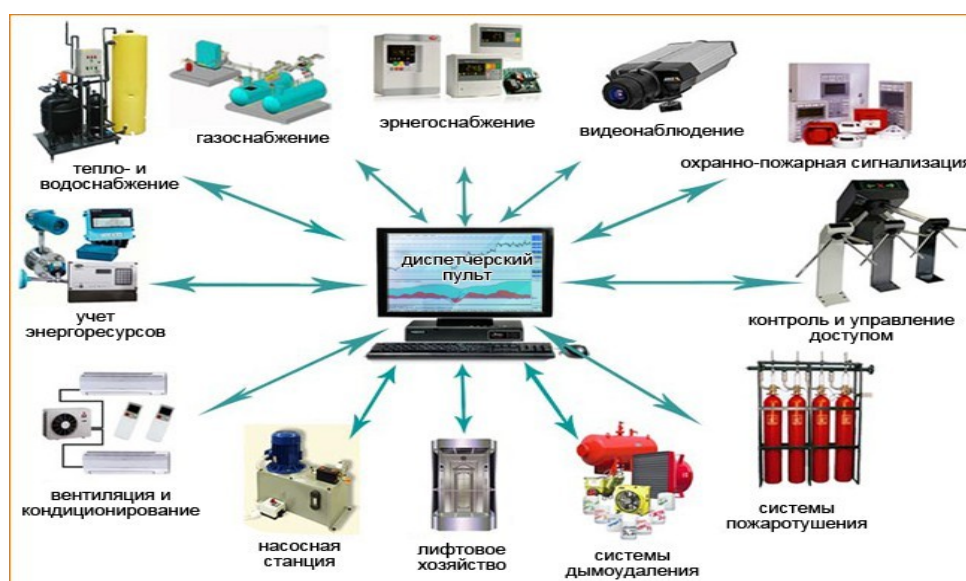


ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XVIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей

(ИЭиА, кафедра ИИТСУ, 22 апреля 2026 года)



Санкт-Петербург
2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**XVIII Всероссийской научно-практической
конференции студентов, магистрантов,
аспирантов и преподавателей
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»**

(ИЭиА, кафедра ИИТСУ, 22 апреля 2026 года)

**Научное издание
2026**

**Санкт-Петербург
2026**

УДК 676:62-5
ББК 35.77
П 78

П 78 Проблемы и перспективы развития систем автоматизации и управления: тезисы докладов XVIII Всесоюзной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей (Санкт-Петербург, ВШТЭ СПбГУПТД, ИЭиА, кафедра ИИТСУ, 22 апреля 2026 года) / сост. И. В. Бондаренкова, М. С. Липатов; под ред. В. И. Сидельникова. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2026. — 81 с.

ISBN 978-5-91646-484-9

Сборник включает тезисы докладов XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития систем автоматизации и управления». Участники конференции студенты, магистранты, аспиранты, преподаватели высших учебных заведений Российской Федерации.

В сборнике собраны аннотации докладов, посвященные проблемам и перспективам развития систем автоматизации и управления в различных отраслях промышленности, информационным технологиям, экологическим проблемам, энергосберегающим технологиям и инновационным методам обучения, применяемым в образовательном процессе.

УДК 676:62-5
ББК 35.77

ISBN 978-5-91646-484-9

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2026

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ И САМОСОХРАНЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР

Фундаментальной проблематикой любой структуры, вне зависимости от ее назначения, является само устройство структуры и принципы управления. Для успешного и эффективного взаимодействия между элементами системы управления, и для стабильного функционирования структуры необходимо соблюдение базовых принципов. Основным и наиболее значимым принципом выступает самосохранение.

Поскольку любая система, как об этом утверждает целый ряд крупных теоретиков, неизбежно стремится к энтропии, т. е. построенная и выстроенная однажды, она без внешнего воздействия, т. е. без проведения ряда постоянных мероприятий, придет в негодность и в итоге разрушится. Таким образом, какая бы изначально продуманная и совершенная не была построенная система управления, без перманентного воздействия на нее она выйдет из строя.

Следовательно, самосохранение является задачей по обеспечению постоянной и стабильной работы управленческой структуры, посредством ее самоанализа и внесением корректировок в ее устройства и работу. В самосохранении главными параметрами системы выступает иерархическая управленческая структура и кадровый состав. Для решения этих задач главными инструментами является система мониторинга и реагирования.

Система мониторинга и реагирования является вынужденной надстройкой над управленческой структурой для решения задачи самосохранения, посредством проведения постоянного контроля и учета за деятельностью структуры и внесения необходимых изменений в эту систему в случае снижения уровня эффективности.

Основная проблематика структуры в вопросах эффективности – это то, что самосохранение, хотя и является базовой и важной задачей управления, не является самой целью создания структуры.

Отдельным вопросом является реагирование на кризисы: чем больше и сильнее разветвленная структура, тем лучше она справляется с неожиданными кризисами, и тем сильнее она подвержена воздействию систематических проблем.

Следующим важным принципом работы любой управленческой системы является планирование в различные периоды времени.

Структура должна иметь различные механизмы управления для краткосрочных, среднесрочных и длительных периодов времени. При этом, чем крупнее структура, тем значимее для нее длительный период времени, следовательно, кризисы, которые влияют на краткосрочный период времени, оказывают меньше влияния на крупные и длительно существующие структуры. И вместе с этим, падение и разрушение крупных структур из-за кризиса в краткосрочный период демонстрирует именно неверное планирование в длительный период времени, а не в краткосрочный.

Для крупных экономических структур, к которым, в частности, относится и система управления энергетикой государства, существует ряд специфических особенностей в вопросах управления. В первую очередь, любые крупные структуры неизбежно являются частью политэкономии и политического пространства, без учета которого рассмотрение сугубо экономических факторов является пустым теоретизированием, не имеющим прикладного значения. Совершенно не важно также, чем занимается данная структура.

Российский энергетический сектор состоит из Министерства энергетики, осуществляющего ряд широких функций, совместно с крупными частными структурами:

1. Министерство энергетики (Минэнерго).
2. Компании, являющиеся частью энергосистемы Российской Федерации.
3. Генерирующие компании (производящие энергию).

Поскольку для российского энергосектора существует огромное количество угроз, является уместным создание отдельного направления безопасности. Оно состоит из двух аналитических департаментов, экономического анализа и экономической безопасности ТЭК. Первый отвечает за анализ и мониторинг всей энергосистемы, второй – за обеспечение различных мер безопасности тепло- и электрокоммуникаций. А также в случае нештатных ситуаций действует департамент оперативного управления.

Анализ структуры и иерархии демонстрирует низкую эффективность и наличие элементов для оптимизации структуры как в горизонтальном, так и вертикальном векторах. В структуре отсутствует выделение наиболее значимых на данном этапе для энергосистемы систематических функций, которые нуждаются в особом внимании.

Никешин Владислав Геннадьевич, гр. 530-АУТ
Руководитель: **Сидельников Владимир Иванович**
ВШТЭ СПбГУПТД

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ОСНОВЕ DATA-DRIVEN MPC-ПОДХОДА

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) сохраняет стратегическое значение для экономики России, являясь ключевым элементом лесопромышленного комплекса. В условиях санкционных ограничений, роста требований к энергоэффективности, экологичности и стабильности качества продукции, перед отраслью остро стоит задача глубокой модернизации существующих производств. Наиболее ресурсоемким и критическим этапом, определяющим конечные свойства продукции, является процесс непрерывной сульфатной варки целлюлозы на аппаратах типа Камюр. Традиционные системы ПИД-регулирования, ориентированные на стабилизацию отдельных параметров, не способны в полной мере компенсировать нестабильность качества сырья (древесной щепы) и обеспечить оптимальный баланс между качеством, расходом реагентов и энергопотреблением.

Управление процессом варки объективно носит многокритериальный характер. Технологические решения, улучшающие один показатель, часто ухудшают другие. Например, повышение степени делигнификации снижает выход целлюлозы, увеличивает расход химикатов и нагрузку на регенерацию. Существующие автоматизированные системы реализуют преимущественно локальную или однокритериальную оптимизацию. Ключевым препятствием для внедрения современных адаптивных систем, таких как модельно-прогнозирующее управление (MPC), является отсутствие оперативной информации о качестве продукции, лабораторное определение которого происходит с запаздыванием в 1–3 часа.

Для решения данной задачи предлагается новая архитектура системы управления, решающая задачу многокритериальной оптимизации в реальном времени. Основой подхода является интеграция трех ключевых компонентов: виртуального датчика, многокритериальной постановки задачи и MPC-контура оптимизации.

Виртуальный датчик предназначен для преодоления запаздывания лабораторного контроля, и чтобы его получить, разрабатывается регрессионная модель, связывающая оперативные технологические параметры варки с целевым показателем качества – индексом разрушающего усилия целлюлозы. Использование интерпретируемой регрессионной модели вместо «черного ящика» нейросети обеспечивает требуемую промышленную надежность.

Многокритериальная постановка задачи заключается в формализованной задаче оптимизации, которая предполагает поиск компромисса (Pareto-оптимального решения) между противоречивыми целевыми функциями: максимизацией прочностных характеристик волокна и минимизацией экономических затрат при жестких технологических ограничениях.

MPC-контур оптимизации представляет собой разработанный алгоритм, который реализует принцип прогнозирующего управления. На основе упрощенной динамической или

статической модели процесса он прогнозирует поведение системы на горизонте управления и, используя оценку будущего качества от виртуального датчика, адаптивно вычисляет оптимальные уставки для нижестоящих регуляторов.

Новизна такого решения заключается в разработке метода интеграции виртуального датчика разрушающего усилия непосредственно в контур многокритериальной оптимизации МРС. Это позволяет в реальном времени учитывать прогноз изменения прочностных характеристик целлюлозы при поиске управляющих воздействий, что ранее не реализовывалось в рамках классических систем управления варкой. Адаптивный алгоритм поиска оптимального режима, основанный на комбинации прогнозной модели и блока оптимизации без применения нейронных сетей, должен демонстрировать эффективность, достаточную для промышленной реализации, и способность к работе в условиях изменения свойств сырья. Использование виртуального датчика как агрегированного показателя качества позволит декомпозировать сложную задачу оптимизации высокого порядка, снижая вычислительную сложность до приемлемого уровня.

Комбинация виртуального датчика и алгоритма оптимизации ориентирована на интеграцию в существующие АСУТП варочных цехов, что является эволюционным путем цифровой трансформации. Их внедрение позволит осуществлять оперативный мониторинг качества, минимизировать долю брака в переходных режимах и автоматически находить экономически оптимальный режим варки, что вносит вклад в повышение конкурентоспособности отечественных предприятий ЦБП.

Энграф Максим Викторович, гр. 7-529
Руководитель: **Ремизова Ирина Викторовна**
ВШТЭ СПбГУПТД

МОДЕРНИЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ПУТЕМ ПЕРЕВОДА НА ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Переход угольных котельных на газовое топливо представляет собой одно из наиболее востребованных направлений технической модернизации теплоэнергетического сектора, напрямую связанное с задачами повышения энергоэффективности, снижения экологической нагрузки и выполнения требований нормативно-правовой базы в области охраны атмосферного воздуха. Замена твердотопливного оборудования на газогорелочные устройства позволяет не только минимизировать затраты на транспортировку и складирование топлива, но и существенно улучшить технико-экономические показатели работы котлоагрегатов. Однако процесс реконструкции сопряжен с комплексом теплотехнических, конструктивных и автоматизированных проблем, решение которых требует системного инженерного подхода и внедрения современных информационных технологий в системы управления.

Одной из ключевых технологических трудностей при переводе котлов является несоответствие теплофизических характеристик газового и угольного факелов. Газовое пламя обладает значительно большей длиной, повышенной температурой в корневой зоне и иным профилем радиационно-конвективного теплообмена. Это приводит к необходимости пересмотра компоновки топочного объема, усиления огнеупорной футеровки, а в ряде случаев – перераспределения поверхностей нагрева для исключения локальных перегревов экранов и пароперегревателей. Без проведения детального теплотехнического моделирования возможен рост температурных напряжений в металле, ускоренное образование окалины и снижение эксплуатационного ресурса оборудования. Кроме того, переход на газ требует реконструкции систем дымоудаления, вентиляции и газоанализа, поскольку продукты сгорания природного газа характеризуются повышенной влажностью и иной точкой росы, что повышает риск низкотемпературной коррозии хвостовых поверхностей нагрева.

В контексте направлений «Системы управления производственными процессами» и «Информационные технологии в системах автоматизации» особую актуальность приобретает

модернизация систем автоматического управления (САУ) котельной. Традиционные угольные котлы, как правило, оснащаются релейно-контактной или устаревшей микропроцессорной логикой, не способной обеспечивать точное и динамичное поддержание стехиометрического соотношения «газ–воздух» при переменной тепловой нагрузке. При установке газогорелочных устройств необходимо интегрировать программируемые логические контроллеры (ПЛК) с частотно-регулируемыми приводами дутьевых вентиляторов и дымососов, что позволяет реализовать каскадное и соотносящееся регулирование с учетом избыточного кислорода в уходящих газах. Автоматизация процесса горения на базе современных контроллеров снижает потребление электроэнергии на собственные нужды котельной на 15–25 %, а также обеспечивает стабильную работу при колебаниях сетевого давления газа и изменении наружной температуры.

Важным аспектом является интеграция новых горелочных блоков в существующую автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) предприятия. Часто возникает несовместимость протоколов обмена данными между устаревшим оборудованием и современными цифровыми системами. Для ее преодоления применяются промышленные шлюзы, преобразующие сигналы в стандарты OPC UA, Modbus TCP или PROFINET, что позволяет создать единую информационную среду. Внедрение SCADA-систем с функциями предиктивной диагностики дает возможность в реальном времени отслеживать параметры горения, контролировать уровень загазованности, прогнозировать износ керамических стабилизаторов и газовых клапанов, а также формировать отчеты по энергопотреблению в соответствии с требованиями ISO 50001. Автоматизированные системы безопасности, включающие многоступенчатые цепи отсечки газа при погасании факела, превышении давления или утечке, существенно снижают вероятность аварийных ситуаций и минимизируют влияние человеческого фактора.

Экономическая целесообразность перехода подтверждается сокращением эксплуатационных затрат на 30–40 % за счет исключения затрат на золоудаление, ремонт цепных решеток, обслуживание топливоподающих трактов и снижение штата оперативного персонала. При этом экологический эффект выражается в полном устранении выбросов твердых частиц, снижении концентрации оксидов серы на 90–95 % и сокращении выбросов оксидов азота благодаря применению низкоэмиссионных горелок с рециркуляцией дымовых газов. Несмотря на высокие капитальные вложения на этапе реконструкции, срок окупаемости проектов составляет 3–5 лет в зависимости от региональных тарифов и объемов тепловой нагрузки.

Иванов Кирилл Александрович, гр. 7-529
Руководитель: **Бахтин Андрей Владимирович**
ВШТЭ СПбГУПТД

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОЛЩИНЫ ХОЛОДНОКАТАНОЙ ПОЛОСЫ РЕВЕРСИВНЫХ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Обеспечение требуемой разнотолщинности холоднокатаных полос является одной из актуальных задач, которая возникает в работе реверсивных станов холодной прокатки. Решение данной задачи осуществляется за счет использования систем автоматического регулирования толщины (САРТ) – одного из ключевых звеньев в автоматизированной системе управления технологическим процессом (АСУ ТП) прокатного стана. Основным критерием оценки САРТ является точность регулирования, которая обеспечивается выбором оптимальной схемы АСУ, точностью показаний толщиномеров, быстродействием работы нажимных устройств и согласованностью работы двигателей моталок.

В последней четверти прошлого столетия в странах с передовой технологией были сформулированы принципиально новые концепции развития систем управления технологическими комплексами и производственными системами. Предпосылками к этому

стали устойчивая тенденция увеличения доли цифровых методов преобразования, обработки, передачи и хранения информации во всех сферах деятельности человека, и регулярная смена поколений технических средств обработки информации и информационного обмена. Эти средства могут непосредственно не затрагивать традиционные области автоматизации: датчики, приводы, регуляторы, однако меняют среду существования средств автоматизации в целом.

В существующих системах автоматического регулирования толщины холоднокатаной полосы регулирующее воздействие вырабатывается на основании измерения отклонения толщины прокатанной полосы при помощи контактных или бесконтактных толщиномеров, устанавливаемых за и перед клетью стана холодной прокатки. Из-за запаздывания измерения, обусловленного установкой толщиномера на некотором расстоянии от валков, и значительной инерционности нажимного устройства такие системы не могут обеспечить хорошее качество регулирования. Систему автоматического регулирования толщины холоднокатаной полосы можно построить так, чтобы она реагировала на разнотолщинность подката, измеренную до того, как данный участок полосы подошел к клетю. Предварение в измерении толщины подката, получаемое за счет установки толщиномера за и перед клетью стана на некотором расстоянии от валков, позволяет устранить неблагоприятное влияние инерционности нажимного устройства и повысить качество регулирования.

Разработанная САРТ осуществляет взаимодействие между моталками, установленными до и после клетки, нажимным устройством стана, а также толщиномерами, установленными между моталкой и клетью, т. е. тем оборудованием, которое непосредственно формирует заданную разнотолщинность.

В связи с тем, что стан снабжен «медленным» механизмом раствора валков, регулирование предполагается осуществлять за счет изменения натяжения полосы, формируемое моталками. Алгоритм регулирования учитывает жесткость клетки и косвенно силу нажимных механизмов. Система построена таким образом, что время регулирования и ошибки регулирования наименьшие. Это позволяет избежать появления таких дефектов, как волнистость и планшетность готовой продукции.

Таким образом, применение САРТ значительно уменьшает влияние продольной разнотолщинности на точность готового проката заданной толщины. Применение систем автоматического регулирования для управления продольной разнотолщинностью прокатываемой полосы не только возможно, но и целесообразно в станах холодной прокатки.

Харитонов Дмитрий Дмитриевич, гр. 538
Руководитель: Никешин Владислав Геннадьевич
ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОБРАЩЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ LLM С ДООБУЧЕНИЕМ НА МАЛЫХ ДАННЫХ

Современные организации – будь то образовательные учреждения, коммерческие компании или государственные структуры – ежедневно сталкиваются с большим потоком текстовых обращений. Это могут быть заявки в техподдержку, вопросы от клиентов или официальные обращения граждан. Чтобы эффективно обрабатывать такой поток, необходима автоматическая классификация поступающих сообщений по тематикам, приоритетам или ответственным исполнителям [1].

Традиционные подходы к классификации текстов, основанные на методах вроде TF-IDF, SVM или градиентного бустинга, требуют значительных объемов размеченных данных для достижения приемлемого качества. Однако на практике размеченные корпуса зачастую ограничены: разметка требует времени квалифицированных экспертов, а при появлении новых тематик данные приходится собирать практически с нуля.

Появление больших языковых моделей открыло новые возможности для работы с текстом [2]. Но полноразмерное дообучение таких моделей требует серьезных вычислительных ресурсов – десятков графических процессоров – и также предъявляет высокие требования к объему данных. В то же время использование больших языковых моделей в режиме нулевого или нескольких примеров без дообучения не всегда обеспечивает стабильное качество, особенно когда речь идет о специфических предметных областях [3].

В связи с этим актуальной становится задача разработки такого метода, который сочетал бы высокое качество классификации, возможность работы с ограниченным объемом размеченных данных (в пределах 100–500 примеров) и при этом имел бы приемлемые вычислительные затраты. Ниже предлагается подход к автоматической классификации текстовых обращений пользователей на основе больших языковых моделей с использованием параметро-эффективного дообучения на малых данных, а также описываются ключевые решения, лежащие в его основе.

Предлагаемый метод опирается на несколько ключевых решений [4]: выбор базовой модели, параметро-эффективное дообучение, выстроенный пайплайн обработки и специальные приемы работы с малоразмерными выборками. В качестве базовой модели предлагается использовать открытые большие языковые модели семейства Llama 2 (с объемом 7 миллиардов параметров) или Mistral (также 7 миллиардов параметров). Такой выбор обусловлен наличием открытых весов, активным сообществом разработчиков и подтвержденной эффективностью при обработке текстов на русском языке при использовании соответствующих адаптаций, например, модели saiga_llama2.

Вместо полноразмерного дообучения применяется метод LoRA (Low-Rank Adaptation), который относится к параметро-эффективному обучению. Суть его в том, что обучается лишь небольшое количество дополнительных параметров, так называемые ранговые матрицы, в то время как основные веса базовой модели остаются замороженными.

Предлагаемый пайплайн обработки включает несколько последовательных этапов. Начинается все со сбора и разметки данных: формируется обучающая выборка из исторических обращений с присвоенными метками классов. Затем проводится предобработка – очистка текста, приведение к единому формату, обработка специальных символов. Далее происходит формирование промптов, то есть структурирование входных данных в формате, понятном большой языковой модели: например, модели дается инструкция вида «Классифицируй обращение по категориям из предложенного списка» вместе с текстом самого обращения. После этого выполняется токенизация и обучение – к выбранной модели применяется метод LoRA, и она дообучается на размеченной выборке.

Предложенный метод автоматической классификации текстовых обращений пользователей, основанный на использовании больших языковых моделей с параметро-эффективным дообучением, позволяет достигать высокого качества классификации при объеме размеченных данных всего в 100–500 примеров, что критически важно для организаций с ограниченными ресурсами на разметку.

Библиографический список

1. Шафигуллин, Д. Ф. Применение больших языковых моделей для автоматической классификации обращений граждан в системе электронного документооборота / Д. Ф. Шафигуллин, Губайдуллина // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2024. – № 3. – С. 45-58.
2. Hu, E. J., et al (2024). LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models. ICLR 2022.
3. Brown, T. B., et al. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. NeurIPS 2020.
4. Гусев, В. Ю., и др. Применение больших языковых моделей в задачах автоматизации документооборота / В. Ю. Гусев и др. // Информационные технологии и вычислительные системы. 2024. – № 2.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Сохранение жизни и здоровья персонала выступает в качестве ключевого приоритета для любой промышленной структуры. Согласно сведениям, опубликованным в докладе Международной организации труда (МОТ) в 2023 году, ежегодно в мире происходит множество инцидентов на рабочих местах, причем существенный процент подобных случаев имеет своим исходом тяжелые травмы либо гибель людей [1]. В сложившихся условиях активно внедряются передовые технологические решения на основе искусственного интеллекта. В частности, высокая эффективность в вопросах предотвращения аварийности демонстрируется системами компьютерного зрения (Computer Vision, CV), которые обеспечивают расшифровку визуальных потоков данных в режиме реального времени.

Аппаратно-программные комплексы компьютерного зрения строятся на совокупности видеокамер, датчиков и обучаемых нейросетевых алгоритмов, что позволяет им охватывать широкий круг задач: от распознавания предметов и отслеживания поведения работников до оценки вероятности возникновения нештатных обстоятельств. Одним из самых востребованных сценариев использования CV выступает автоматизированный надзор за применением средств индивидуальной защиты. Отраслевые разработки, подобные решениям компании Vision AI, дают возможность в автоматическом режиме выявлять случаи отсутствия касок или спецодежды и оперативно информировать об этом руководство [4]. Другой важной областью применения является пространственный контроль опасных участков: системы отслеживают перемещения людей и техники, предотвращая риск столкновений и несанкционированного проникновения в запретные зоны, что критически важно для горнодобывающей промышленности.

Отдельное место в структуре промышленной безопасности занимает идентификация нестандартного поведения. Технологии способны распознавать падения сотрудников, появление дыма или разлив химических веществ, что в нефтегазовом секторе имеет решающее значение для быстрого купирования аварий. Также широкое распространение получает применение дронов с CV-модулями для осмотра высотных сооружений и трубопроводов, что исключает необходимость нахождения человека в потенциально опасных зонах. Дополнительно ведется анализ эргономики: с помощью видеонаблюдения оцениваются позы и двигательная активность работников, чтобы снизить риски развития профессиональных заболеваний.

Практическая значимость внедрения подобных систем подтверждается опытом крупных промышленных компаний. Например, на предприятиях ArcelorMittal используются CV-комплексы, которые блокируют доступ персонала в зоны с экстремально высокими температурами [3]. В строительной отрасли компания Built Robotics демонстрирует успешное предотвращение наездов техники на людей за счет использования автоматизированных систем управления [5]. Согласно аналитическим выкладкам McKinsey & Company (2023), интеграция компьютерного зрения в промышленную инфраструктуру позволяет добиться сокращения количества несчастных случаев на 30–50 %, снижения простоев оборудования на 15–25 % и роста производительности труда на 10–20 % [2].

Несмотря на очевидные плюсы, процесс внедрения технологий компьютерного зрения связан с определенными трудностями. В их числе – высокие стартовые инвестиции в создание необходимой инфраструктуры, сложности сопряжения с уже существующими корпоративными системами управления (ERP, SCADA), а также вопросы защиты персональных данных и этичности постоянного видеонаблюдения за сотрудниками.

Технические сложности заключаются в зависимости точности работы алгоритмов от качества освещения и характеристик камер.

Развитие данного направления ориентировано на преодоление обозначенных барьеров. Основными трендами выступают перенос вычислительных мощностей на периферийные устройства (Edge computing), что ускоряет обработку данных; объединение CV с технологиями интернета вещей и лидарами для повышения надежности распознавания; а также использование генеративных нейросетей для моделирования аварийных сценариев в виртуальной среде, что позволяет обучать алгоритмы без реального риска для персонала.

Библиографический список

1. Международная организация труда (МОТ). Отчет «Safety and Health at Work». 2023.
2. McKinsey & Company. «The Future of Industrial Safety: How AI and Computer Vision Are Transforming Risk Management». 2023.
3. ArcelorMittal. Материалы по внедрению систем компьютерного зрения на металлургических предприятиях.
4. Vision AI. Решения для контроля средств индивидуальной защиты и мониторинга опасных зон.
5. Built Robotics. Технологические решения для автоматизации строительной отрасли, 2022.

Сынбулатова Ильясюя Рашидовна, гр. 518
Руководитель: **Сидельников Владимир Иванович**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ n8n ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

В условиях ускоряющейся цифровой трансформации экономики предприятия различных отраслей сталкиваются с необходимостью повышения операционной эффективности, сокращения издержек и увеличения скорости принятия управленческих решений. Одним из ключевых факторов достижения данных целей является автоматизация бизнес-процессов, позволяющая минимизировать влияние человеческого фактора, повысить прозрачность операций и обеспечить интеграцию разрозненных информационных систем.

Традиционные подходы к автоматизации, основанные на разработке специализированного программного обеспечения, требуют значительных временных и финансовых затрат, а также высокой квалификации персонала. В связи с этим особую актуальность приобретают low-code и no-code платформы, обеспечивающие гибкость настройки и быстрый запуск автоматизированных процессов без необходимости глубокого программирования. Одним из перспективных инструментов данного класса является платформа n8n, представляющая собой систему оркестрации рабочих процессов с открытым исходным кодом. Платформа n8n (от «node to node») позволяет реализовывать автоматизацию бизнес-процессов путем построения визуальных сценариев (workflow), объединяющих различные сервисы, базы данных и API. Архитектура системы основана на использовании узлов (nodes), каждый из которых выполняет отдельную функцию: получение данных, их обработку, передачу или интеграцию с внешними системами [1, 2]. Такой подход обеспечивает модульность, масштабируемость и адаптивность решений к изменяющимся условиям функционирования предприятия.

Ключевым преимуществом использования n8n является возможность интеграции разнородных информационных систем в единую цифровую экосистему. На практике это позволяет автоматизировать широкий спектр бизнес-процессов: обработку заявок клиентов, управление заказами, синхронизацию данных между CRM- и ERP-системами, мониторинг производственных показателей и формирование отчетности.

С точки зрения управления предприятиями особый интерес представляет применение n8n для автоматизации процессов принятия решений на основе данных (data-driven подход).

Платформа позволяет организовать сбор данных из различных источников, их агрегацию и предварительную обработку с последующей передачей в аналитические системы. Важным аспектом является возможность использования n8n в производственных системах. Интеграция с промышленными базами данных и корпоративными информационными системами позволяет автоматизировать процессы мониторинга и реагирования на отклонения технологических параметров.

Следует отметить, что автоматизация на базе n8n носит многокритериальный характер. При разработке рабочих процессов необходимо учитывать такие факторы, как надежность, скорость обработки данных, безопасность, масштабируемость и экономическая эффективность. Одним из перспективных направлений развития является интеграция n8n с технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения. Это позволяет реализовывать интеллектуальную автоматизацию (intelligent automation), при которой система способна адаптироваться к изменяющимся условиям и поддерживать принятие управленческих решений. Новизна применения n8n заключается в возможности создания гибкой, адаптивной и масштабируемой системы автоматизации без существенных капитальных вложений [3, 4]. В отличие от традиционных решений, платформа обеспечивает быстрый цикл разработки и внедрения.

Практическая значимость внедрения n8n заключается в повышении эффективности бизнес-процессов, сокращении времени выполнения операций, снижении операционных издержек и улучшении качества управления.

Таким образом, использование платформы n8n является эффективным инструментом цифровой трансформации предприятий, обеспечивающим автоматизацию процессов и повышение конкурентоспособности организаций.

