии;  $m_1$  – состояние ведущего робота;  $L_{уст}$  – желаемое расстояние между автоматически управляемыми транспортными средствами.

На рис. 3 приведена блок-схема работы бесконечного цикла управляющего устройства второй мобильной платформы.

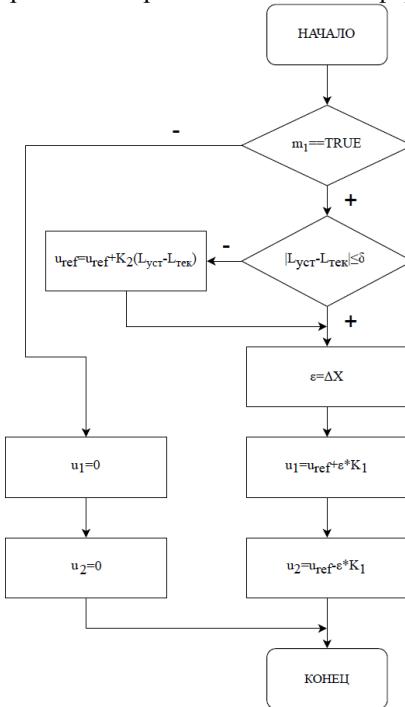


Рис. 3 Блок-схема работы управляющего устройства ведомого робота

Для реализации нештатного останова предусмотрен анализ состояния ведущей мобильной платформы  $m_1$ . Система управления первой мобильной платформой оценивает  $m_2$  и, в случае необходимости, своевременно прекращает ее движение по линии [5].

$u_{ref}$  – команда для задания базовой скорости движения робота;  $\delta$  – допустимая погрешность расстояния между платформами;  $K_1$  – корректирующий коэффициент для движения по линии;  $K_2$  – корректирующий коэффициент для следования за ведущим автоматически управляемым транспортным средством.

В результате испытаний было установлено, что предлагаемый алгоритм позволяет реализовать совместное движение автоматически управляемых транспортных средств на основе принципа «ведущий–ведомый».

*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. Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю. Групповое управление движением мобильных роботов в неопределенной среде с использованием неустойчивых режимов // Труды СПИИРАН. – 2018. – №5(60). – С. 39–63.
2. Шаповалов И.О. Организация перемещения группы мобильных роботов, задействованной в выполнении складских операций // Технологии компонентов робототехники и мекатроники. – 2020. – Том 2. – С. 105–113.
3. Воронцов А.С. Смешанные стратегии группового управления автономными мобильными роботами на основе комплексного применения метода потенциальных полей // Аллея науки. – 2018. – Том 3. – №7. – С. 234–240.
4. Чжу Хуа. Управление движением группы мобильных роботов в строю типа «Конвой»: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.05. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2018 - 108 с.
5. Рубанов В.Г., Бушуев Д.А., Бажанов А.Г., Ващенко Р.А. Проектирование робототехнических систем и комплексов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 190 с.
6. Рубанов В.Г., Рыбин И.А., Бажанов А.Г., Бушуев Д.А., Коробкова Е.Н., Луценко О.В., Кариков Е.Б., Степовой А.А. Теория проектирования бортовых систем управления мобильными роботами,

обладающих свойством живучести. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 214 с.

**УДК 681.184**

**Чулков К.Д.**

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

## **ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК**

Сортировка яблок является важным этапом в процессе переработки и реализации. Оптимизированное размещение линий сортировки яблок ускоряет процесс, снижает трудозатраты и повышает качество сортировки. Однако, в зависимости от характеристик сортируемого сырья и желаемых результатов, сортировочная линия может иметь различное оборудование и конструктивные особенности. Линия сортировки яблок является одним из таких инновационных решений [1], которое позволяет эффективно и быстро сортировать продукты с высокой точностью, сохраняя при этом форму, вкус и качество яблок. В этой статье будут рассмотрены основные компоненты линии сортировки яблок и аспекты, которые следует учитывать при их выборе и установке.

Сортировочная линия (рис.1) плодовоощной продукции представляет собой комплексное оборудование, предназначенное для автоматической сортировки вымытых и просушенных яблок по двум основным критериям: массе и гнилости плода.

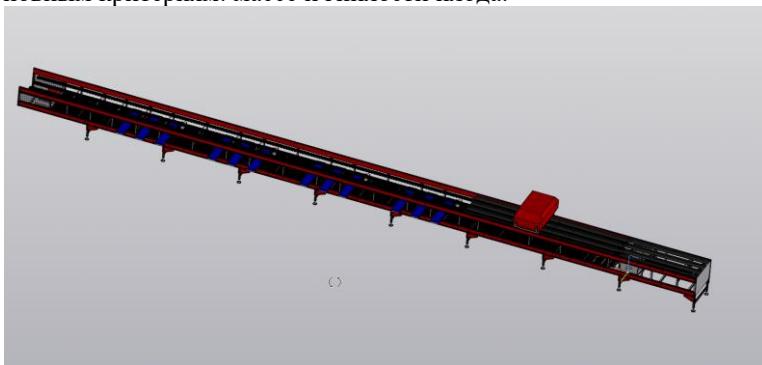


Рис. 1 Общий вид сортировочной линии

К важным узлам сортировочной линии относится входной конвейер, который подает продукт с помощью вибраторов к питателю, где яблоки равномерно распределяются по конвейерной ленте.

Прежде всего вымытые и просушенные яблоки поступают в зону загрузки. Далее входной транспортер подает продукты в подъемник-вибратор, после чего продукты передаются на устройство подачи.

Яблоки на устройстве подачи равномерно распределяются по ручьям линии, изображенной на рисунке 2, где в дальнейшем происходит процесс отбора. На сортировочной линии установлены специализированные датчики веса, которые сканируют каждый плод и передают данные на управляющий блок, который определяет классификацию продукта по весу.



Рис. 2 Ручьи сортировочной линии

После того как вымытые и просушенные яблоки были распределены по ручьям линии, они подвергаются следующему этапу сортировки – попадают на участок контроля (рис. 3).



Рис. 3 Участок контроля

На линии устанавливается щетка для устранения остаточной. Она механически очищает яблоки от остатков земли, грязи, песка.

Далее яблоки двигаются по направляющим лентам к участку контроля гнилости. на данном участке установлены датчики предназначенные для контроля гнилости. Они работают на основе оптической технологии. Датчики сканируют поверхность яблок, чтобы обнаружить места распределения гнили.

Датчики отмечают каждый гнилой продукт и перенаправляют его на отдельный транспортёр, предназначенный для утилизации. Этот участок сортировочной линии обеспечивает избежание распространения заболеваний и оптимизирует использование сырья, также улучшает качество и сокращает время производства.

На данном этапе продукты были отсортированы по всем критериям, прошли очистку от грязи и от мест гнили.

После пройденных участков яблоки попадают на подвижные чаши (рис. 4), установленные на тяговой цепи. Этот компонент линии сортировки является ключевым, потому что он обеспечивает правильный ход продукта и его точность распределения на следующих этапах.

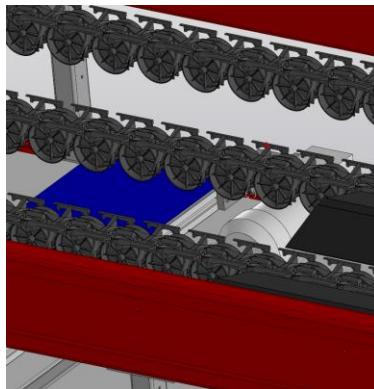


Рис. 4 Чаша ручьев

Каждая чаша имеет универсально разработанную форму и размер. Данные параметры идеально соответствуют параметрам яблок. Следовательно, это обеспечивает максимальную защиту продукта от повреждений , предотвращает их перемещение во время транспортировки.

Каждая чаша (рис. 5), установленная на тяговой цепи, продвигается по определенной траектории вдоль рамы линии. Внутри расположен готовый продукт. С помощью механизма передвижения по

тяговой цепи платформа двигается к месту, где она должна выгрузить яблоки.

Благодаря использованию этой технологии, производительность сортировочной линии увеличивается. Быстрое перемещение яблок от одного участка к другому сокращает время погрузки и разгрузки продукции. Система чаш на тяговой цепи обеспечивает хорошее распределение яблок, что улучшает процесс сортировки.

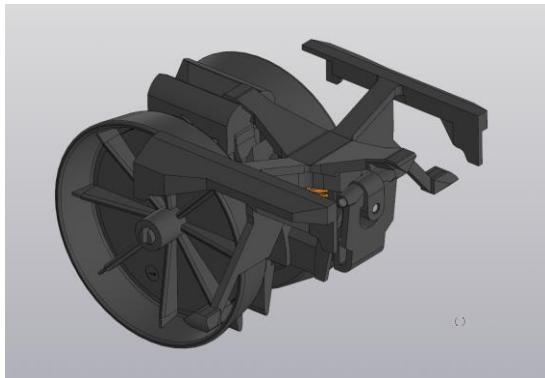


Рис. 5 Общий вид чаши

Шаг перемещения для каждой платформы определяется с помощью скорости движения, положения продукта на чаше, веса и размера яблок. Когда датчик веса обнаруживает, что на чаше находится каждый единицы продукта нужного веса, она с остановкой движется к месту выгрузки.

Затем чаша движется в сторону платформы сборки, где происходит выгрузка товара. Данный процесс происходит пока не будут выгружены все продукты, которые прошли все этапы сортировки и контроля качества.

Также используется специальное программное обеспечение и система датчиков, которые гарантируют, что все продукты будут доставлены на нужное место без повреждений или потерь.

После того, как продукты прошли через все этапы линии сортировки и обработки, они направляются на следующий этап.

Именно здесь продукты поступают на ленточный конвейер. После этого продукты переводятся на упаковку готовой продукции (рис. 6). Для этого яблоки подаются на специальные платформы или определенные секторы ленты конвейера. Эти платформы установлены на транспортере, который перемещается к месту упаковки. Здесь

специальное оборудование обрабатывает яблоки и упаковывает их в мешки или коробки.

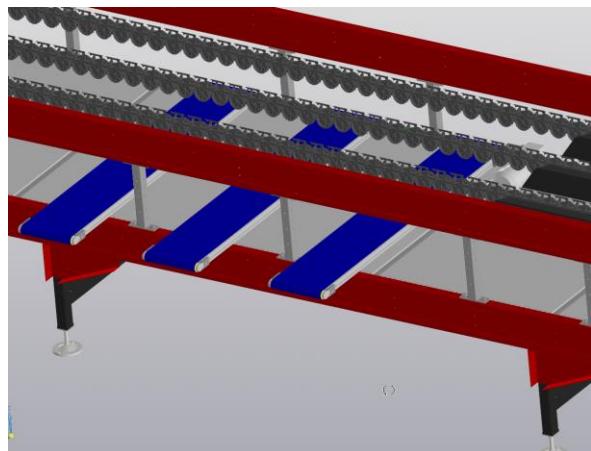


Рис. 6 Конвейеры на упаковку

Упакованные яблоки перемещаются по конвейеру к месту конечной упаковки и отправляются на склад хранения готовой продукции, ожидая момента определения к продаже.

Таким образом, в процессе производства на линии сортировки яблок используется сложная система для обработки продуктов. Эта система включает в себя множество датчиков, механизмов и конвейеров, которые позволяют проводить эффективное сортировку продукции на основе ее веса, размера и качества.

Кроме того, использование ленточных конвейеров и системы упаковки значительно повышает эффективность производства и практически исключает возможность перевозить продукты вручную.

Применение таких технологий является современным этапом оптимизации процесса производства, что позволяет не только увеличить скорость и производительность линии, но и повысить качество продукции. Тщательная проверка каждого плода и регулирование его перемещение по линии даёт понять, что данная система эффективна и стабильна.

Таким образом, можно сделать вывод, что особенность устройства линии сортировки яблок заключается в использовании современных технологий, которые позволяют обеспечить высокую точность сортировки продукции. Ко всему этому происходит постепенное ускорение процесса производства и повышение качества финального

продукта. Загрузка линии выполняется роботом-перегружателем, контроллер которого обменивается информацией с системой управления линии [2], загрузка контейнеров в линию предварительно была промоделирована с использованием разработанного ПО [3].

*Исследование выполнено 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. Чепчурев М.С., Четвериков Б.С., Любимый Н.С., Лукъянов А.С. Структура автоматизированного комплекса сортировки плодоовоощной продукции // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2022. № 4. С. 31-35.
2. Чепчурев М.С., Четвериков Б.С., Крутиков А.Н., Мамбетов Э.Б., Прокопов М.В., Тетерина И.А., Минасова В.Е. Программа управления роботом-перегружателем // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022685652, 26.12.2022.
3. Чепчурев М.С., Четвериков Б.С., Крутиков А.Н., Мамбетов Э.Б., Прокопов М.В., Тетерина И.А., Минасова В.Е. Программа для моделирования работы портально-консольного перегружателя // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022685048, 20.12.2022.

**УДК 621.793.7: 621.763**

**Чуриков А.С., Грибанов К.Р., Загирный Р.В.**

**Научный руководитель: Сирота В.В., канд. физ.-мат. наук  
Белгородский государственный технологический университет  
им В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ПОКРЫТИЙ С ВЫСОКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Сектор производственной экономики всегда нуждается в оптимизации и модификации оборудования и технологий, используемых для создания продукции. Повышение излучательной способности производственных печей, может привести к снижению энергозатратности технологического процесса, тем самым снизив

себестоимость производства одной единицы продукции, что в настоящее время является очень актуальным вопросом в связи с обострённой борьбой за энергетические ресурсы [1]. Достижение вышеизложенного параметра предлагается методом детонационного напыления [2] порошков следующих классов веществ: ферриты и перовскиты.

В материалах статьи [3] представлено исследование влияния предварительного обжига смеси порошков из  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (60 мас. %),  $\text{MnO}_2$  (20 мас. %),  $\text{Co}_2\text{O}_3$  (10 мас. %) и  $\text{NiO}$  (10 мас. %), на повышение коэффициента инфракрасного излучения покрытий, полученных методом плазменного напыления. Спектральную излучательную способность покрытия определяли при  $800^\circ\text{C}$  в диапазоне волн от 3 до 20 мкм по методу отношения излучения образца к абсолютно черному телу.

