

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»



Сборник докладов

Часть 12

**Автоматизация и оптимизация технологических процессов и
производств.**

Белгород

30-31 октября 2024 г.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48
М 43

**XVI Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]:**
Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 12. – 86 с.

ISBN 978-5-361-01390-6

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XVI Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48

ISBN 978-5-361-01390-6

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2024

УДК 691.5

Антонов А.М.

*Научный руководитель: Ахремчик О.Л., д-р. техн. наук, доц.
Тверской государственной технической университет,
г. Тверь, Россия*

МОДИФИКАЦИЯ БЛОКА ПИТАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО 3D ПРИНТЕРА

Применение аддитивной печати в строительстве является одним из инструментов получения многослойных тепло и звукоизолирующих изделий многофункционального назначения [1]. Возможность создания каналов для прокладки коммуникаций и проводок позволяет снижать затраты на строительство.

Первоначально использовавшаяся преимущественно в мелкосерийном производстве и прототипировании технология 3D-печать используется послойное нанесение материала и на изготовление изделия затрачивается значительное время, связанное с застыванием слоев. В качестве исходного материала используются многозернистые смеси и растворы на основе бетонов заданной вязкости и консистенции. Размер фракции определяет толщину слоя, которая колеблется от 5 до 50 мм.

Одним из основных требований к аддитивной печати изделий в строительстве является непрерывность печати [2]. Опыт прототипирования и промышленной эксплуатации показывает, что перебои в энергопитании могут привести к отбраковке изделий, на печать которых уже затрачено время и ресурсы. Это связано с застыванием одного слоя и растеканием смеси по застывшей поверхности после возобновления работы. Одним из негативных явлений является загрязнение печатающих головок в связи с остановкой печати. Кратковременное отсутствие питания может привести к сбою в позиционировании печатающей головки, создать воздушные пробки в трубопроводах с изменением механических и прочностных характеристик изделий. В силу этого необходимо предусмотреть резервирование питания строительного принтера, являющимся главным направлением предлагаемой модификации.

Анализ систем 3D-печати показал, что они включают: роботизированные устройства перемещения изделия; печатающие головки с распылителями; подсистему приготовления смеси; насосную станцию; блок управления и наблюдения за процессом печати;

подсистему блокировок и сигнализации и один из важнейших узлов - блок питания.

Модификация блока питания предлагается посредством введения канала связи между линией подачи питания и подсистемой блокировок для того, чтобы при исчезновении или колебаниях напряжения принтер мог завершить процесс печати по крайней мере напыляемого слоя. Вторым направлением модификации является использование источника бесперебойного питания (ИБП). Схема стандартного блока питания включает трансформатор, фильтр, выпрямитель, стабилизатор. Предполагается с выходов всех устройств сделать отводы через преобразователи сигналов с подачей сигнала на включение ИБП по схеме «ИЛИ». Отключение источника возможно при появлении стационарного питания, кнопкой от оператора, наличии сигнала о завершении печати текущего слоя от блока управления.

Основной элемент модифицируемой части это накопитель электроэнергии в виде аккумулятора или конденсатора. Использование конденсаторов не предоставит необходимую длительность автономной работы в силу значительной мощности приводов, а использование аккумулятора большой емкости экономически нецелесообразно. Поэтому альтернативой является включение в состав системы питания резервного дизель-генератора, а задействование аккумулятора предлагается на время печати одного слоя при пропадании напряжения питания. Применение модифицированного блока питания в строительном принтере 3D принтере повысит стоимость оборудования. Взамен предлагаемая модификация позволит избежать большей части брака при печати, что увеличит продуктивность работы.

По подсчетам, брак на площади 10 кв. м будет стоить 190000 рублей в ценах 2024 года, что сопоставимо с удорожанием производства печатающего оборудования. Поэтому использование ИБП в стандартном блоке питания целесообразно.

В ходе расчета емкости аккумулятора используем выражение:

$$Q = (P * t) / V * k,$$

где Q – ёмкость аккумулятора, P – мощность нагрузки, V – напряжение аккумуляторной батареи, t – период резервирования, k – коэффициент применения ёмкости.

Для устройства с потреблением 10 кВт\ч при работе от ИБП в течение 0.5 ч при напряжении 48В получим емкость 130.2 А\ч.

Структура модифицированного блока питания представлена на рисунке. Предусматривается заряд аккумулятора при штатной работе.

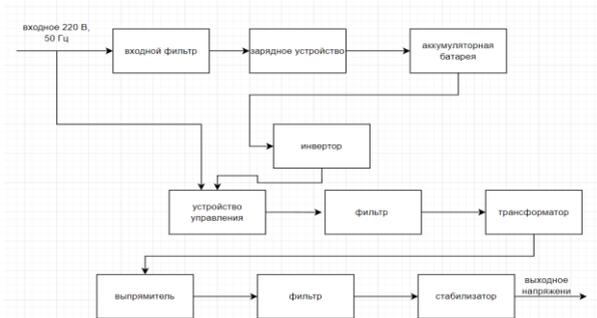


Рис. 1 – Структурная схема блока питания строительного 3D принтера

В реальной практике могут возникнуть сложности при модификации программного обеспечения. Это связано с представлением изделия в файловой системе управляющего компьютера [3]. Экономическая целесообразность использования ИБП в 3D печати в строительстве важна из-за высокой стоимости проектов, длительных циклов печати и требований к качеству продукции. Автономная работа модифицированного блока питания строительного принтера при отключении электрической сети позволит либо завершить цикл печати, либо выработать сигнал для перехода на резервный источник питания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свинцов, Е.В. Строительные 3D-принтеры и их преимущества при использовании в малоэтажном строительстве / Е.В. Свинцов, О.В. Петренева // Архитектура, строительство, транспорт. – 2023. – №2. – С. 17–25.
2. Лунева, Д.А. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития / Д.А. Лунева, Е.О. Кожевникова, С.В. Калошина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017 – Т. 8, № 1 – С. 90–101. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.0
3. Игонина, Е.В. Особенности разработки и применения FDM-технологии при создании и прототипировании 3D-объектов / Е.В. Игонина, О.В. Дружинина // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – №2. – С. 185–192.

УДК 622.23.05.

*Вереитин Н.А., Карпенко К.С., Постольников К.Д.
Научный руководитель: Донецкий С.В., канд. техн. наук
Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОЙ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ В ШАХТАХ С ВЫСОКОЙ КРЕПОСТЬЮ ГОРНЫХ ПОРОД

В современном мире повсеместно происходят процессы автоматизации и информатизации всех отраслей человеческой деятельности. И сфера горной промышленности не является исключением. Уже сегодня повсеместно применяются всевозможные технические средства, от горных машин до систем мониторинга, упрощающие труд человека. Особое внимание уделяется повышению безопасности и уменьшению человеческого присутствия и труда на особо опасных участках. Что можно обеспечить за счет повышения автоматизации. Таким образом, актуален вопрос разработки и внедрения беспилотной техники, особенно в процессе проведения БВР.

Рассмотрев текущее состояние рынка буровых установок, можно проследить, что буровые установки они имеют характерные преимущества друг перед другом по одному или нескольким параметрам. Например, малогабаритная буровая установка С-200 имеет дистанционный пульт управления ходом; буровая установка KQD70 имеет лучшие параметры экологичности и т.д. [1]

На основании данных преимуществ был разработан концепт буровой многофункциональной установки (БМУ), которая будет сочетать в себе лучшие качества отдельных машин, что позволит минимизировать и оптимизировать человеческий труд под землей, тем самым повысив безопасность, экологичность, скорость и стоимость работ.

На месторождениях с высокой крепостью пород, порядка 6 и выше (по шкале Мооса) проходка может осуществляться только буровзрывным способом с бурением глубоких шпуров и использованием различных взрывчатых веществ. Наиболее распространенным является применение машин «Sandvik», «Epiroc», «БПМ-1К», которые работают на дизельном топливе, управление ими непосредственно прямое в шахте, где пилот находится за рулем техники и работы сопровождаются высокими выбросами газов и пыли. Данные

установки в современной работе не соответствуют требованиям безопасности, экологичности и соблюдения аспектов бережливого производства. [2]

Беспилотная буровая установка по основным производственным требованиям имеет ряд преимуществ с уже эксплуатируемой техникой. Для движения и работы предполагается использование двух литиевых аккумуляторов с запасом хода равным полному баку дизельного топлива. Благодаря меньшей массе установки, применению технологии направленного бурения MWD и автономно работающей системе EMS, возможности подзарядки накопителей в процессе работы они обеспечивают необходимую скорость проходки. Также, благодаря данному виду энергии минимизируется количество выбросов, что влияет на работу вентиляции, обеспечивая меньшую необходимость проветривания.

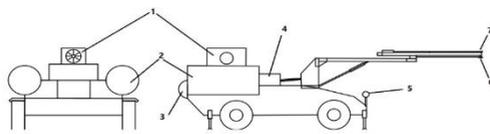
Таблица 1 – Сравнительная характеристика буровых машин

Объект			
Критерий	Беспилотная буровая установка	Буровая установка Sandvik	БПМ-1К
Внедрение	2	1	1
Эффективность	1	2	1
Использование	1	3	2
Экономия	1	3	2
Безопасность	1	3	2

Эффективность и в целом использование в труднодоступных местах выше, по сравнению с уже работающими установками. Меньшие размеры обеспечивают возможность подъезда в узкие выработки и маневренность по забою. Данные характеристики также достигаются благодаря дистанционному управлению и функционированию в автономном режиме. Последнее возможно, так как в систему БМУ загружается направление работы, по проходке устанавливаются реперы и установка уже, ориентируясь на них, выполняет движение. Основным преимуществом беспилотности является то, что несколькими машинами может управлять один человек и ему нет необходимости спускаться в подземное пространство при повседневной работе, только в случае аварийных ситуаций пилоту нужно будет провести осмотр непосредственно под землей. [3]

В современном процессе буровзрывных работ один цикл проходческих мероприятий выполняют два или даже три человека. То есть бурение шпуров, загрузка взрывчатого вещества и непосредственно само взрывание. С использованием БМУ появляется возможность выполнять все эти действия, не отъезжая от забоя, из-за чего повышается скорость и производительность.

Конструкционно БМУ в себе будет сочетать несколько производственных составляющих. Непосредственно буровую установку, машину для закладки взрывчатки, проветривание выработки и дефектоскопию. Таким образом сначала пробуривается горизонтальное отверстие в массиве, в него заливается жидкая эмульсионная взрывчатка, прокладываются подрывные кабели, установка отъезжает на безопасное расстояние и происходит разрушение пород. На беспилотной машине есть возможность внедрения дополнительных нагнетательных вентиляционных систем, которые в момент бурения и взрывания будут проветривать выработку, тем самым, помогая основным вентиляторам быстрее вывести скопившуюся пыль. Выдвижной дефектоскоп обеспечивает возможность анализировать массив на наличие или отсутствие каких-либо сдвигов, а также измерять количество примесей и химических компонентов в воздухе.



Условные обозначения

1. Система автоматического проветривания выработки.
2. Цистерна объемом 3142 л. для хранения эмульсионной селитры для ЭВВ.
3. Цистерна объемом 785 л. для хранения смеси углеводорода для ЭВВ.
4. Насос для подачи ЭВВ в сопло.
5. Выдвижной дефектоскоп с датчиком химического состава воздуха.
6. Сопло для подачи ЭВВ.
7. Буровой орган.

Рис. 1. – Схема беспилотной многофункциональной установки

Как было упомянуто ранее, БМУ при проведении работ будет использовать эмульсионно-взрывчатое вещество (далее ЭВВ), в отличие от традиционного твердотельного «Аммонита» или «Граммонита». Данное изменение обусловлено определенными параметрами, по которым оно имеет преимущества. Вывод о большей эффективности был сделан в ходе ряда испытаний, одним из которых была апробация на руднике ПАО «Гайский ГОК», после чего и можно было выделить лучшие параметры. Так, ЭВВ является более

безопасным в эксплуатации и хранении. Это обусловлено тем, что все компоненты смеси по отдельности не представляют опасности в виде преждевременной детонации, а также при хранении занимают гораздо меньше места. Приготовление взрывчатки происходит непосредственно на месте проведения буровзрывных работ в необходимой пропорции, и за счет исключения человеческого фактора, вероятность ошибки крайне мала. Также при применении ЭВВ происходит намного меньше вредоносных выбросов, по сравнению с традиционными взрывчатыми веществами, что положительно влияет на подземную экологию и систему проветривания, что позволяет быстрее вести разработку. В дополнение, использование ЭВВ приводит к уменьшению себестоимости проведения горных работ, поскольку эффективность данного типа взрывчатки составляет более 15%, что было определено на показателях проведения БВР. [4,5]

Таблица 2 – Сравнительная характеристика основных типов взрывчатого вещества

Основные показатели	ЭВВ «Сабтэк»	Граммонит ТММ
Сечение камеры, м ²	500	
Крепость породы (по шкале Мооса)	6-7	
Диаметр скважин, мм	102,0	
Количество скважин, шт	20	
Длина скважин, м	279,8	
Удельный расход ВВ, кг/м ³	1,9	1,8
ЛНС, м	2,1	2,2
Расстояние между концами скважин в веере, м	2,3	2,4
Общий расход ВВ, кг	1932,8	1918,0
Отбиваемый объем руды, м ³	1017,2	1065,7
Выход руды с 1 м скважины, м ³ /м	3,6	3,7
Общая длина заряда, м	194,2	
Расход ДШ, м	392,0	

Таким образом, внедрение и использование беспилотной многофункциональной буровой установки является новым этапом в развитии горного дела и добычи твердых полезных ископаемых. Благодаря БМУ и ЭВВ ускоряется процесс добычи породы, уменьшается количество выбросов газа и пыли, соблюдаются аспекты бережливого производства и самое главное безопасность работ и самих сотрудников становится намного выше. Применение БМУ на ГОКах

России это показатель высокой технологичности и инновационности горной разработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хазин, М.Л. Роботизированная техника для добычи полезных ископаемых / М. Л. Хазин. – Магнитогорск : Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова, 2020. Т. 18. №1. С. 4-15.
2. Зварыгин, В.И. Буровые станки и бурение скважин / В. И. Зварыгин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 256 с. ISBN 978-5-7638-2219-9.
3. А.М. Липанов. Концепция беспилотного самоходного транспортного средства для работы в угольных шахтах / Липанов, А.М., Артемьев, В.Б., Петрушин, С.А., Костеренко, В.Н., Мутыгуллин, А.В. // Горная промышленность России. – 2022. – Ч. 1. – С. 52-63
4. Мельников, Л.Л. Сооружение выработок большого сечения в крепких породах / Л.Л. Мельников. – Москва : НЕДРА, 1974. – 169 с.
5. Скворцов, М.В. Опыт применения эмульсионных взрывчатых веществ при отработке глубоких горизонтов подземного рудника ПАО «Гайский ГОК» / М.В. Скворцов // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : сборник научных трудов / Белорусский нац. техн. ун-т ; под ред. И.А. Басалай. – Минск, 2019. - Т. 3. – С. 153-157.

УДК 001.895:334.7

Головачёва А.С.

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

УСТОЙЧИВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРАКТИКИ В ЛОГИСТИКЕ

Логистика играет ключевую роль в глобальной экономике и повседневной жизни, а активное внедрение современных технологий позволяет бизнесу оптимизировать логистические операции, улучшить качество обслуживания, снизить расходы и повысить прибыль, тем самым закрепляя за собой конкурентное преимущество на рынке.

В 2022м году транспортная отрасль России серьезно пострадала, так как были нарушены основные логистические цепочки в связи с

введением санкций. Однако в начале 2024го года ситуация стабилизировалась и многие компании изменили свои стратегии развития, что позволило снизить расходы в условиях внешних ограничений.

Одной из первоначальных задач российских перевозчиков была цифровизация маршрутов. Искусственный интеллект ускоряет процесс сбора и обработки данных о дорожной сети, трафике, географических особенностях региона доставки груза и графике движения автомобилей, что значительно упрощает работу перевозчиков. В будущем это может привести к созданию полностью автоматизированных логистических систем, которые будут самостоятельно выбирать оптимальные маршруты и способы доставки [2].

Одним из наиболее эффективных способов транспортировки груза на данный момент являются беспилотные транспортные средства, которые в свою очередь позволяют решить проблему с дефицитом водителей. По данным Международного союза автомобильного транспорта (IRU) за 2023 год, в 36 исследованных странах незаполненными были более 3 млн вакансий водителей грузовиков, или 7% от общего числа вакансий [1]. А беспилотные летательные аппараты (БПЛА) помогут решить проблему с доставкой малогабаритных грузов в труднодоступные районы и сократит расходы на аренду автомобилей и оплату труда курьеров. Важно, что порядок эксплуатации БПЛА регламентируется Постановлением правительства о правилах использования воздушного пространства в РФ. Из постановления следует, что в некоторых регионах введён временный запрет на использование БПЛА, поэтому транспортным компаниям придётся искать альтернативные способы доставки.

Активное использование беспилотных транспортных средств в совокупности с развитием экологической логистики позволяет экономить энергию и уменьшить выбросы в атмосферу. В современном мире, где всё больше внимания уделяется экологии, эта область становится всё более актуальной, так как она напрямую связана с охраной окружающей среды и снижением негативного воздействия транспорта на экосистему.

Одной из инноваций, применяемой в экологической логистике, является использование транспортных средств, которые работают на альтернативных источниках энергии. Например, на электрических двигателях или солнечных батареях. Внедрение электромобилей, гибридных автомобилей и других технологий, основанных на энергосберегающих принципах, позволяет сократить использование

нефтепродуктов, а значит являются энергически эффективным решением для современных логистических систем.

Энергия играет важную роль в области логистики, ведь с её помощью происходит передвижение транспортных средств, поиск и снабжение грузов. Для эффективной работы системы поиска груза и его перевозки необходимо разработать энергетические системы, которые бы обеспечивали достаточное количество энергии для загрузки и перевозки грузов.

Для разработки энергетических систем необходимо учитывать такие параметры: вес груза, расстояние перевозки, скорость движения и другие факторы, чтобы обеспечить оптимальное использование энергии и максимальную эффективность работы системы. Преимущества энергетических систем и недостатки их отсутствия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки отсутствия энергетических систем [6]

Преимущества разработанных энергетических систем	Отсутствие разработанных энергетических систем
Увеличение эффективности транспортных средств	Потеря энергии при транспортировке грузов
Снижение негативного воздействия на окружающую среду	Неэффективное использование энергии
Сокращение затрат на топливо	Высокие эксплуатационные расходы

Ещё одной инновацией является рециклинг - внедрение систем переработки отходов и их повторного использования. Рециклинг помогает сократить количество отходов и уменьшить негативное влияние производства на окружающую среду.

Помимо этого, применение инновационных решений в области логистики дает возможность оптимизировать процессы складирования, управления запасами и участия в цепях поставок [5]. Поговорим немного об этом.