Библиографический список

1. Davenport T. H., Ronanki R. Artificial Intelligence for the Real World // Harvard Business Review. – 2018.
2. Van der Aalst W. Process Mining: Data Science in Action. Springer, 2016.
3. Low-code development platforms: Gartner Research, 2023.
4. Документация платформы n8n. – URL: <https://n8n.io/> (дата обращения: 02.02.2026).

Нашук Дмитрий Сергеевич, гр., 442
Руководитель: **Нечитайлов Василий Васильевич**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Повышение энергоэффективности производственных процессов является одним из ключевых направлений развития современной промышленности, особенно в сфере теплоэнергетики, где доля затрат на топливно-энергетические ресурсы в себестоимости продукции может достигать значительных величин. Традиционные схемы работы котельных установок, эксплуатируемых на промышленных предприятиях, зачастую характеризуются низким коэффициентом полезного действия из-за значительных потерь тепловой энергии с уходящими дымовыми газами, сбросным конденсатом и продувочной водой. В условиях роста тарифов на природный газ и ужесточения экологических требований актуальной задачей становится внедрение технологий утилизации вторичных энергоресурсов, позволяющих вернуть часть потерянного тепла в производственный цикл.

Основным источником потерь в паровых и водогрейных котлах являются уходящие дымовые газы, температура которых на выходе из котельного агрегата может достигать 150–250 °С в зависимости от типа топлива и конструкции топочного устройства. Установка экономайзеров, воздухоподогревателей и конденсационных теплоутилизаторов на выходе

дымовых газов позволяет снизить их температуру до 40–60 градусов, при этом высвобождаемая тепловая энергия может быть направлена на подогрев питательной воды, воздуха для горения или технологических сред. Дополнительным резервом экономии является утилизация тепла сбросного конденсата, который традиционно охлаждается перед возвратом в систему водоподготовки, что приводит к нерациональному расходу как тепловой энергии, так и химически очищенной воды. Как отмечается в исследованиях по снижению потерь тепловой энергии при ее передаче от источника к потребителю, комплексный подход к минимизации тепловых потерь на всех этапах технологического цикла позволяет достичь существенной экономии ресурсов [1].

Техническая реализация проектов рекуперации требует комплексного подхода, включающего теплотехнический расчет, подбор оборудования с учетом характеристик дымовых газов и параметров теплоносителя, а также интеграцию новых узлов в существующую схему котельной без остановки основного производственного процесса. Современные теплообменные аппараты, выполненные из коррозионностойких материалов, обеспечивают надежную работу в условиях агрессивной среды уходящих газов, содержащих продукты сгорания и влагу. Применение редуционно-охладительных установок и систем автоматического регулирования в теплоэнергетике демонстрирует высокую эффективность при оптимизации параметров теплоносителя и снижении эксплуатационных рисков [2].

Экономический эффект от внедрения систем рекуперации складывается из прямого снижения расхода природного газа или иного топлива за счет повышения коэффициента полезного действия котельной установки, уменьшения затрат на водоподготовку благодаря возврату конденсата, а также сокращения платежей за выбросы загрязняющих веществ вследствие более полного сгорания топлива при оптимальной температуре воздуха. Практика эксплуатации подобных систем на промышленных предприятиях показывает, что срок окупаемости капитальных вложений составляет от 2 до 4 лет в зависимости от масштаба модернизации и действующих тарифов на энергоресурсы. Современные подходы к автоматизации технологических процессов на тепловых электростанциях подтверждают, что внедрение интеллектуальных систем управления позволяет не только повысить надежность оборудования, но и оптимизировать расход топлива в реальном времени.

Перспективы развития направления рекуперации тепловой энергии связаны с интеграцией интеллектуальных систем управления на базе промышленного интернета вещей, которые позволяют в реальном времени анализировать параметры работы оборудования, прогнозировать тепловую нагрузку и автоматически корректировать режимы утилизации тепла. Использование цифровых двойников котельных установок дает возможность моделировать различные сценарии эксплуатации и оптимизировать технические решения еще на этапе проектирования.

Библиографический список

1. Козлов А. В., Борисова О. В. Снижение потерь тепловой энергии при ее передаче от источника к потребителю // Экология и безопасность жизнедеятельности: Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 199-201. – EDN IUMVBG. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60020696> (дата обращения: 10.03.2026).
2. Борисова О. В., Еремеев Т. А. Применение редуционно-охладительных установок в ТЭС // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2024. – С. 243-245. – EDN JOUQGB. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64142509> (дата обращения: 17.03.2026).

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ЧЕЛОВЕКА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

В современном цифровом мире искусственный интеллект активно внедряется в системы автоматизации и управления, поднимая обсуждение вопроса о том, заменит ли в будущем ИИ человека или его участие все равно будет необходимо. Однако практика показывает, что наиболее эффективными являются решения, построенные на принципе гибридного интеллекта, – совместной работы человека и ИИ. Искусственный интеллект следует использовать не как конкурента, а как вспомогательный ресурс. Актуальность проблемы состоит не в тотальной замене человека искусственным интеллектом, а в качественной совместной работе. Целью данного тезиса является обзор уже существующих методов гибридного интеллекта, а также выявление проблем и перспектив их реализации в системах автоматизации и управления.

В автоматизированных процессах для достижения наилучшего результата применяются различные методы гибридного интеллекта. В современной практике выделяют семь способов взаимодействия искусственного интеллекта и человека:

- «Первичная помощь»: ИИ выдает готовый результат без участия человека;
- «Вторичная помощь»: ИИ предоставляет данные, а не готовое решение;
- «Дальнейшая помощь»: Сравнение решения человека и ИИ для выявления различий;
- «Помощь по запросу»: Обращения человека к ИИ только по необходимости;
- «Диалоговое взаимодействие»: ИИ последовательно проводит человека через процесс решения задачи;
- «Интерактивные корректировки»: Человек вносит поправки в результат работы ИИ;
- «Делегирование решений»: ИИ автономно принимает определенные решения [1].

У каждого метода гибридного интеллекта есть свои преимущества и недостатки, а выбор конкретного подхода зависит от сущности задачи и ее сложности. Исследователи подчеркивают, что в будущем процесс внедрения ИИ в системы автоматизации и управления будет усложняться, требуя универсальных подходов к совместной работе. Однако интеграция таких моделей сталкивается с рядом проблем, рассмотренных далее.

Одна из основных сложностей связана с работой с данными. Информация часто хранится в разных форматах и системах, что осложняет поиск, проверку на качество и актуализацию данных. Существуют риски утечки информации, что ставит под угрозу безопасность и конфиденциальность. Также важной проблемой является отсутствие четкого плана по использованию ИИ в автоматизации процессов и неготовность кадров к организационным изменениям. Помимо этого, недостаток ресурсов, инвестиций и квалифицированных специалистов может затруднить внедрение ИИ [2]. Перечисленные проблемы требуют осознанного подхода к интеграции ИИ в системы автоматизации и управления, но, несмотря на все сложности, гибридный интеллект открывает широкие возможности.

Главными преимуществами гибридного интеллекта следует считать принятие более продуманных решений [3], повышение скорости обработки данных, снижение рутинной нагрузки на специалистов и снижение рисков, связанных с человеческим фактором, в автоматизированных процессах.

С активным развитием совместной работы искусственного интеллекта и человека перед системами автоматизации открывается ряд перспектив. К числу ключевых относятся: создание ИИ, объясняющего логику своих действий, развитие самооптимизирующихся рабочих процессов, адаптирующихся к изменениям окружающей среды, внедрение механизмов непрерывного улучшения процессов на основе рекомендаций, генерируемых искусственным интеллектом [4], а также усовершенствование нормативно-правовой базы для решений,

принятых с участием ИИ. Кроме того, развитие гибридного интеллекта требует подготовки квалифицированных кадров, способных взаимодействовать с искусственным интеллектом, как с партнером.

Таким образом, совместная работа человека и ИИ открывает широкий спектр возможностей для повышения эффективности и удобства пользования в системах автоматизации и управления.

Библиографический список

1. Как человек сотрудничает с искусственным интеллектом / Алиса Годованец // IQ Media. – URL: <https://iq-media.ru/trends/kak-chelovek-sotrudnichaet-s-iskusstvennym-intellektom#three> (дата обращения: 23.02.2026).
2. Внедрение AI: особенности, сложности, на что обратить внимание // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/companies/automaton/articles/814271/> (дата обращения: 23.02.2026).
3. Алтемирова, Х. С. Искусственный интеллект и возможности его применения в разных сферах жизни / Х. С. Алтемирова // Молодой ученый. – 2023. – № 48 (495).
4. Мирончук, В. А. и др. Современные компьютерные системы поддержки принятия решений / В. А. Мирончук и др. // Естественно-гуманитарные исследования. – 2023. – № 4 (48).

Костандян Арман Самвелович, гр. 518

Руководитель: **Никешин Владислав Геннадьевич**
ВШТЭ СПбГУПТД

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

В условиях цифровой экономики возрастает роль информационных технологий в управлении организациями. Автоматизированные системы позволяют ускорить обработку данных и повысить обоснованность управленческих решений. Особое значение приобретают методы искусственного интеллекта, среди которых важное место занимают нейронные сети [1].

Бизнес-процессы представляют собой взаимосвязанные действия, направленные на достижение целей организации. Эффективность выполнения процессов влияет на уровень затрат, качество услуг и конкурентоспособность предприятия. Использование методов анализа данных позволяет выявлять закономерности функционирования процессов и повышать эффективность управления [2].

Нейронные сети относятся к современным методам машинного обучения. Они позволяют выявлять сложные зависимости между различными показателями деятельности организации. Использование таких моделей дает возможность прогнозировать спрос, оценивать эффективность процессов и оптимизировать распределение ресурсов.

Применение нейронных сетей способствует повышению точности прогнозирования и снижению влияния человеческого фактора. Прогнозирование спроса позволяет более эффективно планировать объемы производства и уменьшать издержки. Анализ данных о клиентах способствует повышению качества обслуживания и улучшению экономических показателей деятельности предприятия.

Современные информационные системы позволяют обрабатывать большие объемы данных, поступающих из различных источников. К таким источникам относятся базы данных, корпоративные системы и интернет-сервисы. Использование интеллектуальных методов анализа данных позволяет выявлять скрытые закономерности и принимать более обоснованные управленческие решения.

Несмотря на преимущества, внедрение нейронных сетей требует наличия обучающих данных и вычислительных ресурсов. Однако развитие технологий обработки информации упрощает применение методов машинного обучения в системах автоматизации управления.

Таким образом, использование нейронных сетей является перспективным направлением развития систем автоматизации и управления. Применение интеллектуальных методов анализа данных позволяет повысить эффективность бизнес-процессов, снизить затраты и улучшить качество управленческих решений.

Библиографический список

1. Гудфеллоу И., Бенджио Й., Курвилль А. Глубокое обучение. – М.: ДМК Пресс, 2018.
2. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. – М.: Вильямс, 2021.

Павловский Николай Денисович, гр. 518
Руководитель: **Филатов Виктор Николаевич**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Метод наименьших квадратов (МНК, OLS) является одним из базовых инструментов построения математических моделей технологических процессов. Его применение обусловлено необходимостью аппроксимации экспериментальных данных и получения аналитических зависимостей, пригодных для анализа, прогнозирования и управления.

Суть метода заключается в минимизации суммы квадратов отклонений экспериментальных значений от расчетных, что позволяет определить параметры модели с наименьшей суммарной ошибкой. Благодаря своей универсальности МНК широко используется при идентификации объектов управления, моделировании динамических и статических характеристик технологических систем.

К основным преимуществам метода наименьших квадратов относится его простота реализации и интерпретации. Алгоритмы оценки параметров линейных моделей имеют аналитическое решение, что снижает вычислительные затраты и облегчает внедрение в системы автоматизации. Кроме того, метод обладает высокой устойчивостью к случайным погрешностям измерений при условии их нормального распределения, что характерно для многих технологических процессов.

Еще одним важным преимуществом является возможность применения МНК для широкого класса задач, включая регрессионный анализ, идентификацию параметров моделей и фильтрацию данных. Метод легко расширяется на многомерные случаи, что позволяет учитывать влияние нескольких факторов на исследуемый процесс.

Однако, несмотря на очевидные достоинства, метод наименьших квадратов имеет ряд существенных недостатков. Одним из ключевых ограничений является чувствительность к выбросам. Наличие даже небольшого количества аномальных наблюдений может существенно исказить результаты оценки параметров модели, что снижает достоверность полученных зависимостей.

Также МНК предполагает выполнение ряда статистических предпосылок, включая независимость и одинаковое распределение ошибок, а также отсутствие мультиколлинеарности факторов. В реальных технологических процессах данные условия часто нарушаются, что приводит к снижению точности моделей и необходимости применения более сложных методов.

Еще одним недостатком является ограниченность применения классического МНК в случае нелинейных зависимостей. Для таких задач требуется использование модифицированных или итерационных методов, что усложняет вычисления и увеличивает требования к вычислительным ресурсам.

Таким образом, метод наименьших квадратов является эффективным и широко применяемым инструментом построения математических моделей технологических процессов, однако его использование требует учета ограничений и особенностей исходных

данных. В современных системах автоматизации целесообразно комбинировать МНК с другими методами обработки данных для повышения точности и устойчивости моделей.

Кучеров Арсений Сергеевич, гр. 545
Руководитель: **Леонова Надежда Львовна**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОБЛЕМА КАЛИБРОВКИ ДЕШЕВЫХ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ЛЕНТОЧНОМ КОНВЕЙЕРЕ

Современные промышленные предприятия все чаще внедряют системы технического зрения для контроля скоростного режима и позиционирования изделий на ленточных конвейерах [1]. Однако готовые решения (например, Cognex, Keyence) обладают высокой стоимостью и требуют сложной калибровки, что делает их недоступными для малых и средних производств. Особенно остро проблема стоит при необходимости частой перенастройки оборудования при изменении типа изделий или скорости ленты.

Калибровка включает определение внутренних параметров камеры (фокусное расстояние) и внешних – привязку пиксельных координат к реальным размерам на конвейере. В типовых промышленных системах эта процедура выполняется с помощью специальных калибровочных мишеней и занимает несколько часов работы обученного специалиста [2]. При этом любое изменение освещения, вибрация конвейера или загрязнение объектива снижают точность позиционирования, что требует повторной калибровки.

Альтернативой выступают модули компьютерного зрения на базе дешевой камеры и библиотек с открытым исходным кодом (OpenCV). Однако их главный недостаток – отсутствие встроенных алгоритмов автоматической калибровки. Разработка такого модуля для контроля скоростного режима и позиционирования изделий требует решения следующих задач:

- Выбор метода выделения объектов на движущейся ленте без использования дорогих датчиков;
- Компенсация нестабильного освещения и запыленности;
- Оценка скорости конвейера непосредственно по видеопотоку для синхронизации измерений.

В работе предлагается подход, основанный на обнаружении характерных точек текстуры ленты и вычислении оптического потока [3]. Это позволяет отказаться от внешних энкодеров и упростить калибровку.

Таким образом, разработка модуля компьютерного зрения с автоматической калибровкой является актуальной задачей, решение которой позволит снизить порог внедрения систем контроля на конвейерных линиях.

Библиографический список

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 752 с.
3. Lucas, B. D. An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision / B. D. Lucas, T. Kanade // Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'81). Vancouver, 1981. P. 674-679.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО И ЗАПРЕЩЕННОГО КОНТЕНТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В условиях стремительного роста объемов пользовательского контента в информационно-телекоммуникационных сетях перед государством остро встает задача обеспечения информационной безопасности. Федеральный закон № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» и принятые в его развитие подзаконные акты устанавливают обязанность операторов связи и владельцев интернет-ресурсов выявлять и ограничивать распространение материалов, признанных судом запрещенными, а также информации, содержащей признаки пропаганды запрещенных веществ, экстремизма, призывов к массовым беспорядкам [1]. Традиционные методы модерации, основанные на ручной проверке или простых списках ключевых слов, не справляются с масштабом данных, формами подачи контента и способами обхода фильтрации. Поэтому машинное обучение становится неотъемлемым инструментом для автоматического распознавания запрещенной информации [2].

В работе Роскомнадзора и подведомственных организаций системы машинного обучения используются для автоматизации мониторинга социальных сетей, форумов и мессенджеров с целью выявления материалов, включенных в единый реестр запрещенного контента [3]. Крупные интернет-платформы (ВКонтакте, Одноклассники, Telegram) внедряют собственные модели слежения для соблюдения законодательства и предотвращения блокировок.

Интегрирование автоматизированных систем обнаружения запрещенного контента позволяет операторам связи и владельцам ресурсов существенно сократить издержки на ручную модерацию: по оценкам отраслевых экспертов, стоимость обработки одного поста с помощью обученных моделей в десятки раз ниже, чем при участии человека. Кроме того, оперативность выявления снижает риски административных штрафов и блокировок целых ресурсов, что особенно важно для бизнеса, зависящего от непрерывности онлайн-сервисов.

Современные исследования в области обнаружения нежелательного контента на русском языке ведутся по нескольким направлениям, представленным ниже.

Первым направлением выступает разработка специализированных языковых моделей, которые учитывают особенности русскоязычных текстов, включая сленговые слова, транслитерацию и намеренные искажения, а для детекции экстремизма и токсичности применяется ruBERT.

Второе направление – это создание мультимодальных архитектур, способных одновременно анализировать текст, изображения и видео. Их задача – заметить то, что по отдельности может выглядеть безобидно, но в сочетании выдает скрытый противоправный смысл.

Третье направление – разработка методов быстрой адаптации к новым угрозам с минимальной разметкой данных (few-shot learning) и интеграция объяснимого искусственного интеллекта (XAI) для формирования юридически значимых обоснований. Few-shot learning позволяет моделям распознавать новые виды противоправного контента буквально по нескольким примерам – это критически важно, когда законодательство только что изменилось, а свежих размеченных данных еще нет. Однако автоматическое обнаружение само по себе не является достаточным основанием для блокировки: решения, переданные в Роскомнадзор, должны сопровождаться понятным для человека обоснованием.

Таким образом, рассмотренные направления – адаптация языковых моделей под русскоязычные искажения (ruBERT), мультимодальный анализ текста и изображений, а также

сочетание быстрого few-shot обучения с объяснимым ИИ – в совокупности способны закрыть основные «узкие места» автоматической модерации. Дальнейшее развитие этих методов позволит не только снизить нагрузку на человека-модератора, но и повысить юридическую обоснованность решений, что особенно важно в правовом поле Российской Федерации.

Библиографический список

1. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (ред. от 08.08.2024).
2. Российская Федерация. Постановления. Постановление Правительства РФ от 26 октября 2012 г. № 1101 «О единой автоматизированной информационной системе "Единый реестр доменных имен, указателей страниц сайтов в сети "Интернет" и сетевых адресов, позволяющих идентифицировать сайты в сети "Интернет", содержащие информацию, распространение которой в Российской Федерации запрещено"».
3. Роскомнадзор. Отчет о функционировании системы мониторинга и контроля в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». – М., 2024.

Лебедев Александр Сергеевич, гр. 538

Руководитель: **Никешин Владислав Геннадьевич**

ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВИДЕОПОТОКА С ЦЕЛЬЮ КЛАССИФИКАЦИИ НАРУШЕНИЙ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Обеспечение техники безопасности на промышленных предприятиях остается одной из ключевых задач, от которой напрямую зависят жизнь и здоровье сотрудников, а также операционная устойчивость бизнеса. Традиционные методы контроля, такие как периодические проверки, посты охраны и ручной просмотр архивов видеонаблюдения, обладают ограничениями и могут быть недостаточно эффективны и точны. На это чаще всего влияет человеческий фактор. Применение методов машинного обучения, в частности компьютерного зрения, позволяет перейти от ручного контроля к автоматизированному мониторингу, решая задачу не просто детекции статичных объектов, например, отсутствия каски, а комплексной классификации динамических нарушений, включающих пространственно-временные паттерны поведения персонала [1].

Целью разработки является построение системы автоматической классификации нарушений техники безопасности на основе анализа видеопотока с использованием методов машинного обучения, обеспечивающей высокую точность детекции при минимизации ложных срабатываний в условиях реального промышленного предприятия. Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач. Первая задача заключается в сборе данных, подлежащих сортировке, с разделением на статичные, такие как отсутствие средств индивидуальной защиты, и динамические, включая вход в опасную зону, пересечение запрещенных границ и небезопасные действия. Вторая задача состоит в обосновании выбора архитектуры системы обработки видеопотока, включающей этапы детекции объектов, трекинга и классификации. Третья задача связана с разработкой методики формирования обучающих данных с учетом специфики промышленных сцен, характеризующихся разным освещением, перекрытиями объектов. Четвертая задача предполагает проведение экспериментальной оценки эффективности предложенных моделей на реальных данных и сравнение различных подходов к классификации нарушений [2].

Предлагаемая система строится по конвейерному принципу, что обусловлено разнородностью решаемых подзадач и необходимостью работы в реальном времени. На первом этапе решается задача детекции объектов: людей, средств индивидуальной защиты, статически размеченных опасных зон, подвижного оборудования. Наиболее целесообразным представляется использование моделей семейства YOLO ввиду оптимального баланса между

точностью и скоростью обработки [3]. Для промышленного применения критична способность модели работать с различными ракурсами камер, масштабами объектов и условиями освещения. На втором этапе выполняется отслеживание объектов. Для перехода от детекции отдельных кадров к анализу поведения необходима классификация обнаруженных объектов между кадрами. Использование алгоритмов трекинга, например, DeepSORT, позволяет формировать уникальные траектории каждого работника на протяжении его нахождения в зоне наблюдения [4]. Это дает возможность анализировать не статичное состояние, а динамику: вошел ли работник в опасную зону или прошел по безопасному периметру, находится ли каска на голове или снята на время, как долго объект находится в запретной области. Третий этап представляет собой классификацию нарушений, которая является наиболее сложным компонентом системы и разделяется на два подтипа.

Экономический эффект от внедрения складывается из снижения травматизма и связанных с ним страховых и компенсационных выплат, уменьшения простоев, вызванных расследованием инцидентов, повышения дисциплины персонала за счет эффекта присутствия автоматического контроля, а также оптимизации работы службы безопасности, которая переходит от постоянного мониторинга к работе только с подтвержденными инцидентами [5].

Библиографический список

1. Чернова, Е. Ю. Безопасность на производстве / Е. Ю. Чернова, Э. А. Кузнецова // Молодой ученый. – 2020. – № 24 (314). – С. 535-538. – URL: <https://moluch.ru/archive/314/71477>. (дата обращения: 25.03.2026)
2. Видеоаналитика на производстве // 1С:Промбезопасность. – URL: <https://www.1c-prombez.ru/dt/videoanalitika-na-proizvodstve/> (дата обращения: 25.03.2026).
3. Работа с YOLOV8. Детекция, сегментация, трекинг объектов, а также подготовка собственного дата-сета и обучение // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/articles/821971/> (дата обращения: 25.03.2026).
4. Как работает Object Tracking на YOLO и DeepSort // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/articles/514450/> (дата обращения: 25.03.2026).
5. Видеоаналитика – мощное оружие в борьбе с производственным травматизмом // Control Engineering Россия. – URL: <https://controlengrussia.com/ohrana-truda/videoanalitika/> (дата обращения: 25.03.2026).

Милехина Виктория Дмитриевна, гр. 545
Руководитель: **Ремизова Ирина Викторовна**
ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ УСТАНОВКИ В СРЕДЕ MasterSCADA 4D

Современное управление инженерными системами зданий все чаще базируется на технологиях информационного моделирования (BIM) и цифровых двойников (Digital Twin). В отличие от статичной BIM-модели, фиксирующей геометрические и физические характеристики объекта, цифровой двойник представляет собой динамически обновляемую виртуальную копию, получающую данные с датчиков в реальном времени. Цель работы – создание цифрового двойника приточно-вытяжной установки (ПВУ) с использованием программных продуктов MasterSCADA 4D и MasterDigitalTwin.

В ходе выполнения работы спроектирована функциональная схема автоматизации ПВУ, включающая приточный и вытяжной каналы, фильтры, калорифер, вентиляторы и регулирующие заслонки. На основе схемы сформирован перечень входных/выходных сигналов (дискретных и аналоговых). В среде MasterSCADA 4D разработана мнемосхема с использованием библиотеки HVAC, представляющая набор специализированных графических элементов для визуализации систем отопления, вентиляции и кондиционирования, реализована динамизация параметров путем привязки графических

элементов к логическим сигналам проекта. Выполнен импорт BIM-модели с помощью технологии MasterDigitalTwin и последующая привязка параметров к элементам модели, что позволило объединить геометрическую информационную модель с динамическими данными.

Для проверки работоспособности разработанной мнемосхемы создана математическая модель наружной температуры воздуха, учитывающая сезонный линейный тренд, суточные гармонические колебания и случайные флуктуации. Модель параметризована для климатических условий Санкт-Петербурга в октябре. Программная реализация выполнена на языке C# и интегрирована в проект MasterSCADA 4D, значение температуры отображается на тренде в режиме, близком к реальному времени.

Результаты работы демонстрируют принципиальную возможность создания функционирующего цифрового двойника ПВУ на базе отечественного ПО. Дальнейшее развитие работы предполагает подключение к реальным источникам данных и внедрение элементов прогнозной аналитики.

Амаев Матвей Дмитриевич, гр. 538

Руководитель: Никешин Владислав Геннадьевич
ВШТЭ СПбГУПТД

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Современное промышленное производство характеризуется высокой конкуренцией, ужесточением требований к качеству продукции и необходимостью обеспечения устойчивости технологических процессов. В этих условиях применение методов искусственного интеллекта (ИИ) для оценки качества изделий приобретает системообразующее значение, обеспечивая повышение точности контроля, сокращение доли брака и оптимизацию ресурсных затрат [1].

Приоритетным направлением является визуальная инспекция на базе компьютерного зрения и глубокого обучения. Сверточные нейронные сети демонстрируют высокую эффективность при выявлении поверхностных дефектов, нарушений геометрии и аномалий покрытия. Использование предобученных моделей и подходов transfer learning сокращает трудозатраты по подготовке решений для конкретных изделий и повышает устойчивость к ограниченным вариантам размеченных данных. Интеграция спектрального и термографического анализа расширяет возможности обнаружения скрытых дефектов и неоднородностей материалов [2].

Переход к предиктивной модели контроля качества позволяет прогнозировать вероятность брака на основе параметров технологического процесса, состояния оборудования и исторических данных. Модели машинного обучения, встроенные в систему управления производством (MES), обеспечивают автоматическое формирование корректирующих действий и сокращают время реакции на отклонения. Это способствует снижению доли дефектной продукции и оптимизации эксплуатационных режимов [3].

Архитектурные решения и обработка на периферии.

Практическая реализация систем оценки качества варьируется от централизованных облачных платформ до распределенной обработки на периферийных устройствах (edge computing). Обработка данных на периферии уменьшает задержки и объемы передачи, обеспечивая оперативную отбраковку и адаптивное управление линией в реальном времени. Гибридная архитектура, где первичная фильтрация выполняется на edge, а глубокая аналитика – в облаке, доказала свою эффективность в промышленных сценариях [4].

Ключевым ограничением остается качество исходных данных: шум, неполнота и недостаточная репрезентативность дефектных образцов ухудшают точность моделей. Для повышения надежности применяются методы аугментации и синтетической генерации

выборки, active learning и регулярная рекалибровка моделей в эксплуатации. Важной задачей является обеспечение объяснимости решений ИИ: применение методов ХАИ и формализация процедур валидации позволяют повысить доверие операционного персонала и обеспечить воспроизводимость результатов.

Внедрение ИИ требует оценки экономической целесообразности с учетом капитальных затрат, интеграционных работ и подготовки персонала. Рекомендуется поэтапный подход: пилоты на критичных участках с измеримыми KPI, последующее масштабирование успешных решений и мониторинг экономического эффекта.

В дальнейшем ожидается усиление регуляторных требований к верификации и прозрачности систем ИИ в промышленности, формирование отраслевых рекомендаций и стандартов. Технологически вероятно распространение цифровых двойников, гибридных моделей и интеграция AR/VR-инструментов для поддержки обслуживания и обучения персонала. Снижение стоимости сенсоров и рост доступности вычислительных мощностей расширят возможности мониторинга и аналитики в реальном времени.

Библиографический список

1. Ассоциация по развитию промышленной робототехники (АНПР). Применение компьютерного зрения в промышленном контроле качества, 2020. – URL: <https://anpr.ru/publications/computer-vision-quality-control> (дата обращения: 25.03.2026).
2. Центральный научно-исследовательский институт электронной техники (ЦНИИЕТ). Методы неразрушающего контроля с использованием ИИ, 2021. – URL: <https://cniiet.ru/publications/nondestructive-ai> (дата обращения: 26.03.2026).
3. Ростех. Промышленные цифровые решения: предиктивная аналитика и контроль качества, 2020. – URL: <https://rostec.ru/news/predictive-analytics-quality-control> (дата обращения: 29.03.2026).
4. Институт проблем робототехники РАН (ИПР РАН). Edge computing и его применение в промышленной инспекции, 2021. – URL: <https://ipr.ru/research/edge-computing-industrial-inspection> (дата обращения: 27.03.2026).