Эксперимент показал, что раскаленные порошки, нанесенные на подложку, подвергаются резкому охлаждению из-за высокой теплопроводности углеродистой стали, в результате этого его зерна не успевают вырасти за такой короткий промежуток времени [4]. Морфология поверхности и микроструктура обоих покрытий были аналогичны, шероховатая поверхность, представленная типичной слоистой структурой, кроме того покрытия получились плотными толщиной 150 мкм. Коэффициент излучения покрытий составил 0,76 - 0,88 для покрытия, порошок которого предварительно подвергали обжигу и 0,73 - 0,85 для покрытия из порошка без обжига соответственно, в то время как у листовой стали этот коэффициент находится в диапазоне от 0,3 до 0,4. Результаты показали, что процесс обжига вносит несущественный вклад в повышение коэффициента и данный этап не целесообразно производить при получении покрытия из ферритов, излучающего в инфракрасном спектре.

В материалах статьи [5], синтез порошков гафната самария ( $\text{Sm}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ ) и гафната празеодима ( $\text{Pr}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ ), осуществляли при помощи высокотемпературной твердофазной реакции с определенным количеством  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  и  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ .

Размер частиц полученного порошка  $\text{Sm}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ , составил около 45 мкм, которые равномерно были распределены по всему рельефу. Инфракрасное излучение полученных покрытий после напыления в диапазоне волн от 3 до 5 мкм характеризовали при температуре от  $25^\circ\text{C}$  до  $600^\circ\text{C}$  двухдиапазонным прибором для измерения коэффициента излучения. Инфракрасная излучательная способность при температурах выше  $600^\circ\text{C}$  оценивалась экстраполяцией из линейного закона с ростом температуры.

Коэффициент излучения полученных покрытий в диапазоне от 3 до 5 мкм имел склонность к росту. Инфракрасная излучательная способность покрытия из  $\text{Sm}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$  увеличивалась с 0,752 при 200 °C до 0,814 при 1000 °C, а покрытие из  $\text{Pr}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$  повышалось с 0,780 при 200 °C до 0,894 при 1000 °C. Такой эффект характеризуется увеличением колебаний решетки и электрофоновой связи при высоких температурах, что улучшило инфракрасное решеточное и многофоновое поглощение. Инфракрасная излучательная способность в диапазоне от 3 до 5 мкм покрытия из  $\text{Pr}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$  всегда выше, чем у покрытия из  $\text{Sm}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$  до 1000 °C. Объясняется это зависимостью радиационной эффективности с химическим составом, шероховатостью, толщиной, температурой и тому подобное. Оба покрытия, приготовленные с одинаковыми параметрами напыления, имели идентичную шероховатость поверхности. Поскольку разница ионного радиуса между  $\text{Pr}^{3+}$  и  $\text{Hf}^{4+}$  больше, чем у  $\text{Sm}^{3+}$  и  $\text{Hf}^{4+}$ , вход  $\text{Pr}^{3+}$  в решетку  $\text{HfO}_2$  и границ зерен вызывает большее искажение решетки, которое способствует поглощению колебаний решетки, что в свою очередь увеличивает коэффициент излучения в среднем инфракрасном диапазоне.

В этом исследовании [6] покрытия из оксида гафния  $\text{HfO}_2$ , предварительно легированного  $\text{Ca/Tb}$ , получили при помощи атмосферно-плазменного напыления. Полученное покрытие обладало многоуровневой морфологией, при атомном соотношении легирования  $\text{Ca/Tb}$  1:1 фаза покрытий постепенно менялась с моноклинной на кубическую, с увеличением массы легирования, которую рассчитывали по общему массовому соотношению  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Tb}_4\text{O}_7$ . В конечном итоге она составила 0, 2% масс. (СТН2), 5% масс. (СТН5), 10% масс. (СТН10) и 20% масс. % (СТН20). Первым этапом являлось сухое измельчение порошка в шаровой мельнице в течение 2 часов, с целью достижения однородности. Затем смешивали с органическим клеем в деионизированной воде, с последующим помещением в диспергатор для получения однородной суспензии, после чего подавали в колонну грануляции перистальтического насоса, с целью получения порошка с нужной сферичностью. В последствии порошок прокаливали при 400 °C и 900 °C на воздухе в течение 1 часа для удаления органики и полного разложения  $\text{CaCO}_3$  к  $\text{CaO}$ , после чего прокалывали повторно при 2000 °C в аргоне, также в течение 1 часа.

Нанесение покрытия производилось при помощи установки плазменного напыления (GP-80, China), перед нанесением основного слоя, предварительно на подложку был нанесен связующий слой из  $\text{NiCoCrAlY}$ , для уменьшения термического напряжения, возникающего между металлом и керамикой в процессе напыления.

Согласно результатам электронной микроскопии стало ясно, что все покрытия имели аналогичную структуру, где покрытие состоит из связующего слоя 20 - 25 мкм и керамического 70 - 80 мкм, явные трещины отсутствовали, кроме некоторых микропор в керамическом слое, которые могут быть отнесены к осадочным. Было отмечено, что эти трещины могут позитивно влиять на облегчение внутреннего термического напряжения при эксплуатации в высоких температурах. Предположительно, микропоры можно рассматривать как идеально черное тело для инфракрасного излучения соответствующей длины волны, потому что они способны эффективно увеличить глубину проекции и площадь рассеивания, что способствует повышению характеристикам поглощения и излучения в инфракрасном спектре.

Коэффициент инфракрасного излучения по отношению к абсолютно черному телу составил 0,82 в диапазоне от 0,75 до 6,5 мкм и 0,90 для диапазона от 6,5 до 15 мкм.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дюбуа Б.Ч., Королёв А.Н. Современные эффективные катоды (К истории их создания на ФГУП "НПП "Исток") // Электронная техника. Серия 1: СВЧ-техника. 2011. №. 1. С. 5–24.
2. Sirota V., Zaitsev S., Prokhorenkov D. Prokhorenkov D., Gorodov A., Kovaleva M. Detonation Spraying of Composite Targets Based on Ni, Cr and B4C for Magnetron Multi-Functional Coating // Key Engineering Materials. 2022. Vol. 909 KEM. P. 115-120. DOI 10.4028/p-74w31h.
3. Zhang J. Fan X., Lu L., X. Hu Plasma sprayed ferrite-based infrared radiation coating directly from transition metal oxides without high-temperature roasting //Materials Letters. 2015. Т. 161. С. 348-351. DOI: 10.1016/j.matlet.2015.08.148
4. Зайцев С.В., Ващилин В.С., Прохоренков Д.С. Нарцев В.М., Евтушенко Е.И. Структура тонких пленок диоксида олова, формируемых методом дуального магнетронного распыления // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 228-231
5. Huang Y., Dong S., K. Lü, J. Jiang, N. Li, G. Li, J. Jiang, L. Deng, X. Cao. Compatibility of low thermal conductivity and high infrared emissivity of plasma-sprayed Sm<sub>2</sub>Hf<sub>2</sub>O<sub>7</sub> and Pr<sub>2</sub>Hf<sub>2</sub>O<sub>7</sub> coatings //Surface and Coatings Technology. 2023. Т. 457. С. 129312. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2023.129312.
6. Zeng X., Tong X., Liu Z., Xiong Y., Cao Q., Cheng X. Fabrication and investigation of Ca/Tb co-doped HfO<sub>2</sub> infrared coatings // Journal of the European Ceramic Society. 2022. – Т. 42. №. 8. С. 3542-3549.

**Чуркин Д.Ю.**

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

## **ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Шумом можно назвать совокупность нежелательных звуков, которые оказывают пагубное действие на живые организмы, а также мешают полноценной работе и отдыху. Источником звука является любое колеблющееся тело, вследствие его прикосновения с окружающей средой образуются звуковые волны [1]. Такое явление всегда сопровождает специалиста, работающего на заводе.

Шум классифицируют по четырем основным критериям:

- по спектральным характеристикам выделяют широкополосный шум с непрерывным спектром больше одной октавы.
- по временным характеристикам есть постоянный шум, он длится больше восьми часов, и непостоянный.
- по частоте выделяют акустические колебания, которые распределяются на инфразвук, ультразвук и просто звук.
- по природе возникновения шумы делятся на электромагнитные, аэродинамические, механические, гидравлические.

Уровень шума на рабочем месте определяется в зависимости от рода деятельности:

- руководящие должности и офисные работники не выше 50 дБ;
- диспетчерская служба, машинописное бюро не выше 65 дБ;
- лаборатории с громким оборудованием т кабинеты с пультами управления не выше 75 дБ;
- рабочее место машиниста тепловоза или поезда до 80 дБ.

Человек, постоянно работающий в шумном помещении, привыкает к шуму, но продолжительное его воздействие вызывает частое утомление к ухудшению многих факторов. [2][5]

Долговременная экспозиция шума может привести к ухудшению слуха, возникновению головной боли, нарушению концентрации, повышению уровня стресса и т.п. Высокий уровень шума на заводах может оказывать вредное влияние на работников, приводить к снижению концентрации, увеличению усталости и раздражительности, а также к нарушению аудитивного функционала, что может привести к нарушению здоровья работников. Производственный шум вызывает

профессиональную тугоухость, а иногда и глухоту. Чаще слух изменяется под воздействием высокочастотного шума. Однако и низко- и среднечастотный шум большой интенсивности также ведет к нарушению слуха. Повышение звукового давления может негативно сказаться на органе слуха.

Для борьбы с шумом на заводах необходимо проводить тщательное измерение и анализ его уровня. Например, на Белгородском Абразивном заводе проводятся замеры шума душкальным шумомером для того, чтобы не превышать норму, составляющую 85 дБ. Если уровень шума повышен, необходимо применять различные методы и технологии снижения уровня шума, например, установка звукопоглощающих материалов, контроль источников шума и применение технических средств, увеличение дистанции между источниками шума и работниками. [3]

Способом защиты от пагубного влияния шума могут стать беруши или полноразмерные изолирующие наушники.

Беруши на предприятиях могут быть необходимы для защиты слуха работников в условиях повышенного уровня шума (превышение 85дБ.). Для выбора правильных берушей для вашего предприятия, следует определить уровень шума на рабочем месте, а также оценить постоянство или нестабильность его источников. Такие вкладыши вставляются в ушные каналы и снижают громкость звука на 10–20 дБ. [4]

Также важно выбрать правильный тип берушей. Например, для работников в производственных помещениях - беруши силиконовые или пены.

Эффективным СИЗ являются и полноразмерные наушники, полностью закрывающие ушную раковину. Подобные изделия снижают громкость производственных звуков на 20–30 дБ. Однако использование наушников не всегда удобно.

Необходимо помнить, что правильно подобранные средства защиты помогут предотвратить снижение слуха и поддержать здоровье работников на предприятии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девятловский Д.Н. Влияние шумового воздействия на здоровье человека//Актуальные проблемы лесного комплекса 2010. №27. – 90 с. С. 65-68

2. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Ахсанова О. Влияние звуковых волн на организм//Вестник Казахского Национального медицинского университета 2018. №4. – 93 с. С. 57-60

3. Абдрахимов Юнир Рахимович, Иванов Антон Николаевич, Мероприятия по защите организма от воздействия производственного шума путем уменьшения его уровня на производственных объектах//Глобус: технические науки 2019. №3. – 87 с. С. 11-15

4. Васильева В.К., Храмов А.В., Мышинский Э.Л., Тюрина Н.В., Высокочастотный шум и особенности его снижения средствами индивидуальной защиты//Noise Theory and Practice 2020. №2. – 70 с. С. 29-31

5. Васюткина Д. И., Производственный шум и его влияние на организм человека//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова 2013. №1. – 79 с. С. 42-44

**УДК 620.9**

**Шакиров Э.Р., Маслов И.Н.**

*Научный руководитель: Москаленко Н.И., д-р физ.-мат. наук, проф.  
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

## **СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СИНТЕЗ ГАЗА**

Проблема выбросов парниковых газов, таких как углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), в атмосферу является одной из наиболее значимых экологических проблем в наше время. Один из главных источников выбросов  $\text{CO}_2$  — это тепловые электрические станции, которые используют ископаемые топлива, такие как уголь, нефть и газ, для производства электроэнергии. Поэтому, снижение выбросов тепловых электрических станций является критическим фактором для борьбы с изменением климата. В данной статье мы рассмотрим возможность снижения выбросов тепловых электрических станций за счет применения синтез газа.

Синтез газа — это процесс, в котором смесь паров и газов, таких как водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), проходят химические реакции, образуя смесь газов, состоящую главным образом из водорода ( $\text{H}_2$ ) и оксида углерода ( $\text{CO}$ ). Этот газ можно использовать для генерации электроэнергии, а также в процессах производства синтетических топлив и химических веществ.

Синтез газа может быть использован для снижения выбросов тепловых электрических станций. Вместо того, чтобы сжигать уголь и другие ископаемые топлива в стационарном котле, синтез газа может быть использован для создания газа, который будет использоваться в газовой турбине для производства электроэнергии. Этот процесс может снизить выбросы CO<sub>2</sub> на 20-30% по сравнению со стандартным процессом сжигания угля.

Синтез газа также может использоваться для производства синтетических топлив, таких как метanol, дизельное топливо и керосин. Эти топлива могут использоваться вместо нефти и газа, что также может существенно снизить выбросы CO<sub>2</sub>.

Сравнительный анализ показывает, что синтез газа имеет значительные преимущества по снижению выбросов парниковых газов. Например, в сравнении со стандартным процессом сжигания угля, использование синтеза газа может снизить выбросы CO<sub>2</sub> на 20-30%. В таблице ниже представлены результаты сравнения снижения выбросов различными методами (Табл.)