К примеру, существует концепция интернет вещей или IoT, которая позволяет отслеживать устройства в режиме реального времени с помощью объединения их в общую сеть для взаимодействия друг с другом. Интернет вещей в логистике позволяет сократить расходы на перевозку грузов, а также делает перевозку более прозрачной с помощью RFID-меток. RFID — это технология автоматической радиочастотной идентификации объектов. RFID-метка состоит из

микрочипа, который используется для записи и хранения информации и из антенны для связи между меткой и RFID-оборудованием [7].

К преимуществам применения интернет вещей в логистике можно отнести возможность отслеживания груза на протяжении всего пути, что позволяет снизить вероятность потери и повреждения груза. А также с помощью датчиков, установленных на транспортном средстве, можно отслеживать температуру, влажность воздуха и другие параметры, что в свою очередь позволяет автоматически регулировать условия хранения при перевозке груза.

Хорошим дополнением к IoT являются блокчейн технологии. Согласно исследованию компании Deloitte, 59% опрошенных компаний воспринимают блокчейн как революционную технологию, способную трансформировать экономику и бизнес-процессы организации. 52% компаний готовы внедрять эту технологию. Блокчейн технологии, как и интернет вещей призван решить проблему прозрачности транспортировки груза, поэтому с помощью блокчейн технологии информация о каждом этапе логистической цепи становится доступной для всех участников и клиент может отследить статус своего товара в реальном времени. Однако, помимо этой функции, блокчейн технологии пользуются такими преимуществами:

1) Упрощают процессы платежей и финансирования в логистике, позволяя совершать мгновенные и безопасные транзакции между участниками сети, устраняя необходимость использования посредников и снижая комиссии;

2) Обеспечивает высокий уровень безопасности цифровых данных, благодаря использованию криптографических методов для защиты информации и значительно снижает возможность мошенничества и подделки документов в логистической цепи [4].

Поэтому используя блокчейн технологии участники могут быть уверены в подлинности информации и документов, что повышает безопасность и надежность логистических операций [4].

Также следует отметить, что в современном мире с каждым годом появляется всё больше и больше роботов, которые позволяют облегчить и автоматизировать некоторые процессы. К примеру, на многих промышленных предприятиях складской учёт ведётся сотрудниками вручную, что приводит к беспорядку в связи с человеческим фактором. В результате сотрудники попросту не могут найти товар на складе и заказы комплектуются дольше. Эту проблему помогает решить модернизация складов, которую можно осуществить двумя разными способами:

- 1) С помощью RFID-меток, благодаря которым сотрудник сможет быстро отыскать товар и узнать всю необходимую информацию о нём;
- 2) С помощью внедрения роботов, которые перемещают товары от места хранения в зону комплектации.

Следует отметить, что роботам требуется меньше места для передвижения между стеллажами. Следовательно, если осуществить модернизацию склада вторым способом, то на складе появится больше места для размещения новых стеллажей для товара.

Подводя итоги хочется сказать, что современная логистика постоянно сталкивается с различными проблемами, решением которых может послужить внедрение инновационных решений. Проблемы, с которыми ежедневно борются логистические компании, варьируются от оптимизации маршрутов и управления складскими запасами до обеспечения прозрачности цепочки поставок и минимизации рисков, связанных природными катаклизмами.

Важно также понимать, что успешное внедрение инноваций требует наличия грамотных специалистов, способных не только осуществлять техническую поддержку новых технологий, но и разрабатывать стратегии их использования, управлять изменениями и обеспечивать эффективное взаимодействие между различными подразделениями компании. Поэтому компании должны инвестировать в подготовку и переподготовку своих сотрудников, привлекая высококвалифицированных специалистов в области логистики, информационных технологий и менеджмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дефицит водителей в мире увеличится в 2 раза за пять лет // TELS GLOBAL URL: <https://telsglobal.ru> (дата обращения: 22.10.2024).
2. Инновации в логистике: какие технологии изменят логистику в России в ближайшем будущем // Инвест-Форсайт URL: <https://www.if24.ru> (дата обращения: 23.10.2024).
3. Малыхина И.О., Салихова М.О. Инновации как фактор социально-экономического развития национальной экономики // Сб. докл. Междунар. молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2019. С. 2377-2381.
4. Развитие инновации в логистике и их влияние на бизнес // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 24.10.2024).

5. Развитие экологической логистики — инновации, проблемы и перспективы // Логистика URL: <https://logistics.by> (дата обращения: 23.10.2024).

6. Энергия в грузовом поиске — как оптимизировать поиск и использование грузов для максимальной эффективности и прибыли // Логистика URL: <https://logistics.by> (дата обращения: 24.10.2024).

7. RFID технология — стандарты и протоколы, сферы применения, преимущества // Сканпорт URL: <https://scanport.ru> (дата обращения: 19.10.2024).

УДК 004.8.

Гончарова Е.Ю.

*Научный руководитель: Мищенко И.Г., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет имени
В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Искусственный интеллект — это система, которая внедряется в нашу жизнь с каждым днём все больше и больше. Она способна переводить тексты с разных языков, отвечать на вопросы разного характера, распознавать объекты на фото и видео [2]. На данный момент искусственный интеллект уже применяется в некоторых отраслях. Например, чат боты и приложения могут отвечать на запросы клиентов или обрабатывать звонки. Может ли искусственный интеллект вытеснить людей со своих рабочих мест? Определённо, да. Ведь это робот, которому не нужен отпуск, обед, выходные. Но, несмотря на это, люди всё равно нужны в качестве рабочей силы, так как ИИ (искусственный интеллект) запрограммирован только на узкоспециализированные задачи. Однако, данная система может стать помощником для человека и некоторых сфер. Ведь, благодаря искусственному интеллекту, мы можем получить ответ на любой вопрос.

Российский бизнес проявляет растущий интерес к искусственному интеллекту: 70% компаний, по данным Deloitte, признают его важность. Однако практическое применение ИИ (искусственного интеллекта) в логистике и доставке пока не реализуется – лишь 10% компаний используют его в разных областях. Этот разрыв между пониманием и внедрением обусловлен, с одной стороны, инвестициями, а с другой –

недостатком квалифицированных специалистов, способных эффективно использовать решения искусственного интеллекта. Но, благодаря трендам, аналитики прогнозируют автоматизацию до 50% операций в 20% профессий уже в ближайшем будущем [1].

Рассмотрим подробнее, как искусственный интеллект может повлиять на логистику:

1. Автономный транспорт. Развитие беспилотных грузовиков и дронов активно приближается к массовому внедрению. Автономные транспортные средства обещают ускорить доставку, особенно в труднодоступных районах. Это не только улучшит процесс, но и снизит затраты на топливо и заработную плату водителей. Однако, перед широким распространением стоят серьезные проблемы: совершенствование технологий вождения в сложных условиях, регулирование использования беспилотных транспортных средств, а также вопросы кибербезопасности.

2. Управление запасами и складами. Искусственный интеллект и машинное обучение позволяют анализировать огромное количество данных о запасах, прогнозировать спрос и оптимизировать процессы на складах. Системы автоматического управления запасами, основанные на искусственном интеллекте, минимизируют издержки хранения, предупреждают о дефиците и переизбытке товаров.

3. Прогнозирование спроса. Анализ данных о продажах, поведении потребителей (включая данные из социальных сетей) позволяет прогнозировать спрос с высокой точностью. Это критически важно для оптимизации цепочки поставок и своевременной доставки товаров.

4. Оптимизация маршрутов. Алгоритмы ИИ (искусственного интеллекта) анализируют множество факторов – дорожные условия, пробки, погодные условия, наличие ограничений движения. Это позволяет сократить время доставки, снизить топливные расходы и повысить эффективность логистических операций.

5. Роботизация. Роботы уже активно используются на складах для выполнения сортировки, упаковки, перемещения грузов. Это повышает производительность, снижает вероятность ошибок и уменьшает затраты на оплату труда. Однако, не стоит забывать о необходимости обучения персонала для работы с роботами и интеграции робототехники в существующие логистические процессы.

6. Программные решения для управления логистикой. Искусственный интеллект лежит в основе современных систем управления цепочками поставок. Эти интегрированные платформы обеспечивают прозрачность и эффективность всей логистической

операции (отслеживание движения товаров, управление запасами, оптимизация маршрутов).

Использование искусственного интеллекта в бизнесе вызывает множество споров, хотя он актуален во многих сферах [3].

С одной стороны, есть примеры использования ИИ (искусственного интеллекта) в электронной коммерции. Например, он связывает продавцов с их целевой аудиторией и настраивает пользовательский опыт. С помощью мобильных приложений и технологий искусственного интеллекта покупатели могут вводить параметры формы обуви и одежды для примерки или интегрировать предметы повседневного обихода в дизайн интерьера.

С другой стороны, в складской логистике, например, автоматизация процессов важнее, чем использование искусственного интеллекта для решения оперативных задач. Действия операторов на месте основаны на строгих алгоритмах и в значительной степени автоматизированы. Однако существует множество процессов, требующих от сотрудников ключевых компетенций и участия «здесь и сейчас». Например, при управлении приемкой сотрудникам может потребоваться проверить отдельные товары в базе данных на предмет подлинности и дефектов. Поэтому не стоит говорить о том, что ИИ полностью заменит человеческие ресурсы.

Внедрение умных дорог [4]. Умные дороги и умные автомагистрали — это не просто дороги, а сложные системы, позволяющие транспорту автоматически взаимодействовать с окружающей инфраструктурой, а самой инфраструктуре - получать важную информацию от движения и окружающей среды. Разумеется, умные дороги и умные магистрали в городах различаются по функциям, выполняемым задачам, а также интеллектуальному оборудованию и подсистемам. Например, базовое оборудование умных дорог включает в себя информационные табло, системы мониторинга транспортных потоков, а также системы фото и видеофиксации нарушений правил дорожного движения.

Суть нового поколения дорог, которые уже называют «умными», заключается в том, что это не просто асфальтированные дороги, соединяющие пункты «А» и «Б». Умные дороги оснащены множеством интеллектуальных устройств, которые собирают и передают большое количество данных и взаимодействуют с другими интеллектуальными системами (от аварийных служб до «мозга» автомобиля). Например, «умные» дороги могут обнаруживать пробки и туман и заранее информировать водителей о маршрутах объезда. Такие превосходные внедрения помогут увеличить скорость поставок и сократить время.

Например, Россия развивает концепцию «умных дорог» не только в Москве и Санкт-Петербурге. Например, 630 светофоров в Екатеринбурге уже подключены к автоматизированной системе управления дорожным движением. Кроме того, в бюджете 2021–2023 годов на строительство «умных» дорог в Волгограде заложено 900 миллионов рублей [2].

Использование искусственного интеллекта для автоматизации складов и центров выполнения заказов позволяет повысить эффективность и сократить время обработки заказов. Для обеспечения этих и других процессов используются различные технологии и источники данных, в том числе сбор данных с датчиков, установленных на транспортных средствах, складах и других объектах логистической инфраструктуры;

Искусственный интеллект убеждает нас в том, что он сможет привести логистику к глобальным изменениям, начиная от оптимизации поставок и заканчивая автоматизацией рутинных задач. Однако, не все так легко, как может показаться на первый взгляд [1]. Существует много препятствий, которые могут свести на «нет» все преимущества искусственного интеллекта.

Проблема данных: качество важнее количества. Наличие больших объемов данных не гарантирует успеха. Ключевым является качество данных: их полнота, достоверность, актуальность и согласованность. Некачественные данные приводят к неточным прогнозам, ошибочным решениям и к финансовым потерям. Например, неполная информация о местоположении груза или неверные данные о времени доставки могут привести к задержкам и штрафам. Кроме того, данные должны быть подготовлены для обучения моделей ИИ (искусственный интеллект), а это требует значительных временных и финансовых затрат. Необходимо инвестировать в системы сбора, очистки и обработки данных [4].

Дефицит квалифицированных кадров. Внедрение искусственного интеллекта требует не только программистов и специалистов по машинному обучению, но необходимы аналитики данных, способные внедрить результаты работы моделей ИИ (искусственного интеллекта), специалисты по интеграции систем, которые обеспечат работу новых решений с существующей инфраструктурой и сотрудники, способные адаптироваться к новым технологиям и использовать их эффективно в повседневной работе. Обучение персонала – залог успешного внедрения новых технологий, и его нельзя игнорировать [2].

Организационные барьеры. Даже при наличии данных и квалифицированных специалистов, внедрение ИИ (искусственного

интеллекта) может столкнуться с организационными препятствиями. Отсутствие четкой стратегии, слабая интеграция решений в существующие бизнес-процессы, сопротивление переменам со стороны сотрудников – все это может затормозить или полностью заблокировать проект. Необходимо обеспечить поддержку со стороны руководства, четко сформулировать цели и задачи внедрения. Не забудьте разработать план реализации и систему контроля, а также вовлечь сотрудников в процесс изменений.

Подводя итоги, можно сказать, что искусственный интеллект — это масштабная система нового поколения, которая может претендовать на место в рабочей силе логистических компаний. Применение ИИ (искусственного интеллекта) в логистике может повлиять на повышение эффективности, улучшение обслуживания клиентов, снижение издержек. Оптимизация маршрутов доставок, развитие систем прогнозирования спроса, улучшение качества обслуживания и многое другое может улучшить и оптимизировать логистические операции. Все это делает пути в логистике более гибкими и адаптивными по отношению к рыночным условиям. Однако, для успешной работы необходимо взвесить все «за» и «против», проанализировать необходимость инвестиций и улучшение качества обучения персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Искусственный интеллект в логистике: тенденции, сложности при внедрении, сферы применения URL: <https://oborot.ru> (дата обращения: 6.10.2024).

2. Искусственный интеллект: что это, применение технологии – история и перспективы развития ИИ URL: <https://practicum.yandex.ru> (дата обращения: 6.10.2024).

3. Малыгина И.О. Методологические подходы к стимулированию развития экономических систем под воздействием инновационно-инвестиционных драйверов // Актуальные проблемы экономического развития: сб. докл. X Междунар. заочной науч.-практ. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. С. 264-268.

4. Малыгина И.О., Салихова М.О. Инновации как фактор социально-экономического развития национальной экономики [Электронный ресурс] // Сб. докл. Междунар. молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019.

УДК 004.056.53

Иващенко И.А.

Научный руководитель: Коршаков К.С., ст. преп.

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

ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ ДАННЫХ ПРИ МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ

В современном мире данные играют ключевую роль в разработке и обучении моделей машинного обучения. Однако одной из главных проблем является защита конфиденциальной информации, которая может содержаться в таких данных. Технологии сохранения конфиденциальности данных при машинном обучении играют важную роль, поскольку позволяют разрабатывать модели, не нарушая приватности пользователей.

Одной из популярных технологий является дифференциальная конфиденциальность (Differential Privacy). Этот метод заключается в добавлении случайного шума к данным или к результатам анализа, что делает невозможным точное восстановление исходных данных, но при этом позволяет извлекать полезную информацию для построения моделей. Основное преимущество дифференциальной конфиденциальности в том, что она обеспечивает гарантии на уровне математического ожидания, минимизируя вероятность утечки информации, связанной с конкретными пользователями. Это особенно полезно в случаях, когда обучающие данные включают личные сведения, такие как медицинские или финансовые записи.

Другим важным направлением является федеративное обучение (Federated Learning), которое позволяет моделям обучаться на данных, находящихся на устройствах пользователей, не передавая эти данные на центральные серверы. В этом подходе устройство обучает локальную модель, а затем передает только обновленные параметры (веса модели), которые агрегируются с параметрами других устройств на центральном сервере. Этот метод защищает приватность, поскольку сами данные остаются на устройствах, а сервер никогда не имеет доступа к исходным данным пользователей. Федеративное обучение уже активно используется в таких сферах, как улучшение персонализированных сервисов на мобильных устройствах без необходимости отправлять личную информацию в облачные хранилища.

Еще одной перспективной технологией является гомоморфное шифрование, которое позволяет производить вычисления над зашифрованными данными. Этот метод особенно интересен для задач машинного обучения, поскольку позволяет проводить обучение моделей или делать предсказания, не расшифровывая исходные данные. Гомоморфное шифрование обеспечивает высокий уровень безопасности, но при этом увеличивает вычислительные затраты, что пока ограничивает его широкое применение. Тем не менее, данный подход становится все более популярным для защиты данных в таких критических областях, как финансы и медицина, где конфиденциальность имеет первостепенное значение.

Также активно развивается концепция обучения с конфиденциальными вычислениями (Secure Multi-Party Computation, SMPC). В этом подходе несколько участников могут совместно обучать модель на своих данных, при этом каждый из них гарантированно не раскроет свои данные другим участникам. Это достигается с помощью криптографических протоколов, которые позволяют распределенно проводить вычисления, сохраняя конфиденциальность данных каждого участника. SMPC активно используется в тех случаях, когда организации, такие как банки или медицинские учреждения, не могут делиться своими данными напрямую, но заинтересованы в совместной аналитике.

Современные вызовы, связанные с защитой данных, приводят к созданию новых технологий и методов в машинном обучении. Разработчики стремятся найти баланс между использованием больших объемов данных для повышения точности моделей и сохранением конфиденциальности этих данных. В будущем технологии сохранения конфиденциальности, вероятно, будут развиваться в направлении улучшения производительности и обеспечения более строгих гарантий безопасности, что позволит еще шире применять их в реальных задачах и повысит доверие к системам, основанным на машинном обучении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буза М.К., Применение ускорителей на базе графических процессоров для повышения производительности суперкомпьютеров // Суперкомпьютерные технологии (СКТ-2018) Материалы 5-й Всероссийской научно-технической конференции.— 2018 — Том 1 — 33-33.
2. Рязанов Ю.Д., Построение рекурсивных распознавателей формальных языков на основе синтаксических диаграмм с

многовходовыми компонентами // Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий. Материалы Международной научно-практической конференции. — 2017 — 85-88.

3. B. Sunar, A Provably Secure True Random Number Generator with Built-In Tolerance to Active Attacks / W.J. Martin and D.R. Stinson // Transactions on Computers — Jan. 2007 — vol. 56, no. 1 — 109-119.

УДК 004.925.86

Иващенко И.А.

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

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

ОБНАРУЖЕНИЕ ОКРУЖНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА

В данной статье описывается реализация алгоритма преобразования Хафа для обнаружения окружностей на изображениях и его сравнение с оптимизированной версией из библиотеки OpenCV. В процессе работы выявлено, что ручная реализация значительно уступает по скорости готовому решению OpenCV — примерно в 10 раз. Для объяснения причин этого различия рассмотрены ключевые аспекты, влияющие на производительность.

Алгоритм преобразования Хафа для обнаружения окружностей основан на параметрическом представлении окружностей. Он преобразует точки изображения, которые потенциально принадлежат границам окружностей, в параметры этих окружностей (центр и радиус), а затем находит пересечения этих параметров, чтобы выявить фактические окружности[1].

Основные шаги работы алгоритма:

1. Предобработка изображения

Перед применением преобразования Хафа изображение обычно обрабатывается для выделения границ объектов. Часто используется оператор Кэнни, который находит все значимые границы в изображении.