Губин Александр Сергеевич, гр. 545

Руководитель: Романов Александр Владимирович
ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДБОРА РЕЦЕНЗЕНТОВ ДЛЯ НАУЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Электронные научные журналы становятся основным каналом распространения исследовательских результатов. Ряд журналов (платформа OJS 3.4) сталкивается с необходимостью оптимизации редакционных процессов. Наиболее трудоемким этапом является подбор квалифицированных рецензентов для экспертной оценки статей.

Традиционный ручной подбор требует значительных временных затрат – процесс занимает от нескольких часов до дней. Присутствует фактор субъективности – выбор может основываться на личных предпочтениях или ограниченной информации. Редактор может не знать обо всех подходящих экспертах, что сужает круг потенциальных рецензентов.

В связи с этим возникает потребность в автоматизации подбора с применением методов машинного обучения и обработки естественного языка. Использование векторных представлений текстов и семантического поиска позволяет перейти от сопоставления ключевых слов к глубокому анализу тематического содержания статей и профилей экспертов.

Целью работы является разработка системы автоматического подбора рецензентов с использованием методов машинного обучения. Разработан ML-конвейер, включающий экспорт данных, векторизацию текстов, построение профилей экспертов и расчет тематического сходства.

Выполнен экспорт метаданных опубликованных статей из базы данных OJS. Написан скрипт, выполняющий SQL-запрос к таблицам базы данных, отбирающий статьи со статусом «опубликовано». Результат сохранен в JSON-файл, где каждая запись содержит заголовок, аннотацию, ключевые слова, авторов и поле `ml_text` – конкатенацию текстовых полей для обработки.

Выполнена векторизация текстов с использованием модели `paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2` из библиотеки `Sentence Transformers`. Модель выбрана за поддержку русского языка, компактный размер и специализацию на семантическом поиске. Для каждой статьи текст подается на вход модели, возвращающей вектор из 384 чисел – координату точки в семантическом пространстве.

Сформированы профили экспертов. Алгоритм группирует статьи по email авторов, затем для каждого эксперта вычисляет средний вектор всех публикаций. Подход позволяет получить обобщенное представление о научных интересах эксперта. Дополнительно в профиль сохранены количество статей, список публикаций и уникальные ключевые слова.

Центральный компонент системы – алгоритм подбора рецензентов. При поступлении новой статьи она векторизуется аналогично базе. Затем для каждого эксперта вычисляется косинусное сходство между вектором статьи и вектором профиля. Авторы новой статьи исключаются из кандидатов для предотвращения конфликта интересов. Эксперты сортируются по убыванию сходства, редактору предлагается топ-5 рекомендаций.

Разработан веб-интерфейс на базе `Flask`. Редактор вводит заголовок, аннотацию и ключевые слова статьи, после чего система за 2–3 секунды возвращает список рекомендованных рецензентов с процентами сходства и информацией об их публикационной активности.

Система протестирована на реальных данных журнала. В большинстве сценариев наиболее релевантные эксперты попадали в топ-3 рекомендаций. Практическая значимость работы заключается в сокращении времени подбора рецензентов с нескольких часов до нескольких секунд и повышении объективности выбора за счет семантического анализа.

В рамках дальнейшей работы планируется расширить базу экспертов, реализовать прямую интеграцию с OJS и добавить модуль учета конфликтов интересов.

Красильникова Виталина Евгеньевна, гр. 518
Руководитель: **Никешин Владислав Геннадьевич**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЛИЗНЫ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

В целлюлозно-бумажной промышленности контроль качества готовой продукции является одной из ключевых задач автоматизации производства. Особое место среди показателей качества бумаги занимает белизна – характеристика, определяющая степень отражения света поверхностью бумажного листа. Традиционные методы измерения белизны основаны на использовании спектрофотометров и денситометров, которые имеют ряд недостатков: высокая стоимость оборудования, необходимость регулярной калибровки, дискретность измерений и невозможность оценки равномерности белизны по всей площади полотна.

Целью данной работы является обоснование возможности использования сверточных нейронных сетей для оперативной оценки белизны бумажного полотна непосредственно в процессе его движения по конвейеру. Актуальность исследования обусловлена необходимостью перехода от дискретного лабораторного контроля к непрерывному мониторингу качества с обратной связью в системе управления технологическим процессом. В отличие от стационарных измерителей, работающих в одной точке, нейросетевая система

может контролировать всю ширину полотна одновременно, выявляя зоны с неравномерной белизной.

В основе предлагаемого подхода лежит предположение, что белизна бумаги коррелирует с ее текстурными характеристиками на микроуровне. Распределение волокон целлюлозы, наличие наполнителей и оптических отбеливателей формируют уникальную пространственную структуру отражающей способности поверхности, которую можно зафиксировать с помощью промышленной камеры, установленной непосредственно над движущимся полотном. Для обеспечения работы на высокой скорости конвейера необходимо использовать легковесные архитектуры CNN, оптимизированные по размеру и времени вывода. WERegNet применяет разделение стандартной свертки на поканальную обработку и последующее точечное смешивание, что сокращает число параметров в 5–7 раз. Это позволяет достичь скорости 120–150 кадров в секунду при размере модели 4,2 МБ и точности MAE менее 1,2 % для диапазона белизны 60–95 %. MobileNetV3 обеспечивает 200 FPS при 3,5 МБ, что дает запас по производительности даже на максимальных скоростях конвейера. YOLOv8-reg (1,35 МБ, 175 FPS) дополнительно позволяет одновременно детектировать дефекты поверхности: пятна, отверстия, масляные загрязнения.

Входными данными сети являются изображения поверхности бумажного полотна в отраженном свете, полученные с помощью КМОП-камеры с LED-подсветкой с цветовой температурой 6500 К (имитация стандартного источника освещения D65). Камера синхронизирована со скоростью движения полотна, что обеспечивает захват кадров без смазывания. Сеть выполняет регрессию, на выходе формируя численное значение белизны в процентах по шкале ISO 2470 для каждого участка полотна. Результат передается в SCADA-систему, где может быть использован для автоматической корректировки дозирования отбеливающих реагентов.

Одной из ключевых проблем при внедрении CNN в реальное производство на движущемся конвейере является изменчивость условий освещения, вибрация оборудования, биение бумажного полотна (изменение расстояния до камеры на 5–10 мм) и загрязнение оптики. Для решения этих проблем предлагается использовать методы предварительной обработки изображений, включающие нормализацию освещенности на основе ретинекс-подхода, разделяющего изображение на компоненту освещения (фон) и компоненту отражения (текстура), а также фильтрацию высокочастотных шумов. Дополнительно может применяться калибровка по данным ультразвукового датчика расстояния, позволяющая скорректировать измеряемую белизну в зависимости от дистанции до полотна. Внедрение такой системы непосредственно на конвейере обеспечивает переход от реактивного управления (лабораторный анализ с задержкой до часа) к проактивному (мгновенная обратная связь), что снижает расход химикатов на 5–7 % и уменьшает количество некондиционной продукции.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о перспективности применения сверточных нейронных сетей для оценки белизны бумажного полотна.

Чернова Дарья Вячеславовна, гр. 534

Руководитель: Литвинова Александра Владимировна
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Промышленный дизайн охватывает широкий спектр задач: от проектирования внешнего вида оборудования и интерфейсов до разработки комплексных решений по организации производственных пространств. В контексте систем управления производством дизайн способствует созданию интуитивно понятных интерфейсов, что снижает вероятность ошибок операторов и ускоряет процесс обучения персонала.

Эргономичные решения в проектировании пультов управления, рабочих станций и средств визуализации данных позволяют операторам быстрее реагировать на изменения в технологическом процессе, принимать обоснованные решения и эффективно взаимодействовать с автоматизированными системами. Это особенно важно в условиях высокой сложности и динамичности современных производств, где скорость и точность управления напрямую влияют на экономические показатели предприятия.

Внедрение дизайнерских подходов позволяет оптимизировать расположение элементов управления, улучшить визуализацию и повысить скорость принятия решений. В качестве примера можно привести внедрение принципов human-centered design при разработке интерфейсов для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на предприятиях нефтегазовой отрасли. Например, на одном из крупных российских нефтеперерабатывающих заводов была проведена модернизация операционных залов, где за основу взяли человеко-ориентированный подход. Особое внимание уделили эргономике рабочих мест: расположение мониторов, органов управления и средств связи было спроектировано с учетом физиологических особенностей операторов и специфики их задач.

В результате внедрения таких дизайнерских решений удалось сократить время реакции персонала на внештатные ситуации, снизить количество ошибок, связанных с неправильной интерпретацией данных. Кроме того, улучшились условия труда операторов, что положительно сказалось на их работоспособности и мотивации. Этот пример наглядно демонстрирует, как промышленный дизайн и человеко-ориентированный подход способствуют повышению эффективности и безопасности на сложных российских производствах.

Анализ успешных российских и зарубежных кейсов подтверждает, что промышленный дизайн способен существенно повысить эффективность производства. Внедрение эргономичных пультов управления на предприятиях машиностроения позволило сократить время наладки оборудования и уменьшить количество брака. В энергетической отрасли дизайнерские решения по компоновке щитов управления способствовали снижению утомляемости персонала и повышению надежности работы систем.

Нурахметова Карина Салаватовна, гр. 518
Руководитель: **Никешин Владислав Геннадьевич**
ВШТЭ СПбГУПТД

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

В условиях цифровой трансформации промышленности и инфраструктурных отраслей концепция цифровых двойников становится одним из ключевых направлений развития систем автоматизации. Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель физического объекта, процесса или системы, которая существует в едином информационном пространстве с оригиналом и обеспечивает двусторонний обмен данными в реальном времени [1]. Актуальность темы обусловлена тем, что традиционные системы автоматизации позволяют лишь собирать и визуализировать данные.

В научной и практической литературе выделяют несколько уровней зрелости цифровых двойников [1]:

- **Цифровая модель** – ручной обмен данными между физическим объектом и его виртуальным представлением.
- **Цифровая тень** – автоматический поток данных от объекта к модели, обратное влияние отсутствует.
- **Цифровой двойник** – двусторонний автоматический обмен данными, возможность передачи управляющих воздействий и рекомендаций [2].

Переход от цифровой тени к полноценному цифровому двойнику требует внедрения интеллектуальных механизмов [3]. Ключевые функции ИИ в составе цифровых двойников включают:

1. **Прогнозирование состояния оборудования.** Методы машинного обучения (регрессионные модели, LSTM, градиентный бустинг) позволяют прогнозировать остаточный ресурс и вероятность отказов, обеспечивая переход к обслуживанию по фактическому состоянию [2].

2. **Сценарное моделирование и оптимизация.** ИИ перебирает множество комбинаций параметров, находит оптимальные режимы работы и предлагает их оператору или передает в систему управления [4].

3. **Идентификация аномалий.** Нейросетевые методы (автоэнкодеры, обнаружение выбросов) выявляют отклонения на ранних стадиях, когда пороговые методы неэффективны [3].

4. **Интерпретация данных.** ИИ преобразует потоки сырых данных с датчиков в осмысленную информацию, снижая когнитивную нагрузку на оператора.

Применение ИИ в цифровых двойниках позволяет достичь эффектов, недоступных традиционным системам автоматизации: повышение точности прогнозов, сокращение времени простоя оборудования, снижение эксплуатационных затрат и увеличение срока службы активов.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых двойников сопряжено с рядом проблем [3]:

- **Качество данных.** Пропуски, неоткалиброванные датчики, отсутствие временной синхронизации снижают точность моделей. Подготовка данных может занимать до 80 % времени разработки.

- **Вычислительная сложность.** Нейросетевые модели требуют значительных ресурсов, обеспечение работы в реальном времени технически сложно [4].

- **Интеграция с существующими системами.** Совместимость с унаследованными системами автоматизации (SCADA, DCS) без остановки производства является нетривиальной задачей.

Цифровые двойники представляют собой закономерный этап эволюции систем автоматизации, обеспечивая переход от реактивного управления к проактивному. Искусственный интеллект играет в этом процессе ключевую роль, предоставляя механизмы прогнозирования, оптимизации и сценарного моделирования [2, 3]. С точки зрения прикладной информатики, создание цифрового двойника требует решения сложных архитектурных задач: интеграции разнородных данных, обеспечения работы в реальном времени и совместимости с существующими системами.

Библиографический список

1. Крицингер В. и др. Цифровые двойники в производстве: категориальный обзор литературы и классификация // Труды IFAC-PapersOnLine. – 2018. – Т. 51, № 11. – С. 1016-1022.
2. Тао Ф. и др. Цифровые двойники в промышленности: современное состояние // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Т. 15, № 4. – С. 2405-2415.
3. Вдовин С. М., Сальников А. А., Холод И. И. Гибридное моделирование в задачах создания цифровых двойников промышленных объектов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 3. – С. 27-34.
4. Боровков А. И. и др. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: подходы к созданию и масштабированию // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 7-20.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АГРЕГИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ГРАНТОВЫХ КОНКУРСОВ

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы была выбрана тема, связанная с разработкой информационной системы для агрегирования и анализа грантовых конкурсов. Выбор данной темы обусловлен необходимостью упрощения поиска и обработки информации о доступных конкурсах, которая в настоящее время представлена на различных разрозненных интернет-ресурсах.

На сегодняшний день пользователи, заинтересованные в участии в грантовых программах, сталкиваются с рядом сложностей, связанных с поиском актуальной информации. Данные о конкурсах публикуются на различных сайтах, имеют разный формат представления и не всегда удобны для анализа. Это приводит к необходимости вручную просматривать большое количество источников, что является неэффективным и затратным по времени.

Разработка единой системы, позволяющей автоматически собирать информацию из различных источников, обрабатывать ее и предоставлять пользователю в структурированном виде, позволяет значительно упростить данный процесс. Такая система может выступать в роли агрегатора, объединяющего данные о конкурсах и предоставляющего инструменты для их фильтрации и анализа. Агрегатор – сайт, который агрегирует (собирает) и классифицирует информацию и предложения разных компаний на одном ресурсе [1].

В ходе выполнения работы предполагается создание веб-приложения, обеспечивающего доступ к базе данных конкурсов через удобный интерфейс [2]. Пользователь сможет осуществлять поиск по различным параметрам, таким как регион проведения конкурса, его статус или сроки, а также получать краткую и полную информацию о каждом конкурсе. Дополнительно предусматривается возможность перехода к первоисточнику для более детального ознакомления с условиями участия.

При разработке системы были использованы современные инструменты и технологии, позволяющие реализовать функционал сбора и обработки данных, а также их последующего отображения. Особое внимание уделяется удобству пользовательского интерфейса и возможности дальнейшего расширения функциональности системы.

Созданная информационная система предназначена для решения практической задачи – повышение доступности информации о грантовых конкурсах и упрощение работы с ней, что делает ее актуальной и востребованной в условиях развития цифровых сервисов.

Принцип работы системы основан на автоматизированном получении данных из внешних источников. Полученная информация проходит этап предварительной обработки, включающий очистку текстовых данных от служебных элементов и приведение их к единому формату. После этого данные сохраняются в базе данных, где обеспечивается их структурированное хранение и возможность последующего обновления.

Далее реализуется механизм взаимодействия с пользователем через веб-интерфейс, позволяющий формировать запросы к базе данных с использованием различных фильтров. В зависимости от выбранных параметров система выполняет выборку данных, сортирует их и отображает в удобном виде. При необходимости пользователь может перейти к исходному источнику информации для получения более подробных сведений о конкурсе.

Система функционирует как единый инструмент, объединяющий процессы сбора, обработки, хранения и представления данных, обеспечивая эффективную работу с информацией о грантовых конкурсах.

Библиографический список

1. Что такое сайт-агрегатор, как его создать и продвинуть. – URL: <https://www.calltouch.ru/blog/chto-takoe-sajt-agregator-opredelenie-sozdanie-i-prodvizhenie-spisok-sajtov-agregatorov-tovarov-i-uslug/>. (дата обращения: 22.03.2026).
2. Что такое интерфейс. – URL: <https://thecode.media/chto-takoe-interfeys/>. (дата обращения: 22.03.2026).

Шапкина Ирина Алексеевна, гр. 142

Руководитель: Янчукович Светлана Георгиевна

ВШТЭ СПбГУПТД

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОКОВ ВОД

Промышленные сточные воды нефтеперерабатывающих, химических и машиностроительных предприятий представляют собой сложные многокомпонентные смеси, содержащие токсичные вещества, стойкие эмульсии, ионы тяжелых металлов и трудноокисляемую органику. Сброс таких стоков наносит серьезный ущерб окружающей среде, а их очистка остается одной из наиболее сложных задач.

Электрохимическая очистка сточных вод основана на совокупности процессов, протекающих при пропускании постоянного электрического тока через обрабатываемую жидкость:

1. Электрокоагуляция. При пропускании электрического тока через растворимые электроды (например, железные или алюминиевые) в воду переходят ионы металла. Они образуют хлопья, которые действуют как магнит для загрязнений: захватывают взвешенные частицы, коллоиды и органические молекулы. В результате загрязнения связываются и выпадают в осадок.

2. Электрофлотация. В процессе электролиза воды на электродах выделяются мельчайшие пузырьки газа водорода и кислорода. Эти пузырьки поднимаются на поверхность, прилипают к хлопьям загрязнений и выносят их вверх. Так на поверхности образуется пенный слой, который легко удалить.

3. Прямое электрохимическое окисление/восстановление. На поверхности анода органические загрязнители разрушаются напрямую, превращаясь в углекислый газ и воду. А на катоде, наоборот, ионы тяжелых металлов восстанавливаются: они переходят в нерастворимые формы или оседают на электроде, удаляясь из воды.

4. Образование активных форм. Если в воде присутствуют хлориды, в процессе электролиза генерируются активные соединения: хлор, озон и гидроксильные радикалы. Это мощные окислители. Они разлагают стойкие органические вещества (фенолы, нефтепродукты, синтетические моющие средства) и обеспечивают обеззараживание воды.

Электрохимическая очистка сточных вод представляет собой высокоэффективный и технологически гибкий метод очистки сложных промышленных стоков. Как показано в работе, сочетание различных процессов позволяет решать широкий спектр задач.

Ключевыми преимуществами метода являются отсутствие необходимости в завозе и хранении опасных реагентов, компактность оборудования, возможность полной автоматизации и минимальный объем вторичных отходов (осадка).

Чтобы оценить преимущества электрохимической технологии, сравним ее с двумя традиционными методами очистки – реагентным и биологическим:

1. Реагентная очистка: добавление химических реагентов (коагулянтов, флокулянтов, окислителей) для осаждения загрязнений.

Недостатки метода:

- постоянные затраты на закупку, доставку и хранение реагентов;
- образуется огромный объем токсичного осадка, требующего утилизации;
- слабо разрушает стойкие эмульсии.

2. Биологическая очистка: разложение органических загрязнений микроорганизмами активного ила.

Недостатки метода:

- бессилен перед токсичными веществами (тяжелые металлы, фенолы, цианиды убивают микроорганизмы);
- требует больших площадей;
- длительное время очистки (часы-сутки).

Для очистки сложных промышленных стоков электрохимический метод по многим параметрам превосходит существующие традиционные решения. При этом электрохимическая технология может успешно применяться как самостоятельно (особенно на предприятиях с ограниченными площадями и жесткими требованиями к безопасности), так и в составе комбинированных схем водоподготовки, обеспечивая достижение нормативных показателей сброса даже при сложном многокомпонентном составе сточных вод.

Кормановский Кирилл Александрович, гр. 538

Руководитель: Новиков Александр Игоревич

ВШТЭ СПбГУПТД

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНЫХ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

В современной экономике и технике мы все чаще сталкиваемся с процессами, которые ведут себя непредсказуемо. Их статистические показатели – средние значения или разброс данных – постоянно плавают, из-за чего классические «жесткие» модели вроде линейной регрессии быстро становятся бесполезными. На смену им приходят адаптивные методы, способные переучиваться буквально на лету. Когда тренды смещаются или происходят резкие структурные сдвиги, такие модели используют принцип информационного обесценивания прошлого [1]. Они сознательно считают старые данные менее значимыми, чем новые, и через механизм обратной связи используют каждую ошибку прогноза для моментальной самокорректировки.

Фундамент этой методологии держится на нескольких проверенных подходах. Например, модели Хольта-Уинтерса используют экспоненциальное сглаживание, где вес старых событий убывает в геометрической прогрессии, а скорость реакции системы на перемены задается специальными параметрами. Если же нужно обновлять коэффициенты регрессии с приходом каждой новой точки, не пересчитывая всю огромную базу заново, на помощь приходит рекуррентный метод наименьших квадратов. В более сложных и «шумных» условиях, где важно отсеять случайные помехи от реального сигнала, лучшим инструментом считается фильтр Калмана, который описывает процесс через пространство состояний [2, 3].

Работа с такими моделями начинается с диагностики – анализа структурных сдвигов и проверки данных на устойчивость, например, с помощью теста Дики-Фуллера. Затем наступает самый тонкий момент: выбор коэффициента дисконтирования. Здесь важно найти баланс между устойчивостью к случайному шуму и чувствительностью к реальным переменам. Чтобы модель не «ушла вразнос», ее состояние постоянно отслеживают через контрольные карты ошибок, которые подают сигнал, если прогноз перестал попадать в тренд. Сегодня эти процессы все чаще доверяют нейросетям типа LSTM или GRU [4, 5]. Благодаря онлайн-обучению и градиентному спуску в реальном времени они улавливают сложнейшие зависимости, которые раньше были недоступны. В конечном счете переход к таким динамическим системам – это единственный способ минимизировать риски в условиях рыночной неопределенности.

Библиографический список

1. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003.

2. Box G. E. P., Jenkins G. M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Wiley, 2015.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – Вильямс, 2019. (Раздел по адаптивным фильтрам).
4. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. Forecasting: Principles and Practice. – OTexts, 2021.
5. Тихонов Э. Е. Методы прогнозирования в экономике. – Невинномысск, 2006.

Иванов Дмитрий Михайлович, гр. 538
Руководитель: **Ремизова Ирина Викторовна**
ВШТЭ СПбГУПТД

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: ВОСТРЕБОВАННОСТЬ И АКТУАЛЬНОСТЬ

Современный уровень информатизации общества предопределяет использование новейших технических и программных средств в различных системах передачи информации. Здесь под системой подразумевается комплекс элементов, связанных между собой для достижения конкретной цели. Чтобы система стала информационной, ее нужно структурировать, тем самым распределить элементы системы по уровням иерархии. Основная функциональность информационной системы включает в себя обработку информации, передачу, хранение и накопление данных.

Информационные системы обладают рядом свойств. Главные из них – сложность, целостность, многообразие и делимость. Сложность определяется количеством составляющих информационной системы, взаимодействия внутренних и внешних связей. Функционирование всех элементов системы подчинено одной цели, что отражает целостность системы. Многообразие элементов системы отличает их по характеру и функциям из-за своей автономности и уникальных задач.

Общая информатизация общества, обилие потоков данных приводит к необходимости снижать участие человека в процессе сбора, обработки и анализа информационного потока, вводя в обращение понятие автоматизированной информационной системы (АИС).

Автоматизированная информационная система – это человеко-машинная система с автоматизированной технологией получения результатной информации, необходимой для информационного обслуживания специалистов и оптимизации процесса управления в различных сферах человеческой деятельности.

В основе АИС лежат две подсистемы, использующиеся для планирования, контроля, учета, анализа и управления объектами. Функциональная подсистема, отвечающая за решение основных задач, ради которых и создавалась АИС. И обеспечивающая подсистема, включающая в себя техническое и программное обеспечение системы.

Наиболее популярным примером классической системы АИС является автоматизированная система управления предприятием (АСУП). Основная задача АИС АСУП – это решение задач, связанных с организацией, управлением и экономикой предприятия.

Таким образом, АИС востребованы, разнообразны, и использование данного типа систем приносит ряд преимуществ, таких как повышение эффективности работы предприятия, повышение качества управления и др.

Ловков Роман Романович, гр. 7-529
Руководитель: **Хардинов Евгений Васильевич**
ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИМ АГРЕГАТОМ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Разработка системы автоматического управления газоперекачивающими агрегатами (САУ ГПА) на отечественных комплектующих сегодня приобретает принципиальное значение в контексте технологической независимости нефтегазовой отрасли.

Импортозависимость в сфере критичных элементов систем управления создает как экономические, так и технологические риски, включая задержки в поставках, невозможность быстрого сервисного обслуживания и ограниченное внедрение инноваций. Для крупных промышленных предприятий, таких как компрессорные станции, это особенно актуально, учитывая необходимый уровень надежности и безопасности работы оборудования.

Одним из важнейших аспектов разработки является локализация элементной базы САУ. Применение российских программируемых логических контроллеров, таких как Regul R600, успешно используется для замещения зарубежных решений в системах автоматического управления газотурбинными установками. Такой подход значительно снижает зависимость от импорта при сохранении требований к надежности функционала. Практические проекты, реализованные на промышленных объектах ПАО «Газпром», подтверждают эффективность и перспективность внедрения отечественных автоматизированных систем.

Аспекты внедрения отечественных автоматизированных систем:

1. Проведение технического обследования оборудования, выявление интерфейсов взаимодействия с текущими автоматизированными системами и определение точек подключения компонентов отечественной САУ.

2. Адаптация программного обеспечения и аппаратных средств к особенностям конкретного объекта, включая климатические условия, нагрузочные режимы и требования безопасности.

3. Монтаж и наладка оборудования: установка управляющей аппаратуры, прокладка необходимого кабельного хозяйства и интеграция с общесистемными сетями передачи данных.

Разработка САУ ГПА на базе отечественных комплектующих обусловлена как стратегическими задачами импортозамещения и технологической независимости, так и необходимостью повышения надежности, безопасности и эффективности работы газоперекачивающего оборудования. Комплексные решения, адаптированные к требованиям российских предприятий и обеспечивающие гибкое управление с использованием современных методов обработки данных, являются ключевыми для устойчивого развития нефтегазовой отрасли в условиях технологических вызовов и санкционных ограничений.

Слюта Андрей Олегович, гр. ИКТК-21
СПбГУТ
Руководитель: **Слюта Марина Олеговна**
ВШТЭ СПбГУПТД

КОНЦЕПЦИИ РАБОТЫ С ХРАНИЛИЩЕМ В ОРКЕСТРАТОРАХ

Оркестратор контейнеров – это система, которая автоматически запускает, останавливает, перезапускает и распределяет контейнеры по серверам. Контейнером называют изолированную среду, в которой работает приложение вместе с нужными ему библиотеками. Такой подход упрощает развертывание, однако порождает проблему данных:

контейнер легко удалить и создать заново, но база данных, пользовательские файлы и журналы работы должны сохраниться. Поэтому для приложений, которым важно состояние, вопрос хранения данных становится таким же важным, как и запуск самих контейнеров.

Здесь важно различать два типа сервисов. Stateless – приложения обычно не хранят важные данные внутри своего экземпляра и могут быть перезапущены почти без последствий. Stateful – приложения, напротив, зависят от сохранения состояния: к ним относятся базы данных, брокеры сообщений и файловые сервисы. Для них требуется постоянное хранилище, то есть ресурс, который существует независимо от конкретного контейнера и остается доступным после его перезапуска. В данной статье эти принципы рассматриваются на примере Kubernetes как наиболее распространенного оркестратора контейнеров.

В Kubernetes работа с данными организуется через несколько основных абстракций. Persistent Volume (PV) – это доступный кластеру ресурс хранения. Persistent Volume Claim (PVC) – запрос приложения на такой ресурс с нужным объемом и параметрами доступа. Storage Class (класс хранилища) задает правила, по которым хранилище выделяется автоматически: тип диска, скорость, политика удаления и другие параметры, а CSI-драйверы (Container Storage Interface – стандартный интерфейс подключения внешних систем хранения) обеспечивают связь Kubernetes с конкретной системой хранения, например с сетевым диском или облачным томом – виртуальным блочным устройством, выступающим аналогом физического диска. Благодаря этому приложение работает не с физическим устройством напрямую, а с понятной логической моделью, что упрощает переносимость и администрирование.

Практически важным механизмом является динамическое выделение томов. Если приложение создает PVC и указывает подходящий Storage Class, система сама выделяет том – виртуальный диск, подключаемый к контейнеру нужного типа, и подключает его к Pod. Pod в Kubernetes – это минимальная единица запуска, внутри которой работает один или несколько контейнеров. Такой подход избавляет администратора от ручной подготовки отдельного ресурса для каждого сервиса и делает разворачивание более предсказуемым. После перезапуска Pod данные остаются доступными, пока сохраняется связанное с ним хранилище. Именно поэтому динамическое выделение томов широко используется при разворачивании баз данных и других сервисов, которые должны переживать сбои и обновления без потери информации.

Если приложение запускается в нескольких экземплярах и каждому из них требуется собственное состояние, используется StatefulSet. Этот механизм сохраняет устойчивые имена Pod и связывает каждую реплику – отдельный работающий экземпляр приложения с ее собственным томом. На практике StatefulSet часто применяют вместе с Volume Claim Templates, автоматически создающими отдельный PVC для каждой реплики, и Headless Service, который обеспечивает стабильные сетевые имена внутри сервиса. За счет этого после пересоздания Pod получает доступ именно к своему прежнему хранилищу. Однако наличие постоянного тома само по себе еще не гарантирует сохранность данных: необходимо учитывать режимы доступа, производительность, резервное копирование, снимки томов и проверку восстановления. Таким образом, работа с хранилищем в оркестраторах представляет собой не отдельную настройку, а важную часть общей архитектуры Stateful-приложений.