Таблица – Сравнение снижения выбросов различными методами

Метод снижения выбросов	Уменьшение выбросов CO <sub>2</sub> (%)
Синтез газа	20-30
Уголь с низким содержанием серы	5-10
Уголь с системой очистки газовых выбросов	10-20
Газификация угля	10-20
Использование возобновляемых источников энергии	0-100

Как видно из таблицы, использование синтеза газа является одним из наиболее эффективных методов снижения выбросов CO<sub>2</sub>. Несмотря на то, что другие методы также могут быть эффективными, синтез газа имеет ряд дополнительных преимуществ. Например, производство синтез-газа может быть совмещено с производством синтетических топлив, что увеличит энергетическую эффективность и уменьшит зависимость от ископаемых топлив.

Тем не менее, использование синтеза газа также имеет свои недостатки. Одним из основных недостатков является высокая стоимость внедрения новой технологии. Кроме того, процесс производства синтез-газа может потребовать большого количества

энергии, что также может привести к дополнительным выбросам парниковых газов.

В целом, несмотря на некоторые ограничения, синтез газа представляет собой перспективный метод для снижения выбросов тепловых электрических станций. Дальнейшие исследования и разработки могут улучшить эту технологию и сделать ее более доступной и эффективной.

В будущем, синтез газа может сыграть важную роль в развитии устойчивой энергетической системы и сокращении вредных выбросов в атмосферу.

В заключении можно отметить, что синтез газа является перспективным методом для снижения выбросов тепловых электрических станций.

Сравнительный анализ показал, что использование синтеза газа является одним из наиболее эффективных методов снижения выбросов CO<sub>2</sub>. Кроме того, синтез газа имеет ряд дополнительных преимуществ, таких как возможность производства синтетических топлив, что делает его привлекательным для использования в будущих энергетических системах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марьин Г.Е. Влияние водородного топлива на работу газотурбинной установки при работе на оптовом рынке электрической энергии и мощности / Г.Е. Марьин, Б.М. Осипов, А.З. Ахметшин, А.Н. Горлов // Международный технико-экономический журнал. — 2022. — № 1. — С. 17-26.
2. Марьин Г.Е. Добавление водорода к топливному газу для повышения энергетических характеристик газотурбинных установок / Г.Е. Марьин, Б.М. Осипов, А.З. Ахметшин, М.В. Савина // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2021. — Т. 25. № 3(158). — С. 342-355.
3. Марьин Г.Е. Исследование применения водорода в качестве топлива для улучшения энергетических и экологических показателей работы газотурбинных установок / Г.Е. Марьин, Б.М. Осипов, А.З. Ахметшин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. — 2021. — Т. 23. № 2. — С. 84-92.
4. Марьин Г.Е. Газовая турбина, работающая в составе тепловой электрической станции с водородным накопителем / Г.Е. Марьин, Б.М. Осипов, А.В. Титов А.Р. Ахметшин // Международный научный журнал

Альтернативная энергетика и экология. — 2023. — № 1(406). — С. 23-35.

5. Марьин Г.Е. Перспективы применения водорода в энергетике / Г.Е. Марьин, Ю.В. Сопина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: Материалы конференции, Белгород, 30 апреля – 20 2021 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. — 2021. — С. 4160-4163. EDN DFRRQF.

6. Сопина Ю.В. Влияние технологий аккумулирования электрической энергии на развитие возобновляемых источников энергии/ Ю.В. Сопина, Г.Е. Марьин // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. — 2020. — С. 4430-4433. EDN RZFYRH.

**УДК 004.896**

*Шарифуллина Р.А.*

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОБОТОТЕХНИКЕ**

Искусственный интеллект (ИИ) произвел революцию в области робототехники, создав интеллектуальные машины, способные выполнять сложные задачи в различных областях. Благодаря интеграции ИИ роботы стали более автономными, адаптируемыми и эффективными, что привело к значительному прогрессу в таких отраслях, как производство, здравоохранение и логистика. В этой статье мы рассмотрим применение ИИ в робототехнике и его влияние на различные отрасли.

Одним из наиболее значимых применений ИИ в робототехнике является автономная навигация. Используя комбинацию датчиков, алгоритмов и машинного обучения, роботы могут ориентироваться в сложных средах и избегать препятствий в режиме реального времени. Автономные транспортные средства, такие как самоуправляемые автомобили, беспилотники и подводные аппараты, полагаются на алгоритмы, основанные на ИИ, для принятия решений и безопасной навигации. [1]

На производственных предприятиях роботы, оснащенные ИИ, могут перемещаться по цеху и адаптироваться к изменениям в окружающей среде, таким как изменение освещения, препятствия или движущееся оборудование. Они также могут изучать окружающую обстановку и делать прогнозы о том, что может произойти дальше, что позволяет им планировать свои движения и избегать столкновений.

Еще одним важнейшим применением ИИ в робототехнике является распознавание объектов и манипулирование ими. Используя компьютерное зрение и алгоритмы машинного обучения, роботы могут распознавать и классифицировать объекты в окружающей среде и манипулировать ими с высокой точностью. Это имеет важное значение для производства и логистики, где роботы могут эффективно сортировать, упаковывать и транспортировать товары.



Рис. 1 Робот сортировщик на основе искусственного интеллекта

В здравоохранении роботы, оснащенные искусственным интеллектом, могут помогать в хирургических операциях, обеспечивая точные и контролируемые движения. Роботы также могут использоваться для помощи пациентам с ограниченными физическими возможностями, помогая им выполнять повседневные задачи, такие как вставание с кровати, одевание и кормление.

ИИ также позволил роботам работать вместе с людьми в условиях совместной деятельности. Благодаря использованию передовых алгоритмов и обработке естественного языка роботы могут понимать инструкции человека и реагировать на них соответствующим образом.

В производстве роботы могут сотрудничать с людьми для выполнения задач, требующих как точности, так и творческого подхода, например, сборки сложных изделий или тестирования новых конструкций.

В здравоохранении роботы могут помогать врачам и медсестрам, выполняя рутинные задачи, такие как измерение жизненно важных показателей, позволяя медицинским работникам сосредоточиться на более важных аспектах ухода за пациентами.

Несмотря на то, что ИИ принес значительный прогресс в области робототехники, все еще существуют некоторые проблемы и ограничения, которые необходимо решить. Одной из наиболее серьезных проблем является недостаточная прозрачность алгоритмов ИИ. Поскольку роботы становятся все более автономными и принимают решения без вмешательства человека, становится все более важным понять, как они пришли к таким решениям.

Еще одним ограничением является стоимость разработки и внедрения роботов с искусственным интеллектом. Высокая стоимость разработки и внедрения может стать препятствием для малого и среднего бизнеса, который может не иметь ресурсов для инвестиций в ИИ. [2]

Искусственный интеллект изменил область робототехники, позволив машинам выполнять сложные задачи с большей эффективностью, точностью и автономностью. Автономная навигация, распознавание объектов и манипулирование ими, совместная работа человека и робота - это лишь некоторые из применений ИИ в робототехнике, которые имеют значительные последствия для различных отраслей, включая производство, здравоохранение и логистику. По мере дальнейшего развития ИИ мы можем ожидать, что роботы станут еще более интеллектуальными, адаптируемыми и универсальными, открывая новые возможности для инноваций и открытий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Селезнев П., Соснило А. Шестой технологический уклад и индустриализация // Власть. 2014. № 10. С. 14-23.
2. Промышленная робототехника в России и мире [Электронный ресурс] // Национальная ассоциации участников рынка робототехники: офиц. сайт. Режим доступа: <http://www.robotunion.ru/ru/novosti/85-promyshlennaya-robototekhnika-v-rossii-i-mire> (дата обращения: 10.05.2023).

**Швындекова А.В.**

**Научный руководитель: Ткачев В.К., канд. техн. наук, доц.**  
**Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия**

**ПРЕДИКТИВНЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КАК  
ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Характерным отличием тепловых и электрических станций от других производственных промышленных предприятий является наличие условия баланса выработки и потребления производимых ресурсов. Это условие должно выполняться не зависимо от любых возможных факторов, влияющих как на производство, так и на потребление. Однако выработать энергию заранее и поместить ее на хранение невозможно. На непрерывную работу предприятий в значительной мере влияют отказы оборудования, которые в свою очередь могут приводить не только к затратам на восстановление, но и к полному останову производства. Таким образом, главной задачей энергетических производств является сохранение их бесперебойной работы, которое возможно лишь в условиях надежной работы тепломеханического оборудования.

Надежность — это главная характеристика качества оборудования. При значительных отклонениях технических характеристик объекта от нормативных значений и последующих тяжелых состояниях наступает полная неработоспособность или возникает отказ. Укрупненно отказы можно разбить на три группы: по причине возникновения, характеру проявления и возможности прогнозирования. Основными причинами возникновений аварий и отказов тепломеханического оборудования являются: износ оборудования; ошибки проектирования; дефекты строительства, монтажа и наладки; несоответствие условий работы оборудования проектным (расчетным) режимам.

Эксплуатация котельных агрегатов сопровождается сложными физическими и химическими процессами, интенсивность которых влияет на узлы и детали оборудования, их долговечность и безотказность. Основными из них являются горение, теплообмен, коррозия, образование отложений на внутренней и наружной сторонах труб поверхностей нагрева и трубопроводов, изменение свойств и характеристик металла котлоагрегата. Главными элементами, которые подвергаются повреждениям в котле являются водяные экономайзеры,

топочные экраны и пароперегреватели. На трубах поверхностей нагрева могут возникать свищи, тепловые перекосы, происходить обрывы и повреждения сварных швов, протекать и развиваться коррозийные процессы.

Эффективность работы тепломеханического оборудования зависит от надёжности, безопасности, экономичности, технического состояния и является сложным комплексным показателем. Заранее обнаруженное место возникновение дефекта и принятые своевременно мероприятия по его предупреждению являются действиями, которые обеспечивают надежную и бесперебойную работу оборудования. Однако, все существующие и применяемые в данное время методы не позволяют заранее и с высокой точностью определять места возникновения дефектов. Одним из наиболее перспективных направлений развития в этой области является применение цифровых технологий. Необходимо создать новый подход обеспечения надежности оборудования с использованием современных цифровых технологий. Так, на примере трубок поверхностей нагрева котла-utiлизатора был разработан предиктивный метод по определению дефектных участков.

Суть разработанного метода заключается в создании единой экосистемы, объединяющей в себе различные системы контроля, анализа, сбора статистики, хранения и обработки информации. В основе этой экосистемы лежат как перекладные механические методы, так и современные цифровые, на основе комплексов различных программ. Для создания такой системы предлагается использовать датчики: температурных расширений, которые позволят определять в каком месте расширения превысили норму; датчики температуры, необходимые для получения информации о конкретном участке с ухудшенным процессом теплообмена и как следствие подверженном образованию накипи; датчики температурных напряжений.

Для уменьшения количества образования твердых отложений на стенках трубы необходимо автоматизировать контроль качества питательной воды, используя: автоматическую систему дозирования реагентов; измерения уровня проводимости воды, уровня pH, уровня жесткости; контроль уровня воды.

Данные с датчиков будут непрерывно выгружаться для хранения и дальнейшей передачи в серверную, откуда информация и все изменения будут заноситься в программный комплекс ANSYS. В ANSYS создается модель котла, которая включает в себя все основные элементы. Затем модель может быть подвергнута различным тестам, например: термический и напряженно-деформационный анализ для определения места наибольшей нагрузки и потенциальных точек повреждения.

ANSYS - это мощное средство для компьютерного моделирования, которое используется в различных отраслях, включая энергетику и промышленность. Оно может использоваться для анализа различных физических процессов, в том числе для определения повреждений в котлах утилизаторах. Одним из ключевых преимуществ ANSYS является его способность проводить анализ не только в статических условиях, но и в динамических, что может быть особенно полезно при определении дефектов. Все полученные данные также отправляются на сервер, а затем на основе специально разработанного ПО, которое необходимо для выполнения функции связывания полученных данных от датчиков с моделированием и получением статистик, оператор быстро сможет собирать аналитику работы отдельных процессов и их работы между собой.

В качестве примера было выполнено моделирование процесса теплообмена в пароперегревателе котла-utiлизатора. На рис. 1 представлены: геометрия, распределения скоростей, температурные напоры и распределение температуры в пароперегревателе котла-utiлизатора. Наиболее значимыми результатами являются температурные напоры на участках трубопроводов.

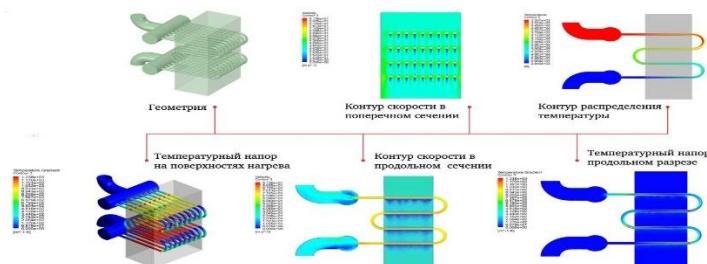


Рис. 1 Результаты моделирования

Таким образом, для создания экосистемы потребуются: датчики; станция контроля качества питательной воды; серверная и дополнительное оборудование; разработка специального ПО; программный комплекс ANSYS.

Технико-экономический расчёт разработанного метода производится по числу часов простоя газовой и паровой турбины, так как при отказе котла-utiлизатора прекращает свою работу парогазовая установка (ПГУ), в состав которой входят: газотурбинная установка (ГТУ) и паротурбинная установка (ПТУ)

Число часов простоя в среднем составляет две недели, однако используя разработанное решение возможно сократить эту величину в

два раза, то есть до 168 ч. Учитывая мощности газовой турбины 125 МВт и парой 126 МВт, а также стоимость одного мегаватта в месяц 207 тысяч рублей, экономия составит 12 миллионов рублей в год.

Предложенный метод оказывает позитивное влияние на коэффициент полезного действия (КПД) и коэффициент теплопередачи. КПД котла зависит от суммарных потерь  $\Sigma_2^6 q$ .