2. Параметрическое представление окружности

Каждая окружность на плоскости может быть описана уравнением: $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$, где (a,b) — координаты центра окружности, а r — её радиус.

3. Процесс генерации аккумуляторного пространства

Для каждой точки изображения, которая находится на границе объекта, вычисляются возможные значения параметров a , b и r — координаты центра и радиус окружности. Это делается путём перебора всех возможных радиусов и расчёта координат центра, при которых точка могла бы принадлежать окружности данного радиуса. Результаты вычислений заносятся в трёхмерное аккумуляторное пространство, где оси представляют центр окружности и радиус.

4. Поиск максимума в аккумуляторе

В результате алгоритм создаёт массив, где каждая ячейка хранит количество попаданий — сколько раз определённые координаты центра и радиус соответствовали окружности. Точки с наибольшим количеством попаданий считаются центрами обнаруженных окружностей.

5. Вывод результатов

После заполнения аккумулятора выбираются ячейки с наибольшими значениями, что позволяет определить окружности на изображении.

Алгоритм Хафа эффективен для обнаружения окружностей, но требует больших вычислительных ресурсов, так как необходимо перебирать множество комбинаций радиусов и координат.

В рамках данной работы был разработан собственный алгоритм преобразования Хафа на языке Python, где для каждого пикселя и радиуса вычислялись возможные координаты центра окружности. Этот подход позволяет построить аккумулятор — трёхмерный массив, где каждая ячейка хранит количество совпадений центра окружности для заданного радиуса.

Для тестирования была использована функция `HoughCircles` из библиотеки `OpenCV`, которая также реализует преобразование Хафа, но с рядом оптимизаций. Сравнение показало, что вручную написанный алгоритм выполняется приблизительно в 10 раз медленнее. Этот результат объясняется несколькими факторами (рис. 2).

Низкоуровневые оптимизации в OpenCV

`OpenCV` является высокоэффективной библиотекой, написанной на языке `C++` и использующей множество низкоуровневых оптимизаций. Применение `SIMD` (Single Instruction Multiple Data), позволяющего обрабатывать сразу несколько данных за один такт процессора, существенно ускоряет выполнение вычислений. Python, в свою очередь, является интерпретируемым языком, и, несмотря на использование библиотеки `NumPy` для работы с массивами, накладные расходы на интерпретацию кода и управление памятью снижают производительность по сравнению с компилируемым `C++`.

Одним из ключевых факторов, замедляющих ручную реализацию, является использование циклов и прямой работы с массивами для каждой итерации[4]. В алгоритме для каждого пикселя и радиуса пересчитываются тригонометрические функции, такие как синусы и косинусы, для определения возможных координат центра окружности. Эти операции являются ресурсоёмкими и выполняются многократно для каждого радиуса, что значительно увеличивает время вычислений. В OpenCV подобные вычисления оптимизированы и могут выполняться с использованием заранее подготовленных таблиц значений или аппаратных средств для ускорения операций.

В попытке улучшить производительность вручную реализованного алгоритма была использована многопоточность с помощью библиотеки `concurrent.futures.ThreadPoolExecutor`. Однако из-за глобальной блокировки интерпретатора Python (GIL) эффективная параллелизация на уровне нескольких ядер не достигается, что ограничивает возможности ускорения[2]. В OpenCV многопоточность реализована на уровне C++ с использованием механизмов полноценной параллелизации, что позволяет более эффективно распределять задачи и использовать все вычислительные ресурсы системы.

Несмотря на проигрыш по скорости, ручная реализация имеет свои преимущества. Она предоставляет большую гибкость для экспериментов и адаптации под специфические задачи. В таком алгоритме возможно внедрение новых подходов к фильтрации и оптимизации параметров, например, динамическое управление радиусами окружностей или использование других фильтров границ для улучшения качества обнаружения.

Программа реализует параллельное обнаружение окружностей на изображении с помощью алгоритма Хафа. Вот краткое описание процесса:

1. Чтение изображения: Программа загружает изображение в градациях серого с помощью `cv2.imread`.

2. Обнаружение границ: Для выявления границ на изображении применяется алгоритм Canny (`cv2.Canny`), что позволяет выделить контуры объектов, которые могут быть окружностями.

3. Накопительная матрица (accumulator): Используется параллельный алгоритм для построения накопительной матрицы, которая хранит количество попаданий для возможных окружностей с разными радиусами. Для каждого пикселя, принадлежащего границе, вычисляются координаты центров возможных окружностей для разных радиусов с использованием тригонометрических функций (синус и косинус).

4. Параллельная обработка радиусов: В программе используется ThreadPoolExecutor, чтобы распределить вычисления для разных радиусов между несколькими потоками, ускоряя процесс.

5. Поиск окружностей: После построения накопительной матрицы программа находит окружности, где количество попаданий превышает заданный порог (threshold). Затем удаляются "лишние" окружности, которые находятся слишком близко друг к другу, чтобы избежать дублирования (используется проверка минимального расстояния)[4].

6. Отображение окружностей: Найденные окружности рисуются на изображении с помощью функции cv2.circle, и результат выводится в отдельном окне.

Таким образом, программа находит и отображает окружности в изображении с использованием параллельного алгоритма Хафа, что позволяет быстрее обрабатывать изображения(рис. 1).



Рис. 1 – собственная реализация



Рис. 2 – реализация через OpenCV

Разница в производительности между ручной реализацией преобразования Хафа и оптимизированной версией OpenCV обусловлена рядом факторов, таких как глубокие низкоуровневые оптимизации в C++, эффективное управление памятью и полноценная параллелизация. Хотя вручную написанный алгоритм работает медленнее, он предоставляет возможности для дальнейших экспериментов и модификаций, что делает его полезным в

исследованиях и разработках. Однако для задач, требующих высокой производительности, OpenCV остаётся предпочтительным выбором.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гребенюк А.А., Прудникова А.В. Криптография. Виды шифров и криптографических алгоритмов // Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. — 2022. — Т. 13. — С. 109-113.

2. Saračević M.H., Adamović S.Z., Mišković V.A., Elhoseny M., Maček N.D., Selim M.M., Shankar K. Data Encryption for Internet of Things Applications Based on Catalan Objects and Two Combinatorial Structures // IEEE Transactions on Reliability. — 2021. — Vol. 70, No. 2. — P. 819-830.

3. Рязанов Ю.Д. Построение рекурсивных распознавателей формальных языков на основе синтаксических диаграмм с многоходовыми компонентами // Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий. Материалы Международной научно-практической конференции. — 2017. — С. 85-88.

4. Степовой А.А., Ващенко Р.А. Научное развитие технологий и инновации (XXV научные чтения). — 2023. — С. 869-871.

УДК 67.05

Карачевцев И.О.

Научный руководитель: Баранов Д.С., асс

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗНОСА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

На автоматизированной линии по зачистке кромок листа (например, от окалины и краски) перед сваркой используются абразивные шлифовальные круги. С течением времени круги изнашиваются, и их диаметр уменьшается, и поэтому нужно корректировать их положение, чтобы они могли и дальше выполнять свои функции по зачистке кромок листа. Необходимо определить через какой промежуток времени или какое количество оборотов круга требуется корректировать его положение с целью автоматизации этого процесса.

В качестве исходных данных имеем износ круга, который равен 0,001 мм/м, т.е. через каждый метр пройденного пути точкой на

периферии круга во время резания (зачистки) его диаметр уменьшается на 0,001 мм. Также имеется диаметр круга – 125 мм, и необходимо определить через какое количество оборотов круга его диаметр станет равен 100 мм.

Определим сколько раз изменится диаметр круга при заданных условиях: $(125 - 100)/0,001 = 25000$ раз. И обозначим общее количество диаметров как $n = 25001$ (рис. 1).

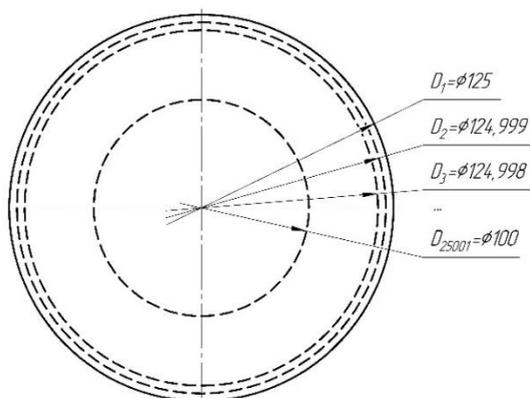


Рис. 1 – Изменение диаметра круга по мере износа

Запишем формулу для определения количества оборотов круга, через которое диаметр уменьшится с D_n до D_{n+1} :

$$S_n = \frac{1000}{\pi(D_1 - 0,001(n - 1))}, \quad (1)$$

где D_1 – первоначальный диаметр круга до износа; n – номер диаметра, который уменьшится на 0,001 мм через S_n оборота.

Чтобы получить зависимость количества оборотов круга от изменения его диаметра с D_1 до любого D_n , воспользуемся суммой первых членов арифметической прогрессии. В итоге получаем следующую формулу:

$$S_n = \frac{1000}{\pi D_1} + \frac{1000}{\pi(D_1 - 0,001(n - 1))} \cdot n \quad (2)$$

Построим график этой функции и для удобства заменим n на соответствующий этому номеру диаметр (рис. 2).

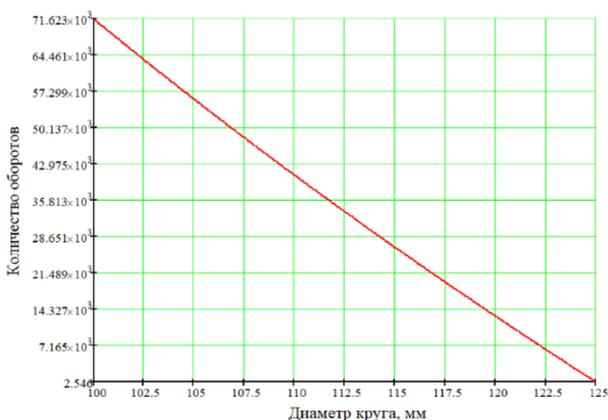


Рис. 2 – Зависимость изменения диаметра от количества оборотов

Таким образом, получена зависимость между износом шлифовального круга и количеством совершенных им оборотов во время резания. Зная эту зависимость, можно автоматизировать процесс компенсации износа шлифовального круга.

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. Голембиевский, А.И. Системы управления технологического оборудования: учеб.-метод. комплекс для студентов спец. 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / А.И. Голембиевский. – Новополюк: ПГУ, 2009. – 308 с.
2. Чепчуров, М.С. Модернизация управления приводом фрезерного станка с ЧПУ при использовании ПК / М.С. Чепчуров // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2008. – № 7. – С. 13-15.
3. Чепчуров, М.С., Тюрин, А.В. Модернизация токарных автоматов продольного сечения с использованием мехатронных модулей / М.С. Чепчуров, А.В. Тюрин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2012. – № 7. – С. 10-13.
4. Чепчуров, М.С., Воронкова, М.Н. Модернизация координатно-расточного станка с использованием датчиков линейных перемещений / М.С. Чепчуров, М.Н. Воронкова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2011. – № 6. – С. 17-19.

5. Чепчуров, М.С., Жуков, Е.М., Схиртладзе, А.Г. Оборудование с ЧПУ машиностроительного производства / М.С. Чепчуров, Е.М. Жуков, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол, 2018. – 246.

УДК 621.9-05

Катаев А.В., Петухов Е.А., Катаев В.В.

***Научный руководитель: Мальха Е.Ф., канд. экон. наук, доц.
Российский государственный аграрный университет — МСХА имени
К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия***

АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО РЫНКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Системы с числовым программным управлением (ЧПУ) применяются для выполнения операций механической обработки заготовок с целью получения готовых деталей. Такие системы укрупнённо представляют собой совокупность электронных компонентов, связанных с исполняющими устройствами. Для управления всей системой служит специализированное программное обеспечение (ПО). Управляющая информация для систем ЧПУ является дискретной и ее обработка в процессе управления осуществляется цифровыми методами. Управление технологическими циклами практически повсеместно осуществляется с помощью программируемых логических контроллеров, реализуемых на основе принципов цифровых электронных вычислительных устройств.[1]

Независимо от страны, компании происхождения все ПО для систем с ЧПУ в своей структуре и синтаксисе языка являются однотипными, так как в металлообработке требования и рекомендации к составлению ПО в таких системах регламентируются соответствующими стандартами: ГОСТ 20999-83 в Российской Федерации, ISO 6983-1:2009 в участвующих государствах. Обобщёно, данные стандарты предъявляют требования к формату управляющей программы, кодированию тех или иных операций механической обработки, методам программирования, исходному состоянию ЧПУ при включении питания системы и другие требования и рекомендации. Однако, несмотря на идентичность ПО из отдельно взятых государств, важно развитие и применение собственных, отечественных разработок в данной сфере. Это связано с множеством причин и факторов: от политических причин до проблем отдельно взятого пользователя — улучшать и оптимизировать ПО под нужды пользователей легче и

эффективнее в случае, когда разработчики и пользователи являются представителями одной страны. Также как показали последние события, создавать свое намного эффективнее в долгосрочной перспективе, чем пользоваться чужим.[2] Стоит обратить внимание на то, что технологии являются драйвером развития некоторых экономических показателей. Развитие технологий повышает уровень ВВП, так как вклад в развитие технологий обеспечивает прирост более 1% в год.[2]

В Российской Федерации насчитывается порядка 15 крупных производителей систем ЧПУ, которые занимаются изготовлением стоек управления станками, а также разрабатывают программное обеспечение для них. Из отечественных производителей выделяется «Балт-Систем» - компания, деятельностью которой является разработка, производство и сервисное обслуживание аппаратных и программных средств автоматизации промышленного производства. Компания «Балт-Систем» всегда выделялась разработкой собственного программного обеспечения для металлообрабатывающих станков любой степени сложности – как российского, так и иностранного производства. Собственное ПО, не имеющее аналогов в РФ, позволяет не только справиться со стандартными задачами и удовлетворить требования клиентов, но и в кратчайшие сроки доработать функционал под нужды конкретного заказчика.[3] Продукцией «Балт-Систем» является не только системы ЧПУ, а также электрические двигатели, измерительные системы. На рынке существует порядка 10 моделей систем ЧПУ от «Балт-Систем» для различных целей и различной сложности металлообработки. Важно заметить, что компания занимается не только производством и поставками оборудования, но и его сервисным обслуживанием после поставки. Ещё одно отдельное направление деятельности — обучение эксплуатации систем ЧПУ. Помимо этого «Балт-Систем» имеет собственные научные разработки, например, Постпроцессор стойки станка с программным управлением NC110 Балт-Систем. Компания не только реализует свою продукцию, но и привносит вклад в развитие систем ЧПУ в РФ, публикуя научные материалы в соответствующих изданиях.

Ещё одним крупным производителем и разработчиком ЧПУ в РФ является «Ижпрэст». Компания также производит собственные системы ЧПУ и разрабатывает ПО для них. Компания более узконаправленная и производит ЧПУ только для металлообрабатывающих станков. Продукцией «Ижпрэст» является устройство ЧПУ «Маяк». Особенностью «Маяк» является единое ПО, отсутствие привязок к токарной, фрезерной и др. обработке — вид обработки избирается

пользовательской настройкой. Таким образом устройство ЧПУ «Маяк» позволяет решать несколько задач обработки. Одно и то же отдельно взятое устройство может использоваться как на токарном, так и на фрезерном станке или обрабатывающем центре, включающим в свою работу и токарные, и фрезерные операции.

Выше описанные компании являются наиболее крупными и результативными в сфере производства и разработки систем ЧПУ. Стоит отметить, что в РФ есть и другие производители, разработчики ЧПУ для металлообработки, среди них и более мелкие и ещё неизвестные широкой публике, находящиеся на этапе становления. Потребителями отечественных систем ЧПУ являются в основном производства и организации РФ. Так разработчик ЧПУ «ИНЭЛСИ» удовлетворял потребности предприятия ГК «Роскосмос» в создании и внедрении системы управления специальным оборудованием. «ИНЭСЛИ» также успешно импортозамещала иностранные системы ЧПУ «Siemens», «Fanuc», «Heidenhain» металлообрабатывающего оборудования на российских предприятиях «КЭМЗ», «Эмко-Рус», «ПЭМЦ». Большую долю потребителей отечественных ЧПУ занимают станкостроительные производства РФ, которым необходима внедрять устройства ЧПУ на своё оборудование. Среди них выделяются «СТП-Саста», «КЭМЗ», «Балтийская промышленная компания».

В современной обстановке доля российских систем ЧПУ на рынке РФ мала и составляет на 2024 год по оценке «Tebiz Group» менее 6%. Главным образом это связано с сформировавшейся клиентоориентированностью в сторону иностранных производителей: в 2012 году — предприятия за неимением отечественной продукции стали закупать импортные станки с ЧПУ, таким образом, потребность производств РФ в ЧПУ удовлетворили иностранные производители. Вследствие этого переход от зарубежных к отечественным системам ЧПУ усложнен устоявшейся ориентацией специалистов (трудовых кадров) на эксплуатацию иностранных систем. Для перехода требуется дополнительное переобучение специалистов работе с другим системами ЧПУ.

Несмотря на малую текущую популярность отечественных систем ЧПУ интерес к ним со стороны потребителя растёт. Для производства качественных систем по конкурентно способным ценам в РФ необходима поддержка производителей и разработчиков со стороны государства, новые подходы к производству. Так некоторые ранее принятые государственные программы уже способствовали развитию не только производства, но и реализации продукции от производителей

РФ, а создание станкостроительных кластеров повысило эффективность производства и внедрения систем ЧПУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литвиненко, М.П. Анализ систем ЧПУ и разработка алгоритма выбора модели ЧПУ для станка / М.П. Литвиненко // Россия молодая : Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 21–24 апреля 2015 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2015. – С. 218. – EDN UKUQAD.

2. Катаев, А.В. ESG-политика как драйвер развития "зеленых" технологий / А.В. Катаев // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 61-64. – EDN BIMKNZ.

3. Современные встраиваемые устройства ЧПУ "БалтСистем" // Станкоинструмент. – 2017. – № 3(8). – С. 52-56. – EDN ZDNGBL.

УДК 624.131.8

Козлов А.А., Саввин Н.Ю.

***Научный руководитель: Ильина Т.Н., д-р. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Моделирование инженерных систем на объектах массового пребывания людей, таких как торговые центры, стадионы, аэропорты и другие крупные здания, представляет собой важную задачу в области проектирования и эксплуатации. Это моделирование позволяет предсказать поведение систем в различных условиях, оценить их эффективность и безопасность, а также оптимизировать процессы, связанные с энергопотреблением, вентиляцией, освещением и эвакуацией. Во-первых, моделирование позволяет осуществлять оптимизацию проектирования. На этапе разработки проектов инженеры и архитекторы могут использовать различные модели для анализа множества параметров, таких как поток воздуха в системах вентиляции,

распределение тепла в системах отопления или электрические нагрузки. Это помогает выявить наиболее эффективные и надежные решения, минимизируя вероятность проектных ошибок, которые могут потребовать дорогостоящих доработок в будущем. Например, моделирование системы отопления может показать, как оптимально расположить радиаторы для достижения равномерного прогрева помещений, что способствует созданию комфортных условий для пользователей.