Коровкин Владислав Сергеевич, гр. ИКТК-21
СПбГУТ

Руководитель: Слюта Марина Олеговна
ВШТЭ СПбГУПТД

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ MESH-ТОПОЛОГИИ

ПРИМЕР РАБОТЫ WI-FI MESH

Для понимания принципов работы mesh-сетей необходимо, прежде всего, пояснить базовое понятие сетевой топологии. Топология – это схема соединения устройств в сети,

определяющая, каким образом компьютеры, маршрутизаторы и другие узлы связаны между собой. По аналогии с дорожной картой: устройства – это дома, а каналы связи – дороги между ними. Если все дороги ведут к одному перекрестку, это топология «звезда»; если дома выстроены в замкнутую цепь и каждый имеет ровно двух соседей – это «кольцо». От выбранной схемы зависит скорость передачи данных, устойчивость сети к сбоям и стоимость ее развертывания.

Слово mesh переводится с английского как «сетка», и это название точно отражает суть топологии: узлы в ней переплетены множеством связей, подобно нитям в ткани. Различают два варианта построения. Полный mesh предполагает, что каждый узел напрямую соединен со всеми остальными. Частичный mesh означает, что прямая связь существует только между соседними узлами, а до удаленных информация добирается, последовательно проходя через промежуточные. В обоих случаях сеть автоматически определяет оптимальный маршрут для каждого пакета данных, используя встроенные алгоритмы маршрутизации.

Основное достоинство mesh-топологии состоит в механизме самовосстановления. При выходе одного из узлов из строя остальные перенаправляют трафик по альтернативным путям, и пользователь может не заметить сбоя. Для сравнения: в топологии «звезда» отказ центрального маршрутизатора приводит к полной остановке сети. Помимо этого, mesh-сети обладают свойством самонастройки – при необходимости расширить покрытие достаточно установить дополнительный узел, и сеть включит его в работу автоматически, без ручного вмешательства администратора. Именно эти два качества – самовосстановление и самонастройка делают mesh-топологию особенно востребованной.

Наглядным практическим примером служат домашние Wi-Fi mesh-системы, выпускаемые под марками TP-Link Deco, Google Nest Wi-Fi, ASUS ZenWiFi и др. Комплект, как правило, состоит из основного маршрутизатора и нескольких дополнительных узлов сети. Маршрутизатор подключается к модему провайдера, а узлы размещаются в разных комнатах. Вся система функционирует под единым именем сети и паролем: при перемещении пользователя из одного помещения в другое его устройство автоматически переключается на ближайший узел с наилучшим уровнем сигнала, сохраняя непрерывность соединения.

В более продвинутых моделях для связи между узлами выделяется отдельный радиоканал обмена данными, что позволяет не снижать скорость пользовательского интернета за счет служебного трафика. Благодаря этому Wi-Fi mesh-системы эффективно устраняют мертвые зоны и обеспечивают равномерное покрытие на всей площади помещения.

Дудин Данила Николаевич, гр. 545
Руководитель: Ремизова Ирина Викторовна
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

В условиях цифровой трансформации промышленности и развития систем автоматизации и управления наблюдается устойчивая тенденция к внедрению цифровых образовательных технологий в процессы подготовки специалистов. Традиционные формы обучения постепенно дополняются и в ряде случаев заменяются электронными и дистанционными форматами, что обусловлено необходимостью обеспечения непрерывного профессионального развития, повышения доступности образовательных ресурсов и адаптации образовательных программ к быстро изменяющимся требованиям технологической среды [1].

Современные цифровые образовательные технологии обладают рядом существенных преимуществ, среди которых следует выделить возможность гибкой организации учебного процесса, индивидуализацию траекторий обучения, а также использование интерактивных форм представления информации. Особую значимость в данном контексте приобретают иммерсивные технологии, в частности, технологии виртуальной реальности, позволяющие

реализовывать моделирование сложных технических и производственных процессов в интерактивной форме.

Применение виртуальной реальности в образовательной практике обеспечивает повышение уровня наглядности и вовлеченности обучающихся, а также создает условия для формирования практических навыков за счет имитации реальных производственных ситуаций. Использование виртуальных сред позволяет осуществлять отработку сценариев управления технологическими процессами без риска для оборудования и персонала, что является критически важным в условиях функционирования сложных автоматизированных систем.

Вместе с тем анализ существующих образовательных решений в области подготовки специалистов для систем автоматизации и управления позволяет выявить ряд существенных ограничений. Большинство современных платформ ориентировано преимущественно на передачу теоретических знаний и не обеспечивает в полной мере реализацию практико-ориентированного обучения. Кроме того, наблюдается недостаточная представленность специализированных инструментов, направленных на формирование у обучающихся компетенций в области разработки иммерсивных обучающих средств, в том числе VR-тренажеров, предназначенных для моделирования технологических процессов [2].

Таким образом, формируется противоречие между возрастающей потребностью в практико-ориентированной подготовке специалистов с использованием технологий виртуальной реальности и ограниченными функциональными возможностями существующих образовательных платформ. Указанное противоречие обуславливает необходимость разработки новых подходов к организации образовательного процесса, основанных на интеграции иммерсивных технологий в системы подготовки специалистов в области автоматизации и управления.

Библиографический список

1. Грязнов, С. А. Цифровые технологии и трансформация образовательного процесса / С. А. Грязнов // Новая образовательная реальность. – 2022. – № 84. – С. 15-21.
2. Половинко, Е. В. Использование виртуальной и дополненной реальности в современном образовании / Е. В. Половинко, Н. Ю. Ботвинева, А. Б. Чебоксаров // Педагогическое образование. – 2023. – № 2. – С. 45-52.

Субботина София Алексеевна, гр. 512

Руководитель: Ковалев Дмитрий Александрович
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОБЛЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИЯ РАСХОДА ГАЗА НА СОБСТВЕННОЙ КОТЕЛЬНОЙ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность проблемы газоснабжения частных котельных в Ленинградской области обусловлена высокой волатильностью температур, протяжённостью газовых сетей и отсутствием адаптивного управления. Для отопления пяти двухэтажных каменных корпусов (общая площадь одного корпуса 2400 м²) и вспомогательных сооружений газовое отопление является экономически обоснованным, однако существующая система характеризуется перерасходом топлива из-за отсутствия учета погодных условий. Цель исследования – выявить узкие места газораспределения и предложить меры по экономии газа, включая внедрение метеорологической станции.

Современные подходы к газораспределению в автономных котельных [1] базируются на частотном регулировании горелок и коррекции по температуре наружного воздуха. Нормативы СП 402.1325800.2018 [3] требуют поддержания температуры внутреннего воздуха не ниже +20 °С при расчетной зимней температуре –26 °С для Ленинградской области. Пилотные проекты метеорологического регулирования (например, в Финляндии) показывают экономию газа до 15–20 % за счет сглаживания тепловых инерций зданий [2].

Критическими узлами являются:

- протяженный газопровод среднего давления (250 м от ГРП до котельной) с потерями до 8 % из-за устаревших редуцирующих клапанов [1];
- отсутствие коррекции подачи газа при порывах ветра (ветровая нагрузка увеличивает теплопотери на 25–30 % согласно [5]);
- сезонный перегрев в межсезонье (апрель, октябрь) из-за дискретного управления горелкой «вкл/выкл», что приводит к перерасходу газа до 12 % [4];
- нестабильность давления в сети (диапазон 1,8–2,6 кПа) при паспортном 2,0 кПа, что вызывает колебания расхода и снижение КПД горелок [1].

Для более корректной работы можно поставить датчики температуры, влажности, скорости ветра (ультразвуковой анемометр) и атмосферного давления на высоте 5 м; контроллер Siemens LOGO! с передачей данных по RS-485; исполнительный механизм – модулирующий клапан на газовой рампе. Алгоритм реального времени заключается в опросе датчиков каждые 10 с, фильтрации скользящим средним (60 с), вычислении целевой температуры подачи, ШИМ-управление клапаном с периодом 30 с. Оценка экономии по имитационной модели [2]: при потеплении на 1 °С расход газа снижается на 3,8 % (база – 45 м³/час при –10 °С). Годовая экономия прогнозируется в 18 600 м³ (при цене 7,2 руб./м³ – 134 тыс. руб.), срок окупаемости метеостанции (50 тыс. руб.) – 4,5 месяца.

Потенциал экономии газа для котельной мощностью 2,4 МВт составляет 14–19 % в зависимости от ветрового режима [2]. Чувствительность к цене газа: при росте тарифа на 10 % NPV проекта увеличивается на 22 тыс. руб. за 5 лет. Риски: дрейф датчиков (требуется калибровка раз в сезон, затраты 3 тыс. руб.), отказ алгоритма при гололеде (резервное ручное управление). Дополнительные расходы – модернизация ГРП (замена клапанов, 40 тыс. руб.) окупаются за 1,2 года за счет снижения потерь давления [1].

Проблемы газораспределения в котельной связаны с отсутствием адаптации к ветру и межсезонным перегревам. Внедрение метеорегулирования снижает расход газа на 15–18 % и повышает устойчивость системы [2, 4]. Дальнейшие исследования должны учитывать влажность и солнечную радиацию, а также интегрировать прогноз погоды на 6 часов [5].

Библиографический список

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник. – М.: МЭИ, 2016. – 472 с.
2. Jokisalo, J., Kurnitski, J. Impact of weather compensation on gas consumption in district heating. *Energy and Buildings*, 2020, vol. 215, 109893.
3. СП 402.1325800.2018. Здания жилые и общественные. Правила проектирования отопления и вентиляции.
4. Иванов А. В. Энергосбережение в системах газоснабжения котельных. – СПб.: Недра, 2019. – 156 с.
5. Методика расчета теплопотерь зданий с учетом ветра / НИИСФ РААСН. – М., 2021. – 34 с.

Козулин Артём Алексеевич, гр. 518-АУТ

Руководитель: **Лосев Виктор Константинович**

ВШТЭ СПбГУПТД

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Переход к концепции «Индустрия 4.0» ставит перед системами автоматизации задачу не просто стабилизации параметров, а предиктивной оптимизации ресурсов. В этом контексте цифровые двойники рассматриваются как один из ключевых инструментов повышения энергоэффективности промышленных предприятий наряду с киберфизическими системами и машинным анализом больших данных. В отличие от статичных имитационных моделей, цифровой двойник представляет собой динамическую виртуальную копию физической

системы, которая в реальном времени обменивается данными с контроллером через ПОТ-шлюзы, что позволяет проводить симуляцию различных сценариев и прогнозировать возможные отказы.

Главной проблемой развития таких систем является высокая сложность верификации модели. Для реальных химико-технологических или целлюлозно-бумажных производств характерна нестационарность параметров сырья, что приводит к расхождению виртуальной и физической сущностей («дрейф двойника»). В работе предлагается метод адаптивной калибровки на основе рекуррентных нейронных сетей (LSTM), который позволяет обновлять коэффициенты модели при каждом такте сбора данных с частотой до 100 мс. Как отмечается в исследовании, цифровизация энергосбережения требует внедрения именно таких интеллектуальных алгоритмов [1].

Перспективы внедрения цифровых двойников напрямую связаны с энергосбережением. Технология позволяет не только контролировать оборудование, но и прогнозировать его поведение, оптимизировать режимы работы и поддерживать обоснованные управленческие решения в реальном времени [2]. Экспериментальные данные показывают, что использование цифрового двойника для оптимизации режимов работы электропривода насосного агрегата позволяет снизить удельный расход электроэнергии на 12–15 % без потери производительности. Это достигается за счет предиктивного изменения уставки ПИД-регулятора в зависимости от прогноза гидравлического сопротивления сети, рассчитанного цифровым двойником за 5 минут до реального изменения процесса. Кроме того, внедрение цифровых двойников на промышленных предприятиях демонстрирует экономические эффекты, такие как снижение затрат, минимизация простоев и улучшение использования ресурсов [3].

Однако внедрение сдерживается отсутствием стандартизированных протоколов обмена данными между АСУ ТП (на базе отечественных контроллеров) и PLM-системами. Для решения проблемы предлагается использование унифицированного пространства имен OPC UA, развернутого на сервере Edge Computing. Это позволяет нивелировать задержки, вызванные работой облачных сервисов, что критично для управления в реальном времени. Современные подходы к созданию цифровых двойников на основе цифровых идентификационных моделей предлагают использовать идентификаторы в цепи обратной связи систем управления, формирующие точечные модели на основе ассоциативных знаний, что позволяет эффективно решать проблему синхронизации [4].

Таким образом, интеграция цифровых двойников в контур отечественных промышленных предприятий (например, в нефтепереработке и целлюлозно-бумажной отрасли) способствует сокращению времени простоя оборудования и повышению энергоэффективности. Оценка экономической эффективности таких внедрений требует разработки новых метрик и KPI, что становится отдельной задачей для управленческого учета. Дальнейшее развитие систем автоматизации должно идти по пути создания гибридных моделей, сочетающих физико-химические законы и машинное обучение.

Библиографический список

1. Ермолаев, К. А. Ключевые аспекты цифровизации энергосбережения на высокотехнологичных промышленных предприятиях / К. А. Ермолаев // Экономика и управление в машиностроении. – 2023. – № 5. – С. 34-37.
2. Применение IoT и цифровых двойников в электроэнергетических системах / А. И. Земцов, Е. Т. Ербаев, К. Т. Куптлеуова, Т. М. Харин, Н. Б. Ербаева, Э. Н. Куанов, Н. С. Каримов, Р. Р. Джапаров // Наука и образование. – 2025. – Т. 5, № 3 (80). – С. 328-336.
3. Цифровые двойники как инструмент оптимизации промышленных производственных процессов // Наука и образование: проблемы и перспективы. – 2025. – № 1 (25). – С. 43-48.
4. Методы синтеза цифровых двойников на основе цифровых идентификационных моделей производственных процессов / Н. Н. Бахтадзе, А. Е. Коньков, Д. В. Елпашев, В. Н. Кушнарев, К. С. Мухтаров, А. В. Пуртов, В. Е. Пятецкий, А. А. Черешко // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2024. – № 4. – С. 100-111.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ В КАНАЛЕ ЭКСТРУДЕРА НА ОСНОВЕ СИГНАЛА ТЕРМОПАРЫ С ДРЕЙФОМ «ХОЛОДНОГО СПАЯ»

Точность поддержания температуры по зонам цилиндра экструдера непосредственно определяет качество расплава и стабильность геометрических размеров экструдата. В большинстве промышленных систем автоматизации экструдеров применяются термопары типа J или K. Одной из наиболее распространенных проблем, возникающих при длительной эксплуатации, является дрейф температуры «холодного спая». Данный дрейф возникает вследствие нагрева клеммной колодки контроллера или изменения температуры в шкафу управления и может достигать 5–10 °С, что приводит к систематической ошибке измерения температуры расплава. Особенно остро эта проблема проявляется в летний период или при плохой вентиляции шкафов управления, когда температура внутри может подниматься до 40–50 °С.

Классические ПИД-регуляторы, работающие по сигналу термопары без коррекции СJS, воспринимают дрейф холодного спая как реальное изменение температуры в зоне экструдера. Это вызывает ложные управляющие воздействия: нагрев или охлаждение, которые не требуются по технологическому процессу. В результате возрастают энергозатраты, а при перегреве возможно термическое разложение полимера. При этом оператор на пульте видит стабильную температуру, не подозревая, что она измерена с ошибкой.

В работе предлагается алгоритм компенсации дрейфа холодного спая, основанный на установке дополнительного цифрового датчика температуры непосредственно на клеммы входа термопары в контроллере. Температура холодного спая измеряется каждые 10 секунд и используется для расчета скорректированного значения температуры горячего спая по формуле: $T_{\text{горячий}} = T_{\text{изм}} + (T_{\text{хол_спай_тек}} - T_{\text{хол_спай_калибр}})$. Калибровочное значение $T_{\text{хол_спай_калибр}}$ фиксируется при первоначальной настройке системы. Предложенный алгоритм не требует замены штатной термопары и может быть реализован на любом ПЛК с двумя свободными аналоговыми входами и интерфейсом 1-Wire.

Экспериментальная проверка проводилась на учебном стенде, моделирующем зону пластикации одношнекового экструдера. Без коррекции дрейфа при нагреве клеммной колодки с 22 до 35 °С ошибка регулирования температуры достигала 12 °С (уставка 220 °С). После внедрения алгоритма максимальное отклонение не превысило 1,2 °С. Дополнительным эффектом стало снижение частоты срабатывания ТЭНов на 18 % за счет устранения ложных импульсов нагрева.

Ограничением метода является необходимость периодической поверки цифрового датчика температуры холодного спая, однако его дрейф на два порядка ниже, чем у термопары без компенсации. Предложенное решение может быть рекомендовано для модернизации экструзионных линий с устаревшими контроллерами, где замена термопар на более точные датчики (РТ100) экономически нецелесообразна. Кроме того, метод не требует остановки производства на длительное время, так как все работы по установке датчика и доработке программы занимают не более одного часа.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНО-РЕЗАТЕЛЬНЫМИ СТАНКАМИ НА БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Продольно-резательные станки широко применяются в бумажной промышленности, что делает актуальным совершенствование систем их автоматизации и управления.

Ключевой проблемой остается недостаточная точность позиционирования режущих инструментов, напрямую ведущая к браку продукции. Решение здесь лежит в плоскости отказа от устаревших систем. Перспективным направлением становится внедрение высокоточных датчиков (энкодеры, лазерные триангуляторы), которые компенсируют люфты и тепловые деформации в реальном времени.

Тесно связана с этим проблема прогрессирующего износа механических компонентов и датчиков, делающая работу системы управления станком нестабильной во времени. Традиционное реактивное обслуживание здесь неэффективно. Выход – переход к системам предиктивного обслуживания. Анализ вибрации, токов потребления и дрейфа сигналов с датчиков позволяет прогнозировать отказ до его наступления, превращая износ из скрытой угрозы в управляемый параметр.

Еще один барьер – ограниченная интеграция с современными цифровыми системами управления производством (MES, ERP). Станки часто работают как «черные ящики». Перспектива – полная интеграция в концепцию «умного производства» через унифицированные протоколы (OPC UA, MQTT), что обеспечит обмен данными в реальном времени и централизованное управление заказами.

Четвертая проблема – отсутствие встроенного контроля качества непосредственно в процессе резки. Обычно измерение бракованных изделий происходит постфактум, на выходе из станка или на отдельном посту, что ведет к потерям материала и времени. Решение – развитие систем активного контроля в реальном времени (оптические или ультразвуковые датчики, встроенные в зону реза), автоматически корректирующие параметры или сигнализирующие об отклонении, не дожидаясь появления бракованной партии.

Наконец, сложность диагностики и прогнозирования отказов делает обслуживание дорогим. Персоналу часто не хватает встроенных инструментов для быстрого поиска неисправностей. Здесь перспектива – внедрение встроенных систем экспресс-диагностики с понятным интерфейсом: локализация ошибок до конкретного узла (привод, датчик, механизм) прямо на панели оператора, ведение журнала предотказных состояний и автоматические подсказки по устранению типовых неисправностей без привлечения узких специалистов.

Таким образом, каждая из существующих проблем автоматизации продольно-резательных станков не является тупиком, а напротив – задает четкий вектор перехода к более точному, надежному и прозрачному в обслуживании оборудованию.

ПРЕИМУЩЕСТВО ВИРТУАЛЬНОЙ ТРЕНИРОВОЧНОЙ МОДЕЛИ ПО ОТРАБОТКЕ ДЕЙСТВИЙ В КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

Современные условия развития общества характеризуются ростом числа чрезвычайных ситуаций различного характера, что требует повышения уровня подготовки населения к действиям в условиях опасности. В рамках развития систем автоматизации и управления особое значение приобретает внедрение технологий, позволяющих повысить эффективность

обучения и снизить влияние человеческого фактора. Разработка виртуальной тренировочной модели является перспективным направлением, обеспечивающим формирование практических навыков безопасного поведения.

Виртуальные тренировочные системы позволяют моделировать различные сценарии чрезвычайных ситуаций с высокой степенью реалистичности. Использование технологий виртуальной реальности и компьютерного моделирования дает возможность создавать интерактивные среды, в которых пользователь может отрабатывать действия при пожарах, авариях, эвакуации и других опасных событиях. Это способствует более глубокому усвоению материала и формированию устойчивых поведенческих реакций.

Традиционные методы обучения действиям при чрезвычайных ситуациях зачастую оказываются недостаточно эффективными, так как не обеспечивают необходимого уровня вовлеченности и практической подготовки. В отличие от них, виртуальные модели позволяют многократно воспроизводить различные сценарии, изменять условия и уровень сложности, а также адаптировать процесс обучения под индивидуальные особенности пользователя. При этом такие системы являются значительно более экономичными по сравнению с проведением реальных учений, так как не требуют значительных материальных и организационных затрат.

Одним из ключевых преимуществ виртуальной тренировочной модели является возможность автоматизированного сбора и анализа данных в процессе прохождения сценариев. Система фиксирует действия пользователя, скорость реакции, последовательность принимаемых решений и допущенные ошибки. Это позволяет выявлять проблемные аспекты поведения в чрезвычайных ситуациях, а также формировать рекомендации по их устранению и повышению уровня подготовки.

Кроме того, виртуальные тренировочные модели могут рассматриваться как элемент современных автоматизированных систем управления обучением. Они позволяют реализовать замкнутый цикл: моделирование ситуации – действия пользователя – анализ результатов – корректировка обучения. Такой подход соответствует современным тенденциям развития интеллектуальных систем и способствует повышению эффективности подготовки.

Несмотря на значительные преимущества, внедрение виртуальных тренировочных моделей связано с рядом проблем. К ним относятся необходимость разработки достоверных сценариев, обеспечение реалистичности моделирования, а также требования к техническим ресурсам и подготовке пользователей. Кроме того, важным аспектом является наличие качественных данных для анализа и совершенствования обучающих алгоритмов.

В заключение следует отметить, что разработка виртуальных тренировочных моделей по противодействию чрезвычайным ситуациям является перспективным направлением, сочетающим в себе возможности современных технологий и принципы автоматизации управления обучением. Их использование позволяет повысить уровень подготовки, снизить затраты на обучение и обеспечить более эффективное реагирование в условиях чрезвычайных ситуаций.

Козлов Максим Евгеньевич, гр. 545
Руководитель: Антонюк Петр Евгеньевич
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРЕДИКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ

В современных условиях промышленного производства особое значение имеет повышение надежности и эффективности работы оборудования. Одним из перспективных направлений решения данной задачи является предиктивное управление, основанное на анализе данных о состоянии технологических систем.

Суть предиктивного подхода заключается в непрерывном сборе данных с датчиков, установленных на оборудовании. К таким данным относятся температура, уровень вибрации,

нагрузка, давление и другие параметры, характеризующие режим работы. Полученная информация передается в систему обработки, где анализируется с использованием методов анализа временных рядов и алгоритмов машинного обучения.

На основе выявленных закономерностей система способна определять отклонения от нормального состояния и оценивать вероятность возникновения неисправностей. Это позволяет заранее выявлять потенциальные отказы и формировать рекомендации по техническому обслуживанию или изменению режимов работы оборудования. Применение данного подхода обеспечивает ряд преимуществ: снижение количества аварийных остановок, уменьшение затрат на ремонт, повышение срока службы оборудования и повышение общей эффективности производственного процесса.

Предприятия, внедряющие предиктивные инструменты, в 1,8 раза чаще перевыполняют поставленные цели, а их темпы роста прибыли оказываются втрое выше среднего по отрасли. Кроме того, предиктивная аналитика позволяет снизить затраты на обслуживание оборудования на 20–30 % и оптимизировать численность ремонтных бригад на 15–20 %. Наиболее часто предиктивная аналитика применяется для мониторинга критически важного оборудования [1].

Таким образом, предиктивное управление отличается от традиционных подходов тем, что обслуживание выполняется не по заранее заданному графику и не после возникновения поломки, а в зависимости от фактического состояния оборудования. Внедрение подобных систем является важным элементом трансформации промышленности и развития автоматизированных систем управления.

Библиографический список

1. Предиктивная аналитика в промышленности: путь к повышению эффективности и снижению затрат. – URL: <https://cwaautomation.ru/prdektivnayaanalitika/> (дата обращения: 13.04.2026).

Азанов Егор Святославович, гр. 518

Руководитель: Савельев Евгений Анатольевич

ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ АРХИТЕКТУРЫ КОМПЬЮТЕРА

Современная вычислительная инфраструктура столкнулась с критическим барьером, известным как стена памяти (Memory Wall). В то время как производительность логических схем процессора росла экспоненциально, пропускная способность и латентность динамической памяти (DRAM) улучшались значительно медленнее. В условиях работы с ИИ-моделями, оперирующими миллиардами параметров, классическая архитектура фон Неймана становится неэффективной из-за огромных энергетических и временных затрат на пересылку данных между процессором и памятью. Решением данной проблемы становится интеграция интеллектуальных алгоритмов управления данными непосредственно в иерархию вычислительной системы [1].

На самом базовом уровне архитектуры ИИ внедряется в виде специализированных вычислительных блоков. Традиционные центральные процессоры (CPU) универсальны, но неэффективны для параллельных вычислений, которых требует ИИ. Решением стало появление NPU (Neural Processing Unit) – нейронных сопроцессоров.

В отличие от обычных ядер, NPU оптимизированы для матричных операций и тензорных вычислений. Это позволяет выполнять задачи распознавания лиц, обработки голоса и улучшения изображений с минимальными затратами энергии. Современные процессоры используют микро-нейросети, чтобы угадать, какую команду пользователь выполнит следующей, и заранее подгрузить нужные данные, что значительно сокращает время простоя системы [1].

На уровне иерархии памяти внедрение ИИ направлено на минимизацию задержек доступа к данным. Традиционные алгоритмы замещения строк в кэше, такие как LRU (Least Recently Used), работают на основе простых эвристик и не учитывают сложные паттерны доступа современных нейросетей.

Применение нейросетевых предикторов на уровне контроллера памяти позволяет анализировать историю обращений и с высокой точностью предсказывать будущие запросы (Prefetching). Это дает возможность загружать данные в быстрые регистры еще до того, как процессор их запросит. Кроме того, развитие концепции Near-Memory Computing (вычисления вблизи памяти) позволяет переносить часть простых операций предобработки данных непосредственно в контроллеры памяти, что на порядки снижает нагрузку на системную шину и сокращает энергозатраты на перемещение данных внутри иерархии [1].

На уровне операционной системы искусственный интеллект интегрируется в механизмы управления низкоуровневыми процессами. Одной из ключевых задач здесь является интеллектуальное планирование потоков (Scheduling). В отличие от классических детерминированных алгоритмов, ИИ-ориентированный планировщик анализирует телеметрию выполняемых приложений в реальном времени и динамически прогнозирует необходимый объем вычислительных ресурсов. Это позволяет минимизировать задержки при переключении контекста между ядрами процессора и эффективно управлять состояниями сна (C-states), что критически важно для баланса между производительностью и энергопотреблением современных мобильных и серверных систем. Кроме того, ИИ на уровне ОС отвечает за кибербезопасность. Вместо простого сравнения файлов с базой вирусов, система анализирует поведение всех процессов [1]. Если программа начинает подозрительно быстро шифровать файлы или обращаться к скрытым секторам памяти, ИИ блокирует ее мгновенно, предотвращая атаку еще до ее завершения.

На верхнем уровне архитектуры ИИ меняет сам принцип взаимодействия человека с машиной. Благодаря интеграции больших языковых моделей (LLM) непосредственно в программную оболочку, компьютер перестает быть просто инструментом и становится ассистентом. Приложения теперь могут использовать общие ресурсы ИИ-ускорителей системы через API, что позволяет даже простым текстовым редакторам или почтовым клиентам обладать функциями суммаризации текстов, генерации ответов и интеллектуального поиска.

Таким образом, интеграция элементов искусственного интеллекта в архитектуру ЭВМ происходит не путем замены классических схем, а через качественное изменение логики управления ими. На аппаратном уровне это выражается в появлении тензорных ядер и NPU-модулей, которые берут на себя специфические задачи нейросетей. На системном уровне ИИ трансформируется в адаптивный механизм управления ресурсами (динамическое кэширование, прогнозирование нагрузки и кибербезопасность). Будущее архитектуры компьютеров неразрывно связано с созданием симбиоза между универсальными вычислениями и специализированными ИИ-ускорителями [1].

Библиографический список

1. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. – 6-е изд. – СПб., 2024. - 816 с.

Кузьмин Станислав Алексеевич, гр. 142

Цой Виктор Игоревич, гр. 142

Руководитель: Янчукович Светлана Георгиевна
ВШТЭ СПбГУПТД

ИНТЕГРАЦИЯ EDGE COMPUTING И ИИ В АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИСКРЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Необходимость рассмотрения архитектурного подхода к построению систем управления производственными процессами (MES/MOM), основанного на синергии промышленного

интернета вещей (IIoT) и граничных вычислений (Edge Computing), заключается в обосновании перехода от жестких иерархических структур (пирамида автоматизации ISA-95) к децентрализованным экосистемам.

Адаптивные системы управления в дискретном производстве – это «мозг» современного завода, который способен изменять логику своего поведения в ответ на непредсказуемые изменения внешней среды или внутренних параметров (сбои, нехватка материалов, срочные заказы). В отличие от жестких алгоритмов, адаптивные системы работают в парадигме «чувствуй – анализируй – действуй».