Накипь, образовывающаяся на трубах, вызывает увеличение  $q_2$  – потерь теплоты с уходящими газами и пережёг труб. Из-за нарушения процесса теплообмена, температура уходящих газов увеличивается. Отсюда следует, что с увеличением количества образований накипи КПД котла падает. Разработанный в данной работе метод позволяет предупредить образование накипи на поверхностях нагрева, тем самым поддерживать КПД котла на заданном уровне. Коэффициент теплопередачи  $k$  представляет собой количественную расчётную величину, характеризующую сложный теплообмен. Он зависит от коэффициентов теплоотдачи, термического сопротивления стенки и загрязнений. На коэффициент теплопередачи влияет термическое сопротивление  $R_{загр}$ , которое возрастает с увеличением слоя твёрдых отложений. Чем больше термическое сопротивление, тем меньше коэффициент теплопередачи  $k$ , а чем меньше  $k$ , тем хуже протекает теплообмен и больше вероятность пережога труб.

Экономический расчет производится на основании капитальных вложений с учетом ставки дисконтирования 15%. Так, при инвестициях в 10 миллионов рублей и первичном сроке ввода в эксплуатацию с учетом разработки, испытаний и монтажа, который составит 2 года, срок окупаемости проекта будет равен 4 года.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Капитальные вложения	1000000									
Амортизация	400000									
Себестоимость	6400000									
Полные затраты	6000000									
Капитальные вложения	2500000	2500000	2500000							
Составляющие стоимости производственных издержек	0		10000000	9800000	9216000	8847360	8493465,6	8153726,976	7827577,89696	7514474,7810818
Производственные издержки			6400000	161025,64102564	42075,80539119	107891,232151587	27664,4185004089	7093,44064112997	1818,83093202307	466,366906057197
Результаты			12000000	12000000	12000000	12000000	12000000	12000000	12000000	12000000
Затраты по проекту			6000000	5760000	5529600	5306416	5096079,36	4892258,1869	4696546,738176	4508684,86664896
Чистый денежный поток	-2500000	-2500000	-2500000	6000000	6240000	6470400	6691584	6902980,64	7107763,8144	730453,261824
Коэффициент дисконтирования	1	0,884955762212389	0,783146683373796	0,693050516277198	0,61331872679377	0,542759903599449	0,48031852743314	0,42506046746142	0,37615986172205	0,32284833038522
Дисконтированный доход	-2500000	-221289,38503097	-196786,70843449	-156300,97398618	-987108,86671951	-5511873,89991083	-3214091,7730716	-2934684,96161068	-2673655,45597912	-2241208,82217952
Накопленный дисконтированный доход	-2500000	-4712389,38503097	-4670256,08996446	-2511955,11529908	-1315153,74542000	-482727,63531086	-8041119,40838602	-10975704,3399967	-13649359,8135758	-16080696,6357551

Рис. 2 Экономический расчёт

Таким образом, предложенный в настоящей работе метод предиктивного обнаружения дефектов участков труб поверхностей нагрева котла-утилизатора с использованием цифровых технологий на

базе программного комплекса ANSYS и прикладных механических методов, является перспективным для дальнейшей проработки и внедрения на производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Учеб. пособие. — М.: ИНФРА -М, 2015 — 325 с.: ил. — (Высшее образование: Бакалавриат).
2. Г. Гладышев. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и Н17АЭС: Учеб. пособие для теплоэнергетических и энергомашиностроительных вузов/ Г. Гладышев, Р. З. Аминов, В. З. Гуревич и др.; Под ред. А. И. Андрющенко.—М.: Высш. шк., 1991.—303 с.: ил.
3. Пеленко В. В. Надежность источников и систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Часть 1. Основы теории: учебное пособие / Пеленко В. В., Верхоланцев А. А., Хлыновский А. М. ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2020. - 101 с.: ил. 28. - ISBN 978-5-91646-247
4. С.А. Беляев. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС./ С.А. Беляев, В.В. Литvak, С.С. Солод. – Томск: Изд-во НТЛ, 2008 – 218 с.
5. ГОСТ Р 58177— 2018. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Тепловые электрические станции. Оборудование тепломеханическое тепловых электростанций. Контроль состояния металла. Нормы и требования. – Москва : Стандартинформ, 2018.

УДК 656.21

*Шерстобитова О.Б.*

*Научный руководитель: Псеровская Е.Д., канд. техн. наук, доц.  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск, Россия*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ КОНТРЕЙЛЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

Условия рынка воздействуют не только на экономику и бизнес стран, но и на виды транспортных услуг, конкурирующие сегменты которых ищут альтернативные, взаимовыгодные виды взаимодействия

с использованием объединяющих их условий логистики. Разновидности транспорта, являющиеся маркером направления развития экономики и организация транспортировки грузов, обеспечивающая контроль качественного предоставления логистических услуг потребителям в нужное время, в нужном объеме и в нужном месте являются важнейшими компонентами транспортной отрасли [1].

Развивающаяся масштабными темпами интеграция и сотрудничество различных видов транспорта на фоне модернизации и цифровизации технологических процессов и «интернета вещей» создают условия для увеличения коэффициента полезного действия всех ступеней грузоперевозок, повышая качество транспортных услуг по доставке грузов и развивая новые. Относительно новым видом грузоперевозок для России является контрейлерная технология доставки грузов, превращающая автомобильный и железнодорожный транспорт в партнеров, исключая конкурентную борьбу за потребителя транспортной услуги, позволяющая повысить качество оказания транспортных услуг и достичь решения экономических, социальных и экологических задач, стоящих перед транспортной отраслью [2]. Контрейлерные перевозки грузов — это комбинированный между автомобильным и железнодорожным транспортами вид доставки грузов, который достаточно широко применяется в США, в странах Северной Америки, Японии и в таких европейских странах, как: Великобритания, Швеция, Франция, Италия, Германия [3].

Контрейлерные технологии в России, переживающие сегодня постепенное внедрение и развитие, вполне могут использовать существующую инфраструктуру многих железнодорожных станций сети, которые уже работают с крупнотоннажными контейнерами и имеют некоторое оснащение необходимыми механизмами для организации работы с контрейлерными перевозками. На сегодняшний день услуги по приёму и отправлению контрейлеров с использованием вертикальной погрузки полуприцепов на вагон по технологии Lo-Lo, название которых происходит от английского «Lift-on-Lift-off», осуществляется уже на ряде железнодорожных станций России, оснащенными грузоподъемными механизмами для работы с крупнотоннажными контейнерами. Разумеется, вопросы переоснащения существующих контейнерах железнодорожных станций для организации на них современных контрейлерных технологий требуют больших капиталовложений как со стороны государства, так и со стороны частного капитала. Поэтому анализ деятельности транспортно-логистических центров на сети железных дорог для выявления негативных факторов и определения причинно-

следственных связей между различными факторами, влияющими на непроизводительные издержки времени работы по погрузке/выгрузке и оформлению контрейлерных отправок грузов, является на сегодняшний день весьма актуальным.

Метод, с помощью которого предлагается произвести исследование причинно-следственных связей идентификации причин нежелательного события или проблемы в контексте рассматриваемой работы транспортно-логистических центров с контрейлерными отправками, является структурированным, позволяющим составить возможные причинные факторы в обобщенные категории так, чтобы можно было рассмотреть все возможные гипотезы и носит название «диаграмма Исикиавы» или диаграммы «рыбьего скелета». Предложенная профессором Токийского университета, крупнейшим специалистом в Японии в области управления качеством Каору Исикиава схема «рыбьего скелета» является элементом визуализации, демонстрирующим конечную диагностику сложившейся проблемы, выявляя именно первопричины [4]. Систематизация всех потенциальных причин рассматриваемой проблематики длительного оформления контейнерных отправок в транспортно-логистических центрах с выделением самых значимых представляется в простой и доступной форме в виде диаграммы Исикиавы, позволит выделить именно первопричины. Важным для исследования является то, что при использовании данного метода исследуются именно фактические причины, которые обычно определяются эмпирическим путем.

До начала построения причинно-следственной диаграммы следует выявить все факторы и причины, которые влияют на исследуемый результат, сгруппировать их по смысловым блокам, провести соответствующее ранжирование, проанализировать итоги, определяя более значимые факторы, а также факторы, на которые нет возможности влиять и игнорируя малозначимые факторы [5]. На рис.1 приведен макет причинно-следственной диаграммы Исикиавы, с помощью которой представляется возможность обнаружить значимые характеристики процессов, влияющие на итоговое значение затрачиваемого времени при обработке контейлерной отправки как при погрузке, так и при выгрузке, установить первопричины возникновения факторов, влияющих на непроизводительные простой, что позволяет оценить или пересмотреть всю технологию организации работы с контейлерными отправками на терминале.

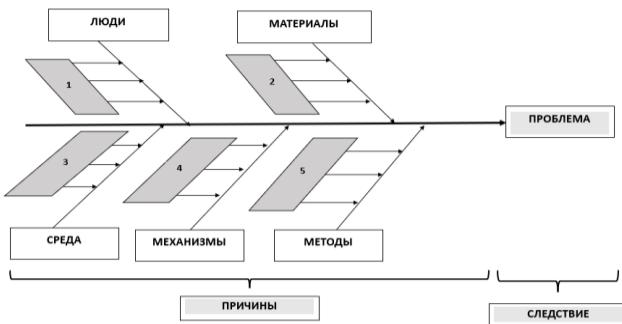


Рис. 1 Макет диаграммы Исиакавы

Показанная на рис.1 схема состоит из блоков, которые разбиваются на участки, в зависимости от сложности исследуемого процесса и постановки проблемы:

- блок «ЛЮДИ» включает в себя человеческий потенциал, профессиональные компетенции, опыт, навыки, здоровья и др.;
- блок «МЕТОДЫ» содержит способы, приемы, технологии выполнения производственных и других операций, производительность работ;
- блок-«МЕХАНИЗМЫ» учитывает наличие оборудования, устройства, инструментов;
- блок «МАТЕРИАЛЫ» описывает средства, материалы, необходимые для технологии или процесса;
- блок «СРЕДА» охватывает внешние условия, конкретность, рынок, перепады температур, климат, освещение;
- блок «КОНТРОЛЬ» характеризует соблюдение правил, законов, норм и регламентов.

Ступенчатый анализ технологии работы с контейнерными отправками и постепенное заполнение каждого блока для дальнейшего построения причинно-следственной диаграммы Исиакавы предоставляет возможность выявить и устранить проблемные аспекты и определить направление, которое позволит найти рациональное решение для уменьшения времени на обработку контейнеров.

Анализ произведен на примере конкретного контейнерного терминала при железнодорожной станции Клецких Западно-Сибирской ж.д., город Новосибирск. Представим проблему с издержками времени на погрузку/выгрузку и оформление контейлерной перевозки, возникающую на контейнерном терминале при железнодорожной станции, при помощи диаграммы Исиакавы. Для каждой группы

выделенных факторов, исследованных и обнаруженных эмпирическим путем, сформированы причины второго уровня, приведенной на рис.2.

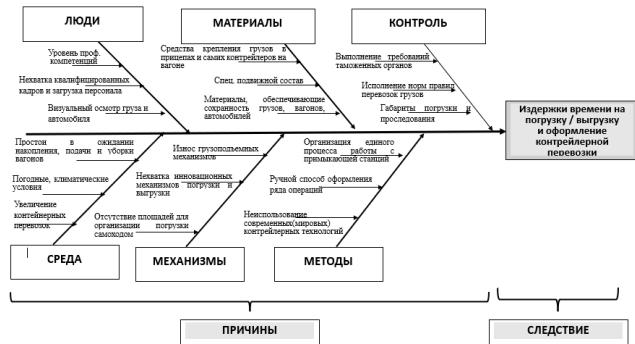


Рис. 2 Причинно-следственная диаграмма затрат времени на погрузку (выгрузку) и оформление контейнерной перевозки.

Результаты проведенного экспертами анализа каждого установленного фактора по значимости и оценка причин по пятибалльной шкале приведены на рисунке 3.

Факторы	Ранг $\Sigma=1.0$	Баллы					Итоговые данные
		1	2	3	4	5	
<b>1. Люди</b>	<b>0.2</b>					*	
1.1. Уровень профессиональных компетенций						*	
1.2. Нехватка квалифицированных кадров и загрузка персонала		*					1.8
1.3. Визуальный осмотр груза и автомобиля			*				
<b>2. Материалы</b>	<b>0.15</b>						
2.1. Средства крепления грузов в прицепах и самих контейлеров на вагоне			*				
2.2. Специализированный подвижной состав			*				1.05
2.3. Материалы, обеспечивающие сохранность грузов, вагонов, автомобилей			*				
<b>3. Среда</b>	<b>0.10</b>						
3.1. Простой в ожидании накопления, подачи и уборки вагонов			*				
3.2. Погодные, климатические условия			*				0.8
3.3. Увеличение контейнерных перевозок			*				
<b>4. Механизмы</b>	<b>0.25</b>						
4.1. Износ грузоподъемных механизмов					*		
4.2. Нехватка инновационных механизмов погрузки и выгрузки			*				3.75
4.3. Отсутствие площадей для организации погрузки самоходом				*			
<b>5. Методы</b>	<b>0.2</b>						
5.1. Организация единого процесса работы с примыкающей станцией				*			
5.2. Ручной способ оформления ряда операций			*				2.0
5.3. Ненапользование современных(мировых) контейнерных технологий				*			
<b>6. Контроль</b>	<b>0.1</b>				*		
6.1. Выполнение требований таможенных органов				*			
6.2. Исполнение норм правил перевозок грузов			*				1.1.
6.3. Габариты погрузки и проследования			*				

Рис. 3 Анализ факторов диаграммы по значимости.

На рисунке 4 приведены итоги оценки исследованных факторов причинно-следственной диаграммы Исикавы, проведено экспертным методом для выявления наиболее значимых характеристик.