Во-вторых, моделирование обеспечивает оценку эффективности инженерных систем. Это особенно важно в условиях, когда объекты массового пребывания подвержены значительным нагрузкам. Специалисты могут смоделировать поведение систем при различных сценариях, таких как изменение внешней температуры или увеличение числа людей, что позволяет заранее оценить, как они будут функционировать. Например, оценка производительности систем вентиляции в часы пик помогает избежать проблем с перегревом или недостатком свежего воздуха.

Третьим значимым аспектом является обеспечение безопасности. Объекты, где находятся большие массы людей, требуют строгого контроля за рисками, связанными с пожарами, террористическими актами и другими чрезвычайными ситуациями. Моделирование эвакуационных процессов позволяет проанализировать, насколько быстро и безопасно люди могут покинуть здание в экстренной ситуации. Это включает в себя тестирование различных путей эвакуации, размеров выходов и наличия возможных препятствий, что критически важно для минимизации рисков.

Кроме того, моделирование помогает в управлении рисками. Понимание взаимодействия различных инженерных систем и выявление потенциальных проблем еще на стадии проектирования позволяет разработать стратегии для их устранения. Например, если моделирование показывает, что перегрузка электросистемы может привести к отключениям в критический момент, можно внести изменения в проект, такие как увеличение мощности или добавление резервных источников питания.

Не менее важным является соответствие современным стандартам и нормам. В условиях усиления экологических требований и стандартов по энергосбережению моделирование позволяет заранее проверить проект на соответствие этим критериям. Это включает оценку выбросов углерода и анализ воздействия на окружающую среду, что становится все более актуальным в условиях глобального изменения климата.

Моделирование способствует внедрению инновационных технологий. Применение таких методов, как Building Information Modeling (BIM), позволяет создавать детализированные трехмерные модели объектов и интегрировать их с другими цифровыми инструментами, что значительно упрощает управление и эксплуатацию инженерных систем. Это позволяет не только улучшить процесс проектирования, но и повысить общую эффективность эксплуатации зданий.

Подходы к моделированию инженерных систем разнообразны и зависят от специфики задач, которые необходимо решить, а также от характера объектов, на которых эти системы будут внедряться. Одним из основных подходов является системный подход, который рассматривает инженерную систему как целое, включая все ее компоненты и взаимодействия. Это позволяет более полно оценить, как изменения в одном элементе системы могут повлиять на другие элементы и на всю систему в целом. Системный подход помогает выявить ключевые взаимосвязи и оптимизировать работу всей системы.

Численное моделирование, основанное на использовании специализированного программного обеспечения для анализа поведения систем. Численное моделирование позволяет решать сложные задачи, связанные с расчетом температурных полей, распределением воздушных потоков и электрических нагрузок. Например, с помощью таких программ можно смоделировать работу системы вентиляции в условиях изменяющихся температур и потоков воздуха, что позволяет оптимизировать ее параметры для достижения максимальной эффективности.

Моделирование с использованием BIM-технологий (Building Information Modeling) становится все более популярным. Этот подход включает создание трехмерных моделей зданий, в которых интегрированы данные о всех инженерных системах, их характеристиках и взаимосвязях. BIM позволяет проектировщикам и строителям визуализировать проект, проводить анализ и обнаруживать потенциальные проблемы на этапе проектирования, что существенно снижает риск ошибок и улучшает качество конечного продукта.

Другим подходом является динамическое моделирование, которое позволяет оценить временные зависимости процессов, происходящих в инженерных системах. Этот метод используется для анализа поведения систем в различных сценариях, включая экстренные ситуации. Например, динамическое моделирование может быть применено для оценки эффективности эвакуационных процессов в случае пожара или другого чрезвычайного происшествия. Это помогает определить

оптимальные пути эвакуации и время, необходимое для безопасного выхода людей из здания. Этот подход включает использование различных математических и статистических методов для анализа данных и прогнозирования поведения систем. Компьютерное моделирование широко применяется в энергетических системах, системах водоснабжения и других областях, где необходимо учитывать множество переменных и параметров.

Гибридные модели, сочетающие в себе элементы различных подходов, также находят широкое применение. Например, они могут объединять численное моделирование и симуляции, позволяя учитывать как детерминированные, так и стохастические процессы. Такой подход помогает более точно оценить поведение систем в условиях неопределенности и изменчивости.

Моделирование инженерных систем на объектах массового пребывания людей — это сложная, но необходимая задача, которая требует применения современных технологий и подходов. Эффективное моделирование позволяет оптимизировать проектирование и эксплуатацию систем, обеспечивая высокий уровень безопасности и комфорта для людей. При правильном подходе такие системы могут существенно повысить качество жизни в городах и снизить риски, связанные с массовым скоплением людей. В условиях глобальных вызовов, таких как изменение климата и увеличение плотности населения, эффективное проектирование и управление инженерными системами становятся особенно актуальными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саввин, Н.Ю. Моделирование теплообменного процесса в оригинальном пластинчатом теплообменнике / Н.Ю. Саввин // *Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура*. – 2023. – № 2(25). – С. 37-46. – DOI 10.36622/VSTU.2023.41.58.004. – EDN YFCIPW.
2. Городецкий, А.С. Компьютерные модели конструкций / Yevzerov: Compytational Models of Structures / Modelisation Assistee par Ordinateur / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2015. - 360 с
3. Саввин, Н.Ю. Математическое моделирование преобразователя частоты с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией / Н.Ю. Саввин, Д.Д. Гарбузов // *Вестник кибернетики*. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 46-58. – DOI 10.35266/1999-7604-2023-2-46-58. – EDN SGDZER.
4. Бусленко, В.Н. Автоматизация имитационного моделирования

сложных систем / В.Н. Бусленко. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 2020. - 2 с.

5. Саввин, Н.Ю. Теплотехнические и гидродинамические исследования модифицированного пластинчатого теплообменника / Н.Ю. Саввин, Л.А. Кушев // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2023. – № 2(52). – С. 13-21. – EDN AAAGYP.

УДК 666.94:621.926

Крикун П.А.

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

АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ

Прогресс в сфере промышленности часто ассоциируется с внедрением высокотехнологичных решений. Внедрение роботов, интеллектуальных систем управления и передовых программных продуктов, заменяющих традиционный ручной труд, значительно трансформировало производственные процессы. Центральной задачей компаний, стремящихся к инновациям, является усиление производственных показателей и укрепление позиций на рынке.

Принимая то же решение о переходе к автоматизированным системам, предприниматели взвешивают не только производственные цели. Они также учитывают множество социальных и экономических аспектов: снижение издержек, повышение уровня гибкости процессов, обеспечение стабильного качества продукции, а также минимизацию ошибок, связанных с человеческим фактором и т.д. Такая многоаспектность подхода позволяет достигать комплексного улучшения работы предприятий и значительно улучшает их перспективы в долгосрочной перспективе.

Автоматизация на производстве играет ключевую роль в инновациях и может оказывать благотворное влияние на эффективность работы предприятия. Тем не менее, принятие таких технологий среди сотрудников зачастую сопровождается определённым напряжением. Эмоциональное отторжение, пессимизм и беспокойство могут быть вызваны нехваткой профессионалов, специализирующихся в сфере автоматизации и управления процессами. Эта квалификационная проблема может спровоцировать целый ряд трудностей при внедрении автономных систем [3]:

1. Рыночные проблемы могут включать угрозу сокращения доли рынка и падения объемов продаж.

2. Производственные трудности могут возникать в виде недостатков в оперативно-календарном планировании, ограничений в ассортименте товаров и снижения качества продукции.

3. Финансово-экономические последствия могут быть связаны с уменьшением прибылей предприятия и низкой рентабельностью.

4. Социальные аспекты охватывают сокращения рабочих мест и потенциальное понижение заработных плат сотрудников.

Решение этих проблем подразумевает комплексный подход и стратегическое планирование с учётом потребности в профессиональной подготовке и адаптации всех уровней штата к новым технологическим стандартам.

Несмотря на естественную сопротивляемость изменениям, растущая динамика рыночной экономики вынуждает предприятия отказываться от устаревших систем управления и переходить к новым методам производства. В современном мире для обеспечения долгосрочного успеха необходимо принимать и адаптировать инновационные технологии, которые наилучшим образом соответствуют специфике деятельности каждой компании.

В промышленности России назрела необходимость модернизации, с акцентом на усовершенствование автоматизации и оптимизацию процессов планирования. Один из факторов, способствующих задержке в развитии данной сферы, связан с недостатком квалифицированных экспертов. Кроме этого, причиной отставания могут быть ошибки, которые допускаются в процессе производства.

С учетом всемирных тенденций в области робототехники, которая каждый год демонстрирует значительные количественные и качественные сдвиги, России не удастся избежать воздействия этих изменений. Промышленное будущее видится в лице предприятий, где промышленные роботы становятся ключевыми исполнителями, работающими под эгидой интегрированной системы управления. Это подразумевает активизацию усилий по обучению специалистов и инвестиции в разработку и внедрение передовых технологий.

Перед тем как говорить о внедрении новых систем на предприятии, необходимо глубоко и всесторонне анализировать текущее состояние процессов и оборудования. Это позволит определить, что требует модернизации, обновления или полной замены для повышения эффективности работы. Этапы планирования не менее важны: они включают в себя разработку детального плана и создание программ,

которые смогут управлять каждым агрегатом и интегрированной производственной системой.

С разнообразием доступных на сегодняшний день технологий каждое предприятие может выбрать инструменты автоматизации, специфические и наиболее адаптированные к роду своей деятельности. В качестве примера выступают ERP-системы, предназначенные для глобального управления ресурсами организации. Эти системы наиболее подходят для крупных предприятий с многоуровневыми процессами, обширной продуктовой линейкой и значительным количеством складских запасов [1].

Главные преимущества ERP заключаются в повышении прозрачности процессов и контроле движения капитала. Они обеспечивают единообразие бизнес-процедур, оперативность информирования руководства о всех сегментах деятельности, а также эффективное планирование и надзор за деятельностью организации в целом. Немаловажным является и модульность системы, позволяющая шаг за шагом автоматизировать отдельные участки работы предприятия, придерживаясь приоритетных задач и возможностей.

CAPP (Computer-Aided Process Planning) занимает ведущие позиции среди автоматизированных систем, предназначенных для проектирования и создания технологической документации. Эта система выполняет ряд критически важных функций, включая: разработку технологических процессов производства новых изделий; формирование сопутствующей документации; подсчет временных и материальных затрат на каждую операцию; анализ трудоемкости продуктов; конструирование схем организации технологических потоков; определение оптимального ритма работы и необходимого числа работников на участке.

Для эффективного функционирования CAPP необходима комплексная база данных, роль которой успешно выполняет CAD (Computer-Aided Design) — система компьютерного проектирования. CAD предоставляет полный набор данных, включая трехмерные модели деталей и узлов, выполненные в виде сварных конструкций, технические чертежи, а также текстовую конструкторскую документацию. Она обеспечивает необходимую основу для точного и эффективного проектирования технологических процессов в рамках системы CAPP [2].

Итак, мы приходим к выводу, что актуализация эффективности производства в современном мире неразрывно связана с применением передовых технологий. Современные вызовы предполагают постоянные усилия по оптимизации автоматизации и планирования

производственных процессов. Применение систем автоматизированного проектирования и планирования, таких как САРР, САD и комплексных ERP-систем, открывает перед Россией возможность укрепить свои позиции на мировой промышленной арене. Ведь только через инновационные решения можно создать оборудование будущего, которое способно отвечать вызовам времени и обеспечить стратегическое развитие производственного потенциала страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные системы автоматизации производства [Электронный ресурс]: <https://wiseadvice-it.ru> (дата обращения: 20.09.2024).
2. Промышленная автоматизация в России: проблемы и их решения [Электронный ресурс]: <https://moluch.ru> (дата обращения: 20.09.2024).
3. Автоматизация производства в современном мире [Электронный ресурс]: <https://moluch.ru> (дата обращения: 20.09.2024).

УДК 656.259

Магдиев И.Р., Сударев И.В.

*Научный руководитель: Скоробогатов М.Э., канд. техн. наук, доц.
Иркутский государственный университет путей сообщения,
г. Иркутск, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Роль устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в обеспечении безопасности движения поездов. Устройства ЖАТ представляют собой важные элементы, обеспечивающие безопасность, надежность и эффективность функционирования железнодорожных систем [1]. Современные решения в этой области интегрируют передовые технологии, включая системы управления движением, мониторинг состояния инфраструктуры и автоматизацию процессов [2-4].

Системы автоматизации позволяют значительно сократить влияние человеческого фактора, минимизируя риски ошибок и повышая общую безопасность. Инновационные технологии, такие как интернет вещей и большие данные, находят применение в процессе

мониторинга состояния подвижного состава и железнодорожной инфраструктуры. Это способствует проведению прогнозного обслуживания, что значительно увеличивает срок службы оборудования и снижает затраты на эксплуатацию.

Таким образом, интеграция автоматизации и телемеханики в железнодорожный транспорт является ключевым шагом к созданию умных транспортных систем, способных обеспечить высокую пропускную способность, высокую скорость и безопасность перевозок, удовлетворяя потребности современного общества в транспортной инфраструктуре.

Станционные системы автоматики и телемеханики. Станционные системы автоматики и телемеханики представляют собой ключевые элементы в современном управлении технологическими процессами на железнодорожном транспорте. Они обеспечивают не только высокую степень автоматизации, но и надежность функционирования всех узлов и систем. В основе данных систем лежат передовые технологии, которые позволяют эффективно контролировать и управлять движением поездов, обеспечивая безопасность и оптимизацию транспортных потоков [5-7].

Современные станции оснащены разнообразными устройствами, которые передают информацию о состоянии путей, направлениях движения и наличии поездов в определённых секциях (рис. 1). Это позволяет оперативно реагировать на возможные неисправности и предотвращать аварийные ситуации.



Рис. 1 – Структурная схема микропроцессорной централизации

В настоящий момент передовой микропроцессорной системой является МПЦ-ЭЛ. Эта система позволяет осуществлять управление движением поездов с высокой степенью автоматизации при заданных

параметрах надёжности. Структурно МПЦ-ЭЛ, в отличие от релейных систем, строится на двух уровнях: аппаратном и программном. При этом, проверка условий безопасности осуществляется именно на программном, что позволяет осуществлять её интеграцию в существующие автоматизированные системы управления перевозочным процессом.

Производство комплектующих, на которых строится аппаратная часть системы МПЦ-ЭЛ, локализовано в Российской Федерации мощностями ОАО «ЭЛТЕЗА», которой и принадлежат интеллектуальные права на данную систему.

Система МПЦ-ЭЛ имеет в своём составе четыре подсистемы:

- диалоговая (строится на базе АРМ дежурного по станции);
- диагностики (состоит из АРМ дежурного электромеханика)
- логических зависимостей (технической основой этой подсистемы является процессорный модуль централизации, структура аппаратного и программного обеспечения которого, обеспечивает заданные параметры безотказности и безопасности);
- управления и контроля (состоит из концентраторов и объектных контроллеров, предназначена для непосредственного контроля и управления станционными объектами).

Перегонные устройства сигнализации, централизации и блокировки. Эти устройства обеспечивают мгновенное реагирование на изменения в состоянии объектов, позволяя эффективно контролировать и минимизировать риски [8].

Современные технологии позволяют интегрировать перегонные устройства с системами автоматизации и мониторинга, что увеличивает их функциональность и надёжность. Использование высокочувствительных датчиков и интеллектуальных алгоритмов обработки данных позволяет оперативно выявлять нештатные ситуации и принимать своевременные меры.

Наиболее перспективной системой микропроцессорной автоблокировки является АБТЦ-МШ. Система состоит из составных компонентов, что позволяет создать любую конфигурацию системы для оптимального решения задач регулирования движения поездов и обеспечения безопасности на перегонах в зависимости от конкретного участка железной дороги.

Горочные системы автоматики и телемеханики. Сортировочные горки — это специальные сооружения на железнодорожных станциях и сортировочных пунктах, предназначенные для распределения вагонов по различным направлениям [9]. Автоматизация сортировочных горок является важным шагом в развитии железнодорожного транспорта,

направленным на повышение эффективности и безопасности процессов сортировки вагонов.

Современные технологии позволяют значительно сократить время обработки составов и снизить влияние человеческого фактора на результат. Одной из таких систем является ГАЛС-Р, которая активно применяется на железных дорогах России и стран СНГ, способствуя повышению качества транспортных услуг и улучшению условий труда железнодорожников.

Преимуществами использования системы ГАЛС-Р являются:

- повышение эффективности управления за счёт оперативного реагирования на изменения в движении;
- автоматизация процессов снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором;
- снижение расходов за счёт оптимизации процессов управления;
- увеличение безопасности движения поездов.

Автоматизированные средства контроля подвижного состава. Эти системы позволяют осуществлять мониторинг состояния вагонов, локомотивов и других транспортных средств в режиме реального времени. Системы оснащаются датчиками, которые фиксируют различные параметры: от температуры до направления движения.

Современные системы контроля также обеспечивают взаимодействие с другими компонентами транспортной инфраструктуры, что способствует более эффективной логистике и управлению движением.

Комплекс КТСМ-03 отличается компактными размерами и объединяет в себе наилучшие характеристики предыдущих моделей. Электроника, осуществляющая обработку данных с датчиков, расположена близко к путевому полотну и защищена от воздействия атмосферных осадков в специализированных шкафах, где поддерживается оптимальная температура работы.

Система состоит из нескольких электронных блоков. Температура в узлах букс фиксируется с помощью напольных камер КНМ-90, которые работают по принципу тепловизоров. Эти камеры определяют отклонения от нормального температурного режима. В случае заедания колесной пары датчики КТСМ-03 мгновенно подают сигнал, информируя работников железной дороги о возникшей неисправности. Аналогично фиксируется температурный режим букс у тягового подвижного состава.

С помощью инфракрасных приемников фотонного типа возможно измерение температуры деталей в диапазоне от -50 до $+50$ градусов Цельсия. Оборудование, предназначенное для быстрой обработки

данных, может использоваться на участках с высокими скоростями. В отличие от модели КТСМ-02, новый комплекс оснащен 12 камерами, которые могут одновременно сканировать несколько зон, избегая влияния солнечного света на качество работы. Алгоритмы программного обеспечения автоматически определяют типы буксовых узлов каждого вагона.

Внедрение современных технологий стало важным шагом к цифровизации и автоматизации транспортной отрасли, что открывает новые горизонты для повышения качества обслуживания пассажиров и снижения воздействия на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полянская, А.В. Развитие Устройства СЦБ и связи при движении поездов / А.В. Полянская, Л.Е. Мещерякова // Интеллектуальный потенциал Сибири : 31-я Региональная научная студенческая конференция: материалы конференции. В 7-ми частях, Новосибирск, 22–26 мая 2023 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2023. – С. 22-25. – EDN FVSRSU.