- Самоорганизация и децентрализация. Вместо единого центра управления, который раздает команды, используются мультиагентные системы (MAS). Каждое изделие (заготовка), станок и робот представлены как автономные «агенты». Например, заготовка «общается» со станками: «Мне нужно фрезерование, кто свободен?». Свободный станок отвечает: «Я могу принять тебя через 2 минуты». Если станок сломался, заготовка сама перестраивает маршрут к другому.

- Цифровые двойники (Digital Twins). Адаптивная система постоянно сверяет данные из реального мира с виртуальной моделью. Если реальный станок начинает вибрировать сильнее нормы, цифровой двойник предсказывает поломку, и система автоматически снижает скорость подачи или переназначает задачу на другой узел, не дожидаясь остановки линии [4].

- Предиктивная аналитика. Система не просто реагирует на факт аварии, а использует алгоритмы машинного обучения для коррекции параметров «до» возникновения проблемы, это называется «упреждающим управлением».

Несмотря на преимущества, переход к адаптивности сложен из-за высокой стоимости датчиков и вычислительных мощностей, из-за сложности верификации (трудно гарантировать безопасность системы, которая сама меняет свою логику поведения) и из-за кибербезопасности, т. е. децентрализованные сети имеют больше точек входа для потенциальных атак. Адаптивные системы превращают завод из «конвейера-автомата» в «живой организм», который обучается и оптимизируется в процессе работы [2].

Традиционные системы управления производством (Manufacturing Execution Systems, MES) сегодня сталкиваются с вызовом «взрывного» роста объемов данных. Передача всех первичных данных с датчиков в облачные хранилища или централизованные серверы приводит к дефициту пропускной способности каналов и недопустимым задержкам (latency) в критических контурах управления [1, 3]. Предлагаемая модель управления базируется на трехуровневом разделении вычислительной нагрузки:

1. Field Level (Уровень поля) – интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы.
2. Edge Level (Граничный уровень) – локальные узлы обработки, выполняющие фильтрацию данных и реализующие алгоритмы ПИД-регулирования в реальном времени.
3. Cloud/Enterprise Level – глобальная аналитика, машинное обучение и долгосрочное планирование.

Переход к архитектуре Edge-IIoT является необходимым этапом цифровой трансформации промышленности (Индустрия 4.0) [5].

Библиографический список

1. Бабкин, А. В. Понятие и сущность цифровизации и цифровой трансформации на основе фундаментальных и прикладных аспектов системно-кибернетической теории / А. В. Бабкин, К. В. Фролов, А. К. Фролов // *п-Economy*. – 2024. – № 17 (1). – С. 7-26.
2. Краковская, И. Н. Развитие бизнес-моделей промышленных предприятий в цифровой экономике: концептуальные аспекты / И. Н. Краковская, Ю. В. Корокошко, Н. В. Аникина // *п-Economy*. – 2024. – №17 (3). – С. 52-67.
3. Кузьмин, С. А. Обзор и тенденции развития менеджмента компаний химической промышленности / С. А. Кузьмин, О. Е. Савицкая // *Современный менеджмент: проблемы, анализ тенденций, перспективы развития: материалы VII Международной научно-практической конференции*. – Волгоград, 2025. – С. 107-109.

4. Ташкинов, А. Г. Цифровизация отраслевой экономики и современные тренды развития промышленности / А. Г. Ташкинов // Международная экономика. – 2025. – № 22 (5). – С. 422-432.
5. Ташкинов, А. Г. Концептуальная модель цифровой адаптивной экосистемы промышленного предприятия в условиях Индустрии 4.0. / А. Г. Ташкинов // n-Economy. – 2026. – № 19 (1). – С. 36-61.

Поддубная Дарья Вадимовна, гр. 532
Руководитель: Игнатьева Татьяна Юрьевна
ВШТЭ СПбГУПТД

ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ В СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ПИД-регуляторы продолжают широко применяться в системах автоматического управления благодаря простоте реализации, универсальности и достаточной эффективности при работе с объектами, допускающими линейное приближение. Однако при использовании в сложных динамических системах их возможности оказываются ограниченными рядом факторов, обусловленных как особенностями структуры самого регулятора, так и характеристиками управляемых объектов.

Существенное ограничение связано с тем, что ПИД-регулятор ориентирован на линейные стационарные модели. В реальных условиях динамические системы часто обладают выраженной нелинейностью, проявляющейся в виде насыщения исполнительных механизмов, изменения коэффициентов усиления и наличия зон нечувствительности. При переходе между различными режимами работы параметры объекта изменяются, и фиксированные коэффициенты регулятора перестают обеспечивать требуемое качество управления. Это приводит к увеличению перерегулирования, возникновению колебаний и снижению устойчивости системы. В процессе эксплуатации характеристики системы могут изменяться под воздействием внешней среды, технологических факторов или износа оборудования. Так как ПИД-регулятор не обладает механизмами адаптации, его настройки остаются неизменными, что приводит к ухудшению динамических показателей. В частности, интегральная составляющая при наличии ограничений на управляющее воздействие может накапливать ошибку, вызывая эффект интегрального насыщения и последующее ухудшение переходных процессов [1].

Дополнительные трудности возникают при наличии запаздывания в системе. Транспортные и вычислительные задержки приводят к тому, что управляющее воздействие формируется на основе устаревшей информации о состоянии объекта. Это снижает запас устойчивости и увеличивает вероятность возникновения автоколебаний. В условиях значительных запаздываний классическая структура ПИД-регулятора оказывается недостаточной для обеспечения требуемых показателей качества регулирования.

Следующая проблема – чувствительность дифференциальной составляющей к шумам измерения и настройка параметров ПИД-регулятора. Поскольку дифференцирование усиливает высокочастотные компоненты сигнала, наличие помех приводит к резким изменениям управляющего воздействия. Это может вызывать дополнительную нагрузку на исполнительные механизмы и снижать надежность системы. В практических приложениях это ограничение часто компенсируется введением фильтрации или снижением влияния дифференциальной составляющей. Настройка параметров ПИД-регулятора в сложных динамических системах представляет собой отдельную задачу, требующую значительных затрат времени и наличия экспериментальных данных. Существующие методы настройки, основанные на эмпирических зависимостях, не всегда обеспечивают оптимальные результаты в условиях нелинейности и неопределенности. Это снижает предсказуемость поведения системы и усложняет ее эксплуатацию [2].

Подводя итог, применение ПИД-регуляторов в сложных динамических системах сопровождается рядом ограничений, связанных с нелинейностью объектов, изменчивостью параметров, наличием запаздываний, многомерностью и воздействием шумов. Указанные факторы приводят к снижению качества регулирования и требуют либо усложнения структуры регулятора, либо использования альтернативных методов управления, способных учитывать реальные свойства объектов и обеспечивать более высокую адаптивность и устойчивость системы.

Библиографический список

1. Гаркушенко, В. И. Теория автоматического управления: учебное пособие / В. И. Гаркушенко, Г. Л. Дегтярев. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. – 274 с.
2. Денисенко, В. В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации / В. В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2020. – № 3. – С. 64-72.

Губский Тимофей Николаевич, гр. 529

Руководитель: **Морева Светлана Леонидовна**

ВШТЭ СПбГУПТД

НОРМАЛИЗАЦИЯ РАЗНОРОДНЫХ УВЕДОМЛЕНИЙ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Централизованный мониторинг инцидентов информационной безопасности (ИБ) предполагает сбор событий из множества разнородных источников: антивирусных платформ, систем предотвращения утечек данных (DLP), сетевых средств защиты. Каждый из этих источников формирует уведомления в собственном формате. Так, Kaspersky Security Center направляет оповещения в виде структурированных HTML-писем, Dr.Web Enterprise Security Suite использует шаблонные текстовые сообщения с вариативным составом полей, DLP-системы включают в уведомление расширенный контекст нарушения политики. Принципиальная проблема состоит в том, что ни один из этих форматов не совпадает с другим, тогда как системы мониторинга событий безопасности должны обрабатывать все источники единообразно [1].

Отсутствие нормализации на входе системы порождает архитектурную проблему: каждый последующий компонент обработки – классификатор, модуль журналирования, маршрутизатор уведомлений – вынужден самостоятельно разбирать специфику каждого источника. Это создает жесткую связанность модулей и делает подключение нового источника событий операцией, затрагивающей всю цепочку обработки. В архитектуре специализированных систем централизованного мониторинга и анализа событий безопасности (SIEM – Security Information and Event Management) данная проблема решается введением компонента нормализации, который приводит разнородные события к единому внутреннему представлению до их передачи на хранение и анализ [2].

Нормализация – это процесс преобразования входящего уведомления из произвольного формата источника в унифицированный внутренний объект с фиксированным набором полей: адрес и тип источника, временная метка, нормализованная тема, текстовое содержимое и параметры маршрутизации. После этого преобразования все последующие модули работают исключительно с единым форматом. Это, в частности, является необходимым условием для выполнения корреляции событий – ключевого механизма любой системы мониторинга ИБ: корреляция применима только к событиям с сопоставимой структурой полей.

Практическая реализация нормализации предполагает выполнение трех последовательных операций. На первом этапе декодируются заголовки входящего уведомления: тема письма может быть представлена в различных кодировках символов, и система должна автоматически привести ее к единому читаемому виду без участия оператора. На втором этапе извлекается текстовое содержимое: электронные письма от разных средств

защиты могут содержать текст в виде обычных символов либо в виде веб-разметки, и система последовательно ищет наиболее пригодный вариант, при необходимости удаляя служебные теги оформления. На третьем этапе по адресу отправителя определяется тип источника и формируется унифицированная запись о событии, которая становится единым входом для классификатора, присваивающего тип инцидента и уровень критичности согласно жизненному циклу, определенному в руководстве NIST SP 800-61r2 [3].

Таким образом, нормализация разнородных уведомлений средств защиты является не вспомогательной операцией, а архитектурной основой автоматизированной системы мониторинга инцидентов ИБ. Она обеспечивает независимость модулей, масштабируемость при подключении новых источников и единообразное журналирование в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 18044-2007 [4]. Без нормализации интеграцию каждого нового источника приходится выстраивать заново, из-за чего автоматизация теряет практическую реализуемость в масштабе реальной инфраструктуры защиты.

Библиографический список

1. Котенко, И. В. SIEM-системы для управления информацией и событиями безопасности / И. В. Котенко, И. Б. Саенко // Защита информации. Инсайд. – 2012. – № 5. – С. 54-65.
2. Применение технологии управления информацией и событиями безопасности для защиты информации в критически важных инфраструктурах / И. В. Котенко, И. Б. Саенко, О. В. Полубелова, А. А. Чечулин // Труды СПИИ РАН. – 2012. – Вып. 1 (20). – С. 27-56.
3. NIST Special Publication 800-61 Revision 2. Computer Security Incident Handling Guide. – NIST, 2012. – 79 p.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18044-2007. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент инцидентов информационной безопасности. – М.: Стандартинформ, 2007.

Харламов Егор Александрович, гр. 518

Руководитель: **Никешин Владислав Геннадьевич**

ВШТЭ СПбГУПТД

ВЛИЯНИЕ ПРЕДОБРАБОТКИ ТЕКСТА НА КАЧЕСТВО КЛАССИФИКАЦИИ НОВОСТЕЙ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА СМИ

Влияние предобработки текста на качество классификации новостей в корпоративной информационной системе мониторинга СМИ является одной из ключевых проблем при построении эффективных аналитических решений. Новостные потоки, поступающие в такие системы, характеризуются высокой степенью зашумленности: они содержат HTML-теги, непечатные символы, орфографические ошибки, избыточную пунктуацию, а также грамматические вариации слов, что существенно затрудняет работу алгоритмов машинного обучения [1]. Именно поэтому этап предобработки, т. е. преобразование сырого текста в формат, пригодный для дальнейшего анализа, становится критически важным. Типовой пайплайн предобработки включает несколько последовательных шагов: очистка текста от «шума», токенизация, а затем приведение слов к единой основе с помощью стемминга или лемматизации. Стемминг – это более грубый алгоритм, отсекающий окончания и суффиксы по правилам, он быстр, но нередко порождает бессмысленные обрубки слов. Лемматизация, напротив, использует словари и морфологический анализ, чтобы получить нормальную (словарную) форму слова; она точнее, но требует больше вычислительных ресурсов. После этого текст обычно векторизуется, то есть переводится в числовое представление – будь то классические Bag of Words, TF-IDF или более современные плотные векторные представления вроде Word2Vec.

Влияние предобработки сильно зависит от выбранной модели классификации. Для традиционных моделей машинного обучения, таких как наивный байесовский классификатор

или метод опорных векторов (SVM), качественная предобработка является обязательным условием. Без нее точность может падать на десятки процентов, особенно на коротких или сильно зашумленных новостях. В то же время нейросетевые архитектуры, в частности рекуррентные сети, обладают определенной устойчивостью к шуму, однако разумная нормализация текста, например, приведение к нижнему регистру или удаление мусора, все равно дает прирост качества. Некоторые исследования показывают, что для классификации новостей архитектура GRU (Gated Recurrent Unit) оказывается предпочтительнее LSTM (Long Short-Term Memory) [2]: она достигает точности около 91,6 % при меньшем потреблении памяти и более быстром обучении [2]. Современные трансформеры, такие как BERT и DistilBERT, способны работать практически с сырым текстом благодаря механизму внимания, который улавливает контекст даже при наличии шума [3]. Тем не менее, даже для них легкая лемматизация или удаление явно мусорных символов может повысить точность дополнительно на 10–25 %, особенно в узких предметных областях [3]. Сравнительные эксперименты на наборах новостных статей показывают, что DistilBERT с минимальной предобработкой достигает точности до 92 %, тогда как те же модели без какой-либо очистки демонстрируют заметно худшие результаты [3]. При этом для русскоязычных текстов, обладающих богатой морфологией, лемматизация предпочтительнее стемминга – использование библиотек типа *rumorphy3* или *Razdel* (специализированной библиотеки для токенизации и сегментации русскоязычных текстов) [4] позволяет сохранить смысловые оттенки и избежать ложных срабатываний.

На основе анализа источников [2–4] можно сформулировать несколько практических рекомендаций. Если в корпоративной ИС используются традиционные модели, то необходим полный цикл предобработки, причем для русского языка лучше выбрать лемматизацию. Когда же применяются рекуррентные нейросети, достаточно стандартной очистки и нормализации, причем наиболее сбалансированным выбором часто оказывается GRU [2]. При использовании трансформеров (например, BERT, DistilBERT) предобработка не столь критична, но для максимизации качества на специфичных новостных доменах, таких как финансы или нефтегазовая отрасль, рекомендуется дообучать модель на небольшом размеченном корпусе с лемматизированными текстами [3]. В любом случае универсальной стратегии не существует – оптимальный набор методов предобработки должен подбираться экспериментально под конкретную архитектуру модели и характер новостного потока.

Библиографический список

1. Крючков, В. В. Разработка интерактивной платформы аналитики СМИ и соцмедиа / В. В. Крючков. – Екатеринбург, 2025. – 71 с.
2. Анализ эффективности рекуррентных нейронных сетей в задаче категоризации текстов средств массовой информации // Вестник Казанского технического университета, 2025.
3. Джуров, А. А. Поиск деструктивного контента в тексте / А. А. Джуров // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – 2024. – №3/2. – С. 46-50.
4. Яхья-заде, А. С. Использование библиотеки «NLTK» при работе с текстами на русском языке / А. С. Яхья-заде. – Минск, 2024. – С. 156-158.

Царькова Ирина Анатольевна, гр. 529

Руководитель: Хардинов Евгений Васильевич
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА И ВЫБОРА СРЕДСТВ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ

Проблема поиска и выбора средств теплотехнического контроля для автоматизированной системы управления котлом представляет собой достаточно сложную задачу, обусловленную множеством факторов, включая технические требования, специфические условия эксплуатации, совместимость с существующими системами, а также

надежность и точность измерений. В условиях современного производства и энергетической инфраструктуры актуально учитывать необходимость интеграции различных датчиков, приборов и систем сбора данных, что требует выработки универсальных критериев оценки и сравнения.

Основная сложность заключается в наличии широкого спектра технических характеристик и эксплуатационных режимов, которые необходимо учитывать при выборе средств контроля. Например, датчики температуры, давления, скорости потока, уровня теплоносителя и кислородных концентраций должны быть не только точными и надежными, но и совместимыми с автоматизированной системой управления котлом и корпоративной системой мониторинга. Важным аспектом является также возможность диагностики и обслуживания устройств, что требует учета протоколов связи, энергонезависимости и условий внешней среды.

Для решения этой задачи логичной стратегией является формирование специализированных информационных систем или баз данных, содержащих структурированную информацию о различных технических средствах, их технических характеристиках, сертификатах соответствия, протоколах обмена данными и опыте эксплуатации. Одним из ключевых элементов является создание базы данных, в которой осуществляется классификация и сравнительный анализ средств теплотехнического контроля по множеству параметров, что позволяет инженерам существенно снизить временные затраты при выборе конкретных устройств, а также повысить качество принимаемых решений за счет автоматизированных критериев оценки.

Использование информационных систем в данном контексте предполагает внедрение программных платформ, обеспечивающих автоматизированное сравнение и подбор средств на основе заранее заданных технических требований и эксплуатационных условий. Такие системы могут включать модули анализа соответствия, рекомендации по оптимальному выбору, а также интеграцию с системами закупок и технического обслуживания. Например, автоматизированные системы могут использовать методы многокритериальной оптимизации, что позволяет оценивать в баллах параметры различных решений и выбирать наиболее сбалансированный вариант с учетом стоимости, надежности и эксплуатационных характеристик.

Дополнительно, важным аспектом является внедрение систем поддержки принятия решений, основанных на анализе исторических данных и опыте эксплуатации, что способствует формированию базы знаний, позволяющей прогнозировать возможные неисправности и оптимизировать подбор средств контроля в соответствии с изменяющимися условиями эксплуатации. Такая интеграция данных и автоматизация процесса выбора позволяют не только повысить качество и надежность автоматизированных систем управления, но и существенно сократить расходы на проектирование, монтаж и техническое обслуживание, обеспечивая гибкое и адаптивное управление теплотехническими параметрами в рамках современных энергоэффективных технологий.

Рудь Антон Васильевич, гр. 219

Руководитель: Горобченко Станислав Львович

ВШТЭ СПбГУПТД

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СУШИЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ

Сушильная часть бумагоделательной машины является наиболее энергоемким элементом в технологической цепочке производства бумаги и картона, потребляя до 70 % всей тепловой энергии, используемой на предприятии. В структуре себестоимости бумаги затраты на энергоресурсы уступают только стоимости сырья, достигая 15–20 %. Процесс сушки представляет собой сложное термовлажностное явление с большим количеством

взаимосвязанных параметров: температура, давление пара в группах сушильных цилиндров, скорость вращения, натяжение полотна, влажность воздуха в сушильном колпаке [1]. Традиционные системы управления на базе классических ПИД-регуляторов часто не способны обеспечить оптимальный режим сушки в условиях постоянно меняющихся входных параметров, таких как влажность поступающего полотна и сортность вырабатываемой продукции.

Ключевые направления энергосбережения в сушильной части включают три уровня оптимизации. На аппаратном уровне основными решениями являются установка теплоизолированных сушильных колпаков с системами автоматического управления точкой росы, что позволяет минимизировать теплопотери с отводимым воздухом, а также применение воздухо-воздушных теплообменников для подогрева свежего приточного воздуха за счет тепла отработанного, эффективность которых достигает 60–70 % [2]. Важную роль играет также автоматизация вентиляции карманов между цилиндрами с регулированием скорости воздушных струй в зависимости от скорости машины и влажности полотна. На уровне пароконденсатной системы ключевым решением является переход от прямоточной схемы подачи пара к каскадной, когда свежий пар высокого давления подается в первую группу цилиндров, а продувочный пар из предыдущих групп направляется в последующие, что дает сокращение расхода свежего пара на 15–20 % без капитальных затрат. Для эффективного отвода конденсата применяются нечеткие регуляторы, имитирующие логику опытного оператора и формирующие оптимальный перепад давления на основе измерений температуры поверхности цилиндра и уровня конденсата [3]. Наиболее современным направлением является внедрение предиктивного управления по модели МРС, которое использует математическую модель процесса для прогнозирования поведения на несколько шагов вперед и выбора оптимальных управляющих воздействий, позволяя одновременно оптимизировать энергопотребление, качество продукции и производительность. Опыт внедрения МРС на бумажных производствах показывает снижение расхода энергии на сушку на 5–10 % [4].

Комплексное внедрение описанных подходов позволяет достичь экономического эффекта в виде снижения расхода пара при одновременном повышении производительности оборудования. При этом модернизация не требует полной остановки производства и может проводиться поэтапно: от простейших мер по наладке каскадной схемы пароснабжения до внедрения цифровых двойников и систем машинного обучения. В условиях устойчивого роста цен на энергоносители и усиления требований к снижению углеродного следа такие показатели делают модернизацию систем управления сушкой одним из наиболее эффективных направлений инвестиций для целлюлозно-бумажных предприятий. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку доступных методик внедрения предиктивного управления на существующих производствах с ограниченными бюджетами, а также на создание отраслевых библиотек моделей для типовых конфигураций бумагоделательных машин.

Библиографический список

1. Прохоров, Д. А. Влияние температур сушки на свойства бумаги из сульфатной небеленой хвойной целлюлозы / Д. А. Прохоров, В. К. Дубовый // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – С. 232-241.
2. Обоснование энергосбережения в сушильной части при модернизации циркуляционной смазки подшипников / В. П. Сиваков, А. В. Вураско, С. Н. Исаков, К. С. Исаева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – С. 269-283.
3. Трехконтурная каскадная система регулирования теплоэнергетической установкой с адаптивной настройкой коэффициентов PID регулятора / С. Ж. Жусупбеков, Л. К. Абжанова, А. Б. Сабырова, Е. А. Оспанов // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. – 2025. – С. 13-23.
4. Никешин, В. Г. Опыт использования МРС-системы в процессах управления / В. Г. Никешин, В. И. Сидельников, А. В. Кокшаров // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2023. – С. 32-34.

СКАНИРУЮЩИЕ ВЛАГОМЕРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА НА БДМ

Влажность готовой бумаги является одним из важнейших показателей качества, определяющим как потребительские свойства продукции, так и экономическую эффективность производства. При пересушке бумажного полотна происходит неоправданный перерасход тепловой энергии на сушку, который может достигать 10–15 % сверх нормы, кроме того, пересушенное волокно становится хрупким, что ухудшает механические показатели готовой бумаги и увеличивает риск обрывов на последующих стадиях обработки [1]. При недосушке, напротив, возникает опасность развития микроорганизмов при хранении, снижается прочность при склеивании слоев в многослойных картонах, а при намотке в рулон избыточная влажность приводит к деформации и слипанию слоев. Традиционный метод контроля заключается в периодическом отборе проб оператором и измерении влажности лабораторным влагомером. Эта процедура дает результат с запаздыванием от десяти до тридцати минут, за которые через машину проходит уже несколько тонн бумаги. Кроме того, точечные пробы не отражают неравномерность влажности по ширине полотна, которая является распространенной проблемой на широких быстроходных машинах.

Современным решением является установка сканирующих влагомеров, которые непрерывно перемещаются поперек движущегося бумажного полотна и измеряют влажность в десятках или сотнях точек по ширине за один проход. Наиболее распространенными являются инфракрасные влагомеры, использующие разницу в поглощении инфракрасного излучения водой и сухим волокном, а также микроволновые датчики, которые менее чувствительны к изменениям сорта бумаги и содержанию наполнителей. Система автоматически строит профиль влажности по ширине полотна и вычисляет среднюю влажность по всему полотну. На основе этих данных автоматизированная система управления формирует два типа управляющих воздействий [2]. Полученные данные о текущей влажности передаются в автоматизированную систему управления технологическим процессом, которая в реальном времени корректирует параметры работы сушильной части. Если средняя влажность полотна превышает заданное значение, система снижает скорость бумагоделательной машины или увеличивает подачу пара в сушильные цилиндры. Если влажность ниже целевого уровня, подача пара уменьшается, что позволяет избежать перерасхода тепловой энергии. Таким образом, поддерживается заданная сухость бумаги с минимальными отклонениями [3].

Экономический эффект от внедрения непрерывного контроля влажности складывается из нескольких составляющих. Прямая экономия тепловой энергии за счет исключения пересушки и снижение обрывности полотна за счет стабильного натяжения и отсутствия зон с экстремальной влажностью дает прирост производительности без каких-либо капитальных затрат на оборудование. Кроме того, повышается стабильность качества готовой продукции. Основной сложностью при внедрении является калибровка влагомеров под конкретные сорта бумаги, так как оптические свойства бумажной массы могут существенно различаться в зависимости от композиции и содержания наполнителей. Однако современные влагомеры оснащаются функциями автоматической калибровки по встроенным эталонам и алгоритмами самообучения, что минимизирует трудозатраты на обслуживание.

Библиографический список

1. Коряковская, Н. В. Контроль и регулирование влажности бумажного полотна / Н. В. Коряковская, О. И. Бедердинова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2020. – С. 188-204.

2. Патент РФ № 2022257. 1994 Инфракрасный влагомер для измерения влажности конденсаторной бумаги // Белкин В.Г., Бычинов Е.В., Дрык А.А. [и др.].
3. Прохоров, Д. А. Оценка эффективности сушильной части машин для выработки санитарно-гигиенических видов бумаги / Д. А. Прохоров, А. С. Смолин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2020. – С. 159-168.

Сериков Даниил Романович, гр.7-529
Руководитель: **Сидельников Владимир Иванович**
ВШТЭ СПбГУПТД

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ: БАЛАНС ТОЧНОСТИ, ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТИ И ВНЕДРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Обеспечение стабильного качества и снижение количества брака при массовом производстве деталей остается одной из главных целей современной промышленности. Традиционно решение этой задачи реализуется с использованием систем автоматического управления (АСУ ТП), основанных на программируемых логических контроллерах (ПЛК), функционирующих по заранее заданным алгоритмам. Эффективность таких решений во многом определяется точностью математической модели технологического процесса. Однако на практике свойства исходного материала, износ инструмента и внешние факторы подвержены изменениям, а классические регуляторы зачастую не справляются с оперативной компенсацией этих нелинейных отклонений, что вызывает расхождения в геометрических параметрах и эксплуатационных характеристиках готовой продукции.

Развитие цифровых решений и рост доступной вычислительной мощности позволяют интегрировать методы машинного обучения (МО) в управленческие системы промышленного производства. В отличие от традиционных подходов, модели МО способны находить скрытые закономерности в массивах телеметрических данных и прогнозировать изменения в ходе технологического процесса. Это дает возможность перейти от реактивного реагирования на брак к его профилактике за счет динамической адаптации параметров оборудования в режиме реального времени.

В современных системах управление основано на реакции на уже произошедшее отклонение, что неизбежно приводит к задержкам. В предлагаемом подходе алгоритмы машинного обучения обрабатывают данные с датчиков и заранее прогнозируют необходимые корректировки, до появления дефекта. Ключевым условием является не замена, а расширение надежной промышленной автоматики. В качестве «интеллектуального советчика» (супервизора) используется модель машинного обучения, определяющая оптимальные настройки для базового контура регулирования, сохраняющего функции аварийной защиты и обеспечивающего безопасность процесса.

Реализация подобного решения предполагает поэтапное внедрение. На первом этапе система функционирует в режиме тестирования, сверяя свои рекомендации с действиями персонала и технологов, не вмешиваясь напрямую в работу оборудования. По завершении проверки достоверности прогнозов и отладки алгоритмов наступает переход к работе в замкнутой петле, при этом сохраняя приоритет традиционных систем защиты. Особое значение имеет выбор моделей, способных не только демонстрировать высокую точность, но и обеспечивать прозрачность процесса принятия решений – это необходимо для формирования доверия у инженеров, возможности анализа работы системы и несения ответственности за технологические результаты.

Практическая реализация данного решения требует соблюдения четкой архитектуры и поэтапной интеграции. Основой системы выступают стандартные промышленные компоненты: сбор информации осуществляется по протоколам OPC UA или Modbus через ПЛК и SCADA-системы, обработка данных и формирование прогнозов производится на отдельном

выделенном сервере или промышленном компьютере, а передача рекомендаций в контур управления осуществляется через защищенный шлюз.

К основным плюсам применения машинного обучения относятся повышение стабильности поддержания параметров, уменьшение расхода материалов и энергии, а также сокращение времени на перенастройку оборудования за счет автоматического подбора режимов. Вместе с тем существуют и ограничения: для обучения моделей требуется наличие качественных исторических данных, а внедрение требует дополнительных вычислительных мощностей и квалифицированного персонала. Кроме того, любая интеллектуальная система должна проходить строгую проверку, чтобы исключить некорректное поведение в аварийных ситуациях.