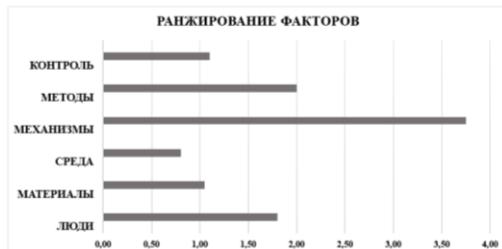


Рис. 4 Итоги оценки факторов по значимости их влияния

Таким образом, как видно из рисунка 4, ранжирование факторов экспертыным методом показывает, что наиболее значимыми для решения проблемы длительного оформления контейлерных отправок грузов являются факторы:

- «МЕХАНИЗМЫ», включающий в себя наличие оборудования, устройства, инструментов и обозначивший такие причины, как: нехватка инновационных механизмов погрузки и выгрузки, отсутствие площадей для организации погрузки контейлеров самоходом, износ грузоподъемных механизмов;

- «МЕТОДЫ», содержащие такие причины, как: неиспользование современных (мировых) контейлерных технологий, ручной способ оформления ряда операций, организация единого процесса работы с примыкающей станций.

На основе проведенного анализа исследуемых факторов можно сделать вывод о том, что для уменьшения издержек времени на погрузку/выгрузку и оформление контейлерных отправок грузов на контейнерных станциях сети железных дорог необходимо повышение уровня технологичности процесса путем перенятия мирового опыта и внедрения ряда уже существующих технологий работы с контейлерными перевозками грузов, добавляя необходимые погрузо-разгрузочные механизмы и техническое оснащение самих полигонов терминалов. Далее необходимо уравновесить технологическую составляющую процесса между повышением профессиональных компетенций работников терминалов и внедряемых технологий, исследуя и совершенствуя логистическую цепочку функций терминала, что позволит исключить простой в ожидании выполнения функций и задержек от нехватки механизмов. Безусловно необходимо

экономическое подкрепление в развитии материально-технического снабжения терминалов, которое послужит основанием для мотивации персонала и подкрепит утсанвленный фактор «ЛЮДИ», обозначая его в бужущем ключевым в увеличении прибыли от перевозок грузов контрейлерными отправками.

Проведенный методом «диаграмма Исиавы» анализ факторов, влияющих на время обработки контрейлерных отпарвок грузов, позволил определить пути решения поставленной задачи. В нашем случае наиболее эффективными для исключения проблемы по издержкам времени на терминале будут мероприятия по скорейшему совершенствованию технологий, переоснащению механизмов терминала, увеличению числа квалифицированных кадров и повышению их профессиональных компетенций.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шерстобитова, О. Б. К вопросу расширения транспортно-экспедиционных услуг при развитии контрейлерных перевозок на сети железнодорожных дорог России /О. Б. Шерстобитова// Тенденции развития логистики и управления цепями поставок: Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Казань, 21–24 сентября 2022 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2022. – С. 185–192
2. Псеровская, Е. Д. Зеленая логистика контрейлерных перевозок /Е. Д. Псеровская, О. Б. Шерстобитова // Логистика: современные тенденции развития: Материалы XXI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 07–08 апреля 2022 года / Отв. редактор В.С. Лукинский. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, 2022. – С. 93–99
3. Псеровская, Е. Д. Контрейлерные перевозки / Е. Д. Псеровская, О. Б. Шерстобитова // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2021. – № 2(3). – С. 44–51.
4. Исиава К. Японские методы управления качеством. - М.: Экономика, 1988. - 215 с.
5. Чейз Р. Б. Производственный и операционный менеджмент / Р. Б. Чейз, Н.Дж. Эквилайн, Р.Ф. Якобс. 8-е изд.: пер. с англ. – М.: ИД «Вильямс», 2001. – 704.

**Шило Н.А.**

**Научный руководитель: Чепчуро́в М.С., д-р техн. наук, проф.**

**Белгородский государственный технологический университет**

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

## **РОБОТ-ПЕРЕГРУЖАТЕЛЬ**

Современное сельское хозяйство благодаря использованию новейших технологий выращивания продукции способно в полной мере обеспечить потребности населения в фруктах и овощах, но такие огромные объёмы продукции необходимо еще и доставить до потребителей. Продукт, перед тем как отправиться к месту его потребления, прибывает к месту его сортировки. Сортировка продукции требует высокой аккуратности, так как при повреждении быстро приходит в негодность. Самым «опасным» моментом для овощей и фруктов на всём пути от поля до потребителя является момент его выгрузки на линию сортировки. Выгружая из транспортировочного ящика условные яблоки в обычный бункер, мы рискуем их повредить, и так же эта простая операция требует непосредственного участия человека, что увеличивает время сортировки и приводит к дополнительным, нежелательным расходам.

В данной статье будут представлено решение по уменьшению количества повреждённых продуктов и увеличению эффективности общего процесса сортировки.

При высокой производительности комплекса сортировки, так же требуется и высокая производительность процесса разгрузки. Повысить производительность разгрузки сможет робот-перегружатель, способный работать в автоматическом режиме без вмешательства человека в этот процесс.

Представленный робот-перегружатель (рис. 1) служит для перегрузки контейнеров с плодово-овощной продукцией в принимающий бункер гидротранспортера линии сортировки.

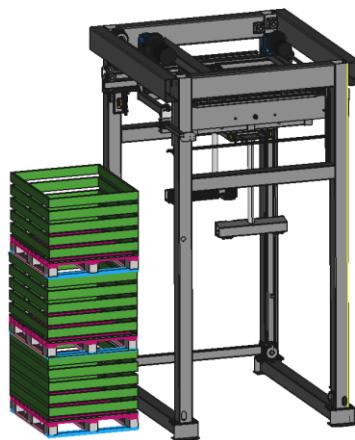


Рис. 1 Общий вид робота-перегружателя с контейнерами

Работает робот-перегружатель следующим образом: в начале рабочего цикла схваты робота-перегружателя, установленные на каретке, находятся в крайнем верхнем положении (рис. 2).

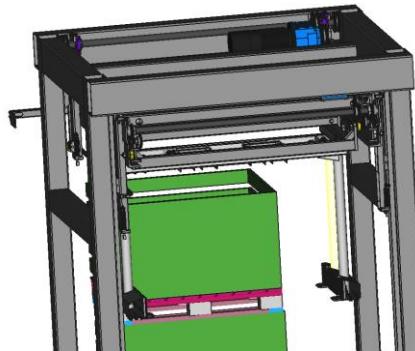


Рис. 2 Крайнее верхнее положение схватов робота-перегружателя

В это время вилочный погрузчик устанавливает заданное количество контейнеров в рабочую зону робота-перегружателя по схеме, изображенной на рис. 3.

Контейнеры 1 поступают в зону подачи *A*. При наличии контейнера 1 в зоне подачи, причем не важно это первый, второй или третий контейнер в стопе, а также при отсутствии технологического транспорта в зоне *A*, каретка 3 робота-перегружателя 2 опускается до

уровня захвата верхнего контейнера в стопе и схваты робота-перегружателя 2 захватывают контейнер 1.

После захвата контейнера 1 каретка 3 поднимается и перемещается в зону разгрузки В (рис. 4).

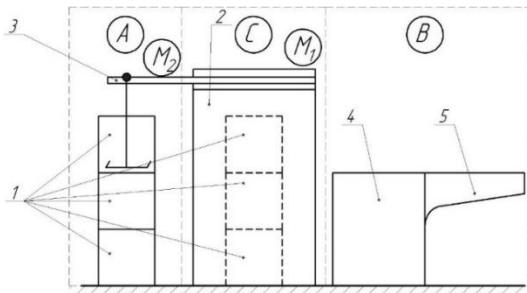


Рис. 3 Схема перегрузки и возврата контейнеров:

*A – зона подачи контейнеров, B – зона гидравлической разгрузки, C - зона возврата контейнеров, 1 – контейнеры, 2 – робот-перегружатель, 3 – каретка, 4 – емкость гидравлической разгрузки, 5 – гидротранспортер,  $M_1$  – привод подъема,  $M_2$  – привод перемещения*

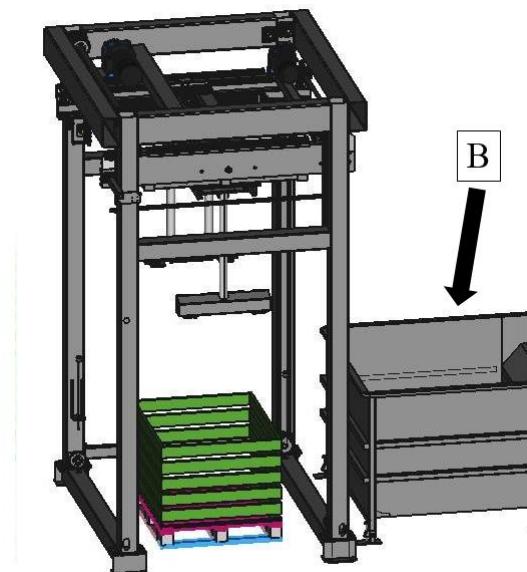


Рис. 4 Зона разгрузки (В)

Затем контейнер опускается в ёмкость гидравлической разгрузки – 4, где выдерживается (В) до полной разгрузки, и продукт транспортируется к сортировщику гидротранспортером - 5. По окончании разгрузки контейнер поднимается и транспортируется в зону возврата – С, затем устанавливается на пол и схваты разжимаются. После этого каретка З поднимается и перемещается в зону подачи контейнеров – А, и цикл повторяется сначала. Приводы подъёма М<sub>1</sub> и перемещения М<sub>2</sub> расположены непосредственно на раме робота-перегружателя.

После выхода продукта из контейнера, контейнер удаляется из зоны гидротранспортировки и возвращается в исходное положение, из которого он удаляется вилочным погрузчиком.

Выгрузка продукции в бункер гидротранспортера снижает риск её повреждения к минимуму, и позволяют её промывать в автоматическом режиме, не затрачивая на это дополнительного времени.

Созданный, при работе над проектом атавтоматического комплекса сортировки плодовоощной продукции, робот-перегружатель позволяет выполнять скоростную разгрузку контейнеров, обеспечивая производительность комплекса до 10 тонн в час. Управление роботом-перегружателем выполняется от специального контроллера с панелью оператора [2]. При создании программного управления роботом-перегружателем выполнено его предварительное моделирование [3]

*Исследование выполнено 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. Чепчуроев М.С., Четвериков Б.С., Любимый Н.С., Лукьянов А.С. Структура автоматизированного комплекса сортировки плодовоощной продукции Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2022. № 4. С. 31-35.
2. Чепчуроев М.С., Четвериков Б.С., Любимый Н.С., Лукьянов А.С. Программа управления роботом-перегружателем Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022685652, 26.12.2022. Заявка № 2022684895 от 14.12.2022.
3. Чепчуроев М.С., Четвериков Б.С., Крутиков А.Н., Мамбетов Э.Б., Прокопов М.В., Тетерина И.А., Минасова В.Е. Программа для моделирования работы порталально-консольного перегружателя

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022685048,  
20.12.2022. Заявка № 2022684864 от 14.12.2022.

**УДК 62.529**

*Шкиль А.Д., Габуев О.О.*

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

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ 3D-ПРИНТЕРОМ И НАСТРОЙКА СВЯЗИ**

Строительные 3D-принтеры представляют собой устройства, создающие конструктивные элементы зданий, малые архитектурные формы или целые строения послойно.

Для управления строительным 3D-принтером необходимо разработать SCADA систему. Данная система позволит реализовать управление объектом на верхнем уровне, а именно задавать необходимую форму здания, считывать положение рабочего органа (экструдера) в пространстве и предупреждать об аварийных ситуациях [4]. Реализация верхне-уровневой системы осуществляется посредством использования программируемого логического контроллера Schneider Modicon, с помощью которого контролируются и управляются различные устройства автоматики 3D-принтера. На верхнем уровне используется OPC-сервер KEPServerEX, с помощью которого осуществляется передача между нижним уровнем системы и SCADA-системой SIMATIC WinCC 7.5.

Получение данных о текущей позиции головки принтера, осуществляется с помощью программы управления положением принтера, разработанной в среде Somachine. Создадим переменные, отвечающие положению рабочего органа X\_G\_Position, Y\_G\_Position, Z\_G\_Position (рис. 1.) и переменные для запуска и остановки принтера start\_G\_code, slow\_Stop\_G\_code [3]. Для передачи этих переменных по протоколу Modbus TCP преобразуем их к типу используемому в OPC сервере, используя блок LREAL\_TO\_INT для преобразования текущей позиции типа LREAL в тип INT.

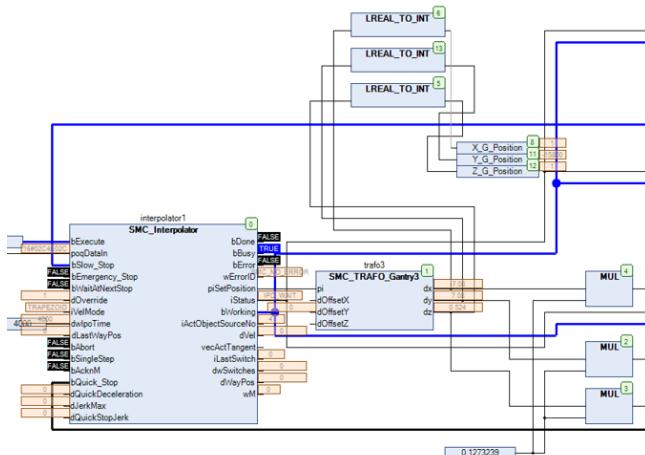


Рис. 1 Создание переменных в Somachine

В глобальных переменных присвоим нашим позициям адреса во внутренней памяти контроллера, для переменных типа Boolean, адрес во внутренней памяти контроллера (рис. 2.) будет иметь вид %MX0.1, где 0 – это номер байта, а 1 и 2 – номер битов в данном байте. Для переменных типа INT адрес будет иметь вид %MW14, MW – соответствует 2 байтам занимаемой памяти, а 14, 15 — это номер ячейки.

```
start_G_code AT %MX0.1: BOOL:=FALSE;
slow_Stop_G_code AT %MX0.2: BOOL;
X_G_Position AT %MW14:INT;
Y_G_Position AT %MW16:INT;
Z_G_Position AT %MW18:INT;
```

Рис. 2 Запись переменных в память контроллера

Укажем IP адрес нашего устройства в сети Ethernet для программы Somachine и организуем связь между ПЛК и WinCC с помощью программы KEPServerEX. Для этого создадим OPC сервер, реализующий передачу данных по протоколу Modbus TCP. Выставим номер порта 502 и выберем протокол TCP/IP. Также зададим IP - адрес нашего контроллера в сети.