2. Преобразователь интерфейса классификатора веса для горочной автоматики / А.В. Пультяков, М.Э. Скоробогатов, В.А. Алексеенко, М.В. Кузин // Известия Транссиба. – 2024. – № 2(58). – С. 146-157. – EDN EZDSRX.

3. Скоробогатов, М.Э. Эффективность работы локомотивного фильтра АЛСН / М.Э. Скоробогатов, А.В. Пультяков // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2017. – Т. 1. – С. 342-345. – EDN YSYRUV.

4. Скоробогатов, М.Э. Автоматизация определения длин зон дополнительного шунтирования тональных рельсовых цепей / М.Э. Скоробогатов, В.А. Целищев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 12. – С. 9-13. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-12-9-10. – EDN DPJTIV.

5. Башаркин, М.В. Динамика внедрения систем электрической централизации на новой элементной базе / М.В. Башаркин, Л.Б. Смирнова // Транспортное дело России. – 2024. – № 4. – С. 242-243. – EDN LFIССK.

6. Прохоренко, А.Г. Развитие техники управления движением поездов на железнодорожных станциях / А.Г. Прохоренко // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2015. – Т. 1. – С. 82-87. – EDN TXMTQZ.

7. Космина, Ю.О. Система микропроцессорной централизации МПЦ-ЭЛ / Ю.О. Космина // Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте : Сборник статей V международной студенческой конференции, Воронеж, 29 ноября 2023 года. – Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 259-262. – EDN KIFJPY.

8. Кокорев, Д.С. Сравнительный анализ архитектур систем управления транспортными системами / Д.С. Кокорев, В.Г. Сидоренко // Информатизация образования и науки. – 2021. – № 4(52). – С. 132-144. – EDN TBQQCL.

9. Кузин, М.В. Обзор систем автоматизированного управления роспуском составов на сортировочных горках / М.В. Кузин, А.В. Пулятков // Молодая наука Сибири. – 2024. – № 2(24). – С. 183-192. – EDN PSPMVP.

УДК 681.5

Мельнев С.Е., Грибанов А.А.

*Научный руководитель: Мецзякова А.А., канд. техн. наук, доц.
Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия*

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ ФРЭА

В современном мире промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью постоянного совершенствования своих производственных процессов для эффективного управления ресурсами и удовлетворения потребностей клиентов. В этом контексте особое внимание уделяется оптимизации управления складским хозяйством, так как эффективное управление складом является ключевым звеном в цепи поставок, обеспечивая своевременное и точное выполнение заказов.

Концерн «Созвездие» включает множество предприятий, среди которых предприятие ФРЭА. Концерн и входящие в его состав предприятия разрабатывают и выпускают товары военного назначения, продукцию двойного назначения, высококвалифицированные системы связи и управления, автоматизированные системы связи для ПВО, радиоэлектронную продукцию, а также продукцию гражданского назначения для массовых и общественных коммуникаций. Важным направлением развития концерна является насыщение внутреннего

рынка высококачественной продукцией гражданского и двойного назначения.

Актуальность исследования обусловлена возросшими требованиями к эффективности и точности складских операций, обусловленных развитием электронной коммерции, увеличением объемов производства и разнообразием ассортимента продукции. Складское хозяйство требует внедрения современных автоматизированных систем управления (АСУ), которые позволяют минимизировать человеческий фактор, снизить затраты и повысить производительность [2]. Внедрение таких систем на предприятии ФРЕА позволит значительно улучшить логистические процессы, повысить уровень обслуживания клиентов и сократить издержки, связанные с управлением складом. При разработке систем управления и автоматизации необходимо провести всесторонний анализ объекта, то есть изучить его энергетику, надежность, особенности жизнеобеспечения.

Анализ складской деятельности начинаем с проектирования контекстной диаграммы работы склада на предприятии [1, 3]. Это позволит выявить входные и выходные параметры деятельности склада. На основе данной диаграммы мы сможем в дальнейшем определить узкие места учета товара на складе предприятия. Контекстная диаграмма данной модели представлена на Рис. 1.



Рис. 1 – Контекстная диаграмма складской деятельности предприятия

Декомпозиции контекстной диаграммы первого и второго уровней показана на Рис. 2 и 3. Основные блоки выделены следующие: прием товара, хранение товара на складе, предпродажная подготовка, включающая в себя ремонт, покраску или разборку оборудования; отправка товара заказчику.

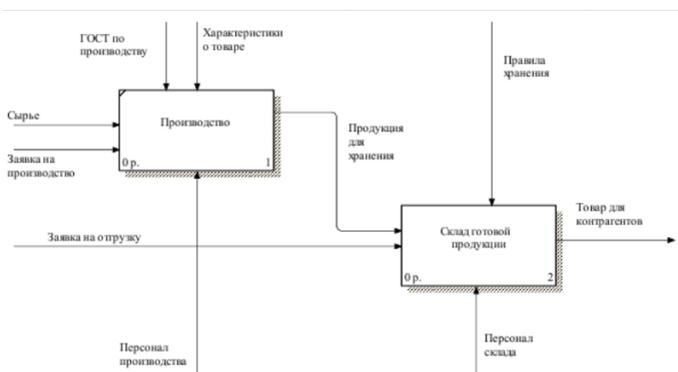


Рис. 2 – Декомпозиция контекстной диаграммы первого уровня



Рис. 3 – Декомпозиция контекстной диаграммы второго уровня

Работа складского учета на предприятии начинается с приемки товара. Проверяется качество товара по накладным, его количество, габариты, назначение товара (новое оборудование/бывшее в употреблении). В случае выявления несоответствий в количестве или выявления неизвестных дефектов, процесс приемки оборудования приостанавливается. Кроме того, имеется возможность зарегистрировать состояние оборудования и получить соответствующие документы.

Технология размещения оборудования включает перемещение полученного оборудования на складе. Так как на предприятии отсутствует автоматизированная система учета, то товар перемещают на подходящую свободную ячейку на складе. Размещают по габаритам,

по количеству товаров, по частоте обращения к товару. Если требуется подготовка товара для дальнейшей отправки (ремонт, покраска, разборка), то товар перемещают в конец склада предприятия.

На складе работает кладовщик, стропальщик и 2 механика (слесаря) [4]. Основные обязанности работников склада представлены на Рис. 4.

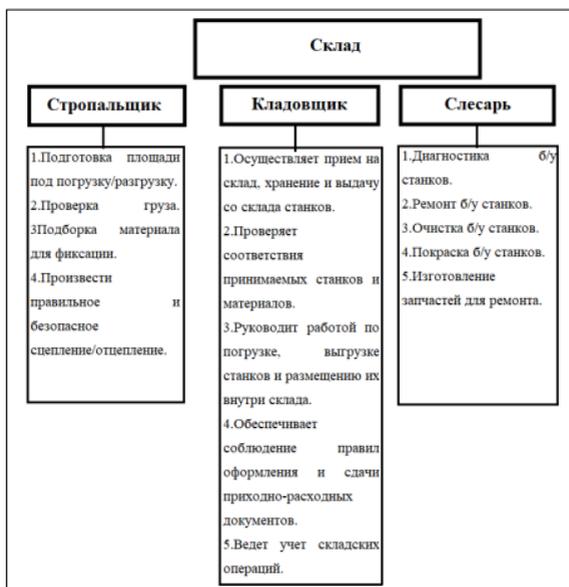


Рис. 4 – Обязанности работников склада

Вместе со складом предприятия напрямую работает бухгалтерия. Из-за отсутствия автоматизированного складского учета бухгалтерия не получает вовремя данные для информационных отчетах, не может спланировать закупку необходимых для ремонта комплектующих, трудозатраты на складе рассчитываются не корректно. Нет возможности планомерно организовать работу склада и ремонт оборудования, что негативно сказывается на работе всего склада и бухгалтерии.

Таким образом, можно сделать вывод, что отсутствие учета на складе, отсутствии автоматизированной передачи информации со склада в другие заинтересованы отделы предприятия, сложившаяся практика бухгалтерского учета на складе неудобна, трудоемка и требует замены в текущих условиях предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация склада – источник конкурентного преимущества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1solution.ru> (дата обращения: 17.10.2024).

2. Кузнецов К.Д., Мещерякова А.А., Грибанов А.А., Перспективы развития робототехнических систем // VIII Международной научно-практической конференции «Мехатроника, автоматика и робототехника» 13 марта 2024 г Санкт-Петербург - №13 журнала «Мехатроника, автоматика и робототехника». С 39-42 <https://doi.org>

3. Мещерякова, А.А. Разработка стратегии внедрения CASE-инструментов в производство / Мещерякова А.А., Грибанов А.А., Савин А.А. // Химическая технология и техника : материалы 88-й науч.- техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 29 января – 16 февраля 2024 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т ; отв. за изд. И.В. Войтов. – Минск: БГТУ, 2024. – 528 с. ISBN 978-985-897-191-5. - С 414-416.

4. Складской учет материально-производственных запасов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://logistics.ru> (дата обращения: 17.10.2024).

УДК 332.1

Минязов И.И.

*Научный руководитель: Погорелова Е.В., д-р экон. наук, доц.
Казанский кооперативный институт (филиал) Российского университета
кооперации, г. Казань, Россия*

СУЩНОСТЬ И РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В РЕГИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ

Государственно-частное партнерство (ГЧП) становится важным механизмом для регионального развития в современных условиях. Оно обеспечивает эффективное сотрудничество между государством и бизнесом для решения социально-экономических задач. В условиях ограниченных бюджетных ресурсов ГЧП позволяет привлечь частные инвестиции для реализации крупных инфраструктурных проектов и улучшения уровня жизни населения. В данной статье мы рассмотрим сущность ГЧП, его роль в региональном развитии, а также примеры успешных проектов.

ГЧП представляет собой долгосрочные договорные отношения между государственными органами и частными компаниями, направленные на совместную реализацию проектов, имеющих общественную значимость. В основе ГЧП лежит распределение рисков и выгод между партнерами: государство предоставляет доступ к инфраструктуре и ресурсам, а частные компании берут на себя финансирование и управление проектами. [1]

Ключевыми элементами ГЧП являются:

1. Долгосрочность, заключающаяся в том, что проекты часто реализуются в течение десятков лет, что требует устойчивого сотрудничества.

2. Распределение рисков, которое позволяет каждому партнеру брать на себя риски, которые он может эффективно контролировать.

3. Финансирование, ведь в таком случае частные инвестиции позволяют государству экономить бюджетные средства.

4. Управление проектом, поскольку частные компании зачастую обеспечивают более эффективное управление за счет оптимизации ресурсов и применения инновационных решений.

ГЧП играет важную роль в развитии регионов, особенно в тех случаях, когда бюджеты ограничены, а потребности в модернизации инфраструктуры и создании новых рабочих мест высоки. Благодаря сотрудничеству государства и бизнеса можно достичь различных целей, которые будут интересны как государству, так и частным предприятиям.

Примеры успешных проектов ГЧП в региональном развитии

1. Строительство мусоросортировочного завода 440 тыс. тонн в год на территории юго-восточной части карьера "Средний" Семилукского муниципального района Воронежской области. Данный проект позволил продлить срок использования действующего полигона, сократить объём захораниваемых отходов. Это привело к тому, что было сокращено негативное воздействие на окружающую среду, почву, подземные и поверхностные воды. [2]

2. Создание центра малой авиации на базе аэродрома «Орешково» в Калужской области. По результатам реализации проекта на территории комплекса были открыты центр малой авиации, музей техники, зоны семейного отдыха и центр развития авиационных видов спорта. [3]

3. «Создание онкорadiологического комплекса на базе ОГБУЗ «Белгородский онкологический диспансер». В результате реализации проекта был заполнен пробел в возможностях диагностики и контроля за эффективностью лечения онкологических заболеваний. [4]

Несмотря на очевидные преимущества, ГЧП сталкивается с рядом проблем. Это, прежде всего, сложности в законодательном регулировании, недостаточная прозрачность процедур и риски для частных инвесторов. Однако решение этих проблем открывает новые перспективы для масштабирования ГЧП в регионах.

Перспективы развития ГЧП включают расширение его применения в различных секторах экономики, таких как здравоохранение, ЖКХ и информационные технологии. Также важным направлением является создание механизмов страхования рисков для частных инвесторов, что повысит их заинтересованность в участии в проектах.

Государственно-частное партнерство является мощным инструментом для стимулирования регионального развития. Оно позволяет решать масштабные инфраструктурные и социальные задачи, привлекая частные инвестиции и оптимизируя государственные расходы. В условиях ограниченности бюджетных ресурсов и необходимости модернизации инфраструктуры ГЧП становится ключевым механизмом для устойчивого роста регионов. Для его успешного развития необходимо совершенствование правовой базы и создание благоприятных условий для инвесторов.

Подводя итог можно сказать, что ГЧП уже доказало свою эффективность как инструмент для решения социальных и инфраструктурных задач в условиях ограниченных бюджетных ресурсов. Его потенциал в региональном развитии заключается в возможности привлекать частные инвестиции и обеспечивать более эффективное управление проектами, что в итоге способствует повышению качества жизни населения. На основе рассмотренных примеров успешных проектов можно заключить, что ГЧП может играть ключевую роль в модернизации региональной инфраструктуры и создании новых рабочих мест. Однако для раскрытия полного потенциала данного механизма необходимо совершенствование нормативной базы и создание прозрачных условий для частных инвесторов. В этом направлении важно учитывать риски и находить решения, направленные на минимизацию барьеров, что позволит масштабировать использование ГЧП в различных секторах экономики, таких как здравоохранение и жилищно-коммунальное хозяйство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

2. Алексеева, И.Л. Государственно-частное партнерство: теория и практика / И.Л. Алексеева. – М.: Экономика, 2019. – 320 с.

3. Строительство мусоросортировочного завода позволит сократить негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс] – URL: <https://portalkso.ru> (дата обращения: 14.10.2024). – Загл. с экрана.

4. Реализованный проект создания и реконструкции имущественного комплекса аэродрома «Орешково» [Электронный ресурс] – URL: <https://gchp40.ru> (дата обращения: 14.10.2024). – Загл. с экрана.

5. Создание онкорadiологического комплекса на базе ОГБУЗ «Белгородский онкологический диспансер» [Электронный ресурс] – URL: <http://minespprom.ru> (дата обращения: 14.10.2024). – Загл. с экрана.

УДК 631.33.024:621.74

Петухов Е.А., Катаев А.В., Шувалов М.С.

Научный руководитель: Уманский П.М., канд. техн. наук, ст. преп.

*Российский государственный аграрный университет — МСХА имени
К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ 3Д ПЕЧАТИ В ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫСЕИВАЮЩИХ КАТУШЕК ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА

Сельское хозяйство Российской Федерации — существенная отрасль народного хозяйства страны, которая является главным фактором обеспечения продовольственной безопасности населения. От уровня развития отдельных институтов сельского хозяйства (социальной среды сельских агломераций, технической составляющей и пр.) зависит функциональность, производительность всей отрасли. Серьёзное значение имеет характеристика сферы обслуживания сельского хозяйства (особенно производственно – технической сферы), то есть институциональные инновации (новшества), без наличия которых добиться роста производства и его эффективности не возможно [1]. Под сферой обслуживания здесь понимается комплекс мероприятий, направленный на обеспечение сельскохозяйственного производителя исправной техникой, поддержание и продление её работоспособности в период эксплуатации путем технического обслуживания и ремонта, а также на утилизацию техники после окончания срока службы.

Эксплуатация сельскохозяйственной техники с технической и экономической точек зрения обусловлена тяжелыми условиями. Сезонность использования в течение года, ограниченная небольшими

агротехническими сроками, приводит к увеличению срока окупаемости [2]. Неравномерность нагрузок, возникновение динамических перегрузок [2], вызываемых при почвенной обработке, взаимодействие с кислотной и щелочной средой почв, газов и паров ферм негативно сказываются на долговечности и надежности машин. Наличие данных факторов не должно способствовать нарушению агротехнических требований по срокам выполнения сельскохозяйственных операций, качеству работ. Отклонение от агротехнических требований влечет за собой снижение качества и количества получаемой продукции. С целью предотвращения рисков потери качественных и количественных показателей продукции необходимо использовать эффективные технологии в обслуживании и ремонте техники. Поломка машины должна быть предотвращена качественным обслуживанием, а при факте поломки требуется наиболее оптимальным способом вернуть машину в эксплуатацию. Благодаря современным методам практически всегда можно произвести ремонт машины и восстановить её работоспособность [3]. С течением времени появляются новые и модернизируются прошлые технологии ремонта сельскохозяйственной техники, которые позволяют обеспечивать быстрый возврат машин в эксплуатацию и их более длительное пребывание в использовании.

В статье рассматривается ремонт дозатора посевного комплекса путем замены изношенной высеивающей катушки. Посевной комплекс — сельскохозяйственная машина, предназначенная для внесения посевного материала в почву. Условно машина состоит из бункера с посевным материалом, дозаторов (дозирующих высеивающих аппаратов), сошников, трубопроводной арматуры, рамных конструкций, движителей и колесных опор.



Рис. 1 – Дозирующий высеивающий аппарат

Дозатор посевного комплекса для высевания зерновых и зернобобовых культур растений представляет из себя конструкцию с

корпусом, внутри которой помещается вал со специальными катушками или штифтами, назначаемыми для точной дозированной подачи семян к сошникам. Посевные комплексы оснащаются пневматическими системами, являющимися носителями посевного материала. Поток сжатого воздуха захватывает и перемещает семена из бункера к дозатору, дозатор в зависимости от приобретенной частоты вращения пропускает определенную порцию семян далее к сошникам. Дозирование катушки и штифты выполняют за счет конструктивных особенностей: наличия на их поверхностях выступов и желобов.

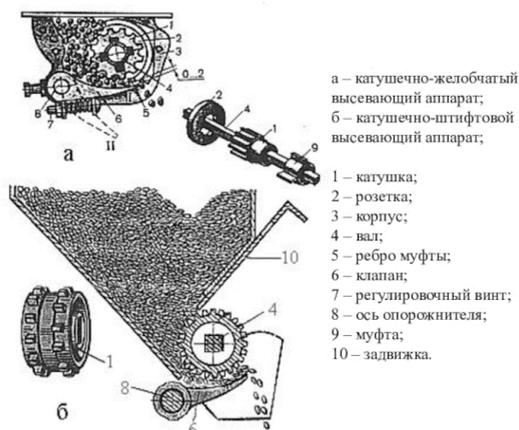


Рис. 2 – Дозатор высевяющего аппарата

Большое распространение в сельском хозяйстве Российской Федерации получила импортная техника, в том числе посевные комплексы John Deere C850 Air Cart, чьи высевяющие катушки предлагается изготовить при помощи 3Д печати.