Таким образом, применение методов машинного обучения для автоматизации систем управления серийного производства представляется обоснованным и перспективным направлением. Успешная интеграция зависит от грамотного сочетания: использования интеллектуальных алгоритмов для повышения точности и адаптивности управления при сохранении прозрачности процессов и надежности традиционных решений. Начинать следует с решения конкретных, четко структурированных задач – например, прогнозирования износа инструмента, компенсации тепловых деформаций станины или настройки режимов сварки в режиме адаптации. Такой поэтапный подход позволяет безопасно протестировать технологию, накопить опыт и продемонстрировать экономическую выгоду, что в дальнейшем дает возможность перейти к внедрению решений на более сложные контуры управления. В перспективе это заложит основу для создания полностью адаптивных, способных к обучению производственных систем, способных оперативно реагировать на изменяющиеся условия спроса и эксплуатации.

Джанг Давон, гр. 519
Руководитель: Слюта Марина Олеговна
ВШТЭ СПбГУПТД

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКОЙ СРЕДСТВАМИ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ

Автоматизация технологических процессов и производств выступает ключевым фактором повышения эффективности, стабильности качества и снижения себестоимости выпускаемой продукции. В условиях стремительной цифровизации промышленности возникает потребность в доступных инструментах для изучения, отладки и визуализации алгоритмов управления без привлечения дорогостоящего аппаратного обеспечения. В рамках учебной практики разработан интерактивный браузерный симулятор конвейерной системы с автоматической сортировкой изделий, демонстрирующий принципы построения АСУ ТП на клиентской стороне.

Целью работы является создание программной модели, имитирующей работу промышленной линии, включающей датчики контроля, исполнительные механизмы, программируемый логический контроллер (ПЛК) и интерфейс оператора (НМИ). Для реализации использован нативный стек веб-технологий: HTML5 для структурирования интерфейса, CSS3 для визуализации и анимации процессов, JavaScript для реализации управляющей логики. Архитектура проекта спроектирована по принципу разделения ответственности: модуль эмуляции ПЛК обрабатывает состояния системы, опрашивает виртуальные датчики и принимает решения на основе заданных правил, тогда как модуль НМИ отвечает исключительно за отрисовку, взаимодействие с пользователем и логирование.

В основе управления линией лежит конечный автомат, строго регламентирующий переходы между состояниями: «Ожидание», «Запуск», «Рабочий цикл», «Штатная остановка» и «Аварийный стоп». Алгоритм сортировки реализован через последовательный конвейер обработки данных. При поступлении изделия на линию генерируется его виртуальная модель

с параметрами (габариты, цвет, вероятность дефекта). По мере перемещения по конвейеру объект проходит через зоны опроса датчиков, которые фиксируют его характеристики и передают данные в контроллер. В зоне сортировки система применяет настраиваемый критерий классификации (по цвету, размеру или комплексный) и формирует управляющий сигнал для направления изделия в соответствующий приемный бункер или на линию отбраковки.

Особое внимание уделено обеспечению безопасности и отказоустойчивости. Внедрена система логических блокировок (interlocks), предотвращающая запуск линии при нарушении штатных условий. Предусмотрены режимы автоматического и ручного управления, позволяющие оператору контролировать работу заслонок и вмешиваться в процесс при необходимости. Для анализа эффективности в реальном времени осуществляется расчет производственных метрик: производительности (шт/мин), коэффициента качества, доли брака и общего времени работы. Разработанный проект полностью функционален в изолированной браузерной среде, не требует серверной инфраструктуры или дополнительных зависимостей.

Практическая значимость работы заключается в создании универсального учебного тренажера, позволяющего наглядно изучить циклический опрос датчиков, принципы релейной и программной логики, настройку параметров автоматизации и методы визуализации технологических процессов. Решение подтверждает возможность применения современных веб-стандартов для моделирования промышленных АСУ ТП и может быть адаптировано для дистанционного обучения, лабораторных работ и предварительной отладки алгоритмов управления перед их внедрением на реальное оборудование.

Воробьев Даниил, гр. 545

Руководитель: **Новикова Мария Андреевна**
ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИСТА БУМАГИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТА В VR

В современном материаловедении активно используются данные растровой электронной микроскопии (SEM), позволяющие получать информацию о структуре поверхности на микро- и наноуровне. Однако существующие сервисы трехмерной реконструкции, основанные на искусственном интеллекте (например, Tripo AI), ориентированы на обычные фотографии, не учитывают специфику SEM-изображений и используют закрытые алгоритмы, что ограничивает их применение в научных исследованиях. В связи с этим актуальной является разработка открытого метода трехмерной реконструкции поверхности бумажного листа по SEM-данным с возможностью последующей визуализации в виртуальной реальности.

Основной особенностью разрабатываемого метода является использование классического подхода стереозрения, адаптированного под SEM-изображения. Исходными данными служат два снимка, полученные под углами 0° и 10° (стереопара). Алгоритм включает следующие этапы:

- детектирование ключевых точек с использованием SIFT-дескрипторов;
- сопоставление дескрипторов методом FLANN с применением Lowe's ratio test;
- оценка фундаментальной матрицы и геометрии камер методом RANSAC;
- триангуляция для получения облака точек;
- реконструкция поверхности методом Пуассона с экспортом в STL.

Результатом разработки является программный модуль на языке Python с использованием библиотек OpenCV, NumPy и Open3D, реализующий полный пайплайн трехмерной реконструкции по SEM-стереопаре. Полученная STL-модель визуализируется в среде Blender с использованием VR-шлема HTC Vive Cosmos и встроенного плагина VR Scene Inspection, что позволяет детально изучать микроструктуру бумаги и границу раздела с нанесенной краской на новом уровне наглядности.

Практическая значимость работы заключается в создании открытого программного модуля для трехмерной реконструкции микроструктуры бумаги по SEM-изображениям. Возможность визуализации в виртуальной реальности открывает новые способы изучения поверхности бумаги, что важно для количественной оценки ее рельефа, контроля качества в целлюлозно-бумажной промышленности, образовательного процесса и научных исследований.

Яковлев Денис Евгеньевич, гр. 532
Руководитель: **Игнатьева Татьяна Юрьевна**
ВШТЭ СПбГУПТД

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АСУ ТП В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Внедрение искусственного интеллекта в автоматизированные системы управления процессами целлюлозно-бумажной промышленности может открыть новые возможности для цифровой трансформации [1]. Он поможет повысить эффективность производства продукции и оптимизировать работу, снизив вероятность аварий и дав возможность на эффективное использование ресурсов. Искусственные системы, в отличие от обычных регуляторов, способны заглядывать наперед, прогнозировать параметры, адаптироваться к малейшим изменениям и уменьшить внешнее вмешательство со стороны человека.

Основные направления включают использование нейросетей и машинного обучения для точного прогнозирования качества продукции на различных этапах (варка, отбелка, сушка), что позволяет вовремя внедриться и скорректировать процесс [2]. Гибридные системы, сочетающие физические модели с глубоким обучением, оптимизируют энергоемкие узлы, обслуживают оборудование в формате предсказаний. ИИ также улучшает контроль влажности и плотности бумажного полотна, а также оптимизирует резку и намотку, сокращая брак.

Многоуровневые АСУ ТП с компьютерным зрением и анализом вибрации на основе ИИ обеспечивают диагностику оборудования с минимальными погрешностями. Благодаря внедрению систем поддержки принятия решений в общую структуру компании достигается баланс производственных мощностей и экономической выгоды. Использование цифровых копий, оснащенных ИИ-модулями, позволяет прийти к лучшему режиму эксплуатации, экономя сырье и соблюдая экологические стандарты.

Подводя итоги, можно сказать, что ИИ в АСУ ТП целлюлозно-бумажной промышленности – это выгодное решение, объединяющее прогнозирование, интеллектуальное управление и компьютерное зрение, что приводит к повышению экономических показателей, улучшению стабильности качества и экологичности производства.

Библиографический список

1. ПЦБК внедряет ИИ для мониторинга леса. – URL: <http://Lesonline.ru> (дата обращения: 23.02.2026).
2. Прогнозирование качества целлюлозы с использованием машинного обучения // Вестник СПбГУПТД. – 2025. – № 1. – С. 56-61.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И РОБОТОТЕХНИКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

Современный этап промышленного развития характеризуется переходом от частичной механизации к комплексной автоматизации всех производственных и управленческих процессов. В условиях глобальной конкуренции автоматизация становится не просто инструментом повышения производительности, но и необходимым условием выживания предприятий на рынке.

Концепция современной автоматизации базируется на внедрении роботизированных комплексов, систем автоматизированного проектирования (САПР) и программного обеспечения для управления ресурсами (ERP). В данной статье рассматриваются ключевые направления развития автоматизации, основные барьеры на пути ее внедрения и будущие горизонты технологического роста.

Основные направления развития автоматизации

Сегодня автоматизация охватывает не только физический труд, но и интеллектуальные задачи, что позволяет создавать автономные производственные циклы [1].

1. Роботизация и коботы (коллаборативные роботы). В отличие от классических промышленных роботов, коботы предназначены для безопасной работы совместно с человеком. Они легко перепрограммируются и не требуют создания защитных зон.
- Преимущества: гибкость производства, повышение безопасности труда, возможность автоматизации мелких серийных заказов.
2. Цифровые двойники (Digital Twins). Это виртуальные копии реальных физических объектов или процессов, которые позволяют моделировать работу оборудования в различных условиях до его фактического запуска [3].
- Задачи: тестирование сценариев поломок, оптимизация рабочих циклов и снижение рисков при внедрении новых линий.
3. RPA (Robotic Process Automation). Автоматизация рутинных офисных и административных задач с помощью программных скриптов. Это позволяет высвободить человеческий ресурс для более сложных аналитических задач.

Экономический эффект и социальная значимость

Экономические выгоды:

- Максимальная точность выполнения операций, исключая «человеческий фактор».
- Возможность работы предприятия в режиме 24/7 без потери качества.
- Сокращение времени выхода нового продукта на рынок (Time-to-Market).

Социальные аспекты:

- Автоматизация освобождает работников от тяжелого, монотонного и опасного труда.

Однако это требует изменения подхода к образованию, смещая акцент на подготовку операторов и наладчиков сложных систем.

Проблемы и барьеры внедрения

Несмотря на очевидные плюсы, процесс масштабной автоматизации сталкивается с серьезными вызовами [2]:

- Технологическая несовместимость. Трудности при интеграции нового цифрового оборудования в существующие парки станков старого образца.
- Высокая стоимость владения. Затраты включают не только покупку роботов, но и дорогостоящее регулярное сервисное обслуживание и обновление ПО.
- Кибербезопасность. Чем больше процессов управляется через сеть, тем выше риск дистанционного вмешательства в работу критической инфраструктуры.

- Социальное сопротивление. Опасения персонала по поводу сокращения рабочих мест, что требует от руководства проведения политики переобучения (reskilling).

Перспективы развития

В ближайшие десятилетия автоматизация будет двигаться в сторону «гиперавтоматизации» – состояния, при котором автоматизировано все, что может быть автоматизировано. Ожидается активное внедрение сетей 5G для мгновенной связи между устройствами и развитие облачных платформ для управления производством из любой точки мира.

Библиографический список

1. Андреев Ю. С., Кузнецов А. П. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-tehnologicheskikh-protsessov-perspektivy-vyzovy-i-puti-povysheniya-proizvodstvennoy-effektivnosti> (дата обращения: 22.02.2026).
2. Иванова Е. В. Проблемы цифровой трансформации промышленности в России. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44123567> (дата обращения: 22.02.2026).
3. International Federation of Robotics (IFR). World Robotics Report 2024. URL: <https://ifr.org/worldrobotics/> (date of access 22.02.2026).

Весельев Илья Артемович, гр. 219

Руководитель: Горобченко Станислав Львович

ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IIoT): РОЛЬ В ЦИФРОВИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Промышленный интернет вещей (IIoT) является ключевым элементом четвертой промышленной революции, обеспечивающим глубокую интеграцию физических производственных активов с цифровыми аналитическими системами. В отличие от потребительского интернета вещей, IIoT ориентирован на создание сетей между станками, датчиками и системами управления для сбора и обмена данными в реальном времени. В данной статье рассматривается архитектура IIoT, его влияние на операционную эффективность и основные вызовы при внедрении на современных предприятиях [1].

Архитектура и компоненты IIoT-систем

Эффективное функционирование промышленного интернета вещей обеспечивается за счет многоуровневой структуры:

1. Интеллектуальные устройства. Датчики и исполнительные механизмы, собирающие информацию о температуре, давлении, вибрации и других параметрах оборудования.
2. Среда передачи данных. Промышленные протоколы связи и сети (например, 5G, LoRaWAN), обеспечивающие бесперебойную передачу информации в облачные или локальные центры обработки.
3. Аналитические платформы. Системы, использующие алгоритмы машинного обучения для обработки больших массивов данных и формирования рекомендаций по управлению.
4. Мониторинг состояния активов в реальном времени IIoT позволяет непрерывно отслеживать работу каждой единицы оборудования, что исключает необходимость ручных проверок и снижает вероятность внезапных отказов [2].
5. Оптимизация энергопотребления. С помощью датчиков системы анализируют пиковые нагрузки и автоматически корректируют работу энергоемких агрегатов, что позволяет значительно снизить затраты на ресурсы и уменьшить углеродный след.
6. Управление качеством продукции. Внедрение интеллектуальных датчиков на линиях позволяет выявлять отклонения в параметрах продукта на ранних стадиях, минимизируя брак и отходы сырья.

Преимущества внедрения

- Рост производительности. Сокращение простоев и оптимизация рабочих циклов напрямую влияют на объем выпускаемой продукции.
- Прозрачность процессов. Единое информационное пространство позволяет руководству принимать обоснованные решения на основе точных данных, а не предположений.

Вызовы и барьеры цифровизации

Как и в случае с другими технологиями Индустрии 4.0, внедрение ПоТ сопряжено с рядом сложностей [3]:

- Информационная безопасность. Подключение промышленного оборудования к внешним сетям создает уязвимости для кибератак и утечек коммерческой тайны.
- Интеграция с наследуемыми системами. Зачастую старое оборудование не поддерживает современные протоколы связи, что требует его модернизации или замены.

Промышленный интернет вещей служит фундаментом для создания «умных фабрик» и внедрения цифровых двойников. Несмотря на высокие первоначальные затраты, потенциал ПоТ в долгосрочной перспективе обеспечивает устойчивое конкурентное преимущество за счет глубокой оптимизации всех уровней производства.

Библиографический список

1. Куприяновский В. П. Промышленный интернет вещей, энергетика и экология. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-na-promyshlennyh-predpriyatiyah> (дата обращения: 22.02.2026).
2. Грибанов Ю. И. Цифровая трансформация промышленности: ПоТ и интеллектуальные системы управления. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36945211> (дата обращения: 22.02.2026).
3. Gartner. Magic Quadrant for Global Industrial IoT Platforms 2024. URL: <https://www.gartner.com/en> (data of access 22.02.2026).

Истоцкая Юлия Александровна, гр. 219

Руководитель: Горобченко Станислав Львович
ВШТЭ СПбГУПТД

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ С ПОМОЩЬЮ ИИ-АЛГОРИТМОВ

Цифровая трансформация предприятий достигает нового уровня за счет внедрения алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Если традиционные системы автоматизации (SCADA, MES, ERP) работают по четко заданным правилам, то современные ИИ-алгоритмы обеспечивают адаптивное управление, прогнозную аналитику и оптимизацию в реальном времени.

Согласно прогнозам IDC, к 2026 году более 40 % производителей, использующих системы планирования производства, модернизируют их с помощью функций на базе ИИ для перехода к автономным процессам [1]. Эксперты отмечают, что внедрение генеративного и агентного ИИ (Agentic AI) становится приоритетом для технических директоров, поскольку эти технологии трансформируют НИОКР, операционную деятельность и управление цепочками поставок [1].

Одним из наиболее эффективных направлений является прогностическое обслуживание (Predictive Maintenance). Глубокие нейронные сети анализируют данные с вибрационных датчиков, тепловизоров и контроллеров (PLC), предсказывая отказ узла за несколько циклов до его наступления. Исследования показывают, что внедрение таких систем позволяет снизить внеплановые простои на 12–20 % [3, 5]. Например, комбинированные модели CNN-LSTM, применяемые в металлургии для прогнозирования качества окомкования

угля, демонстрируют улучшение качества продукции около 30 % за счет автоматизации регулировки параметров в реальном времени.

Вторым значимым вектором является управление качеством (Quality Control) на базе компьютерного зрения. Сверточные нейросети (CNN) обрабатывают изображения с камер производственных линий, выявляя дефекты (сколы, загрязнения, геометрические отклонения) с точностью, превосходящей человеческий контроль. Актуальные обзоры подтверждают, что интеграция Edge AI (периферийного ИИ) позволяет перенести обработку данных непосредственно на контроллеры у станка, минимизируя задержки [4]. Это особенно важно для конвейерных линий высокой скорости.

Третьим направлением является агентная оптимизация процессов. В отличие от классических систем, ИИ-агенты способны автономно перераспределять нагрузку между энергопотребляющими узлами, управлять гибридными облачными средами и координировать действия гетерогенных роботов. Как отмечается в докладах конца 2025 года, программно-определяемая автоматизация (Software-defined automation) становится критически важной: к 2029 году ожидается, что 30 % заводов будут использовать централизованные виртуализированные платформы управления [1, 2].

Однако внедрение сталкивается с рядом проблем: дефицит кадров с компетенциями в области Data Science и высокая сложность интеграции ИИ с устаревшим промышленным оборудованием (ОТ-системами) [3]. Решением является использование low-code платформ и технологий «цифровых двойников» (Digital Twins), позволяющих обучать алгоритмы на виртуальных моделях без остановки реального производства [5].

Таким образом, автоматизация с помощью ИИ-алгоритмов переходит от стадии пилотных проектов к промышленному масштабированию. Наиболее перспективным выглядит симбиоз технологий: цифровые двойники генерируют данные для обучения, Edge AI обеспечивает быструю реакцию, а агентные модели берут на себя стратегическое управление. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку стандартов кибербезопасности для таких систем и повышение «объяснимости» решений, принимаемых нейросетью.

Библиографический список

1. IDC FutureScape: Worldwide Manufacturing 2026 Predictions // ITWeek. 2025. URL: <https://www.itweek.ru/industrial/article/detail.php?ID=233756> (data of access 14.04.2026).
2. Программа «Искусственный интеллект+производство» способствует превращению КНР в одного из мировых лидеров в обрабатывающей промышленности // Жэньминь Жибао. – 2026. – URL: <http://russian.people.com.cn> (дата обращения: 14.04.2026).
3. Advanced manufacturing and process innovation: When the whole plant becomes the machine // R&D World. 2025. URL: <https://www.rdworldonline.com/the-quantified-factory-2025s-manufacturing-capability-inflection/> (data of access: 14.04.2026).
4. Basingab M.S. AI-based data-driven framework optimizing smart manufacturing in industrial systems // ScienceDirect. 2025. DOI: 10.1016/j.jii.2025.100234. (data of access 14.04.2026).
5. Enabling Intelligent Industrial Automation: A Review of Machine Learning Applications with Digital Twin and Edge AI Integration // MDPI. 2025. URL: <https://www.mdpi.com/2673-4052/6/3/37> (data of access 14.04.2026).

Истоцкая Юлия Александровна, гр. 219

Руководитель: Горобченко Станислав Львович

ВШТЭ СПбГУПТД

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАПОРНОГО ЯЩИКА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПУЛЬСАЦИЙ МАССЫ НА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

Напорный ящик является ключевым узлом бумагоделательной машины (БДМ), стабильность работы которого в системе автоматического управления технологическим

процессом напрямую определяет равномерность распределения волокнистой массы на сеточном столе и качество готового полотна [3]. Пульсации массы перед напускной щелью – это классическая проблема управления производственным процессом, поскольку они приводят к колебаниям массы 1 м^2 по ширине и длине полотна, образованию «облачного просвета» и снижению прочностных показателей [3].

Основными источниками пульсаций являются возмущения, вносимые насосами и сортирующими установками в системе короткой циркуляции, а также турбулентность потока в массопроводах [4]. Система автоматического управления расходом массы из напорного ящика с воздушной подушкой требует точного поддержания соотношения скоростей истечения массы и движения сетки. Текущее значение расхода целесообразно определять косвенно [4] – через высоту напускной щели [5] и скорость истечения – что позволяет повысить быстродействие ПИД-регулятора и снизить флуктуации параметров.

Практическая реализация задач автоматизации подтверждает эффективность комплексного подхода. При модернизации картоноделательной машины № 1 ПЦБК (г. Пермь) в 2025 году новый напорный ящик был оснащен системой автоматического разбавления, поддерживающей стабильный профиль массы 1 м^2 при изменении скорости машины [1]. Система управления работает в реальном времени, компенсируя возмущения по каналам расхода и концентрации массы, что позволило выпускать продукцию в диапазоне плотностей 80–200 г/м² с более качественным профилем [1].

Аналогичный проект реализован на Сухонском картонно-бумажном комбинате (БДМ-4), где установлен современный напорный ящик с системой термокомпенсации и автоматическим поддержанием гидродинамического режима [2]. В составе АСУ ТП комбината разработано специализированное ПО, позволяющее оператору в режиме реального времени изменять параметры профиля массы 1 м^2 и отслеживать их на планшетном компьютере, что существенно повышает оперативность регулирования [3].

Важным направлением совершенствования систем управления является разработка новых исполнительных устройств. Патентные решения предлагают регулируемые наклонные пластины для выравнивания эпюры скоростей и эластичные трубчатые дефлокуляторы, создающие управляемую вибрацию потока. Дозированная подача воды под давлением 1,0–2,0 атм с барботированием воздуха через перфорированную трубку внутри эластичного элемента вызывает его вибрацию, что усиливает турбулизацию и снижает микропульсации. Такие устройства могут быть интегрированы в общий контур АСУ ТП.

Дополнительным резервом повышения качества управления является применение корреляционных методов измерения скорости напуска массы, позволяющих в реальном времени вычислять текущее соотношение скоростей «масса–сетка» и вносить корректировки в работу приводов сеточного стола и регуляторов расхода массы.

Таким образом, снижение пульсаций массы в напорном ящике как задача управления производственным процессом решается комплексом автоматизированных мер: применением систем автоматического разбавления, термокомпенсации, низкопульсационных насосов с частотным регулированием, а также развитых АСУ ТП с возможностью оперативной корректировки профиля массы 1 м^2 .

Библиографический список

1. ПЦБК заменила нижний напорный ящик картоноделательной машины № 1 // Lesprom Network. – 2025. – URL: <https://www.lesprom.com/ru/news/> (дата обращения: 14.04.2026).
2. На Сухонском КБК завершена масштабная модернизация БДМ // Объединенные Бумажные Фабрики. – 2020. – URL: <https://ukobf.com/press-centre/news/2020-skbk-modernizatsiya-BDM.html> (дата обращения: 14.04.2026).
3. Патент № 787527 СССР Напорный ящик бумагоделательной машины / Каракозов Н. А., Терентьев О. А., Кугушев И. Д. – М., 1980.
4. Ревунов, М. С. Комбинированная система экстремального регулирования плотности бумажного полотна / М. С. Ревунов, Д. С. Ревунов // Перспективные информационные

технологии (ПИТ 2014): труды Междунар. науч.-техн. конф. – Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2014. – С. 471-474.

5. Как отрегулировать срез напорного ящика бумагоделательной машины // Блог компании Jiuyi Machine. – 2025. – URL: <https://ru.jiuyimachine.com/blog/how-to-adjust-the-headbox-slice-of-a-paper-machine-1550579.html> (дата обращения: 14.04.2026).

Артемяева Алена Олеговна, гр. 545
Руководитель: **Яковлев Валерий Петрович**
ВШТЭ СПбГУПТД

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОДБОРА ГРАНТОВЫХ ПРОГРАММ

В современных условиях развития технологий и инноваций грантовая поддержка становится важным инструментом финансирования инициатив. Однако многообразие грантовых программ создает трудности для потенциальных заявителей. Пользователь вынужден самостоятельно изучать каждую программу, сопоставлять требования со своими параметрами и принимать решение о подаче заявки. Такой подход не гарантирует выбора оптимального варианта финансирования и приводит к значительным временным затратам.

Разработка программы, которая будет осуществлять персонализированный подбор грантов на основе математически обоснованных критериев, позволит сократить время на анализ условий и повысить точность подбора релевантных конкурсов.

В ходе выполнения работы был проведен анализ предметной области и существующих информационных систем. На основе изученных источников сформирована система из шести ключевых критериев оценки: тематическая категория, детальные интересы, тип заявителя, уровень образования, возраст и требуемое финансирование. Для определения значимости каждого критерия был применен метод анализа иерархий Т. Саати, который позволяет обосновать весовые коэффициенты факторов и проверить логическую непротиворечивость оценок [1].

Практическая часть работы заключалась в разработке веб-приложения [2], обеспечивающего доступ к базе данных грантов через удобный пользовательский интерфейс. Принцип работы системы основан на автоматизированной обработке данных: алгоритм включает сбор персональных параметров пользователя, расчет степени соответствия для каждого гранта на основе разработанных весовых коэффициентов и последующее формирование ранжированного списка подходящих грантов.

Таким образом, разработка программы для автоматизированного подбора грантов является важным инструментом для повышения доступности информации о существующих конкурсах. Внедрение подобной системы позволяет учитывать индивидуальные характеристики заявителя и минимизировать риск пропуска релевантных программ финансирования.

Библиографический список

1. Воробьева, М. В. Анализ методов многокритериального принятия решений / М. В. Воробьева // Региональная и отраслевая экономика. – 2022. – № 1. – С. 24–28. – DOI: 10.47576/2782-4578_2022_1_24.
2. Основы создания веб-интерфейсов. – URL: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/ (дата обращения: 22.02.2026).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИЕЙ ЛИНИИ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ И ПРОМЫВКИ

Актуальность исследования обусловлена необходимостью модернизации систем управления химико-технологическими линиями на металлургическом производстве. Процесс обезжиривания и промывки алюминиевых лент является критически важным этапом подготовки поверхности перед отжигом и нанесением покрытий. Недостаточная автоматизация данного участка приводит к нестабильности технологических параметров, перерасходу химических реагентов и энергии, а также повышает риск брака продукции из-за остаточных загрязнений. В условиях перехода к технологическому суверенитету особую значимость приобретает использование отечественных аппаратных платформ и открытого программного обеспечения, обеспечивающих независимость от санкционных ограничений и гарантированную сервисную поддержку.

Целью работы является проектирование и разработка автоматизированной системы управления линией обезжиривания и промывки, обеспечивающей стабильность качества продукции, снижение эксплуатационных затрат и повышение безопасности технологического процесса. Для достижения цели были решены следующие задачи: проведен анализ существующей системы управления, выявлены ее недостатки, сформулированы требования к модернизированной АСУ, разработана функциональная схема автоматизации, созданы алгоритмы управления ПЛК и интерфейс оператора.

Объектом исследования выступает технологический комплекс линии подготовки поверхности алюминиевых лент. В текущей системе ванны обезжиривания и промывки имеют рабочий объем около 10 м³ и заполняются до уровня 600 мм, что соответствует объему 8 м³ (80 % заполнения ванны). Температура поддерживается паром через регулирующий клапан: для обезжиривания – +55...+75 °С (рекомендуемая 65 °С), для промывки – +60...+80 °С (рекомендуемая 70 °С). В ходе анализа действующей системы управления были выявлены ключевые недостатки: визуальный контроль уровня растворов персоналом, ручное дозирование моющего средства, отсутствие непрерывного мониторинга pH и электропроводности, а также отсутствие централизованной визуализации процесса. На основе проведенного анализа сформированы технические требования к новой системе, включающие автоматическое поддержание температуры в ваннах, дозирование концентрата по сигналу датчика проводимости, контроль уровня и кислотности среды, а также реализацию аварийной сигнализации и архивирования данных.

Аппаратной основой разрабатываемой системы выбран программируемый логический контроллер ПЛК210-01 российского производства компании «ОВЕН». Данный выбор обоснован его высокой вычислительной мощностью, наличием четырех независимых портов Ethernet и полной совместимостью со средой программирования CODESYS 3.5, соответствующей международному стандарту МЭК 61131-3. Для обмена данными между полевыми устройствами и контроллером применяется протокол Modbus TCP, обеспечивающий высокую скорость опроса датчиков температуры, уровня, pH-метров и расходомеров.

В программной части системы реализован классический ПИД-регулятор для управления контурами нагрева и дозирования химических реагентов. Для компенсации тепловой инерции ванн и исключения реакции на электрические наводки в алгоритм встроена цифровая фильтрация аналоговых сигналов и ограничение интегрального насыщения. Разработка алгоритмов выполнена в среде CODESYS 3.5 с использованием языков структурного текста для математических расчетов и функциональных блоков для реализации логики блокировок и аварийных защит. Особое внимание уделено проектированию человеко-машинного

интерфейса. Разработанная мнемосхема обеспечивает ситуационную осведомленность оператора за счет цветовой индикации статусов оборудования, иерархической структуры экранов и многоуровневой системы доступа. Реализована возможность оперативного изменения уставок, мониторинга текущих параметров в реальном времени и ведения журнала событий, что существенно упрощает диагностику отклонений.

В результате выполнения работы создан комплект проектной документации, включая функциональные схемы автоматизации, техническое задание на программирование АСУ ТП и программный код контроллера. Практическая реализация проекта подтвердила эффективность выбранных решений: внедрение системы позволяет автоматизировать контроль ключевых параметров, исключить влияние человеческого фактора при дозировании реагентов, предотвратить аварийные ситуации и снизить расход воды, пара и химических концентратов. Разработанная АСУ создает технологический фундамент для дальнейшей цифровизации участка и интеграции в верхнеуровневые системы управления предприятием.