Далее необходимо создать наши переменные в блоке тегов сервера ОПС. Здесь зададим тип переменных slow\_Stop\_G\_code и start\_G\_code Boolean, разрешения на чтение и запись и адрес переменной в формате адреса ПЛК в Modbus Ethernet. Аналогично сделаем это для переменных X G Position, Y G Position, Z G Position изменив адрес в Modbus на

адрес для %MW15 и задав тип Short равносильный типу Integer. Это необходимо для корректного считывания и передачи переменных из памяти ПЛК в OPC сервер.

Адреса переменных в Modbus (рис. 3.) типа Boolean примут вид 400001.1 и 400001.2, а типа Short 400015, 400017, 400019. Так как в Modbus смещение в области %M и %MW имеют разницу в 1.

Address	Range	Data Type	Access	Function Code
4xxxxx	1-65536 1-65535 1-65533	Word, Short, BCD Float, DWord, Long, LBCD Double	Read/Write	03, 06, 16
4xxxxx.bb	xxxxxx=1-65536 bb=0/1-15/16*	Boolean	Read/Write	03, 06, 16, 22
4xxxxx:Xbb	xxxxxx=0-65535 bb=0/1-15/16*	Boolean	Read/Write	03, 06, 16, 22

Рис. 3 Адреса переменных в Modbus Ethernet

При запущенном OPC сервере (рис. 4.) и правильно сконфигурированных настройках передача осуществляется без ошибок.

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
slow_Stop_G_code	400001.2	Boolean	100	None	
start_G_code	400001.1	Boolean	100	None	
X_G_Position	400015	Short	100	None	
Y_G_Position	400017	Short	100	None	
Z_G_Position	400019	Short	100	None	

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
Schnieder_Wincc.Modicon.slow_Stop_G_code	Boolean	0	19:34:45:170	Good	2
Schnieder_Wincc.Modicon.start_G_code	Boolean	0	19:34:45:170	Good	2
Schnieder_Wincc.Modicon.X_G_Position	Short	1	19:34:45:170	Good	2
Schnieder_Wincc.Modicon.Z_G_Position	Short	1	19:34:45:170	Good	2
Schnieder_Wincc.Modicon.Y_G_Position	Short	-15800	19:34:45:170	Good	2

Рис. 4 Передача переменных в OPC - сервер

Далее наладим передачу тегов из OPC-сервера в среду WinCC. Необходимо создать интерфейс PROFINET для передачи данных в разработанную SCADA. Для этого выберем блок IE general и добавим его в сконфигурированную станцию противного компьютера с уже добавленным блоком для разработки интерфейса SCADA системы. Зададим IP адрес нашего устройства в сети и его маску.

Выберем в блоке Connection коммуникационный драйвер (рис. 5.) типа OPC. И подключим наш сервер KEPware.KEPServerEx.V4. В таблице тегов создадим переменные аналогичные переменным в OPC, подключим OPC Connection 2 и поменяем их тип. [2].

The screenshot shows the 'Default tag table' configuration in the Siemens SIMATIC Manager. The table lists various PLC tags with their data types, connection types, and addresses:

Name	Type	Data type	PLC name	PLC tag	Address	Access mode
slow_Stop_G_code	IT	VT_BOOL	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.slow_Stop_G	<absolute access>
start_G_code	IT	VT_BOOL	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.start_G...	<absolute access>
X_G_Position	IT	VT_B4	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.X_G_Pos...	<absolute access>
X_Position	IT	VT_B4	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.X_Posit...	<absolute access>
Y_G_Position	IT	VT_B4	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.Y_G_Pos...	<absolute access>
Y_Position	IT	VT_B4	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.Y_Posit...	<absolute access>
Z_G_Position	IT	VT_B4	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.Z_G_Pos...	<absolute access>
Z_Position	IT	VT_B4	Connection_2	<undefined>	Schneider_Wincc.Modicon.Z_Posit...	<absolute access>

Below the table, the 'ncc.Modicon.slow\_Stop\_G\_code' node is expanded in the tree view, showing its structure and properties.

Рис. 5 Добавление переменных в WinCC

Создадим изображение нашего принтера в WinCC используя базовые блоки [1]. Запустим симуляцию проекта (рис. 6.). Переменные передаются, и мы получаем информацию о текущей позиции принтера.

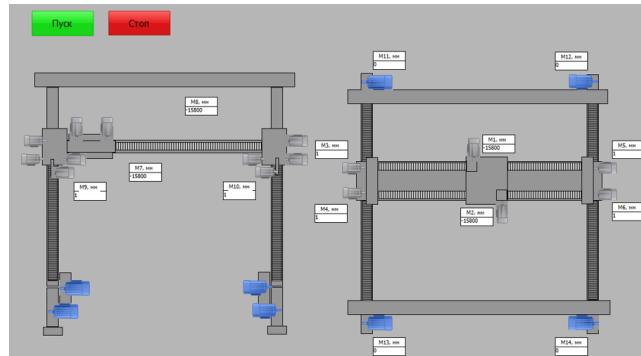


Рис. 6 Экран работы SCADA системы

Разработанная SCADA регистрирует положения рабочего органа (каретки с экструдером) в пространстве по осям x, y и z. Возможно переключение между ручным и автоматическим управлением. Также организована возможность ввода G-кодов вручную в поле ввода для перемещения на заданную позицию, или считывания модели заданного строительного объекта из файла. Запуск и остановка, осуществляется посредством кнопки «Пуск\Стоп».

Итоговая разработка реализована на реальном объекте, строительном 3D-принтере, ее использование позволяет облегчить контроль над технологическим процессом печатания.

*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. Елизаров И.А., Третьяков А.А., Пчелинцев А.Н. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2015. – 160 с.
2. Кисельников А.Ю., Худяков П.Ю., Жеребчиков А.Ю. Программирование ПТК Siemens и ПТК Vipa в программных пакетах Step7, WinCC и PCS7: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 83 с.
3. SoMachine-Programming Guide [Электронный ресурс]. URL: [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=SoMachine\\_Programming+Guide\\_2016\\_RUS.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000000067-RUS](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=SoMachine_Programming+Guide_2016_RUS.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000000067-RUS) (дата обращения: 20.03.2023).
4. Bazhanov, A.G., Yudin, D.A., Porkhalo, V.A. Development of modular software for controlling a construction 3D printer // IOP Conferences. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Т. 327. – С. 63–70.

**УДК 628.477.6**

***Юдин А.В.***

***Научный руководитель: Середин Б.М., д-р техн. наук, доц.***  
***Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)***  
***имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия***

## **ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ FFF/FDM 3Д ПЕЧАТИ В РАМКАХ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Полимеры и композиты на их основе в последние десятилетия стали одними из основных материалов, применяемых промышленностью. Они выгодно отличаются от аналогов уникальным сочетанием структурных свойств, таких как высокая механическая прочность, низкая плотность, хорошая химическая стойкость. Кроме того, материалы данной группы просты в обработке и очень

экономичны с энергетической точки зрения. Совокупность представленных факторов обусловила массовое внедрение полимеров практически во всех сферах современной жизни.

Активный рост производства и потребления изделий из пластмасс остро ставит вопрос утилизации данной группы материалов. Одной из основных особенностей при этом является их практически полная биологическая инертность. Это означает, что полимерные твердые бытовые отходы (ТБО) без дополнительной переработки могут храниться десятилетиями. Это приводит к постепенному интенсивно растущему загрязнению о кружающей среды. Несмотря на отсутствие прямого токсического воздействия данной группы ТБО на флору и фауну, механическое захламление в данном случае приводит к существенным сбоям в экологических циклах и нарушению целостности экосистем.

Несмотря на высокую степень промышленного развития, человечество до сих пор сильно зависит от экологической обстановки, ухудшение которой негативно сказывается на качестве повседневной жизни. Этот факт в совокупности с ограниченностью ископаемых ресурсов остро ставит вопрос о необходимости вторичной переработки полимерных ТБО. Согласно [1], современное научно-исследовательское сообщество выделяет несколько моделей жизненного цикла материалов данной группы, включающих механический, химический и пиролитический рециклинг, а также захоронение. Обобщенно, они могут быть представлены рисунком 1.



Рис. 1 Модели жизненного цикла полимерной продукции

Из представленных только захоронение полимерных ТБО выводит ресурсы из экономических циклов, обеспечивая при этом наибольшие

издержки в долгосрочной перспективе. Даже наименее эффективный процесс сжигания позволяет на заключительном этапе жизненного цикла изделий добиться экономической выгоды в виде свободной энергии, которая может быть потрачена на выработку новой продукции или генерацию электричества.

Механическая переработка полимерных отходов является наиболее коротким и простым в реализации процессом, способным существенно сократить материальные затраты на сырье для современных производств. Активное развитие в последние годы технологии FFF/FDM 3D печати послужило одним из ключевых звеньев в формировании концепции, известной в зарубежной литературе [2,3], как Distributed Recycling via Additive Manufacturing (DRAM). DRAM подразумевает децентрализованный сбор, сортировку и переработку полимерных ТБО для вторичного применения при производстве изделий аддитивными методами. В случае с FFF/FDM технологией замкнутая производственная цепочка имеет вид, обобщенно представленный рисунком 2.



Рис. 2 Модель замкнутого цикла для технологии FFF/FDM 3D печати

Ключевой особенностью цикла является использование внутри него группы термопластичных полимеров, испытывающих обратимые фазовые переходы при нагреве и охлаждении. Таким образом становится возможным многократное переформование одного и того же объема материала без существенных потерь. При этом необходимо иметь ввиду, что вторичная переработка сопровождается деградацией структурных свойств пластиков и приводит к общему ухудшению их эксплуатационных характеристик. С другой стороны, снижение прочностных показателей до некоторой степени компенсируется меньшими температурами размягчения, что позволяет получить выгоду в области энергозатрат.

Кроме того, полимеры, применяемые для 3D печати по FFF/FDM технологий, не относящиеся к классу биоразлагаемых, по типу внутренней структуры разделяются на аморфные и

полукристаллические. Для второй группы характерна более высокая стабильность структуры после рециклинга, что делает их более предпочтительным выбором для использования в замкнутых системах.

Кроме того, активно используется классификация по температурному диапазону экструзии, определяющая распространность и назначение пластика. Как правило, чем выше температура формования, тем выше эффективные прочностные характеристики. С другой стороны, большинство коммерчески доступных 3D принтеров имеют ограничение по эффективному нагреву филамента до 260 °C. Эффективная работа на более высоких температурах требует существенного усложнения конструкции оборудования, переводя таким образом высокотемпературные полимеры в разряд промышленных. В литературе [4] предложена пирамидалная классификация FDM пластиков, показанная рисунком 3.

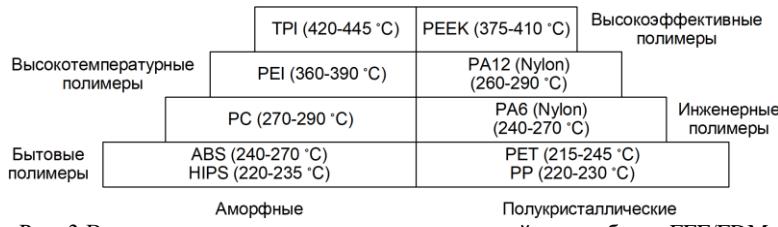


Рис. 3 Виды полимеров, подвергаемых вторичной переработке FFF/FDM печатью

Наиболее распространенной является группа бытовых полимеров, которые легко подвергаются обработке методами 3D печати даже на самых простых машинах. Кроме того, их вторичная переработка требует наименьшей технологической оснащенности и малых энергетических затрат. С учетом данных особенностей, рециклинг этих материалов может быть максимально эффективно реализован в рамках малых инновационных предприятий и лабораторий, занимающихся единичным производством и прототипированием с использованием низкотемпературной FFF/FDM печати.

В рамках государственного задания №122020100352-6 в лаборатории прикладного научного приборостроения ЮНЦ РАН проводится разработка методов, технологий, элементов инновационных приборных устройств и измерительных систем для научных исследований компонентов окружающей среды. При этом широко используются аддитивные технологии 3D-печати. Наиболее широко используемыми полимерами, не подверженными биоразложению, при

этом являются акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС) и модифицированный гликолем полиэтилентерефталат (ПЭТГ).

Согласно статистическим данным, собранным по лаборатории за первый квартал 2023 года, средний ежемесячный расход пластиков составляет 935 граммов. При этом средний вес детали составляет 40 граммов, доля побочных расходов сырья, используемых для создания поддержек достигает 6,5 масс. %. Кроме того, особенности технологического процесса приводят к отбраковке изделий, доля которых составляет 15 масс. % от общего ежемесячного расхода. Таким образом, в рамках лаборатории ежемесячная доля полимерных ТБО составляет около 200 граммов, что в случае утилизации приводит к увеличению ежемесячных издержек на сырье порядка 21%.

В рамках обновления приборной базы 2022 года лабораторией был закуплен комплекс, включающий в себя настольные измельчитель пластика и шнековый экструдер, которые позволяют перерабатывать полимерные отходы в филамент для 3D печати. После налаживания технологии выяснено, что потери при вторичной переработке не превышают 5 масс. %. Таким образом, представляется возможным эффективно использовать до 95% производимых отходов. На настоящий момент процессы подразумевают раздельную работу только с АБС и ПЭТГ пластиками. При этом особенности производимой продукции позволяют игнорировать ухудшение в механических характеристиках и не вносить существенных изменений в конструкцию изделий, получаемые из рециклируемых пластмасс.