С целью быстрой замены изношенной детали в посевном комплексе предлагается рассмотреть применение 3Д печати. В качестве 3Д печати рассматривается процесс получения изделий путем послойного нанесения материала под воздействием высоких температур [4]. Оригинальная деталь изготавливается путем литья в пресс-форму из материала полиуретан. Габаритные размеры катушки 78, 80 мм (высота, диаметр по выступам). Наличие факта небольших размеров позволяет для получения детали применять 3Д принтеры настольного типа с малой зоной рабочего стола. Это положительно скажется на экономическом аспекте производства деталей данным способом: маломощные принтеры имеют низкую стоимость на рынке, при

эксплуатации они не потребляют большую электрическую мощность, для их транспортировки, установки и наладки не требуется дополнительных вложений. Ремонт и обслуживание принтеров не потребует привлечения высококвалифицированных специалистов, закупки дорогостоящих материалов и деталей.

В изготовлении образца высеивающей катушки применялся материал акрилонитрилбутадиенстирол, близкий по большинству механических свойств с полиуретанами, превосходит полиуретаны, например, по прочности на растяжение на 5-10 МПа, что свидетельствует о большей прочности при разрыве. Время печати составила не более 18 минут. Деталь не имеет недопустимых размерных отклонений от оригинальной детали, имеются отличия в поверхностях деталей: деталь 3Д печати, имеет большую шероховатость, что не сказывается на функциях дозатора. При замене изношенной детали нет нарушений в работоспособности дозатора и всего посевного комплекса. Нормы по высеву семян соблюдены.

Экономически и эксплуатационно изготовление высеивающих катушек 3Д печатью может составить конкуренцию традиционному способу литья в пресс-формы. Стоимость на приобретение, запуск и обслуживание оборудования 3Д печати несколько ниже, чем стоимость тех же операций, но применимых к оборудованию для литья (Табл.). Для эксплуатации оборудования 3Д печати не требуется специалист, сам процесс обслуживания не вызывает сложностей. Из-за сложности технического устройства, процесса литья в использовании термопластавтомата (ТПА) необходим квалифицированный специалист, эксплуатация также связана с большей опасностью получения травмы, возникновения пожара, так как детали оборудования нагреваются свыше 200°C и имеют существенные габариты. Потребляемая ТПА мощность составляет порядка 3,8 килоВатт, а 3Д принтера не более 1 килоВатт.

Таблица 1 – Стоимость оборудования

Оборудование	Показатель	Значение, руб.
Термопластавтомат	Стоимость оборудования	
	Стоимость стоимости пуско-наладочных работ	
	Итого	
3Д принтер	Стоимость оборудования	
	Стоимость стоимости пуско-наладочных работ	
	Итого	

Стоит учесть, что производительность одного ТПА выше, чем у 3Д принтера и при изготовлении высеивающей катушки время на одну деталь составляет не более 6 минут. Но в силу меньших габаритных размеров и массы, стоимости, а также потребляемой электроэнергии возможно применение большего числа принтеров для достижения и даже превышения производительности одного ТПА. Из подсчетов можно сделать вывод, что на стоимость приобретения одного ТПА возможно приобрести три и более 3Д принтеров, которые в совокупности за 18 минут будут обладать выпуском трех и более деталей, что превышает производительность ТПА. При этом детали не имеют существенных отличий в механических свойствах и размерах. Эксплуатация посевного комплекса будет возможна и его работоспособность не будет нарушена, а цели ремонта полностью достигнуты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гореева, Н.М. Состояние производственно-технической оснащенности сельского хозяйства и его влияние на институциональные изменения сельского хозяйства / Н.М. Гореева, Л.Н. Демидова, С.И. Черняев // Управление социально-экономическими системами: проблемы, закономерности, перспективы : монография. – Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 49-58. – EDN YSBQZF.
2. Детали машин и основы конструирования / М.Н. Ерохин, А.В. Карп, Е.И. Соболев [и др.]. – Москва : Издательство КолосС, 2004. – 462 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-9532-0044-7. – EDN QKVZYN.
3. Конкин Ю.А. Практикум по экономике ремонта сельскохозяйственной техники / Ю.А. Конкин. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Агропромиздат, 1988. – 167 с
4. Катаев, А.В. 3D-печать как высокоэффективный технологический процесс в машиностроении / А.В. Катаев, А.С. Свиридов, А.А. Долгова // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 13-16. – EDN KGOMRU.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ «УМНОГО ДОМА»

Интеллектуальное управление зданием и подразделениями «умного дома» в современных условиях представляет важную научно-техническую задачу, для решения которой необходимо привлечение новейших средств автоматизации и расширенного программного обеспечения.

При разработке систем управления и автоматизации необходимо провести всесторонний анализ объекта, то есть изучить его энергетику, надежность, особенности жизнеобеспечения.

Однако основным направлением и наиболее трудоемким является изучение его статических и динамических свойств, поскольку именно эти показатели преимущественно характеризуют автоматизированную систему управления зданием и сооружениями «умного дома». [1]

Основная задача управления объектами и подразделениями «умного дома», которые отличаются значительным запаздыванием и инерционностью, заключается в обеспечении удовлетворительной динамики переходных процессов. Она может быть достигнута за счет внедрения передовых способов и методов управления, изменения существующей структуры автоматизированной системы, что, в конечном счете, приведет к желаемому качеству.

Обоснованный выбор управляемых величин объектов и подразделений жилого дома, расширенное программное обеспечение с интерфейсом, с которым пользователь уже знаком, интеллектуальные средства автоматизации позволят решить указанную основную задачу управления.

При выборе управляемых величин, то есть при проектировании систем управления и автоматизации целесообразно руководствоваться следующими основными положениями:

должны быть освоены промышленностью датчики для измерения интересующего физического параметра;

при отсутствии датчиков для построения АСР используются косвенные параметры, поддающиеся измерению, при этом в качестве косвенных параметров должны выбираться такие, которые имеют как

можно более высокий коэффициент корреляции основными ($k_k=0,7\dots0,9$);

необходимо выбирать такую управляемую величину, колебания которой допускаются в как можно более широких пределах;

выбранная управляемая величина должна как можно быстрее реагировать на управляющие воздействия, то есть динамика соответствующего канала объекта должна быть удовлетворительной;

должна выбираться такая управляемая величина, на которую действовало бы как можно меньше возмущающих воздействий;

должна выбираться такая управляемая величина, чтобы легко осуществлялась ее развязка с другими управляемыми величинами данного объекта.

Модель отопительной системы жилого дома изображена на рис. 1.

Рассмотрим работу системы управления отоплением жилого дома. Основу такой системы составляет газовый котел. В отопительную систему также входят емкость для нагрева воды, горелки газовые, смеситель отработанной воды и воды из нагревательного бака, трубы горячей и холодной воды, радиаторы отопительные. Кроме этого, система содержит запорные клапаны, насос для принудительной циркуляции горячей воды, индикаторы расхода воды и газа, датчики температуры теплоносителя, температуры наружного воздуха и воздуха внутри помещения.

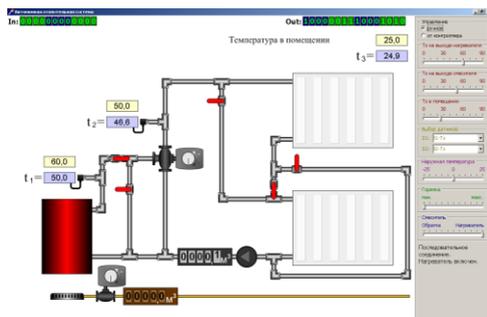


Рис. 1 – Виртуальная модель отопительной системы

Управление отопительной системой осуществляется как в ручном режиме, так и в автоматическом от контроллера. Модель системы управления отоплением предусматривает задание уставок температуры на выходе нагревателя, на выходе трехходового клапана смешивания воды из нагревателя и отработанной воды, а также температуры в помещении. Наружная температура выставляется вручную в диапазоне

температуры (1), программируемого логического контроллера (2) и собственно водогрейного котла (3).

С экономической точки зрения эффективность при таком способе управления очевидна. С повышением внешней температуры воздуха снижается перерасход газа, что позволит получить дополнительную прибыль.

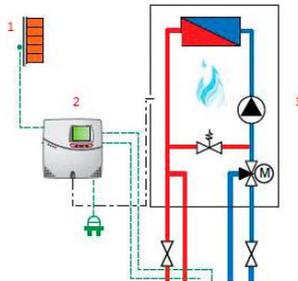


Рис. 3 – Структурная схема погодозависимого управления отопительной системой жилого дома

Важным обстоятельством является правильная установка наружного датчика. Для этого его необходимо закрепить на северной стене дома, на высоте не ниже 2-х метров от уровня земли. [3]

На рис. 4 приведена структурная схема типового контура регулирования давления пара потребителю на выходе из барабана котла на базе датчика и регулятора давления Р, пространства для сгорания топлива (топки) (1) и собственно водогрейного котла (2).

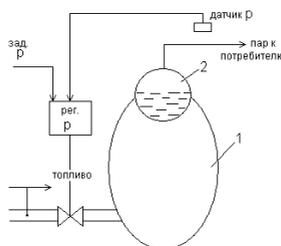


Рис. 4 – Структурная схема системы управления котлом

Особенность работы контура заключается в обеспечении стабильной устойчивой работы в автоматическом режиме только при условии постоянства входных и выходных параметров: подачи топлива

на сжигание и отсутствие резких перепадов давления на выходе из барабана котла со стороны потребителя.

Кроме того, система управления котлом относится к тепловой автоматике, сам объект вносит значительную инерционность по каналу «подача топлива – пар к потребителю», а это может привести к неудовлетворительной динамике. Работа системы управления в таких условиях становится нестабильной. Для решения проблемы предложен каскадный способ. Каскадное управление водогрейным котлом представлено на рис. 5. [4]

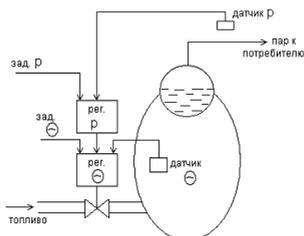


Рис. 5 – Структурная схема каскадного управления котлом

За счет использования датчика температуры внутри топки удалось создать второй контур регулирования и обеспечить искусственное снижение инерционности, разбив канал «топливо-пар» на два составляющих «расход топлива – температура в топке» и «температура в топке – давление на выходе из барабана».

В соответствии с изложенным можно сделать следующие выводы:

Виртуальная модель системы автоматического управления отоплением реализована на практике на языке лестничных диаграмм.

Предложена структура каскадного управления котельным агрегатом при эквиперном регулировании температуры котла.

Каскадный способ управления котлом обеспечивает удовлетворительную динамику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Danny Briere, Pat Hurley. Smart Homes For Dummies. Hoboken: Wiley Publishing, Inc. 2007. – 313p.
2. Элсенпитер, Т.Р., Велт Дж. «Умный Дом строим сами» / Т.Р. Элсенпитер, Дж. Велт / КУДИЦ-ОБРАЗ. 2005. – 384с.
3. Тесля, Е.А. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Е.А Тесля – Санкт Петербург, 2008. – 224с.

4. Ernest, Ansu-Gyeabour Community-Based Optimal Scheduling of Smart Home Appliances / Ansu-Gyeabour Ernest. – M.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 414 с.

УДК 624.012.8

Прокопов А.В., Цевашов К.Ю.

*Научный руководитель: Ханин С.И., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова*

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛЕНТОЧНЫХ ПРЕССОВ

Кирпич является одним из самых старейших и известных строительных материалов. Первая практика его применения в строительной индустрии датируются за 7000 лет до н.э. На сегодняшний день существует достаточно большое множество как отечественных, так и зарубежных моделей прессов для формования кирпича-сырца. Несмотря на всё разнообразие данных агрегатов их можно разделить на две группы, а именно прессы пластического способа формования и полусухого. Наибольшее распространение получили именно первые [1].

В настоящее время одним из приоритетных направлений в области производства строительного керамического кирпича является модернизация технологического оборудования, направленная на улучшение качества готовой продукции и, как правило, расширение номенклатуры выпускаемых изделий.

Преимущественное распространение при формовании керамических изделий, таких как кирпич, получили ленточные шнековые прессы. Они, в свою очередь, имеют большую разновидность. Например, существуют модели ленточных шнековых прессов с функцией вакуумирования глиняной массы, так и без неё, с одним и более смесительным валом и т.д. Тем не менее, с учётом всех разновидностей прессовых агрегатов, их задача преимущественно сводится к получению требуемых размера, формы и плотности изделия [2].

Но, как и любое устройство, ленточный пресс, заключает в себе ряд недостатков, которые сказываются на эффективности его работы. С помощью совершенствования его механизмов можно добиться положительных результатов в технологической эксплуатации и повышении качества выпускаемой продукции.

Так же необходимо указать, что технические решения, направленные на модернизацию оборудования, не полностью позволяют устранить существующие недостатки, но могут снизить их отрицательное влияние на работу оборудования.

Смесительная часть комбинированного ленточного пресса непосредственным образом оказывает влияние на эффективность его работы. Рассмотрим возможные варианты совершенствования рабочих органов смесителей, которые могут быть использованы для улучшения работы пресса.

Повысить качество смешивания материала и, соответственно, качество готового изделия, можно путём совершенствования конструкции смесительной части. Это возможно за счёт установки на лопасти смесительного вала разрушителя в виде параллельно расположенных стержней [3]. Конструктивная схема предполагаемой модернизации представлена на рисунке 1.

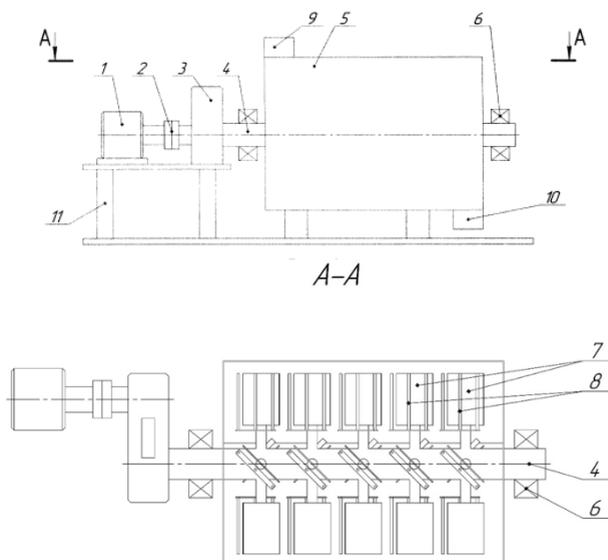


Рис. 1 – Схема предлагаемого технического решения смесительной части пресса:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – вал;
- 5 – корпус; 6 – опора; 7 – лопасть; 8 – разрушитель;
- 9 – отверстие загрузочное; 10 – отверстие разгрузочное;
- 11 – рама

Повысить качество смешивания материалов можно также за счёт конструктивного изменения рабочих органов [4]. Заданная цель достигается тем, что на рабочих органах мешалки (рис. 2), а именно её лопастях 6, выполнены П-образные прорезы 8 образующие лепестки, отогнутые в сторону рабочей поверхности.

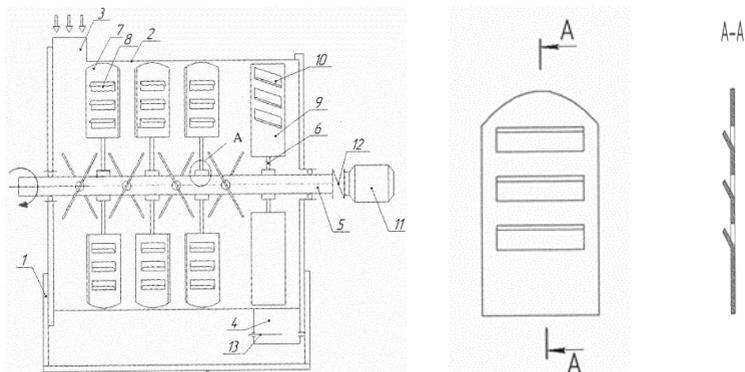


Рис. 2 – Схема предлагаемого совершенствования вала смесителя:

- 1 – рама опорная; 2 – корпус; 3 – отверстие загрузочное;
- 4 – отверстие разгрузочное; 5 – вал; 6 – лопасть; 7 – пластина;
- 8 – прорез; 9 – пластин отбойная; 10 – смесь компонентов;
- 11 – редуктор; 12 – муфта; 13 – заслонка

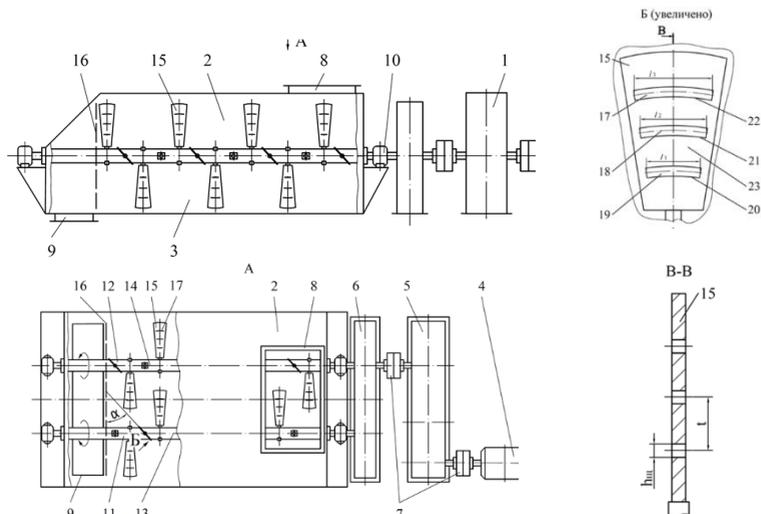


Рис. 3 – Лопастной смеситель:

- 1 – привод смесителя; 2 – крышка; 3 – корыто; 4 – электродвигатель;
 5 – редуктор; 6 – зубчатая пара; 7 – муфты соединительные;
 8 – загрузочное отверстие; 9 – разгрузочное отверстие; 10 – подшипники;
 11, 12 – лопастной вал; 13, 14 – продольные оси; 15 – лопасти;
 16 – плоскость; 17 – сквозные щелевые отверстия; 18 – продольные оси;
 19 – поперечные профили; 20, 21, 22 – ряды;
 23 – промежуточные участки

Суть данного технического решения заключается в том, что П-образные прорезы 8 на пластинах, отогнутые в сторону их рабочей поверхности, способствуют дополнительному перемешиванию за счет создания противотока движущихся компонентов и наложению слоев на противоположных сторонах пластины 7.

Для улучшения качества смеси предлагаемым авторами конструктивным решением является использование лопастей с дуговыми щелями [5].

Концентричное расположение промежуточных участков лопасти, отделенных соседними щелевыми отверстиями, при погружении лопасти в смешиваемую среду обеспечивает образование на их поверхности зон частиц треугольного профиля и перемещение этих зон по поверхностям промежуточных участков лопасти без разрушения при перемещении лопасти в смешиваемой среде и выходе из нее. Это способствует эффективному перемешиванию среды как в продольном, так и поперечном направлениях.