Комягин Матвей Сергеевич, гр. 529

Руководитель: Хардилов Евгений Васильевич
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭТАПА РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ И КОМПОНОВКИ ПУЛЬТОВ УПРАВЛЕНИЯ АСУ СУДОВЫХ КОТЛОАГРЕГАТОВ

В современных условиях развития судовой энергетики наблюдается устойчивый рост уровня автоматизации технологических процессов, сопровождающийся усложнением автоматизированных систем управления (АСУ). Повышение требований к надежности, безопасности и энергоэффективности судовых котлоагрегатов обуславливает необходимость совершенствования подходов к проектированию систем управления. Одним из наиболее ответственных этапов является разработка принципиальных электрических схем и компоновки пультов управления, поскольку именно на этом этапе формируется структура электрических связей, определяется состав оборудования и закладываются условия для дальнейшего монтажа, наладки и эксплуатации системы. Недостаточная проработанность данного этапа может приводить к ошибкам на последующих стадиях жизненного цикла, увеличению сроков реализации проекта и снижению общей надежности системы, что определяет актуальность анализа существующих проблем и поиска направлений совершенствования.

Этап разработки электрических схем и компоновки пультов управления включает решение комплекса взаимосвязанных задач, среди которых организация цепей питания, формирование аналоговых и дискретных входов и выходов, обеспечение взаимодействия с контроллерным оборудованием, а также размещение элементов внутри пульта управления с учетом конструктивных и эксплуатационных требований. Проведенный анализ показывает, что данный этап характеризуется рядом существенных проблем. Во-первых, недостаточная формализация процесса разработки приводит к вариативности выполнения работ и высокой зависимости результатов от квалификации и опыта проектировщика, что затрудняет стандартизацию и повторное использование проектных решений. Во-вторых, высокая трудоемкость разработки принципиальных электрических схем обусловлена значительным объемом ручной проработки электрических цепей, включая трассировку сигналов, организацию цепей питания и выбор коммутационных элементов, что увеличивает вероятность проектных ошибок. В-третьих, при компоновке пультов управления возникают сложности, связанные с необходимостью рационального размещения оборудования, обеспечения удобства монтажа и технического обслуживания, а также соблюдения требований по электромагнитной совместимости, тепловым режимам и электробезопасности. Дополнительно следует отметить недостаточную согласованность между схемотехническими

и компоновочными решениями, что может приводить к необходимости внесения изменений на поздних этапах проектирования. Для решения указанных проблем предлагается применение метода декомпозиции процесса проектирования с выделением логически завершенных подэтапов, формализация последовательности разработки принципиальных электрических схем, включающая типовые этапы организации цепей питания, сигналов и управляющих воздействий, а также использование методов календарного планирования, в частности диаграмм Ганта, для повышения управляемости проектных работ. В области компоновки пультов управления перспективным является применение принципов унификации и использования типовых проектных решений, позволяющих сократить трудоемкость разработки и повысить качество проектной документации.

Таким образом, проведенный анализ этапа разработки электрических схем и компоновки пультов управления АСУ судовых котлоагрегатов позволил выявить ключевые проблемы, связанные с высокой трудоемкостью, недостаточной формализацией и ограниченной согласованностью проектных решений. Предложенные направления совершенствования, основанные на декомпозиции процесса, формализации этапов разработки, применении инструментов календарного планирования и унификации компоновочных решений, обеспечивают повышение эффективности проектирования, снижение вероятности ошибок и улучшение качества разрабатываемой документации, что в целом способствует повышению надежности и эффективности функционирования автоматизированных систем управления судовых котлоагрегатов.

Митюкова Амина Ануровна, гр. 545
Руководитель: Рыков Сергей Владимирович
ВШТЭ СПбГУПТД

РОЛЬ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

В условиях цифровизации общества образовательные организации активно внедряют информационные технологии для повышения эффективности взаимодействия с абитуриентами, студентами и партнерами. Одним из ключевых инструментов такой автоматизации является официальный веб-сайт, который выполняет функции информирования, коммуникации и продвижения образовательных программ.

Современный сайт образовательной организации перестает быть просто источником информации и становится полноценной информационной системой, обеспечивающей удобный доступ к данным и повышение качества взаимодействия [1] с целевой аудиторией. Особенно важную роль веб-ресурс играет в процессе привлечения абитуриентов, так как именно через интернет происходит первое знакомство с образовательным учреждением.

Несмотря на развитие цифровых технологий, многие образовательные сайты обладают рядом недостатков:

- Сложная и запутанная структура;
- Недостаточная представленность образовательных программ;
- Низкая ориентация на потребности пользователей;
- Ограниченные каналы коммуникации;
- Низкая узнаваемость отдельных подразделений.

Такие проблемы снижают эффективность взаимодействия с абитуриентами и могут негативно влиять на выбор учебного заведения [2].

Для повышения эффективности веб-ресурсов необходимо применять современные методы проектирования, ориентированные на пользователя. Важную роль играет анализ целевой аудитории и формирование логичной структуры сайта с удобной навигацией.

Оптимальная структура веб-ресурса включает ключевые разделы: информация об институте, образовательные программы, условия поступления, ответы на вопросы и контакты.

Это позволяет автоматизировать процесс получения информации и сократить время ее поиска [3].

Развитие веб-технологий открывает возможности для дальнейшей автоматизации:

- использование современных фреймворков для повышения производительности;
- адаптивный дизайн для различных устройств;
- интеграция с цифровыми сервисами;
- анализ пользовательского поведения для улучшения структуры сайта.

Таким образом, веб-технологии играют важную роль в автоматизации информационных процессов образовательных организаций. Разработка удобного и структурированного сайта позволяет повысить эффективность коммуникации, улучшить пользовательский опыт и увеличить привлекательность образовательных программ.

Библиографический список

1. Кузнецов, С. Д. Проектирование информационных систем / С. Д. Кузнецов, Д. А. Пospelов. – М.: Юрайт, 2022. – 295 с.
2. Хольцнер, С. HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств / С. Хольцнер. – М.: Эксмо, 2021. – 304 с.
3. Гринберг, А. С. Информационные технологии управления / А. С. Гринберг, Г. А. Гринберг. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2020. – 479 с.

Левинцева Виктория Сергеевна, гр. 529
Руководитель: **Слюта Марина Олеговна**
ВШТЭ СПбГУПТД

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

Системы контроля качества бумажного производства предъявляют высокие требования к точности и надежности измерительного оборудования. Комплекс датчиков «Metso IQ» представляет собой модульную систему для непрерывного онлайн-измерения ключевых параметров бумажного полотна в составе сканирующего устройства, обеспечивая контроль качества в реальном времени [1].

Система построена по модульному принципу: каждый измерительный канал включает источник и детектор, расположенные по разные стороны полотна. Связь с системой управления качеством осуществляется по единому интерфейсу, который одновременно обеспечивает передачу данных и питание. Конструкция модулей унифицирована, что упрощает их установку и компоновку [1].

Измерение поверхностной плотности основано на поглощении бета-излучения: чем больше масса полотна, тем сильнее ослабляется излучение. Такой метод позволяет корректно измерять широкий диапазон материалов – от тонкой бумаги до картона.

Контроль влажности осуществляется с использованием инфракрасного излучения, чувствительного к содержанию воды. Специальные фильтры и алгоритмы обработки сигналов позволяют компенсировать влияние внешних факторов и повысить точность измерений.

Толщина полотна может измеряться как контактным способом, так и бесконтактно с применением лазерных технологий.

Для определения зольности применяются рентгеновские методы. Они позволяют оценить содержание минеральных наполнителей в бумаге, а также при необходимости определить их состав.

Дополнительно система включает датчики цвета, глянца, гладкости и равномерности структуры полотна, работающие на основе оптических методов.

Для повышения точности измерений используются алгоритмы компенсации, учитывающие влияние температуры, загрязнения и др. Регламентное обслуживание включает периодическую проверку и замену отдельных элементов. Безопасность при работе с

источниками излучения обеспечивается конструктивными мерами и соблюдением нормативных требований.

Таким образом, система «Metso IQ» реализует комплексный подход к онлайн-контролю качества бумажного производства, охватывая свыше десяти параметров качества бумажного полотна в рамках единой аппаратной и программной платформы. Модульность конструкции и унификация интерфейсов позволяют формировать конфигурации под конкретные технологические задачи, сокращая затраты на монтаж, обслуживание и метрологическое сопровождение.

Библиографический список

1. Metso IQ Technical Manual. Sensors. Rex. 3. Metso Automation, 2011. 402 с.

Марченко Сергей Вячеславович, гр. 545

Руководитель: **Кушнеров Александр Игоревич**
ВШТЭ СПбГУПТД

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ 1С

В условиях современной жизни, в которых цифровизация постепенно охватывает все сферы жизни человека, значительно выделяется трансформация экономического направления, а особую актуальность приобретает автоматизация бизнес-процессов на предприятиях. Использование специализированных программных решений позволяет повысить эффективность управления, снизить количество ошибок, обеспечить оперативный контроль деятельности и улучшить качество принимаемых управленческих решений.

Одним из наиболее распространенных инструментов автоматизации учета и управления в Российской Федерации является платформа 1С: Предприятие, предоставляющая широкие возможности для разработки и адаптации прикладных решений под конкретные задачи организации.

Основной особенностью системы платформы является ее конфигурируемость. Набор объектов, структуры информационных массивов, алгоритмы обработки информации, соответствующих поставленной задаче, определяет конкретная конфигурация. Вместе с конфигурацией система «1С: Предприятие» выступает в качестве уже готового к использованию программного продукта, ориентированного на определенные типы предприятий и классы решаемых задач [1].

На этапе разработки производится:

- формирование структуры обрабатываемой информации;
- создание форм для ввода исходных данных, просмотра различных списков данных;
- организация хранения введенной и итоговой информации;
- написание отчетов и обработок;
- формирование командных интерфейсов для различных групп пользователей;
- формирование списка пользователей;
- назначение пользователям определенных прав.

Результатом разработки является конфигурация, предназначенная для автоматизации основных операций учета товаров. Разработанная система позволяет фиксировать поступление товаров, оформлять операции продажи, хранить информацию о ценах номенклатуры и контролировать остатки товаров на складах.

В системе используются справочники номенклатуры, складов и контрагентов, документы поступления товаров, продажи товаров и установки цен номенклатуры. Для хранения информации о движении товаров используется регистр накопления остатков товаров, а для хранения информации о ценах – регистр сведений цен номенклатуры.

Также в конфигурации реализованы отчеты, позволяющие получать информацию об остатках товаров, движении товаров по складам и текущих ценах номенклатуры.

Использование отчетности обеспечивает удобный анализ данных и контроль состояния товарных запасов.

Дополнительно выполнена публикация информационной базы на веб-сервере и реализован REST-интерфейс, позволяющий получать данные системы через HTTP-запросы. Это расширяет возможности использования разработанной информационной системы и позволяет интегрировать ее с внешними приложениями.

Полученные результаты являются основой для дальнейшего развития системы в рамках выпускной квалификационной работы на тему «Разработка ИТ-решения для управленческого учета и финансового анализа на платформе 1С». В рамках ВКР планируется расширение функциональности системы в части управленческого учета, включая учет доходов и расходов, анализ финансовых показателей, формирование управленческой отчетности, а также разработку инструментов для поддержки принятия управленческих решений. Дополнительно предполагается развитие аналитических возможностей системы и совершенствование механизмов интеграции с внешними информационными системами.

Библиографический список

1. Платформа 1С: Предприятие: [сайт]. – URL: <https://v8.1c.ru/platforma/o-platforme-v-tselom/> (дата обращения: 13.04.2026).

Зубец Вероника Витальевна, гр. 142

Руководитель: **Янчукович Светлана Георгиевна**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ С ОБУЧЕНИЕМ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ВЫБОРКЕ

Современная бумажная промышленность сталкивается с растущими требованиями к автоматизации контроля качества. Ключевой задачей становится минимизация локальных дефектов полотна – даже микроскопические повреждения заметно влияют на потребительские свойства продукции: от прочности упаковки до печатных характеристик мелованной бумаги. Экономические последствия дефектов выражаются не только в прямых потерях от брака, но и в репутационных рисках. Поэтому инвестиции в системы автоматизированного контроля сегодня становятся стратегическим приоритетом для производителей [3].

Однако внедрение компьютерного зрения в этой области наталкивается на серьезный технологический барьер: дефекты имеют спорадический (случайный) характер, из-за чего крайне сложно собрать репрезентативную обучающую выборку. Традиционные подходы на основе полносвязных нейросетей в таких условиях быстро переобучаются: модель хорошо работает на учебных примерах, но теряет эффективность при изменении освещения или вариациях текстуры бумаги.

Современные системы компьютерного зрения для обнаружения дефектов бумажного полотна строятся на архитектуре сверточных нейронных сетей (CNN) [1] с кодировщиком и декодировщиком, аналогичной U-Net. Принцип работы таков: камера фиксирует изображение движущегося полотна, которое поступает на вход нейросети. Кодировщик последовательно сжимает изображение, выделяя ключевые признаки – границы, текстуры, перепады яркости, которые могут указывать на дефект. Декодировщик, в свою очередь, восстанавливает исходное разрешение, но уже с «маской» – пиксельной картой, где каждый пиксель отнесен к классу «дефект» или «норма». Такой подход позволяет не только обнаружить дефект, но и точно определить его границы, например, отличить масляное пятно диаметром 2 мм от случайного затемнения из-за изменения освещения. Ключевое преимущество – нейросеть обучается на ограниченной выборке за счет аугментации (искусственного расширения датасета поворотами, масштабированием и изменением яркости исходных изображений) [2, 4].

Предприятие Светогорский ЦБК уже демонстрирует высокую готовность к цифровой трансформации: в 2025 году комбинат в рекордные сроки (около пяти месяцев) заместил западную ERP-систему SAP на отечественное решение «1С:ERP», полностью переведя под него учет бизнес-процессов. Это говорит о зрелости ИТ-инфраструктуры и наличии компетенций для внедрения сложных систем машинного зрения. Однако основным барьером может стать не отсутствие цифровой культуры, а необходимость дооснащения линии БДМ высокоскоростными камерами и линейными светильниками, а также обучение модели на дефектах именно светогорской продукции.

Помимо Скандинавских предприятий практическая реализуемость подхода уже подтверждена другими зарубежными кейсами. Так, финская компания Stora Enso сообщила о снижении затрат на контроль качества на 25 % после интеграции ИИ-камер с аугментацией данных. А шведский производитель Holmen Paper отметил уменьшение рекламаций на 18 % за счет раннего обнаружения дефектов. Скандинавские ЦБК в целом достигли 30 % снижения затрат на контроль качества, заменив часть ручной инспекции и статических правил нейросетевыми алгоритмами.

Особого внимания заслуживает то, что предлагаемые модели требуют в 3–4 раза меньше размеченных данных по сравнению с традиционными подходами. Это делает их внедрение рентабельным даже для средних предприятий, создавая реальные предпосылки для технологической модернизации отрасли без существенных капитальных затрат. Кроме того, модульная архитектура таких решений обеспечивает совместимость с уже установленными системами визуального контроля.

Библиографический список

1. Ляпунцова, Е. В. Исследование и выбор нейронной сети для определения качества продукции / Е. В. Ляпунова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 36-37.
2. Мусаев, Х. Ш. Применение искусственного интеллекта для повышения эффективности обнаружения дефектов в трикотажных тканях / Х. Ш. Мусаев // Universum: технические науки. – 2025. – № 5.
3. Коряковская, Н. В. Контроль и регулирование влажности бумажного полотна / Н. В. Коряковская, О. И. Бедердинова // Известия вузов. Лесной журнал. – 2022. – № 1. – С. 188-204.
4. Матвеев, И. В. Исследование современных глубоких сверточных нейросетевых моделей и алгоритмов аугментации данных в задаче распознавания изоляции электротехнического оборудования / И. В. Матвеев, А. И. Хальясмаа, П. В. Матренин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2024. – Т. 22, № 1. – С. 45-53.

Кисленко Маргарита Семеновна, гр. 545

Руководитель: Кушнеров Александр Игоревич

ВШТЭ СПбГУПТД

РОЛЬ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Экологический мониторинг – ключевая составляющая экологической политики и одно из приоритетных направлений деятельности каждого государства. В последние десятилетия растут масштабы антропогенного воздействия на биосферу, что приводит к росту экологических проблем [1]. Достаточная эффективность охраны окружающей среды может быть достигнута только при наличии своевременной информации о состоянии ее отдельных компонентов.

Эту задачу решает мониторинг – система регулярных комплексных наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния экосистем. Результаты экологического мониторинга используются государственными органами, научными организациями, промышленными предприятиями и экологическими службами для контроля качества среды обитания, оценки

последствий хозяйственной деятельности и разработки мер по снижению вредного воздействия на природу.

В последние годы объемы экологических данных существенно возросли, что привело к сложностям в их обработке, разметке и интерпретации. Например, при подсчете численности животных, количество кадров с одной фотоловушки может достигать до нескольких сотен тысяч. Далее, чтобы определить точное количество особей, ученым необходимо просмотреть каждую фотографию. При этом огромную часть от всего объема данных занимают пустые или сложные кадры, для которых нужно повышать контрастность или яркость, чтобы точно определить наличие на них объекта. Все это отнимает колоссальное количество времени специалистов и является наиболее трудозатратным этапом всей работы.

Одним из наиболее эффективных способов решения такой проблемы является удобное и функциональное программное обеспечение, которое позволяет быстро и эффективно обрабатывать большие объемы фото- и видеоизображений. Этому способствует активное применение искусственного интеллекта с использованием технологий компьютерного зрения и машинного обучения.

Нейросетевые технологии кардинально повышают качество анализа данных экологического мониторинга за счет автоматизации обработки больших объемов разнородной информации, минимизации человеческого фактора и извлечения скрытых закономерностей. Глубокие модели, такие как CNN и SAM2, обеспечивают высокую точность сегментации и классификации объектов на изображениях – от выявления деградации растительности до обнаружения микрозагрязнений.

Например, модель по детекции животных от Сбера при тестировании в национальном парке «Сайлюгемский» показала высокую эффективность, обработав 3,5 тыс. видеороликов по 30 секунд каждый всего за 2 часа [2]. То есть распознала все изображения животных и определила их виды с достаточной точностью, сэкономив примерно 25 часов работы ученого.

Таким образом, технологии искусственного интеллекта и машинного обучения играют важную роль в обработке экологических данных, повышая качество анализа данных и экономя время специалистов.

Библиографический список

1. Белюченко, И. С. Введение в экологический мониторинг: учебное пособие / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2011. – 297 с.
2. Артюгин О. А. Как AI-технологии Сбера помогают сохранять биоразнообразие (и не только): интервью // Сберегаем вместе. – 2025.

Сабанин Александр Андреевич, гр. 529

Руководитель: Хардилов Евгений Васильевич

ВШТЭ СПбГУПТД

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Совершенствование процесса проектирования в сфере автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) не стоит на месте. Наше время показывает, что использовать искусственный интеллект (ИИ) в качестве инструмента для разработки становится актуальнейшей темой на сегодняшний день. Сейчас любая АСУ ТП так или иначе связана с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК), для которых инженеры-программисты пишут код на языках стандарта МЭК-61131-3. Раньше это делалось вручную – нужно понять технологический процесс и заставить работать тот или иной объект автоматизации по определенному алгоритму. Теперь задача инженера-программиста облегчается – можно написать правильный запрос и ИИ мгновенно выдаст код, который сразу же можно протестировать. Стоит понимать, что ИИ – несовершенный инструмент, поэтому

каждый запрос должен быть максимально точный и передавать все нюансы при написании инструкции (промпта).

Для наглядной разницы моделей протестированы следующие ИИ-агенты:

- chatgpt;
- deepseek;
- claude;
- gemini.

Критерии оценки – компилируемость, валидация, скорость. Промпты также будут различные: от простых до сложных.

Внедрение генеративных моделей в практику программирования промышленных контроллеров знаменует собой не просто технологическую оптимизацию, а фундаментальный сдвиг в инженерной парадигме. Роль разработчика постепенно трансформируется: от написания строк кода он переходит к формулированию архитектурных требований, конструированию семантически точных инструкций и верификации логики работы системы. В условиях, где ошибки программного обеспечения могут иметь критические последствия для технологического процесса и безопасности персонала, искусственный интеллект выступает не как автономный исполнитель, а как когнитивный усилитель, позволяющий инженеру сосредоточиться на проектных решениях высшего порядка. При этом возникает необходимость пересмотра компетенций специалиста: владение промпт-инжинирингом, понимание ограничений стохастических моделей и способность к строгой формальной проверке сгенерированных алгоритмов становятся столь же значимыми, как и глубокое знание языков стандарта МЭК-61131-3.

Дальнейшее развитие этого направления неизбежно потребует преодоления методологического разрыва между вероятностной природой больших языковых моделей и детерминированными требованиями промышленной автоматизации. Критически важными становятся вопросы стандартизации подходов к ИИ-ассистированной разработке, внедрения встроенных механизмов статической и динамической валидации в среды программирования, а также формирования отраслевых метрик качества, учитывающих не только компилируемость, но и предсказуемость, безопасность и соответствие жизненному циклу АСУ ТП. В перспективе синергия человеческой экспертизы и вычислительных мощностей нейросетей способна привести к появлению адаптивных сред разработки, где алгоритмы будут генерироваться, оптимизироваться и документироваться в едином контуре, сохраняя при этом строгий инженерный контроль и соответствие нормативным требованиям промышленной отрасли.

Ковальчук Максим Викторович, гр. 519
Руководитель: Ремизова Ирина Викторовна
ВШТЭ СПбГУПТД

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИЙ В VR-СРЕДЕ

В современных условиях профессиональной подготовки, особенно в отраслях, связанных с эксплуатацией технологического оборудования, строгое соблюдение регламентированной последовательности действий выступает ключевым фактором безопасности и эффективности труда. Традиционные методы обучения не всегда позволяют в реальном времени фиксировать и анализировать отклонения от алгоритма, а ручной контроль подвержен человеческому фактору. В связи с этим была поставлена задача разработки программного прототипа системы автоматизированного контроля последовательности операций, функционирующей в среде виртуальной реальности. Основная функция системы заключается в непрерывном отслеживании действий пользователя, их автоматической проверке на соответствие заданному регламенту, регистрации ошибок и формировании

структурированного протокола сессии для последующего анализа.

В качестве объекта реализации выбрана учебная VR-сцена, моделирующая типовую ситуацию активации управляющих элементов. Среда построена на базе движка Unity с использованием штатного XR-фреймворка, обеспечивающего поддержку шлемов виртуальной реальности и контроллеров. Физическое пространство сцены содержит три интерактивных объекта, визуально различимых по цвету, каждый из которых обладает уникальным идентификатором. Пользователь взаимодействует с ними посредством лучей взаимодействия, что формирует интуитивно понятный интерфейс и полностью воспроизводит механику работы с реальными кнопками или переключателями.

Программная логика системы реализована в виде единого централизованного модуля, который при запуске автоматически обнаруживает все интерактивные элементы сцены и регистрирует обработчики событий их активации. Ядро проверки работает по принципу пошаговой валидации: при каждом взаимодействии система сверяет идентификатор выбранного объекта с ожидаемым шагом эталонной последовательности. При совпадении внутренний счетчик продвигается дальше, а действие фиксируется в оперативном журнале. В случае выбора неверного объекта выполнение сценария немедленно прерывается, что предотвращает закрепление ошибочного навыка. Особое внимание уделено механизму журналирования: каждое действие сопровождается временной меткой и результатом проверки, а по завершении сессии полный отчет сохраняется в текстовый файл на локальном носителе. Архитектура решения предусматривает изменение целевой последовательности без внесения правок в основной код, а также реализован режим эмуляции, позволяющий отлаживать логику на стандартном компьютере без использования VR-оборудования.

В ходе практической реализации был создан полностью работоспособный прототип, успешно прошедший функциональное тестирование. Система корректно реагирует как на точное соблюдение заданного порядка действий, фиксируя успешное завершение, так и на любые отклонения, оперативно останавливая процесс и записывая в лог конкретный шаг, на котором была допущена ошибка. Сформированные отчеты содержат полную хронологию сессии и однозначную итоговую оценку, что исключает субъективность при анализе результатов обучения.

Разработанный подход демонстрирует эффективность применения иммерсивных технологий не только для визуализации, но и для создания автоматизированных контуров контроля. Несмотря на учебный масштаб прототипа, лежащий в его основе принцип пошаговой валидации и автоматического логирования, легко масштабируется на сложные производственные тренажеры, симуляторы работы с пультами управления, отработку аварийных алгоритмов и медицинские процедурные тренинги. Интеграция подобного модуля в образовательные VR-платформы позволяет перейти от пассивного наблюдения к объективной оценке компетенций, формируя надежную основу для цифровизации профессиональной подготовки и снижения рисков при работе с критически важными системами.

Матросова Серафима Сергеевна, гр. 545

Руководитель: Рыков Сергей Владимирович

ВШТЭ СПбГУПТД

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИТИКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ СОБЫТИЙНЫХ ДАННЫХ

В условиях динамичного роста цифровых продуктов эффективное управление веб-сервисами невозможно без глубокого понимания поведения пользователей. Существующие промышленные инструменты (Google Analytics, Яндекс.Метрика, Amplitude) зачастую избыточны для небольших проектов, предполагают хранение данных на сторонних серверах и

ограничивают контроль над собираемой информацией. В связи с этим разработка собственной специализированной системы мониторинга является актуальной задачей.

Базой для реализации проекта стал официальный веб-ресурс учебно-научного центра «НИЛБМ», разработанный в ходе преддипломной практики. Сайт был создан с использованием нативного стека HTML, CSS и JavaScript, что обеспечило гибкость интерфейса и стабильность фронтенд-части после деплоя на платформу Netlify.

Центральной темой выпускной квалификационной работы является проектирование системы мониторинга, интегрируемой в созданный ресурс. В основу архитектуры заложен принцип событийного управления: каждое действие пользователя фиксируется как атомарное событие. Техническая реализация серверной части опирается на современный стек:

- Язык программирования: Java.
- Фреймворк: Spring Boot (для обеспечения масштабируемости и производительности).
- База данных: PostgreSQL (для надежного хранения массивов событийных данных).

Дальнейший план работы включает разработку API для приема логов и создание аналитического дашборда. Система позволит трансформировать сырые данные в наглядные метрики, обеспечивая эволюцию проекта от статического сайта к высокотехнологичному инструменту мониторинга.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- Анализ предметной области и существующих систем веб-аналитики.
- Проектирование архитектуры системы, схемы взаимодействия модулей и структуры базы данных.
- Разработка серверной части, базы данных и API для обработки событий.
- Создание дашборда для визуализации метрик (посещаемость, воронки конверсии, маршруты навигации).
- Тестирование и оценка работоспособности системы на реальном ресурсе.

Результатом работы станет автономная система мониторинга, обеспечивающая полный контроль над данными и предоставляющая владельцу ресурса аналитику для принятия обоснованных решений по развитию продукта.

Токмаджи Фади, гр. 519

Руководители: Хардигов Евгений Васильевич,

Слюта Марина Олеговна

ВШТЭ СПбГУПТД

МНОГООСЕВЫЕ ШАГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОМПАКТНЫХ ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ

В современной инженерной практике подавляющее большинство электрических двигателей реализует одноканальную функцию преобразования энергии, обеспечивая вращение одного выходного вала. В случаях, когда требуется управление несколькими степенями свободы, например, в робототехнических системах с несколькими суставами, традиционно применяются несколько независимых приводов. Каждый из них обладает собственной конструкцией, системой питания и блоком управления, что приводит к увеличению габаритов, усложнению компоновки и росту конструктивной сложности.

В настоящее время формируется новый класс электрических машин – многоосевые шаговые двигатели, представляющие собой альтернативный подход к организации привода. Данные устройства пока не получили широкого промышленного внедрения, однако демонстрируют значительный потенциал. Конструктивно такой двигатель представляет собой интегрированный модуль, включающий три независимых ротора, расположенных коаксиально один над другим и взаимодействующих с общим статором. Подобная архитектура позволяет реализовать несколько степеней свободы в рамках одного конструктивного элемента, заменяя несколько отдельных приводов.

Статор двигателя выполнен из пакета электротехнической стали и содержит систему обмоток, сформированных медными проводниками. Внутри статора размещены три ротора, установленные на коаксиальных валах. Отличительной особенностью роторов является различное число зубцов, что обеспечивает возможность их селективного управления. Для обеспечения независимого вращения используются прецизионные подшипниковые узлы, разделяющие валы. Конструкция замыкается корпусными элементами, выполненными, как правило, из алюминиевых сплавов.

Ключевым преимуществом многоосевых двигателей является высокая плотность мощности, достигаемая за счет компактного размещения функциональных элементов. Это позволяет существенно снизить занимаемый объем и повысить эффективность использования пространства, что особенно актуально для робототехнических и мобильных систем. Дополнительным преимуществом является упрощение механической части, поскольку отпадает необходимость в сложных передачах между разнесенными приводами. С точки зрения электрической интеграции, использование одного кабеля для управления несколькими осями значительно снижает сложность проводки. Кроме того, система управления обеспечивает перераспределение мощности между роторами в зависимости от текущих нагрузок.