Дальнейшее развитие технологической цепочки связано с введением в сырье модифицирующих добавок на этапе экструзии филамента. Хорошо зарекомендовали себя и получили широкое коммерческое распространение компаунды на основе АБС пластика с добавлением рубленого углеволокна, которое существенно изменяет структурный отклик полимера. Кроме того, постепенно привлекают научно-исследовательский интерес металлонаполненные нити, получение которых также возможно в рамках рециклинга полимерных отходов FFF/FDM 3D печати.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Colorado H. A. et all Sustainability of additive manufacturing: the circular economy of materials and environmental perspectives // Journal of Materials Research and Technology, Volume 9, Issue 4, July–August 2020, pp. 8221-8234

2. Cruz Sanchez F. A. et all Plastic recycling in additive manufacturing: A systematic literature review and opportunities for the circular economy // Journal of Cleaner Production, Volume 264, August 2020
3. Little H.A. et all Towards Distributed Recycling with Additive Manufacturing of PET Flake Feedstocks // Materials, 13, 4273, 2020, doi:10.3390/ma13194273
4. Kuclourya T. et all Scientometric analysis and critical review of fused deposition modeling in the plastic recycling context // Cleaner Waste Systems, 2, 2022

**УДК 664**

**Юнда А.И.**

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

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

На 2023 год в России насчитывается около 250 предприятий, специализирующихся на мясоперерабатывающей отрасли. По предварительным данным Росстата в 2022 году общий объем промышленного производства свинины в России составил 5 275,1 тысяч тонн в живом весе. Также по результатам микропереписи Росстата, наиболее динамично развивающимися отраслями агропромышленного сектора являются свиноводство и птицеводство. По сельскохозяйственным организациям среднее значение поголовья птицы на одну организацию увеличилось почти в 2 раза, по свиньям – в 2,5 раза [1].

Однако, мясоперерабатывающая промышленность по-прежнему испытывает значительную потребность в автоматизации на этапе первичной разделки туш [2]. Усилия по роботизации мясного сектора за последние четыре десятилетия столкнулись со значительными трудностями, а многие инициативы и разработки остаются лишь предметом исследований с конца 1990-х годов.

Первичная разделка мяса оказывает большое влияние на качество выходного продукта. Автоматизация этапа первичной разделки приводит к существенным экономическим выгодам для мясоперерабатывающих предприятий за счёт улучшения качества

продукции и сокращения отходов. В работе [3] Датский институт изучения мяса (Danish Meat Research Institute (DMRI) проводит экспертизу мясоперерабатывающего предприятия в Южной Корее. В результате исследования установлено, что оптимизация процесса убоя и первичной разделки скота позволит ежегодно экономить около 7,6 млрд вон (457,4 млн рублей).

Согласно статистике ООН по перспективам мирового народонаселения ожидается, что население Земли увеличится с 8 миллиардов в 2023 году до 9,8 миллиардов к 2050 году [4]. Ожидается, что по мере увеличения численности населения структура животноводческой отрасли естественным образом изменится. Соответственно, предприятия будут вынуждены модернизироваться и расширяться, чтобы отвечать растущим требованиям конкурентоспособности и повышать гигиенические стандарты.

Рабочая среда на мясоперерабатывающих предприятиях холодная, сырая и шумная, что соответствует тяжелым условиям труда. Кроме того, труд на скотобойнях связан с использованием ножей и других режущих инструментов, и примерно в три раза чаще приводит к несчастным случаям на производстве, наблюдавшихся в других отраслях промышленности [5]. Более того, работники таких предприятий должны быть хорошо обучены и высококвалифицированы, поскольку эффективность работы и качества мяса варьируются в зависимости от уровня квалификации работника. В 2020 году от вспышки COVID-19 мясоперерабатывающая промышленность сильно пострадала, поскольку высокая плотность работников в холодной и влажной среде привела к резким вспышкам заболеваний [6,7]. В работе [8] автор утверждает, что автоматизация и цифровизация этапов забоя и разделки туш уменьшит ущерб во время пандемии.

На основании сказанного ранее ожидается снижение числа новых работников, поступающих на скотобойни, что в свою очередь усугубит нехватку рабочей силы.

В целях решения этих проблем на крупных мясоперерабатывающих предприятиях по всему миру были внедрены автоматизированные комплексы по убою и разделке туш.

Автоматизированные линии компаний Marel Meat установлены более чем на 350 скотобойнях по производству свинины по всему миру и основаны на полных или частичных линиях переработки с производительностью до 1400 туш в час (Рис. 1).



Рис. 1 Роботизированная ячейка по выполнении первичного разреза туши для операции нутровки от компании Marel Meat

Подобные роботизированные комплексы разработаны и успешно внедряются зарубежными компаниями: новозеландской фирмой Scott Automation+Robotics, предоставляющей услуги по комплексной автоматизации мясоперерабатывающего предприятия, и немецкой фирмой Banss Germany Meat Technologies (Рис. 2).



Рис. 2 Иллюстрация работы роботизированных ячеек по разделке мясных туш от компаний: *а* – Banss Germany Meat Technologies; *б* – Scott Automation+Robotics

В последнее время благодаря достижениям в области мехатроники и робототехники, автоматизации стали подвергать и более поздние стадии технологического процесса обвалки мяса (Рис. 3).

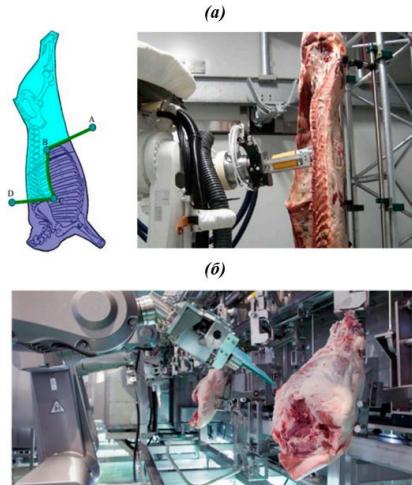


Рис. 3 Роботизированные комплексы: а – Z-образной резки мясной туши [9]; б – обвалки мяса от компании Mayekawa Hamadas RX (Япония)

На основании вышеизложенного и с учётом того, что в настоящий момент зарубежные компании, в общем и целом, не имеют доступа на отечественный рынок, сектор роботизированных решений для мясоперерабатывающих предприятий опустел. Следовательно, целесообразно разработать отечественное решение.

В работе описана специфика автоматизации первичных этапов обвалки туш для мясоперерабатывающих предприятий. Однако для эффективного внедрения таких решений помимо наличия интеллектуальных технологий [10], также необходима вовлеченность высшего руководства предприятия и преодоление барьеров культурного признания эффективности внедрения робототехники и автоматизации.

*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. Новый облик агросектора: основные итоги СХМП-2021 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/189527>.

2. Khodabandehloo K. Achieving robotic meat cutting // Animal Frontiers. – 2022. – №12(2). – pp 11-17.
3. Ji I.B., Huh Kim, H.J., Seo K.C., Joo J.S. Mid to Long-Term Development Strategy for Slaughtering Industry. Korea Rural Economic Institute (KREI). – 2015.
4. United Nations—Population Division. World Population Prospects. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://population.un.org/wpp/>.
5. Makori C.M., Warutere P.N., Nguhiu P.N. Factors associated with the injuries inflicted to workers in slaughterhouses and meat processing plants in Nairobi // Int J. Cur. Res. Life Sci. – 2018. – №7. – pp. 2020-2023.
6. Aday S., Aday M.S. Impact of COVID-19 on the food supply chain // Food Qual. Saf. – 2020. – №4. – pp. 167-180.
7. Hobbs J.E. Food supply chains during the COVID-19 pandemic // Can. J. Agric. Econ. Rev. Can. d'agroéconomie. – 2020. – №68. – pp. 171-176.
8. Hobbs J.E. The COVID-19 pandemic and meat supply chains // Meat Sci. – 2021. №181.
9. Guire G., Sabourin L., Gogu, G., Lemoine E. Robotic cell for beef carcass primal cutting and pork ham boning in meat industry // Ind. Robot. Int. J. Robot. Res. Appl. – 2010. – №37. – pp. 532-541.
10. Рубанов В.Г. Зеленые технологии: промышленное приложение при управлении технологическими процессами / В.Г. Рубанов, Д.А. Юдин, А.Г. Бажанов, В.З. Магергут, Е.Б. Каиров, Ю.А. Кошлич, А.В. Белоусов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 116 с.

**УДК 007.52**

**Юнда А.И.**

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

## **СТРУКТУРА РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПЕРВИЧНЫХ ЭТАПОВ ОБВАЛКИ МЯСА**

По данным Международной федерации робототехники (International Federation of Robotics) на конец 2021 года (второй год пандемии COVID-19) общее число интеграций роботизированных ячеек возросло до нового рекордного уровня в 517 385 единиц (Рис. 1).

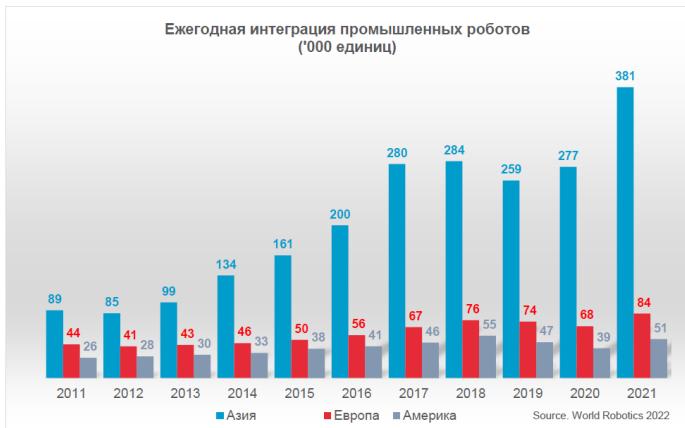


Рис. 1 Гистограмма ежегодной интеграции роботов за 2011-2021 годы по данным IFR

Прирост составил 31% по сравнению с 2020 годом, что на 22% превысило предыдущий рекордный уровень в 423 321 единиц, достигнутый в 2018 году. Объемы производства значительно выросли во всех основных отраслях, хотя сбои в цепочках поставок и нехватка ресурсов, а также различные местные или региональные проблемы препятствовали этому [1].

Наиболее популярными направлениями на мировом рынке робототехники являются микроэлектронная и автомобильная промышленность (Рис. 2).



Рис. 2 Гистограмма ежегодного прироста интеграции роботов по отраслям на основании данных IFR

Структура российского рынка отличается от мирового. В первую очередь, востребованы роботизированные системы для сварки и резки металлов, на их долю приходится около 80% внедрений. На втором месте развивающийся сегмент – перемещение и укладка товаров, который пользуется спросом в пищевой и фармацевтической промышленности. В меньшей степени востребованы фрезерные, малярные, измерительные и другие виды роботизированных систем.

В настоящее время в России насчитывается около 250 предприятий, специализирующихся на мясоперерабатывающей отрасли. По предварительным данным Росстата в 2022 году общий объем промышленного производства свинины в России составил 5 275,1 тысяч тонн в живом весе.

Однако, мясоперерабатывающая промышленность по-прежнему испытывает значительную потребность в автоматизации на этапе первичной разделки туш [2]. Усилия по роботизации мясного сектора за последние четыре десятилетия столкнулись со значительными трудностями, а многие инициативы и разработки остаются лишь предметом исследований с конца 1990-х годов.

Человек с помощью зрения, естественного восприятия среды и эмпирического опыта легко может определить геометрию объекта, а применительно к рассматриваемой задаче – на основании геометрии определить место прореза, его длину и глубину. Многие этапы обработки решений и «моторного» управления, выполняемые человеком, происходят подсознательно, при использовании его нейрокогнитивных возможностей. В свою очередь автоматизированные системы управления такими операциями должны обладать разнообразными датчиками и устройствами чувствования [3].

Система технического зрения является недорогим вариантом, который предоставляет данные для расчета траектории разреза (Рис. 3), включая начальную и конечную точки, а также траекторию и ориентацию рабочего органа, по которой робот должен двигаться для выполнения каждого разреза. Сенсорная информация настраивается для каждой стороны туши, обеспечивая соответствие анатомического разделения, с допустимыми пользовательскими регулировками траектории, что оптимизирует выход более ценных продуктов.

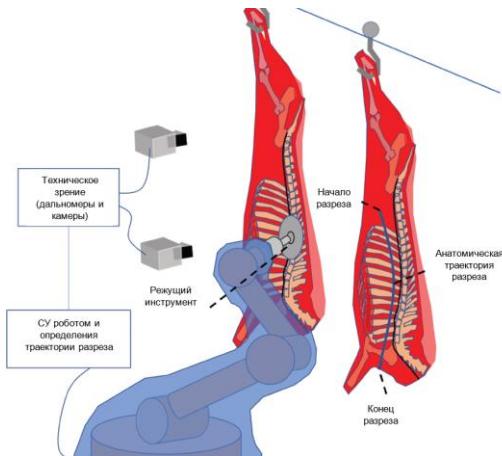


Рис. 3 Визуализация роботизированного комплекса для разделки мясных туш

Разработанная структура автоматизированной системы лазерного сканирования мясных туш для выполнения операций нутровки и распиловки изображена на рисунке 4.

Верхний уровень автоматизированной системы представляет собой рабочую станцию (далее PC) с локальным пользовательским интерфейсом оператора, которая отвечает за обработку получаемой с логического уровня информации, её визуализацию, а также выработку управляющих воздействий для всех узлов системы. Ввиду отсутствия штатного программного обеспечения с необходимым функционалом, приложение для управления технологическими операциями должно быть реализовано самостоятельно с использованием высокогоуровневого языка программирования.

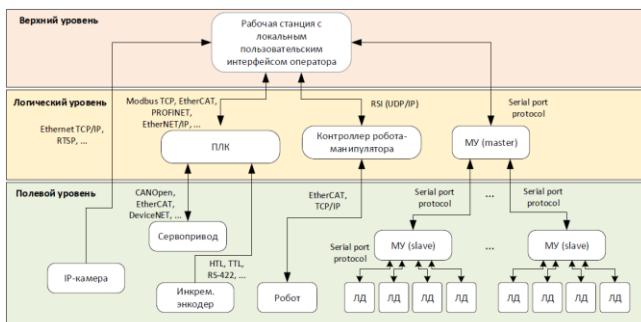


Рис. 4 Структура роботизированного комплекса для реализации первичных этапов разделки для технологического процесса обвалки мяса

Логический уровень структуры представлен программируемым логическим контроллером (далее ПЛК), контроллером робота-манипулятора и ведущим микроконтроллерным устройством (далее ведущее МУ). ПЛК, управляемое по одному из распространенных промышленных протоколов с РС, отвечает за работу подвесного конвейера путём подачи управляющих команд на сервопривод. Ведущее МУ осуществляет прием, обработку и передачу информации с подсистемы лазерного сканирования к РС. Измерения требуемой глубины разреза определяется с помощью лазерных дальномеров (ЛД). Полученная от ведущего МУ информация повторно обрабатывается на РС и дополняется данными, полученными в результате обработки изображения с камеры посредством нейросетевых алгоритмов.