Следующее техническое решение (рис. 4) позволяет изменять угол лопастей во время работы смесителя [6]. Это позволяет быстро распределять материал по всему объему рабочей камеры, а также компенсировать уплотнение материала у рабочей поверхности лопасти.

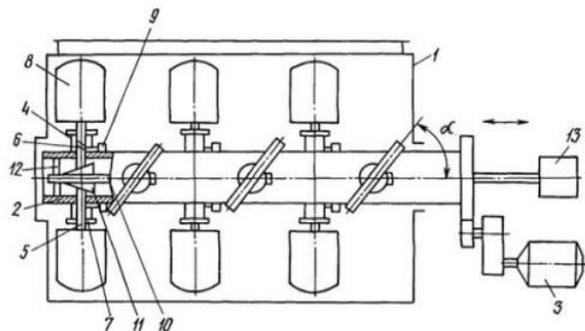


Рис. 4 – Схема смесительной камеры с устройством поворота лопаток:

- 1 – корыто; 2 – вал; 3 – электродвигатель; 4 – втулка;
 5 – ось; 6 – винтовые канавки; 7 – уплотнения; 8 – лопатка;

9 – штифт; 10 – штанга; 11 – упор; 12 – направляющая втулка;
13 – исполнительный механизм

Данная модернизация позволяет сократить время смешивания за счет перечисленных возможностей, при использовании данной конструкции.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что для улучшения процесса смешивания материалов в смесительной части ленточных прессов есть ряд направлений, которые следует выделить:

- разработка рабочих органов, позволяющих исключить уплотнения перед лопастью;
- разработка комбинированных рабочих органов, увеличивающих количество потоков при смешивании материалов;
- определение оптимального расположения лопаток на валах смесителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геррман Х. Шнековые машины в технологии [Текст] / Геррман Х. — ФРГ, 1972. Пер. с нем. под ред. Л.М. Фридмана. Л. — Москва: "Химия", 1975 — 232 с.

2. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров: [Учебник для вузов по спец. "Хим. технология керамики и огнеупоров"]. - 2-е изд., перераб. - Москва: Высш. школа, 1979. - 344 с.

3. Пат. 192657 RU. МПК В28С 5/14, В01F 7/04. Смеситель материалов / Ханин С.И., Кикин Н. О. Заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; №2019132466, заявлено 14.10.2019; опубл. 02.12.2019. Бюл. №34. 8 с.

4. Пат. 192831 RU, МПК В28С 5/14, В01F 7/04. Лопастной смеситель / Матюшев В.В., Семенов А.В., Чаплыгина И.А., Аветисян А.С.; заявитель и патентообладатель: Красноярский государственный аграрный университет; заявлено 09.07.2019 г.; опубл. 15.01.2021. Бюл. №2. 10 с.

5. Пат. 210799 RU. МПК В28С 5/14 (2006.01). СПК В28С 5/14 (2022.02). Лопастной смеситель материалов. / Ханин С.И., Мордовская О.С., Богданов В.С., Ханина Е.Г. Заявитель и патентообладатель: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; заявлено 21.12.2021; опубл. 05.05.2022. Бюл. №13. 9 с.

6. Демин, О.В. Интенсификация смешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе / О.В. Дёмин, В.Ф. Першин, Д.О. Смолин // Химия и химическая технология. – 2012. – № 8. – С. 108 – 111.

УДК 004.89

Седогин М.А., Приходько А.В.

Научный руководитель: Малышева А.Д., асс.

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

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СКЛАДА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Складские помещения относят к основным элементам системы логистики [1]. От непрерывности выполнения операций в системе складского учета напрямую зависит производительность предприятия. Одна из основных проблем склада – недостаточная автоматизация процессов складского учета [2]. Предприятия стремятся компенсировать низкую эффективность складов увеличением их количества. Другой проблемой складского учета является отсутствие корреляции между реальным количеством товара на складе с данным в системе учета. Причиной этого несоответствия являются ошибки при обработке данных о товаре, связанные с человеческим фактором, и хищения, осуществляемые работниками склада [3].

Анализ складских сетей показал, что системы обслуживания с меньшим количеством складов приводят к снижению общего размера издержек [4] (Рис. 1).



Рис. 1 – Схема анализа затрат при использовании автоматизированного склада

Из Рис. 1 следует, что использование автоматизированного склада позволит заменить им несколько неавтоматизированных.

Автоматизация работы склада позволяет повысить его производительность (увеличение товарооборота, скорости обработки товара) и качество работы (минимизация ошибок).

Самое экономически выгодное и простое, при этом самое популярное решение по автоматизации склада – маркировка товаров при помощи штрих-кодов [5]. Штрих-код наносится на каждый отдельный товар и позволяет осуществлять минимальный контроль на складе. К недостаткам штрих-кодов можно отнести легкую повреждаемость, прямой контакт со считывателем (сложность сканирования товара в труднодоступных местах склада) и подверженность влиянию человеческого фактора (невыполнение маркировки товара с целью хищения, наклеивание штрих-кода на не соответствующий ему товар). Штрих-код не гарантирует наличие привязанного к нему товара.

Применение более современной и дорогой технологии – RFID меток – позволит осуществить улучшенный контроль за товаром на складе [6]. По сравнению со штрих-кодами, RFID метки имеют повышенную механическую прочность и возможность сканирования товара без прямого контакта со считывателем. При этом RFID метки, как и штрих-коды, подвержены влиянию человеческого фактора (перезапись меток с целью хищения товара, некорректное внесение данных о товаре на метку).

Использование системы автоматизации работы склада с применением технологии машинного зрения [7] обеспечивает наибольший уровень контроля за товаром. Данная система позволяет осуществлять оперативный контроль на этапах приемки, хранения и отгрузки товара и оптимизировать использование места на складе. Машинное зрение практически не подвержено влиянию человеческого фактора, что является значительным преимуществом в сравнении с штрих-кодами и RFID метками. К недостаткам данной системы можно отнести сравнительно высокую стоимость реализации.

Работа автоматизированного склада состоит из процессов приемки товара, его хранения и отгрузки со склада (рис. 2). Использование машинного зрения реализуется алгоритмами контроля качества товара, оптимизации его хранения и отборки, а также оперативного контроля за товаром.

Контроль качества [8] осуществляется на этапе приемки товара. Он включает в себя: весовой контроль, проверку маркировок товара и выявление возможных дефектов. Использование данного алгоритма позволяет сократить количество ошибок и значительно сократить время

первичной обработки товара, заменяя ручную проверку автоматической.

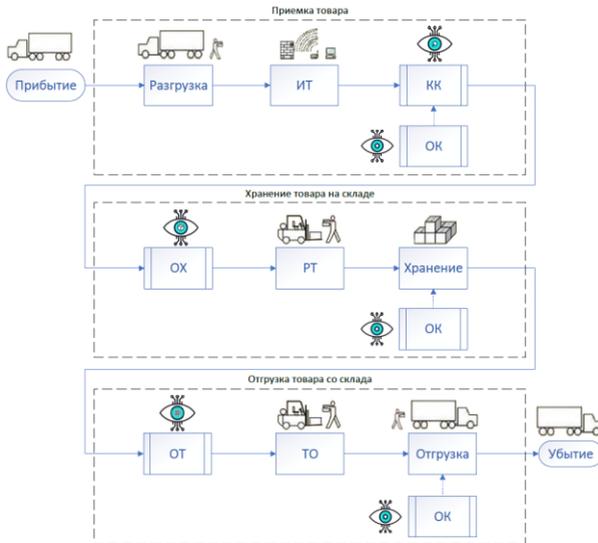


Рис. 2 – Схема работы автоматизированного склада с применением технологии машинного зрения (ИТ – идентификация товара, КК – контроль качества, ОК – оперативный контроль, ОХ – оптимизация хранения, РТ – размещение товара в зоне хранения, ОТ – отборка товара, ТО – транспортировка товара в зону отгрузки)

Оптимизация хранения товара осуществляется после его приемки. Система получает подробные данные о товаре: размерно-весовые характеристики, его количество, частота приемки и отгрузки товара (в случае, когда товар уже находится в системе учета). По итогу анализа определяется подходящее для товара место на складе. Использование данного алгоритма позволяет более рационально использовать место на складе.

Оптимизация отборки выполняется после получения запроса на отгрузку товара. Система автоматически изменяет учетные данные о количестве товара, предотвращая отсутствие корреляции с данными оперативного контроля.

Инновационным алгоритмом системы автоматизации склада с использованием технологии машинного зрения является оперативный контроль за товаром. Он осуществляется на всех этапах перемещения товара: с момента поступления на склад и до его убытия. Машинное

зрение передает оперативные данные о количестве и нахождении товара в систему, которая осуществляет сверку с учетными данными. Использование этого алгоритма позволит выявить нелегитимное изменение количества товара в системе (хищения, ошибки при сортировке).

На данный момент использование систем с алгоритмами машинного зрения является наиболее эффективным методом автоматизации работы склада. Машинное зрение позволяет осуществлять оперативный контроль всех бизнес-процессов, а также минимизировать количество ошибок, связанных с человеческим фактором.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Добринский Е.П. Разработка автоматизированной транспортно-складской системы с групповым управлением роботов / Е.П. Добринский, Д.А. Бушуев, В.З. Магергут, А.Г. Бажанов // Экстремальная робототехника. — 2013. — №1. — с. 410-418.

2. Голобоков К. Современный склад: снижение издержек, повышение эффективности, оптимизация производства / К. Голобоков // Технологии в электронной промышленности. — 2013. — №3 (63). — с. 77-80.

3. Сергеев М. Автоматизация склада: задачи и результаты / М. Сергеев // Мясные технологии. — 2013. — №10 (130). — с. 10-13.

4. Новикова Т.В. Снижение издержек торгового предприятия на основе выбора оптимального количества складов и их месторасположения в распределительной сети / Т.В. Новикова, М.Ю. Теньков // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. — 2016. — №1-1. — с. 128-135.

5. Глушенкова Е.Б. Современные средства автоматизации инвентаризации на складе / Е.Б. Глушенкова // Аллея науки. — 2018. — №1 (17). — с. 538-542.

6. Багиров А.И. RFID-технология автоматизации склада / А.И. Багиров // Научный журнал. — 2020. — №5 (50). — с. 10-13.

7. Огурцов С.Н. Сравнительный анализ способов построения системы технического зрения: неподвижная, широкоугольная и подвижная камеры / С.Н. Огурцов, Д.А. Бушуев, Н.С. Краснощёров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2024. — №5. — с. 482-486.

8. Ващенко Р.А. Разработка алгоритма поиска дефектов шлифовальной бумаги с применением системы технического зрения /

Р.А. Ващенко, А.А. Степовой // Математические методы в технологиях и технике. — 2022. — №12-1. — с. 47-50.

УДК 628.162.2:628.165

Хильченко В.Е.

*Научный руководитель: Васильева С.Ю., канд. хим. наук, ст. преп.
Нововоронежский политехнический институт НИЯУ МИФИ*

СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ: КЛЮЧ К БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЕ АЭС

Оптимальный водно-химический режим является ключевым фактором для надежной, безопасной и экономичной эксплуатации атомных электростанций, так как он предотвращает коррозию оборудования и образование отложений, улучшая тепломассообменные процессы и продлевая срок службы оборудования.

Основной причиной негативного влияния на работу теплообменного оборудования являются низкие теплопередающие свойства, образующиеся отложения в процессе эксплуатации. Отложения образуются вследствие физико-химических процессов, происходящих в системах.

В настоящее время существует несколько способов решения задач по улучшению тепломассообменных процессов в теплообменном оборудовании. Это удаление отложений с помощью различных методов, поддержание определенного водно-химического режима в системах охлаждения, выполнение обработки охлаждающей воды стабилизаторами жесткости. Для удаления отложений из теплообменного оборудования электрических станций существует несколько методов, которые могут применяться в зависимости от типа отложений и характеристик оборудования.

Механическое удаление: данный метод включает в себя ручную очистку отложений с использованием специализированного оборудования, такого как щетки, шпатели, металлические щетки, стружка и т.д. Этот метод обычно применяется для удаления твердых отложений, таких как накипь, ржавчина и прочие.

Химическое удаление: применение химических растворов и реагентов для растворения отложений на поверхности теплообменного оборудования. Этот метод эффективен для удаления коррозионных отложений и накипи с поверхностей. Однако при использовании химических реагентов необходимо соблюдать меры безопасности и правильно контролировать процесс удаления отложений.

Гидродинамическое удаление: применение воздушно-водяных струй для очистки теплообменного оборудования. Этот метод позволяет эффективно удалить мягкие и легкие отложения, такие как пыль, грязь и другие загрязнения.

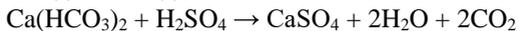
Ультразвуковое обеззараживание: использование ультразвуковой волны для разрушения отложений и бактерий на поверхности оборудования. Данный метод обычно применяется для очистки трубопроводов и жестких конструкций, где трудно достать ручными методами.

Важно отметить, что перед применением любого метода удаления отложений необходимо провести анализ типа и характера отложений, чтобы выбрать наиболее эффективный метод очистки и предотвратить повреждение теплообменного оборудования.

Другим направлением решения задачи по улучшению теплообменных процессов в теплообменном оборудовании является поддержание определенного водно-химического режима в системах охлаждения. Для достижения оптимального теплообмена в теплообменном оборудовании необходимо поддерживать определенные параметры воды, такие как pH, жесткость, содержание растворенных газов и т. д. Это позволит предотвратить образование отложений и коррозию поверхностей, что может снизить эффективность теплообмена.

Для поддержания оптимального водно-химического режима в системах охлаждения необходимо проводить регулярный мониторинг качества воды, а также выполнять профилактические работы по очистке и обслуживанию оборудования. Также важно правильно подбирать химические реагенты для обработки воды, чтобы предотвратить различные химические процессы, которые могут негативно сказаться на процессе теплообмена.

На практике для предотвращения образования накипи используется подкисление воды неорганическими кислотами (например, серной кислотой как наиболее дешевой). При обработке воды серной кислотой бикарбонат кальция превращается в сульфат кальция с выделением свободной углекислоты и повышение концентрации последней в воде:



Так при обработке воды кислотой происходит уменьшение карбонатной жесткости воды, потребность ее в углекислоте для стабилизации оставшейся в растворе части бикарбоната уменьшается. Свободная углекислота, выделяющаяся при переводе части бикарбонатов в сульфаты, способствует удержанию в растворе

оставшихся бикарбонатов. Поэтому при подкислении воды нет необходимости в полном удалении бикарбонатов из охлаждающей воды. Для предотвращения отложений достаточно ограничиться уменьшением ее карбонатной жесткости настолько, чтобы оставшаяся часть последней соответствовала имеющемуся в воде количеству свободной углекислоты.

Хотя обработка охлаждающей воды серной кислотой — достаточно эффективное профилактическое мероприятие против образования накипи в трубках, однако применение ее связано с расходом большого количества серной кислоты, особенно при прудовом водоснабжении, и большими затратами на ее транспортировку и хранение.

Внедрение современных систем мониторинга и управления позволит автоматизировать процесс поддержания водно-химического режима, что повысит эффективность работы теплообменного оборудования и уменьшит риск возникновения аварийных ситуаций. Таким образом, поддержание оптимального водно-химического режима играет ключевую роль в решении задачи по улучшению тепломассообменных процессов в теплообменном оборудовании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 1.1.1.02.006.1550-2018
2. РД 34.22.501-87 Методические указания по предотвращению образования минеральных и органических отложений в конденсаторах турбин и их очистке

УДК 004.896

Черновский Д.Д.

Научный руководитель: Коршак К.С., ст. пр.

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

ЭВОЛЮЦИЯ SCADA-СИСТЕМ: ОТ ПРОСТОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ДО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

SCADA-системы, как старый добрый винтажный автомобиль, который со временем только улучшался и обзаводился новыми "наворотами", пережили удивительную эволюцию с момента их появления в середине XX века, Эти системы — настоящие помощники

в автоматизации производственных процессов, особенно в таких областях, как энергетика и водоснабжение. Но если в 60-е годы их возможности можно было сравнить с черно-белым телевизором — показывали, конечно, но не совсем то, что хотелось, — то современные SCADA-системы — это уже "умные" помощники, интегрированные с технологиями, о которых раньше можно было только мечтать. И в этом плане они стали не просто "рабочей лошадкой", а стратегическим инструментом управления.

Вспомним, с чего все начиналось. В 60-х годах первые SCADA были настолько простыми, что даже удивительно, как они вообще умудрялись работать. Управление? Есть. Мониторинг? Тоже вроде бы есть. Но на этом, пожалуй, всё. Скорость передачи данных, конечно, была черепашей, а интеграция с другими системами напоминала танец с бубном. Эффективность? Низковата. Но, несмотря на все эти "трудности роста", SCADA положила начало новому витку в управлении производственными процессами. Согласитесь, первые шаги всегда даются нелегко.

Настоящая революция произошла в 80-х годах, когда на сцену вышли персональные компьютеры. Вот это был момент, когда SCADA расправила крылья! Теперь данные можно было не просто видеть, но и красиво графически отображать. Компьютеры ускорили работу, и SCADA стала умнее — можно было не только следить за процессами, но и строить отчеты, да и предупреждать о сбоях заранее. Представьте себе: это как если бы ваш старый будильник вдруг начал предсказывать, что вам пора покупать новые батарейки — удивительно, не правда ли?

А потом наступили 2000-е, и тут началась настоящая магия. В игру вступили такие вещи, как Интернет вещей (IoT), облачные вычисления и большие данные. SCADA перестала быть просто системой управления и превратилась в гибкого, как йог, и мощного инструмента, благодаря IoT стало возможным подключать к SCADA целую армию разных устройств — каждое со своими задачами и функциями. Это значительно расширило возможности мониторинга и управления. В этот момент SCADA уже не просто "жила", а дышала вместе с производственными процессами, адаптируясь к их ритму и переменам. Честно говоря, это похоже на то, как если бы ваше утро начиналось с идеально настроенного будильника, который не только будит, но и знает, когда лучше завести кофе.

Но самый интересный этап — это наши дни. Современные SCADA-системы обзавелись искусственным интеллектом, машинным обучением и предиктивной аналитикой. Они больше не просто следят за процессами — они могут предсказать, когда что-то пойдет не так.

Можно сказать, что теперь SCADA не просто "смотрит", но и "чувствует". Машинное обучение помогает оптимизировать процессы, минимизировать затраты на обслуживание и повышать общую эффективность. Эти системы как будто заранее знают, когда ваш станок решит уйти в отпуск, и помогают избежать незапланированных простоев.

Бонусом ко всему этому стала более глубокая аналитика данных. Современные SCADA не просто "жуют" информацию — они выдают такой аналитический "продукт", что можно принимать решения, опираясь на реальные данные, поступающие от тысяч сенсоров. Теперь заводы и предприятия могут управляться еще точнее и эффективнее, интегрируясь с ERP и MES системами — как звенья одной цепи, где все части работают на общий результат. И если раньше заводы иногда работали вслепую, то теперь все управляется на основе реальных данных, а это — огромный шаг вперед.