Несмотря на перечисленные достоинства, рассматриваемая технология имеет ряд ограничений. Основным из них является ограничение по мощности: поскольку все роторы используют общий статор, распределение энергии между ними приводит к снижению доступного крутящего момента на каждом валу при одновременной работе. Дополнительно следует отметить технологическую сложность изготовления, связанную с высокой точностью сборки коаксиальных валов и подшипниковых узлов.

В настоящее время многоосевые шаговые двигатели находятся на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок и не являются массовым промышленным решением. Тем не менее их применение представляется перспективным в областях, где критически важны компактность и многокоординатное управление, таких как роботизированные манипуляторы, медицинские протезы и миниатюрные мехатронные системы. С развитием технологий производства данные устройства могут занять значимое место в архитектуре будущих высокоинтегрированных приводных систем.

Клоков Евгений Константинович, гр. 519
Руководитель: **Сидельников Владимир Иванович**
ВШТЭ СПбГУПТД

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СВАРНЫХ ШВОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Широкое промышленное внедрение лазерной сварки в автоматизированные производственные линии ограничено сложностью обеспечения стабильного качества. Основной проблемой является высокий риск возникновения дефектов, обусловленный нестабильностью технологического процесса [1].

Контроль качества в лазерной сварке осложняется тем, что процесс зависит от большого числа параметров, многие из которых трудно измерить напрямую. В отличие от более детерминированных технологических операций, лазерная сварка характеризуется высокой чувствительностью к изменениям внешних условий. На практике нестабильности возникают, например, из-за перегрева оптических элементов и смещении фокуса, а также при варьировании толщины свариваемых материалов.

К тому же традиционные способы контроля качества шва, включая визуальный осмотр и методы неразрушающего контроля, в большинстве случаев применяются после завершения

процесса сварки и не позволяют эффективно предотвращать дефекты на этапе их формирования. В результате классические подходы не обеспечивают необходимого качества.

Указанные ограничения обуславливают необходимость перехода к адаптивным методам анализа данных. Технологии машинного обучения позволяют учитывать сложные нелинейные зависимости между параметрами сварки и качеством сварного соединения, без необходимости полного физического описания процесса.

Для мониторинга сварочного процесса применяется комплекс измерительных устройств: фотодиоды, спектрометр, инфракрасная камера, что позволяет извлекать широкий спектр диагностических параметров в режиме реального времени и своевременно реагировать на возникновение сварочных дефектов [2].

Для обработки формируемых датчиками временных рядов диагностических параметров применяются современные архитектуры машинного обучения:

- рекуррентные нейронные сети, в частности LSTM, способные учитывать временные зависимости и накапливать информацию о состоянии процесса;
- трансформеры, позволяющие оценивать значимость каждого элемента последовательности относительно всех остальных, выявляя скрытые корреляции между удаленными во времени событиями.

Применение данных архитектур позволяет выявлять отклонения в динамике процесса, предшествующие появлению дефектов, и тем самым переходить от реактивного мониторинга к проактивному.

Невозможность аналитического описания сварочного процесса делают применение глубокого обучения необходимым направлением развития систем автоматизированного управления процессом. Использование архитектур, таких как трансформеры и LSTM, позволяет учитывать динамику процесса и минимизировать возникновение дефектов сварного шва.

Библиографический список

1. Hu, Y. и др. Investigation on the formation mechanism of collapse defects, microstructural evolution and mechanical properties in full penetration laser welding of thick-section steel // Journal of Manufacturing Processes. 2024. Vol. 118. Pp. 341-356.
2. Zhang Y. и др. Real-time monitoring of high-power disk laser welding statuses based on deep learning framework // Journal of Intelligent Manufacturing. 2019. Vol. 31. no 4. Pp. 799-814.

Москаленко Павел Анатольевич, гр. 529

Руководитель: Сидельников Владимир Иванович
ВШТЭ СПбГУПТД

АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОТКРЫТЫЕ АСУ ТП

Современная промышленная автоматизация переживает этап глубокой трансформации, обусловленной необходимостью преодоления технологической зависимости от зарубежных проприетарных систем и переходом к интеллектуальным системам управления. Закрытые архитектуры DCS и SCADA, исторически доминировавшие на рынке, создают эффект vendor lock-in, ограничивают сквозной доступ к данным и препятствуют гибкому внедрению алгоритмов машинного обучения. В этих условиях открытые АСУ ТП, разрабатываемые в рамках российской инициативы OpenAPC, становятся технологическим базисом для цифровой трансформации и обеспечения технологического суверенитета.

Ключевым преимуществом открытой архитектуры является модульность и интероперабельность компонентов. Система строится на основе универсальной шины данных OCF (Open Communication Fabric), объединяющей протокол OPC UA для структурированного обмена по запросу и MQTT 5.0 + Sparkplug B для событийно-ориентированной телеметрии. Важнейшим архитектурным решением стало четкое разделение контуров управления: детерминированный уровень L1-L2 (виртуальные ПЛК на OSCPВ, жесткие временные

гарантии) отвечает за базовое регулирование и аварийную защиту, тогда как аналитический уровень L3–L5 размещает ИИ-сервисы, работая в soft real-time и взаимодействуя с нижним уровнем через асинхронные команды, коррекцию уставок или режим «тени».

Интеграция искусственного интеллекта реализуется по принципам Industrial MLOps. Жизненный цикл моделей включает контейнеризацию (Docker/K3s), экспорт в аппаратно-независимый формат ONNX, оркестрацию вычислительных ресурсов на edge-уровне и непрерывный мониторинг дрейфа входных признаков. Для обеспечения промышленной безопасности применяется модель Zero-Trust, сегментация сетей по IEC 62443 и обязательные механизмы fallback: при потере связи, превышении задержки инференса или падении confidence score система автоматически переключается на детерминированный ПИД-регулятор, исключая риск остановки технологического процесса.

Практическая реализация подтверждена на кейсе предиктивной диагностики центробежного насоса водоподготовки. ИИ-сервис анализирует агрегированные признаки вибрации (RMS, crest-factor, спектральная плотность), температуры подшипников и перепада давления, выявляя кавитацию и дисбаланс ротора с точностью 94,2 % и 91,7 % соответственно. Средняя задержка инференса составляет 85 мс, что укладывается в промышленные нормативы для edge-решений. В ходе пилотной эксплуатации достигнуто снижение незапланированных простоев на 35 % и сокращение затрат на плановое ТО на 22 %, что подтверждает экономическую целесообразность подхода и окупаемость инвестиций ~ за 14 месяцев.

Перспективы развития открытых АСУ ТП с ИИ-компонентами связаны с созданием цифровых двойников, внедрением reinforcement learning для автономной оптимизации режимов и формированием экспортного потенциала платформы в странах БРИКС и ШОС.

Автамонова Ксения Александровна, гр. 7-529

Руководитель: **Слюта Марина Олеговна**

ВШТЭ СПбГУПТД

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Мировая бумажная промышленность в последние годы претерпевает заметные структурные изменения. Общий объем производства составляет порядка 400–414 млн тонн в год, при этом более 60–65 % приходится на упаковочные материалы, тогда как сегмент печатной бумаги демонстрирует устойчивое снижение [1].

Китай занимает доминирующее положение на мировом рынке. Годовой объем производства бумаги и картона превышает 280–283 млн тонн, что соответствует примерно 30–33 % мирового выпуска [5, 6]. Установленные производственные мощности еще выше – свыше 300 млн тонн в год, что создает значительный резерв для роста. В структуре производства более 70 % занимает упаковочная продукция. Важной особенностью является высокая зависимость от импорта целлюлозы (в том числе из России и стран Латинской Америки), что частично компенсируется масштабом переработки макулатуры.

Российская бумажная промышленность существенно уступает Китаю по объемам, однако обладает значительным сырьевым потенциалом. Производство бумаги и картона составляет около 10–11 млн тонн в год при оценочной мощности порядка 12–13 млн тонн [1, 2]. Экспорт достигает до 30–40 % от общего объема выпуска, что делает отрасль ориентированной на внешний рынок. При этом доля глубокой переработки остается ограниченной, а уровень автоматизации и внедрения современных систем управления уступает ведущим мировым производителям.

Финляндия демонстрирует иную модель развития отрасли, основанную на высокой технологичности и экспортной специализации. Объем производства составляет около 9–11 млн тонн в год при практически полной загрузке мощностей [4]. Более 80–90 % продукции поставляется на внешние рынки. Крупнейшие компании, такие как UPM-Kymmene и Stora

Enso, активно внедряют цифровые технологии управления, а также развивают сегмент биоматериалов. Существенная часть продукции имеет высокую добавленную стоимость, что компенсирует относительно небольшие объемы производства.

В Италии объем производства бумаги и картона находится на уровне 8–9 млн тонн в год при сопоставимых мощностях [4]. Однако уровень загрузки предприятий снижается из-за роста цен на энергоносители. В структуре затрат энергоресурсы могут составлять до 25–30 %, что значительно выше, чем в странах с дешевой энергетикой. Это приводит к снижению конкурентоспособности и частичной остановке производственных линий.

Беларусь представляет собой пример небольшой по масштабу отрасли. Объем производства составляет порядка 0,3–0,5 млн тонн в год при ограниченных мощностях [3]. Основная часть продукции ориентирована на внутренний рынок, а экспорт носит эпизодический характер. Уровень технологического оснащения предприятий находится на среднем уровне, что ограничивает возможности роста.

Сравнение количественных показателей показывает значительный разрыв между странами. Китай лидирует с объемом производства свыше 280 млн тонн в год при мощностях более 300 млн тонн, при этом преобладает выпуск упаковочной продукции [5, 6]. Россия и Финляндия имеют сопоставимые объемы (9–11 млн тонн), но различаются по структуре: в России важную роль играет сырьевая база и экспорт (30–40 %), тогда как в Финляндии до 80–90 % продукции ориентировано на внешний рынок и обладает более высокой добавленной стоимостью. Италия производит около 8–9 млн тонн, но испытывает рост себестоимости из-за высокой энергоемкости (до 25–30 % затрат). Беларусь существенно уступает по масштабам с объемом менее 1 млн тонн в год.

Анализ показывает, что наличие сырьевых ресурсов не является определяющим фактором лидерства. Китай достигает доминирования за счет масштабов производства, Финляндия – за счет технологического уровня и экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью. Россия обладает потенциалом роста, однако требует модернизации производственных мощностей и увеличения процессов переработки бумаги. Европейские страны, в частности Италия, сталкиваются с ограничениями, связанными с ростом себестоимости производства.

Библиографический список

1. Иванов, В. П. Российская бумажная промышленность: состояние и перспективы / В. П. Иванов // Лесная промышленность. – 2022. – № 4. – С. 23-29.
2. Отраслевой обзор бумажной и целлюлозной промышленности в России / Министерство промышленности и торговли РФ. – Москва, 2021. – 48 с.
3. Беларусь: бумажная промышленность и рынок бумаги / Белстат. – Минск, 2021. – 32с.
4. Петров, А. С. Европейская бумажная промышленность: экономика и технологии / А. С. Петров // Технологии лесопромышленных производств. – 2022. – № 2. – С. 12-20.
5. Annual Report of China's Paper Industry, 2022 / China Paper Association. – Пекин, 2022.
6. Pulp and Paper Industry in China // China Briefing. URL: <https://www.china-briefing.com> (data of access: 31.03.2026).

Ильяхунов Тимур Азаматович, гр. 529

Руководитель: Суриков Валерий Николаевич
ВШТЭ СПбГУПТД

КОМПЕНСАЦИЯ ЗАПАЗДЫВАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Газотранспортная инфраструктура представляет собой совокупность территориально распределенных объектов, для которых характерны инерционность, пространственная распределенность параметров и наличие транспортных задержек. В контурах регулирования

давления и расхода это приводит к тому, что реакция объекта на управляющее воздействие формируется не мгновенно, а с запаздыванием, обусловленным динамикой движения газа, протяженностью коммуникаций и инерционностью измерительно-исполнительного тракта. Наличие запаздывания усложняет настройку стандартных PI/PID-регуляторов: повышение быстродействия приводит к росту колебательности, а консервативная настройка снижает качество регулирования. Поэтому задача компенсации запаздывания в локальных контурах АСУ ТП объектов газотранспортной инфраструктуры является актуальной.

Объектом исследования являются локальные контуры автоматического регулирования технологических параметров распределенных объектов газотранспортной инфраструктуры. Предмет исследования – методы компенсации транспортного запаздывания. Цель работы состоит в оценке структуры управления, обеспечивающей снижение интегральной ошибки регулирования и повышение эффективности подавления возмущений при сохранении приемлемой робастности. Для достижения цели выполнены: выбор расчетной динамической модели, синтез структуры с предиктором Смита, сравнение с классическим PI-регулятором.

Для расчетного исследования использована редуцированная модель объекта с явным запаздыванием, представленная формулой (1):

$$G(s) = \frac{K e^{(-\tau s)}}{((T_1 s + 1)(T_2 s + 1))}, \quad (1)$$

где K – коэффициент усиления; T_1 , T_2 – постоянные времени, с; τ – транспортное запаздывание, с. В расчетном примере приняты параметры $K = 1$, $T_1 = 25$ с, $T_2 = 10$ с, $\tau = 18$ с. Критерием сравнения выбрана интегральная абсолютная ошибка, определяемая по формуле (2):

$$IAE = \int_0^T |e(t)| dt \quad (2)$$

В отличие от классической обратной связи, в схеме с предиктором используется внутренняя модель объекта без запаздывания и с запаздыванием, что позволяет регулятору работать с прогнозируемой реакцией объекта и уменьшить отрицательное влияние задержки на качество переходного процесса.

Для базовой структуры выбран PI-регулятор с параметрами $K_p = 0,8$, $T_i = 38$ с; для структуры с компенсацией запаздывания – $K_p = 2,0$, $T_i = 34$ с. Сравнение проводилось при ступенчатом изменении задания и при внешнем возмущении, приложенном к объекту.

Применение предиктора Смита позволило снизить интегральную абсолютную ошибку по каналу задания на 24,7 %, а по каналу возмущения – на 42,7 %. Одновременно уменьшились перерегулирование и время восстановления после возмущения. Дополнительный анализ показал, что при увеличении постоянных времени и запаздывания примерно на 20 % структура с предиктором сохраняет устойчивость, но теряет часть преимущества по подавлению возмущений. Это подтверждает, что метод должен применяться совместно с идентификацией параметров объекта и периодическим уточнением модели по архивным или оперативным данным АСУ ТП.

Таким образом, компенсация запаздывания на основе предиктора Смита является технически обоснованным направлением повышения качества локальных контуров регулирования распределенных объектов газотранспортной инфраструктуры. Практическая ценность подхода состоит в возможности улучшить качество переходных процессов без перехода к вычислительно более сложным алгоритмам сетевого оптимального управления. Перспективным направлением дальнейшей работы является апробация структуры на цифровом двойнике участка газотранспортной системы, уточнение модели по данным SCADA и расширение подхода на многосвязные контуры регулирования давления и расхода.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ТЕПЛОЭНЕРГО»

Современные предприятия теплоэнергетики, такие как ООО «Теплоэнерго», активно внедряют цифровые технологии для повышения эффективности управления технологическими процессами. Автоматизация рассматривается как стратегический инструмент развития, позволяющий обеспечивать надежное теплоснабжение, оптимизировать расход ресурсов и повышать качество обслуживания потребителей [1].

Предприятие ООО «Теплоэнерго» успешно реализует программу модернизации систем управления, основанную на использовании современных программируемых контроллеров, телемеханизации источников и центральных тепловых пунктов, а также внедрении единой платформы сбора и анализа данных. Применение промышленных протоколов обмена информацией (OPC UA, Modbus) обеспечивает интеграцию разнородного оборудования в единую информационную среду.

Ключевым направлением развития является внедрение предиктивной аналитики на базе машинного обучения [2]. Алгоритмы анализируют исторические данные о параметрах тепловых сетей и прогнозируют оптимальные режимы работы оборудования, что позволяет заблаговременно корректировать нагрузку и минимизировать непроизводительные потери. Практическая проверка на имитационной модели участка сети показала возможность снижения расхода теплоносителя на 8–12 % при сохранении комфортных температурных параметров у потребителей.

Важным элементом цифровой трансформации является развитие системы дистанционного мониторинга [3]. Датчики давления, температуры и расхода, установленные в узловых точках сети, передают данные в диспетчерский центр в режиме реального времени. Это позволяет операторам оперативно реагировать на изменения гидравлических режимов и обеспечивать стабильную работу системы даже в пиковые периоды нагрузки.

Перспективным направлением является создание цифрового двойника тепловой сети предприятия. Виртуальная модель, построенная на основе реальных данных, позволяет моделировать различные сценарии развития, тестировать новые алгоритмы управления и планировать модернизацию инфраструктуры с минимальными рисками для производственного процесса.

Таким образом, внедрение информационных технологий в системы автоматизации ООО «Теплоэнерго» демонстрирует высокую эффективность и создает основу для устойчивого развития предприятия. Комплексный подход, сочетающий модернизацию оборудования, обучение персонала и внедрение передовых программных решений, позволяет повышать энергоэффективность, надежность теплоснабжения и качество обслуживания потребителей. Предложенные решения могут быть масштабированы на другие предприятия отрасли и способствуют цифровизации теплоэнергетического комплекса в целом.

Библиографический список

1. Липатов, М. С. Автоматизация систем теплоснабжения: учебное пособие / М. С. Липатов. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. – 156 с.
2. Петров, К. А. Предиктивная аналитика в АСУ ТП предприятий теплоснабжения / К. А. Петров // Автоматизация в промышленности. – 2025. – № 2. – С. 45-51.
3. Сидельников, В. И. Цифровая трансформация в теплоэнергетике: практики и перспективы / В. И. Сидельников // Теплоэнергетика. – 2024. – № 4. – С. 33-39.

СОДЕРЖАНИЕ

Козлов В. В. , гр. 442. Руководитель: Коновалова В. К. Принципы управления и самосохранения организационных структур.....	4
Никешин В. Г. , гр. 530-АУТ. Руководитель: Сидельников В. И. Многокритериальная оптимизация процесса непрерывной сульфатной варки целлюлозы на основе data-driven MPC-подхода.....	5
Энграф М. В. , гр.7-529. Руководитель: Ремизова И. В. Модернизация угольных котельных путем перевода на газовые горелки: технические проблемы и автоматизация управления.....	6
Иванов К. А. , гр.7-529. Руководитель: Бахтин А. В. Система автоматического регулирования толщины холоднокатаной полосы реверсивных станов холодной прокатки.....	7
Харитонов Д. Д. , гр. 538. Руководитель: Никешин В. Г. Разработка метода автоматической классификации обращений пользователей на основе LLM с дообучением на малых данных.....	8
Караченцева Д. В. , гр. 518-АУТ. Руководитель: Ерушковская Д. В. Применение компьютерного зрения для обеспечения безопасности на производстве.....	10
Сынбулатова И. Р. , гр. 518. Руководитель: Сидельников В. И. Применение платформы n8n для автоматизации бизнес-процессов предприятий в условиях цифровой трансформации.....	11
Нашук Д. С. , гр. 442. Руководитель: Нечитайлов В. В. Повышение энергоэффективности котельных установок промышленного предприятия посредством внедрения систем рекуперации тепловой энергии.....	12
Рычкова Е. Ю. , гр. 518. Руководитель: Кондратенко С. С. Совместная работа человека и искусственного интеллекта в системах автоматизации.....	14
Костандян А. С. , гр. 518. Руководитель: Никешин В. Г. Использование нейронных сетей для прогнозирования и оптимизации бизнес-процессов....	15
Павловский Н. Д. , гр. 518. Руководитель: Филатов В. Н. Преимущества и недостатки метода наименьших квадратов для построения математических моделей технологических процессов.....	16
Кучеров А. С. , гр. 545. Руководитель: Леонова Н. Л. Проблема калибровки дешевых систем компьютерного зрения для контроля позиционирования изделий на ленточном конвейере.....	17
Иванов С. Е. , гр. 538. Руководитель: Никешин В. Г. Применение методов машинного обучения для обнаружения нежелательного и запрещенного контента на территории Российской Федерации.....	18

Лебедев А. С., гр. 538. Руководитель: Никешин В. Г. Применение машинного обучения для анализа видеопотока с целью классификации нарушений техники безопасности на промышленном предприятии.....	19
Милехина В. Д., гр. 545. Руководитель: Ремизова И. В. Разработка цифрового двойника приточно-вытяжной установки в среде MasterSCADA 4D.....	20
Амаев М. Д., гр. 538. Руководитель: Никешин В. Г. Исследование тенденции применения искусственного интеллекта при оценке качества изделий на производственных предприятиях.....	21
Губин А. С., гр. 545. Руководитель: Романов А. В. Разработка системы автоматического подбора рецензентов для научного электронного журнала на основе методов машинного обучения.....	22
Красильникова В. Е., гр. 518. Руководитель: Никешин В. Г. Применение сверточных нейросетей для оценки белизны бумажного полотна в режиме реального времени.....	23
Чернова Д. В., гр. 534. Руководитель: Литвинова А. В. Промышленный дизайн как инструмент повышения эффективности систем управления производством.....	24
Нурахметова К. С., гр. 518. Руководитель: Никешин В. Г. Цифровые двойники.....	25
Гороховатский А. А., гр. 545. Руководитель: Яковлев В. П. Информационная система агрегирования и анализа грантовых конкурсов.....	27
Шапкина И. А., гр. 142. Руководитель: Янчукович С. Г. Электрохимическая очистка стоков вод.....	28
Кормановский К. А., гр. 538. Руководитель: Новиков А. И. Методология построения адаптивных прогнозных моделей в условиях нестационарных временных рядов.....	29
Иванов Д. М., гр. 538. Руководитель: Ремизова И. В. Автоматизированные информационные системы: востребованность и актуальность.....	30
Ловков Р. Р., гр. 7-529. Руководитель: Хардинов Е. В. Разработка системы автоматического управления газоперекачивающим агрегатом на отечественных комплектующих.....	31
Слюта А. О., гр. ИКТК-21. Руководитель: Слюта М. О. Концепции работы с хранилищем в оркестраторах.....	31
Коровкин В. С., гр. ИКТК-21. Руководитель: Слюта М. О. Ключевые особенности mesh-топологии. Пример работы Wi-Fi mesh.....	32

Дудин Д. Н. , гр. 545. Руководитель: Ремизова И. В. Применение VR-технологий в подготовке специалистов для систем автоматизации и управления.....	33
Субботина С. А. , гр. 512. Руководитель: Ковалев Д. А. Проблемы газораспределения и экономия расхода газа на собственной котельной в Ленинградской области.....	34
Козулин А. А. , гр. 518-АУТ. Руководитель: Лосев В. К. Цифровые двойники производственных процессов как инструмент повышения энергоэффективности промышленных предприятий.....	35
Калинников А. П. , гр. 518. Руководитель: Анисимова М. Д. Управление температурой в канале экструдера на основе сигнала термопары с дрейфом «холодного спая»	37
Горшков Д. А. , гр. 519. Руководитель: Ремизова И. В. Автоматизация и управление продольно-резательными станками на бумажном производстве.....	38
Рондель Д. А. , гр. 545. Руководитель: Антонюк П. Е. Преимущество виртуальной тренировочной модели по отработке действий в критических ситуациях.....	38
Козлов М. Е. , гр. 545. Руководитель: Антонюк П. Е. Предиктивное управление производственным оборудованием на основе анализа данных.....	39
Азанов Е. С. , гр. 518. Руководитель: Савельев Е. А. Применение искусственного интеллекта на разных уровнях архитектуры компьютера.....	40
Кузьмин С. А. , гр. 142; Цой В. И. , гр. 142. Руководитель: Янчукович С. Г. Интеграция Edge Computing и IoT в адаптивные системы управления дискретным производством.....	41
Поддубная Д. В. , гр. 532. Руководитель: Игнатьева Т. Ю. Ограничения применения ПИД-регуляторов в сложных динамических системах.....	43
Губский Т. Н. , гр. 529. Руководитель: Морева С. Л. Нормализация разнородных уведомлений средств защиты информации как основа автоматизированной обработки инцидентов информационной безопасности.....	44
Харламов Е. А. , гр. 518. Руководитель: Никешин В. Г. Влияние предобработки текста на качество классификации новостей в корпоративной информационной системе мониторинга СМИ.....	45
Царькова И. А. , гр. 529. Руководитель: Хардинов Е. В. Проблемы поиска и выбора средств теплотехнического контроля для автоматизированной системы управления котлом.....	46

Рудь А. В., гр. 219. Руководитель: Горобченко С. Л. Энергоэффективное управление сушильной частью бумагоделательной машины: обзор современных подходов.....	47
Рудь А. В., гр. 219. Руководитель: Горобченко С. Л. Сканирующие влагомеры для контроля влажности бумажного полотна на БДМ.....	49
Сериков Д. Р., гр. 7-529. Руководитель: Сидельников В. И. Машинное обучение в автоматизации систем управления: баланс точности, интерпретируемости и внедрения в условиях серийного производства.....	50
Джанг Давон, гр. 519. Руководитель: Слюта М. О. Моделирование конвейерной линии с автоматической сортировкой средствами веб-технологий	51
Воробьев Д., гр. 545. Руководитель: Новикова М. А. Разработка метода трехмерной реконструкции листа бумаги по изображению и визуализация результата в VR.....	52
Яковлев Д. Е., гр. 532. Руководитель: Игнатьева Т. Ю. Искусственный интеллект в АСУ ТП в целлюлозно-бумажной промышленности.....	53
Весельев И. А., гр. 219. Руководитель: Горобченко С. Л. Цифровая трансформация и робототехника: проблемы и перспективы развития автоматизации	54
Весельев И. А., гр. 219. Руководитель: Горобченко С. Л. Промышленный интернет вещей (IIoT): роль в цифровизации и повышении эффективности производства.....	55
Истоцкая Ю. А., гр. 219. Руководитель: Горобченко С. Л. Автоматизация систем управления производственными процессами с помощью ИИ-алгоритмов.....	56
Истоцкая Ю. А., гр. 219. Руководитель: Горобченко С. Л. Автоматизация управления гидродинамическими характеристиками напорного ящика для снижения пульсаций массы на бумагоделательных машинах.....	57
Артемьева А. О., гр. 545. Руководитель: Яковлев В. П. Автоматизация процесса подбора грантовых программ.....	59
Гончаров Н. А., гр. 545. Руководитель: Кушнеров А. И. Разработка системы управления автоматизацией линии обезжиривания и промывки.....	60
Комягин М. С., гр. 529. Руководитель: Хардинов Е. В. Проблемы и направления совершенствования этапа разработки электрических схем и компоновки пультов управления АСУ судовых котлоагрегатов.....	61
Митюкова А. А., гр. 545. Руководитель: Рыков С. В. Роль веб-технологий в автоматизации информационных процессов образовательной организации.....	62

Левинцева В. С. , гр. 529. Руководитель: Слюта М. О. Система измерения показателей качества бумажного полотна.....	63
Марченко С. В. , гр. 545. Руководитель: Кушнеров А. И. Автоматизация бизнес-процессов организации с использованием программы 1С.....	64
Зубец В. В. , гр. 142. Руководитель: Янчукович С. Г. Повышение точности обнаружения локальных дефектов бумажного полотна методами компьютерного зрения с обучением на ограниченной выборке.....	65
Кисленко М. С. , гр. 545. Руководитель: Кушнеров А. И. Роль нейросетевых технологий в анализе данных экологического мониторинга.....	66
Сабанин А. А. , гр. 529. Руководитель: Хардилов Е. В. Использование искусственного интеллекта для разработки программно-алгоритмического обеспечения.....	67
Ковальчук М. В. , гр. 519. Руководитель: Ремизова И. В. Разработка системы автоматизированного контроля последовательности операций в VR-среде.....	68
Матросова С. С. , гр. 545. Руководитель: Рыков С. В. Проектирование и разработка системы мониторинга и аналитики пользовательской активности на основе событийных данных.....	69
Токмаджи Фади , гр. 519. Руководители: Хардилов Е. В., Слюта М. О. Многоосевые шаговые двигатели как перспективное направление развития компактных приводных систем.....	70
Клоков Е. К. , гр. 519. Руководитель: Сидельников В. И. Применение методов глубокого обучения для автоматизированного обнаружения дефектов сварных швов в режиме реального времени.....	71
Москаленко П. А. , гр. 529. Руководитель: Сидельников В. И. Архитектурные решения и практические аспекты интеграции искусственного интеллекта в открытые АСУ ТП.....	72
Автамонова К. А. , гр. 7-529. Руководитель: Слюта М. О. Сравнительный анализ развития бумажной промышленности в России и зарубежных странах.....	73
Ильяхунов Т. А. , гр. 529. Руководитель: Суриков В. Н. Компенсация запаздывания в системах автоматического регулирования распределенных объектов газотранспортной инфраструктуры.....	74
Давыдов Н. С. , гр. 7-529. Руководитель: Морева С. Л. Перспективы внедрения цифровых технологий в системы автоматизации теплоснабжения на предприятии ООО «Теплоэнерго».....	76

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XVIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»

2026

Редактор и корректор М. Д. Баранова
Технический редактор Д. А. Романова

Научное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 10.06.2026 г. Рег. № 5029/26

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.