После обработки на РС формируется траектория движения робота-манипулятора, ориентация рабочего органа в каждый момент времени, глубина прореза тушки. Все эти данные по внешнему сигналу через RobotSensorInterface (UPD/IP) передаются в контроллер робота-манипулятора. После синхронизации с помощью инкрементального энкодера с подвесным конвейером, робот осуществляет операцию нутровки/распиловки.

В работе изложена разработанная структура роботизированного комплекса с интеллектуальной системой [4] сканирования мясных туш на основе технического зрения. Разработанная структура спроектирована без привязки к конкретному типу оборудования, что в свою очередь упрощает её интеграцию в состав технологических линий на реальном производстве.

*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. Müller C. World Robotics 2022 – Industrial Robots, IFR Statistical Department. VDMA Services GmbH. 2022.
2. Khodabandehloo K. Achieving robotic meat cutting // Animal Frontiers. – 2022. – №12(2). – pp 11-17.
3. Рубанов В.Г. Проектирование робототехнических систем и комплексов / В.Г. Рубанов, Д.А. Бушуев, А.Г. Бажанов, Р.А. Ващенко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 190 с.

4. Рубанов В.Г. Зеленые технологии: промышленное приложение при управлении технологическими процессами / В.Г. Рубанов, Д.А. Юдин, А.Г. Бажанов, В.З. Магергут, Е.Б. Каиков, Ю.А. Кошлич, А.В. Белоусов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 116 с.

**УДК 004.65**

**Яковлева А.А.**

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

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ MASTERSCADA 4D RT С БАЗОЙ ДАННЫХ**

Основная задача SCADA-системы – сбор данных с нижнего уровня и представление полученных данных оператору. Однако, зачастую требуется получать данные не только от контроллеров, модулей и прочего технологического оборудования, но и от различных программных продуктов – MES-систем, других SCADA-систем, программ бухгалтерского учета и т.д. Взаимодействие с ними, как правило, осуществляется через базу данных при помощи SQL-запросов.

При комплексной автоматизации управления предприятием часто возникает необходимость учитывать и анализировать не только актуальные данные, но и исторические данные о поведении технологического объекта с точки зрения материального баланса, энергетического баланса и т.д. Для организации информационных потоков и хранения исторических данных о технологическом объекте также применяют базы данных.

Такой подход способствуют созданию сквозных информационных потоков в автоматизированных системах управления предприятием, что в свою очередь отвечает требованиям Индустрии 4.0 [1].

MasterSCADA 4D поддерживает следующие базы данных [2]:

- MS SQL;
- SQLITE;
- POSTGRESQL,

а также существует техническая возможность подключения следующих баз данных:

- DB2;
- Firebird;
- Oracle;

- MySQL.

В качестве базы была выбрана база данных от компании Microsoft – Microsoft SQL Server Express Editions, а в качестве средства администрирования базы – Microsoft SQL Server Management Studio.

Среда исполнения MasterSCADA 4D RT может осуществлять взаимодействие с базой данных в трех различных режимах [3,4]:

1) Хранение данных и сообщений. В этом случае БД используется вместо стандартного файлового архива. В этом режиме исполнительная среда MasterSCADA самостоятельно создает таблицы и процедуры.

2) Экспорт данных и сообщений (сообщения могут экспортироваться только в Access). Данный режим предназначен для передачи накопленных данных или сообщений другим программам. В этом режиме исполнительная среда MasterSCADA самостоятельно создает таблицы и необходимые процедуры.

3) Использование хранимых функций и процедур. Если режим экспорта позволяет только записывать данные, то использование хранимых процедур позволяет, как писать, так и считывать данные из БД. В этом режиме пользователь самостоятельно создает таблицы и хранимые процедуры, используя средства администрирования базы данных. MasterSCADA 4D RT в режиме исполнения может вызывать созданную хранимую процедуру, передавать и получать из нее данные.

В настоящей статье будут рассмотрены первый и третий режимы взаимодействия.

*Первый режим.* Как и было сказано ранее, в этом режиме исполнительная среда самостоятельно создает таблицы и записывает в них данные.

После установки и запуска СУБД необходимо установить связь с сервером SQL. Первичный вход необходимо выполнять с помощью Windows-аутентификации. После аутентификации для корректной связи с исполнительной средой MasterSCADA 4D RT необходимо создать нового пользователя с аутентификацией SQL-сервера. Для этого нужно перейти в меню Security/Login и создать нового пользователя с правильными настройками (Рис. 1).

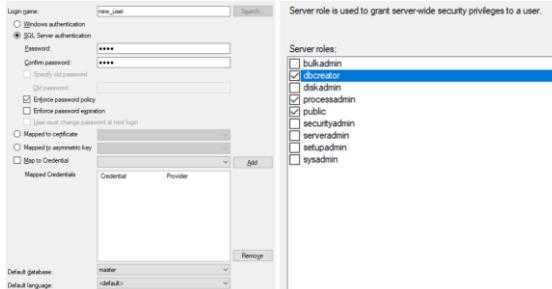


Рис. 1 Конфигурирование ролей для создаваемого пользователя

После переподключения, с использованием аутентификации SQL-сервера, в структуре SQL-сервера нужно создать новую БД. Для этого нужно кликнуть на вкладку «Databases» и далее нажать на кнопку «New databases».

В редакции базы данных SQLEXPRESS, а также в полных редакциях при установке именованного экземпляра, по умолчанию прописан динамический порт равный 0, из-за чего к серверу нельзя подключаться по фиксированному порту 1433, указанному в настройках MasterSCADA 4D. Для корректной работы в настройках базы данных нужно очистить поле, отвечающее за динамический порт, и прописать фиксированный порт 1433. После перезапуска службы необходимо убедиться, что порт 1433 открыт. Это можно сделать при помощи команды «netstat -a» в командной строке операционной системы.

После настройки базы данных необходимо сконфигурировать основной архив данных в MasterSCADA 4D для передачи значений на SQL-сервер (Рис. 2). Как и было сказано ранее, в основной архив будут попадать значения параметров, у которых установлен флаг «Архивировать».

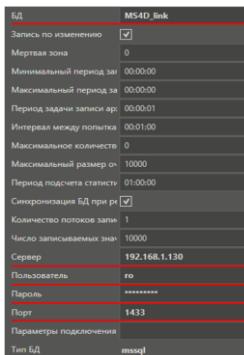


Рис. 2 Конфигурация основного архива данных исполнительной среды

После запуска системы в работу в указанной базе данных автоматически создаются четыре таблицы «dbo.data\_raw», «dbo.items», «dbo.projects», «dbo.sys\_props». Архивируемые данные записываются в таблицу «dbo.data\_raw». Проверить корректность работы можно с помощью SQL-запроса «SELECT TOP (1000) [item1] ... [itemN] FROM [MS4D\_link].[dbo].[data\_raw]» в СУБД (Рис. 3).

```
***** Script for SelectTopNRows command from SSMS *****
SELECT TOP (1000) [layer]
      ,[archive_itemid]
      ,[source_time]
      ,[server_time]
      ,[status_code]
      ,[value]
      ,[_s_value]
  FROM [MS4D_link].[dbo].[data_raw]
```

layer	archive_itemid	source_time	server_time	status_code	value	_s_value
10	0	1	133159423935437057	0	02	
11	0	1	133159423973481980	0	01	
12	0	1	133159424021273933	0	00	
13	0	1	13315942406003464	0	79	
14	0	1	13315942410940103	0	78	
15	0	1	13315942416077960	0	77	
16	0	1	133159424205370940	0	76	

Рис. 3 Результат SQL-запроса на выборку первой тысячи элементов таблицы data\_raw базы данных MS4D\_link

*Третий режим.* Как и было сказано ранее, в этом режиме пользователь самостоятельно создает таблицы и хранимые функции/процедуры в базе данных.

Организацию взаимодействия в этом режиме рассмотрим для задачи хранения, считывания и записи производственных рецептов для мехатронного узла подачи заготовок в зигмашину (Рис. 4), разработанного для проекта № Пр-11/22 «Исследование и разработка аппаратных и программных решений для модернизации производства на промышленных предприятиях региона» в рамках Федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030».



Рис. 4 Фотография разработанного мехатронного узла подачи заготовок в зигмашину

Таблица и колонки таблицы создаются в СУБД с помощью скриптов на языке SQL (Рис. 5).

```
CREATE TABLE [dbo].[tbRecipe](
[product_id] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
[x1] [real] NOT NULL,
[x2] [real] NOT NULL,
[y1] [real] NOT NULL,
[y2] [real] NOT NULL,
[y3] [real] NOT NULL,
[vel_x] [int] NOT NULL,
[vel_y] [int] NOT NULL,
[description] [nvarchar](50) NULL,
CONSTRAINT [PK_tbRecipe] PRIMARY KEY CLUSTERED
([product_id] ASC) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]
GO
```

Рис. 5 Скрипт на языке SQL для создания таблицы рецептов мехатронного узла подачи заготовок

Результат работы скрипта представлен на рисунке 6.

Column Name	Data Type	Allow Nulls
product_id	int	<input type="checkbox"/>
x1	real	<input type="checkbox"/>
x2	real	<input type="checkbox"/>
y1	real	<input type="checkbox"/>
y2	real	<input type="checkbox"/>
y3	real	<input type="checkbox"/>
vel_x	int	<input type="checkbox"/>
vel_y	int	<input type="checkbox"/>
description	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Рис. 6 Результат работы скрипта

Для организации связи и выполнения SQL-запросов к базе данных на стороне MasterSCADA 4D необходимо в локальной библиотеке создать структуру (класс) данных, который будет содержать колонки таблицы базы данных (Рис. 7).

Также важным аспектом для организации SQL-запросов из MasterSCADA 4D является наличие хранимых процедур на стороне SQL-сервера и их реализация на стороне SCADA-системы.

Чаще всего выделяют четыре хранимые процедуры для работы с базой данных:

- получить запись(си) (SelectCommand);
- добавить запись (InsertCommand);
- обновить запись (UpdateCommand);
- удалить запись (DeleteCommand).

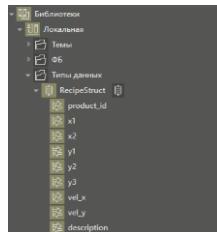


Рис. 7 Создание новой структуры данных в локальной библиотеке

Для использования этих хранимых процедур в локальной библиотеке MasterSCADA 4D необходимо создать функциональные блоки, которые будут наследоваться из библиотеки Protocols → ФБ → SqlRequest/SqlRequestWithResult (Рис. 8).

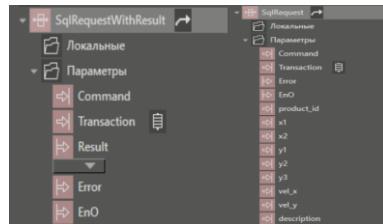


Рис. 8 Функциональные блоки для организации SQL-запросов

Причем, параметр Result функционального блока SqlRequestWithResult должен быть массивом типа RecipeStruct (Рис. 7).

Пример реализации хранимой процедуры «SelectCommand» представлен на рисунке 9.

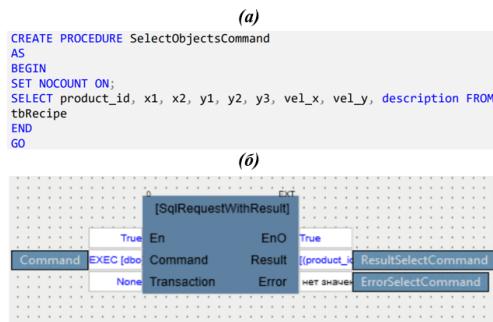


Рис. 9 Реализация хранимой процедуры на:  
а – SQL-сервере; б – MasterSCADA 4D

Параметр Command функционального блока SqlRequestWithResult должен быть равен EXEC [dbo].[SelectObjectsCommand], а Result – динамический массив типа RecipeStruct (ARRAY[\*] OF RecipeStruct).

Остальные стандартные хранимые процедуры реализуются аналогичным образом, с той лишь разницей, что в них для SQL-запросов используется функциональный блок SqlRequest локальной библиотеки.

В работе детально описана настройка взаимодействия исполнительной среды MasterSCADA 4D RT с базой данных общего назначения MS SQL Express Edition посредством SQL-запросов. Описанная связь будет лежать в основе разрабатываемой компьютеризированной MES-системы диспетчерского управления технологическим процессом производства аквадистилляторов.

*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. Рубанов В.Г. Зеленые технологии: промышленное приложение при управлении технологическими процессами / В.Г. Рубанов, Д.А. Юдин, А.Г. Бажанов, В.З. Магергут, Е.Б. Каиков, Ю.А. Кошлич, А.В. Белоусов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 116 с.
2. Руководство пользователя MasterSCADA4D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.mps-soft.ru/Site/MasterSCADA%204D/User%20Guide%20MasterSCADA%204D.pdf>.
3. Применение баз данных в MasterSCADA. Методическое пособие. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://masterscada.insat.ru/files/art\\_step\\_by\\_step/BD\\_Part\\_1.pdf](https://masterscada.insat.ru/files/art_step_by_step/BD_Part_1.pdf).
4. Применение баз данных в MasterSCADA. Методическое пособие. Часть 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://masterscada.insat.ru/files/art\\_step\\_by\\_step/BD\\_Part\\_2.pdf](https://masterscada.insat.ru/files/art_step_by_step/BD_Part_2.pdf).