Но, как говорится, не всё коту масленица. Важной проблемой современных SCADA-систем стала кибербезопасность. С увеличением числа подключенных устройств и использования облачных технологий, угроза кибератак резко возросла. И, как бы нам ни нравилось говорить о возможностях и удобстве, стоит помнить, что любая утечка данных или сбой может обойтись очень дорого. Вот такая она — обратная сторона медали. Пара невинных киберпроколов, и весь ваш завод может на время превратиться в остановившуюся ленту.

Таким образом, SCADA прошла длинный путь — от аналоговых сигналов до интеграции с передовыми технологиями, такими как IoT и большие данные. Это отличный пример того, как технологии могут кардинально менять нашу жизнь, делая её проще и продуктивнее. Но впереди у SCADA, как у любого лидера, всё ещё много вызовов: от проблем безопасности до требований устойчивого развития. Однако одно можно сказать точно — SCADA всегда найдет способ адаптироваться, ведь её история — это история прогресса и непрерывного стремления к совершенству.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриев В.М. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей scada-систем для управления сложными технологическими объектами / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа // Информатика и системы управления. — 2013. — № 2(36). — С. 24-35.

2. Рындина А.С. Scada-системы как средства автоматизирования систем управления / А.С. Рындина // Современные тенденции развития науки и технологий. — 2016. — № 7-1. — С. 120-124.

3. Тарасов В.Б. Интеллектуальные SCADA-системы: истоки и перспективы / В.Б. Тарасов, М.Н. Святкина // Машиностроение и компьютерные технологии. — 2011. — № 77. — С. 1-13.

4. Гордиенко Е.П. Системы scada и анализ их применения / Е.П. Гордиенко, С.Н. Гордиенко // Труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». — Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2019 г. — С. 10-14.

5. Коршак К.С. Применение искусственного интеллекта в управлении и моделировании технических систем / К.С. Коршак, К.К. Шукин // Научные технологии и инновации (xxv научные чтения) Сборник докладов Международной научно-практической конференции. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. — С. 762-765.

УДК 697.1

Чесняк А.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А. д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Цифровизация на протяжении последних лет становится ключевым фактором в процессе совершенствования систем теплоэнергетики, претерпевая стремительное развитие и влияя на все аспекты управления и эксплуатации этой сферы. Это обусловлено необходимостью адаптироваться к новым требованиям времени, которые предполагают повышение. По мере того как традиционные методы управления и эксплуатации устаревают, на первый план выходят современные цифровые решения, позволяющие существенно оптимизировать производственные процессы и улучшить качество услуг, предоставляемых потребителям [1].

Цифровая трансформация системы теплоснабжения – это радикальное изменение данной системы, предусматривающий ее

преобразование в состояние онлайн-отзывчивости на изменения внутренней и внешней среды на принципах развития инфраструктуры теплоснабжения в формате цифровой платформы, а в идеале – и цифровой экосистемы. Цифровизация промышленности стала одной из основных технологических задач в России. Это, в свою очередь, требует создания и внедрения интеллектуальных информационных систем [2].

Не менее важным аспектом является возможность автоматизации процессов управления и эксплуатации систем теплоэнергетики. Традиционные подходы основывались на ручном контроле и принятии решений операторами, что было достаточно трудоемким и требовало значительного опыта и знаний. Современные цифровые системы способны взять на себя значительную часть этой работы, используя алгоритмы искусственного интеллекта для принятия оптимальных решений в различных ситуациях. Например, интеллектуальные системы могут автоматически регулировать подачу тепла в зависимости от изменения погодных условий, времени суток, уровня загрузки сети и других факторов, что позволяет не только сократить энергозатраты, но и обеспечить более стабильное и качественное теплоснабжение.

Еще одним существенным преимуществом цифровизации является внедрение систем удаленного мониторинга и управления, позволяющих осуществлять контроль над работой оборудования на расстоянии. Это особенно актуально для крупных теплоэнергетических комплексов, где обслуживание объектов может быть затруднено из-за удаленности или труднодоступности [3]. Используя системы удаленного доступа, операторы могут в реальном времени отслеживать состояние системы, вносить необходимые коррективы и даже проводить диагностику оборудования, что значительно сокращает время на устранение неисправностей и повышает общую эффективность работы.

Цифровизация систем теплоэнергетики также способствует повышению прозрачности и открытости взаимодействия между различными участниками процесса: производителями, поставщиками и потребителями тепловой энергии. Благодаря внедрению цифровых платформ обмена данными, все участники могут иметь доступ к актуальной информации о состоянии системы, объеме потребления тепла, возможных проблемах и предложениях по улучшению. Это позволяет не только оптимизировать процессы управления, но и повысить уровень доверия между всеми сторонами, участвующими в системе теплоэнергетики. Потребители, в свою очередь, получают возможность контролировать свое энергопотребление, выбирать

наиболее выгодные тарифы и адаптировать свое поведение в зависимости от предложений рынка [4].

Среди прочего, важным инструментом цифровизации в управлении системами теплоэнергетики является использование цифровых двойников. Эта технология позволяет создавать виртуальные копии реальных объектов и процессов, что дает возможность проводить анализ и тестирование различных сценариев работы без необходимости вмешательства в реальную систему. Это чрезвычайно ценно при внедрении новых технологий или проведении модернизации оборудования, так как позволяет оценить возможные риски и преимущества еще до того, как изменения будут применены на практике [5]. Таким образом, использование цифровых двойников способствует более безопасному и эффективному управлению теплоэнергетическими системами, минимизируя риски и затраты на внедрение новых решений.

Цифровой двойник (ЦД) позволяет существенно повысить показатели станции и дополнить существующую систему АСУ ТП. Повышение эффективности электростанции достигается за счет оптимизации технологических режимов и повышения надежности благодаря переходу на ТОиР по фактическому состоянию.

С точки зрения городских властей, цифровизация работы теплосети позволит быстро и прозрачно реагировать на вопросы жителей в части услуг теплоснабжения. Такой подход снизит социальную напряженность и повысит рейтинг власти. Напомним, что более 70% вопросов и жалоб граждан к власти относятся к сфере ЖКХ. Это важно для исполнения своих прямых обязанностей для руководства города и региона.

Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества цифровизации, существует ряд трудностей, с которыми сталкиваются компании при внедрении цифровых технологий в управление системами теплоэнергетики. Одной из основных проблем является недостаточная готовность инфраструктуры к масштабной интеграции цифровых решений. Многие существующие системы построены на устаревших технологиях, и их модернизация требует значительных финансовых и временных ресурсов. Кроме того, возникает необходимость в повышении квалификации персонала, способного работать с новыми технологиями и эффективно использовать их в повседневной практике.

Еще одной проблемой, с которой сталкивается отрасль, является вопрос кибербезопасности. С увеличением количества подключенных к сети устройств и систем возрастает риск несанкционированного

доступа и кибератак, что может привести к серьезным сбоям в работе теплоэнергетических комплексов [6]. В этой связи особое внимание должно быть уделено разработке и внедрению надежных систем защиты данных, а также обучению персонала основам кибербезопасности.

Помимо этого, существуют также вопросы, связанные с законодательной базой и регулированием процесса цифровизации. Внедрение новых технологий часто опережает развитие нормативно-правовой базы, что создает определенные сложности при интеграции цифровых решений в существующие системы [7]. Необходимо разработать и внедрить соответствующие стандарты, которые позволят обеспечить совместимость и надежность работы цифровых систем в рамках теплоэнергетических комплексов.

В заключение стоит подчеркнуть, что цифровизация оказывает глубокое влияние на развитие и управление системами теплоэнергетики. Она открывает новые возможности для повышения эффективности и надежности работы, позволяет существенно улучшить качество предоставляемых услуг и снизить эксплуатационные затраты. Внедрение цифровых технологий становится неотъемлемой частью развития отрасли и способствует переходу к более устойчивым и экологически чистым источникам тепловой энергии. Однако для того чтобы в полной мере реализовать потенциал цифровизации, необходимо преодолеть существующие препятствия и активно работать над развитием инфраструктуры, подготовкой кадров и обеспечением безопасности цифровых систем.

Таким образом, будущее системы теплоэнергетики напрямую связано с процессами цифровизации. Интеграция цифровых технологий в управление системами теплоэнергетики позволит создать более устойчивую, эффективную и адаптивную систему, способную удовлетворить потребности современного общества и обеспечить его комфортное и безопасное существование. Прежде чем планировать и осуществлять цифровизацию системы теплоснабжения, необходимо изменить существующие подходы в организации и реализации процессов, а также выполнить инфраструктурные и организационно-технические преобразования по всей цепочке технологического процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев П.А. Ключевые аспекты функционирования системы энергетического менеджмента в бюджетных учреждениях //

Наукоемкие технологии и инновации: сб. докл. Междунар. научно-техн. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. — Ч. 5. — С. 224-232.

2. Чистович С.А. Автоматизированные системы теплофикации, теплоснабжения и отопления / С.А. Чистович, В.Б. Харитонов. — Санкт-Петербург: Авок Северо-Запад, 2008. — 399 с.

3. Магомедов М.Н. Интегрированные автоматизированные системы управления производственными процессами / М.Н. Магомедов // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". — 2014. — № 1. — С. 80–83.

4. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy Tech / А.В. Леоненков. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. — 736 с.

5. Ковалев И.Н. Особенности оценки экономической эффективности долгосрочных инвестиций в энергосберегающие мероприятия // Энергосбережение. — 2013. — № 2. — С. 52-58.

6. Иванов Н.С. Математическая модель оптимизации краткосрочных режимов работы ТЭЦ в условиях конкурентного рынка / Н.С. Иванов, В.И. Беспалов, Н.С. Лопатин // Известия Томского политехнического университета. — 2008. — Т. 313, № 4. — С. 37–40.

7. Козлецов А.П. Современные способы организации обмена данными с системами управления / А.П. Козлецов, И.С. Решетников // Информационные технологии в проектировании и производстве. — 2010. — № 2. — С. 17–23.

УДК 303.724.32.039.3

Чуриков А.С., Прохоренков Д.С. Путинова Д.С.
Научный руководитель: Редькин Г.М., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МНОЖЕСТВЕННЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ РАСХОДА ПОРОШКА

В настоящее время технологии газотермического напыления (ГТН) покрытий в силу своего развития приближаются к использованию в промышленном производстве [1-4]. В связи с этим остро стоит вопрос оптимизации затрат на реализацию таких методов, самым дорогостоящим компонентом получаемых покрытий является порошковое сырьё. В большинстве случаев порошок транспортируется в газовый поток при помощи порошкового питателя, который имеет режимы подачи зависящие от скорости вращения диска и давления газа. В данной работе рассмотрен способ применения множественного

линейного регрессионного анализа с целью оптимизации подачи порошкового компонента.

В работе использовали учебное пособие [5], порошковый питатель MPF-700T (TWIN) [6] и порошок Карбида Вольфрама-Кобальт композиционный ВК-20 [7]. Данные для математического анализа, полученные в ходе эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные расхода порошка при изменении режимов его подачи

№	Скорость вращения диска (V), об/мин	Давление газового потока (P), psi	Расход порошка (П), г/мин
1	0,9	10	13,13
2	0,9	18	10,35
3	0,9	24	12,82
4	0,9	30	11,13
5	1,9	18	21,36

Модель взаимосвязи в осуществляемом множественном линейном анализе имеет вид.

$$П = \beta_0 + \beta_1 V + \beta_2 P + e, \quad (1)$$

где e – величина с нулевым математическим ожиданием, β_i – регрессионные переменные.

Исходные данные представили в виде матриц, в которые записали результаты эксперимента.

$$П = \begin{pmatrix} 13,13 \\ 10,35 \\ 12,82 \\ 11,13 \\ 21,36 \end{pmatrix}; \quad X = \begin{pmatrix} 1 & 0,9 & 10 \\ 1 & 0,9 & 18 \\ 1 & 0,9 & 24 \\ 1 & 0,9 & 30 \\ 1 & 1,9 & 18 \end{pmatrix}; \quad e = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \end{pmatrix}; \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix}.$$

где $П$ – матрица столбец содержащая значения зависящей переменной, X – матрица значений регрессоров.

Определение коэффициентов регрессии произвели по формуле:

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix} = (X^T X)^{-1} X П \quad (2)$$

где X^T – матрица, транспонированная по отношению к матрице X .

В результате получили значения коэффициентов регрессии, подставили их в уравнение (1) и получили модель регрессионного анализа:

$$\Pi = 4,67 + 9,35V + 0,06P$$

Таблица 2 – Расчетные данные расхода порошка согласно полученной модели регрессионного анализа

№	Скорость вращения диска (V), об/мин	Давление газового потока (P), psi	Расход порошка (Π'), г/мин	Расход порошка (Π), г/мин	e
1	0,9	10	12,485	13,13	0,645
2	0,9	18	12,005	10,35	-1,655
3	0,9	24	11,645	12,82	1,175
4	0,9	30	11,285	11,13	-0,155
5	1,9	18	21,355	21,36	0,005

Исследование значимости коэффициентов регрессии и доверительны интервалы для них производили с использованием метода наименьших квадратов. При предположении что Π – случайная величина, распределенная по нормальному закону, а регрессоры не являются случайными величинами, e является случайной величиной, с нулевым математическим ожиданием в чем можно убедиться сложив разность значений рассчитанных по полученному уравнению и значений полученных в ходе эксперимента ($\sum_{i=1}^5 e_i = 0,015$). Для оценки гипотезы о равенстве коэффициента регрессии нулю, использовали статистику для каждого полученного коэффициента согласно уравнению:

$$t = \left| \frac{\beta_j'}{S_{\beta_j}} \right| \quad (3)$$

где β_j' – оценка коэффициента регрессии по полученному уравнению, S_{β_j} – оценка среднеквадратического отклонения коэффициента регрессии. Которые определяются по формулам.

$$S_{\beta_j} = S_{\text{ост}} \sqrt{c_{jj}} \quad S_{\text{ост}}^2 = \frac{1}{m - n - 1} \sum_{i=1}^m e_i^2$$

где c_{jj} – j -ый диагональный элемент матрицы $C=(X^T X)^{-1}$, $k=m-n-1=5-2-1=2$ – степень свободы в частном случае.

Согласно расчетам по формуле (3) получили три значения $t_{\beta_0} = 1,532$; $t_{\beta_1} = 5,477$; $t_{\beta_2} = 0,561$, для каждого коэффициента регрессии, после чего сравнили с критическим значением $t_{\alpha k}=2,92$ согласно таблице критических точек распределения Стьюдента.

На основании произведенных расчетов сделали следующие выводы. Так как $t_{\beta_1} > t_{\alpha k}$ оценка коэффициента β_1 является значимой, а β_0 и β_2 значимыми не являются. Для значимого коэффициента определили доверительные интервалы с надежностью $\gamma = 1 - \alpha = 0,95$ из условия:

$$\beta_1 - S_{\beta_1} t_{\alpha k} < \beta_1 < \beta_1' + S_{\beta_1} t_{\alpha k}$$

Из чего следует, что значимый коэффициент β_1 имеет надежность (вероятность) 0,95.

Проведение повторного эксперимента с данными изначального интервала и изменением преимущественно давления газового потока (Р) согласовались с результатами расчета по полученной модели регрессионного анализа. Важно отметить, что для дальнейших исследований целесообразно использовать больше экспериментальных данных в широком диапазоне значений для каждого входящего порошка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Joshi S. Advances in Thermal Spray Technology / S. Joshi // Materials. – 2020. – Т. 13. – №. 16. – С. 3521.

2. Сирота В.В. Получение покрытий с высокой инфракрасной излучательной способностью / В.В. Сирота, С.В. Зайцев, М.В. Лимаренко, Д.С. Прохоренков, М.С. Лебедев, А.С. Чуриков, А.Л. Даньшин // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 23-37.

3. Сирота В.В. Упрочнение режущих ножей центробежных свеклорезок, методом детонационного напыления композиционного покрытия / В.В. Сирота, С.В. Зайцев, Д.С. Прохоренков, М.В. Лимаренко, А.А. Скиба, А.С. Чуриков, А.Л. Даньшин // СТИН. – 2023. – № 8. – С. 20-23.

4. 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.

5. Брусенцев А.Г. Анализ данных и процессов [Текст] / А.Г. Брусенцев— часть 1 Методы статистического анализа данных. — Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017 — 62 с.

6. ООО "МС ТЕХНОЛОДЖИ" / [Электронный ресурс] // МС Technology: <https://www.mctse.ru> [сайт]. — URL: (дата обращения: 08.10.2024).

7. ООО НПО «Спецборзащита» / [Электронный ресурс] // СпецБорЗащита: <https://спецборзащита.рф> [сайт]. — URL: (дата обращения: 08.10.2024).

Оглавление

Антонов А.М.	
МОДИФИКАЦИЯ БЛОКА ПИТАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО 3D ПРИНТЕРА.....	3
Верситин Н.А., Карпенко К.С., Постольников К.Д.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОЙ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ В ШАХТАХ С ВЫСОКОЙ КРЕПОСТЬЮ ГОРНЫХ ПОРОД.....	6
Головачёва А.С.	
УСТОЙЧИВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРАКТИКИ В ЛОГИСТИКЕ	10
Гончарова Е.Ю.	
АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ.....	15
Иващенко И.А.	
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ ДАННЫХ ПРИ МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ	20
Иващенко И.А.	
ОБНАРУЖЕНИЕ ОКРУЖНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА	22
Карачевцев И.О.	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗНОСА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА ...	26
Катаев А.В., Петухов Е.А., Катаев В.В.	
АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО РЫНКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ.....	29
Козлов А.А., Саввин Н.Ю.	

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ	32
Крикун П.А.	
АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ	36
Магдиев И.Р., Сударев И.В.	
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	39
Мельнев С.Е., Грибанов А.А.	
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ ФРЭА	44
Минязов И.И.	
СУЩНОСТЬ И РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В РЕГИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ	48
Петухов Е.А., Катаев А.В., Шувалов М.С.	
ПРИМЕНЕНИЕ 3Д ПЕЧАТИ В ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ВЫСЕИВАЮЩИХ КАТУШЕК ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА	51
Поляков С.И.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ «УМНОГО ДОМА».....	56
Прокопов А.В., Цевашов К.Ю.	
НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛЕНТОЧНЫХ ПРЕССОВ	61
Седогин М.А., Приходько А.В.	
ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СКЛАДА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ.....	66
Хильченко В.Е.	
СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ:КЛЮЧ К БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЕ АЭС	70
Черновский Д.Д.	

ЭВОЛЮЦИЯ SCADA-СИСТЕМ: ОТ ПРОСТОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ ДО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ..... 72

Чесняк А.В.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ..... 75

Чуриков А.С., Прохоренков Д.С. Питинова Д.С.

МНОЖЕСТВЕННЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ
РАСХОДА ПОРОШКА 79