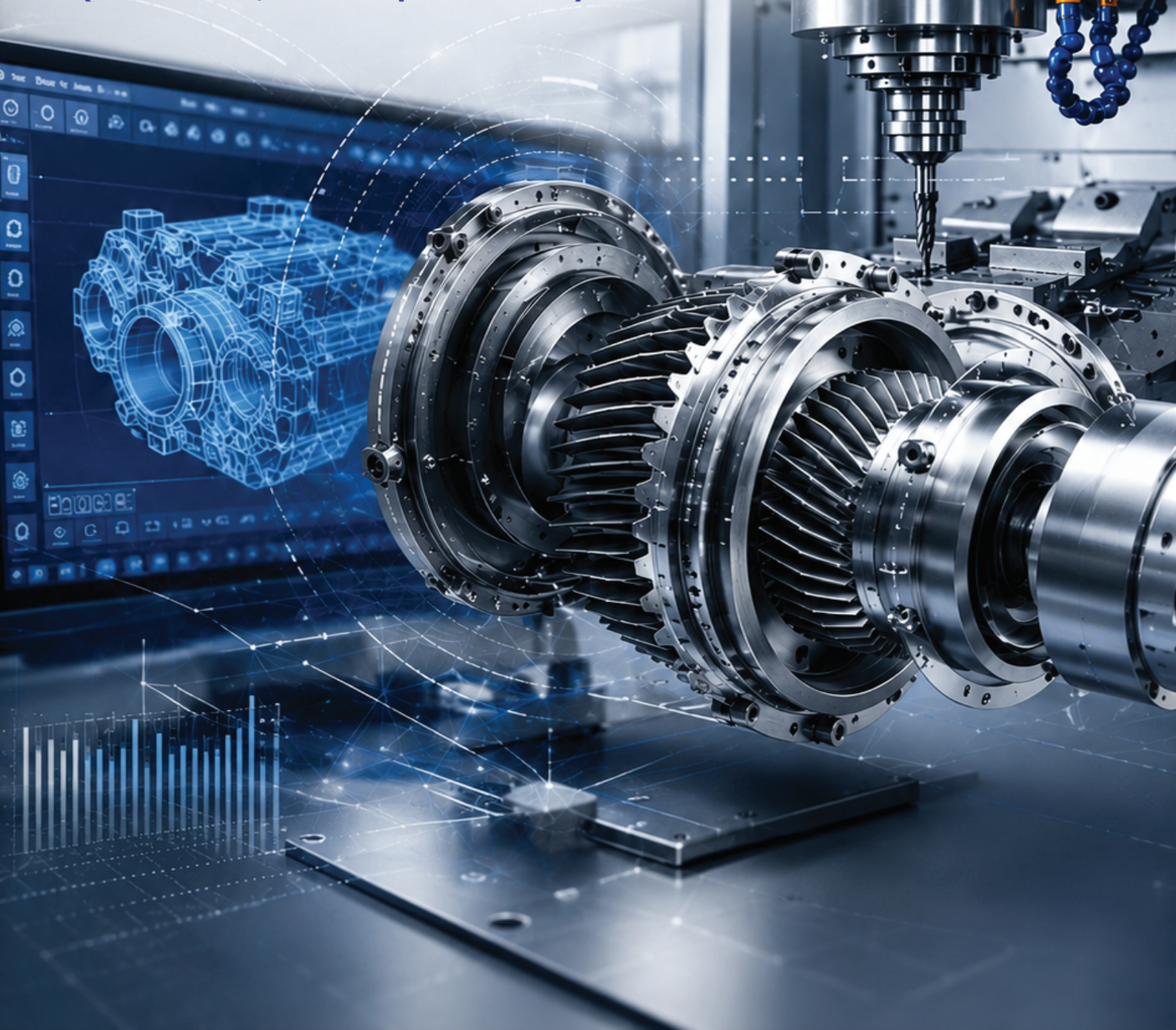


НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**Сборник материалов Международной
научно-практической конференции,
посвященной Году единства народов России
(г. Ишимбай, 15–16 апреля 2026 г.)**



Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»
Ишимбайский филиал

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Сборник материалов
Международной научно-практической конференции,
посвященной Году единства народов России
(г. Ишимбай, 15–16 апреля 2026 г.)*

Научное электронное издание сетевого доступа

Уфа
Уфимский университет
2026

УДК 621.7
ББК 34.5
НЗ4

*Публикуется по решению ученого совета Ишимбайского филиала УУНУТ.
Протокол № 9 от 28.04.2026 г.*

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, доцент **Д. З. Хуснутдинов** (отв. редактор);
канд. филол. наук **М. Ю. Некрасова**;
канд. техн. наук, доцент **П. Н. Чариков**;
канд. филол. наук, доцент **Д. Н. Билалова**;
канд. физ.-мат. наук, доцент **Д. В. Иванов**;
канд. ист. наук **А. Ю. Бабушкин**;
канд. филос. наук, доцент **Н. А. Шангареев**;
ст. преподаватель **З. Я. Сынтимирова**;
аналитик **А. Ф. Баимов**

НЗ4 **Наукоемкие технологии в машиностроении:** сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году единства народов России (г. Ишимбай, 15–16 апреля 2026 г.) / отв. ред. Д. З. Хуснутдинов [Электронный ресурс] / Уфимск. ун-т науки и технологий. – Уфа: Уфимский университет, 2026. – 229 с. – URL: <https://uust.ru/media/documents/digital-publications/2026/188.pdf> – Загл. с титула экрана. ISBN 978-5-7477-6453-8

В сборник вошли работы, посвященные современным проблемам технических инноваций в промышленности, физическим процессам и математическим моделированиям в естественных и прикладных науках, а также актуальным вопросам и перспективам развития социально-экономических и гуманитарных наук.

Предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов и всех интересующихся актуальными проблемами современных наук.

Все материалы представлены в авторской редакции

УДК 621.7
ББК 34.53

ISBN 978-5-7477-6453-8

© Уфимский университет, 2026

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

УДК 621.77

Евстафьев А.И.

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический
университет имени Ю.А. Гагарина», г. Саратов, Россия*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩИХ СПОСОБНОСТЕЙ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация. Пластическое деформирование цилиндрических длинномерных деталей представляет собой один из наиболее эффективных способов придания несущих способностей заготовке путем формирования особого профиля, широко применяемый в современном мировом и отечественном машиностроении. Одной из распространённых методов является прокатка (как холодная, так и горячая), обеспечивающая высокую точность размеров после обработки, получение улучшенных физико-механических свойств материала с достижением высокого качества поверхностных и подповерхностных слоев готовых деталей при относительно низких энергозатратах на единицу заготовок по сравнению с механической, электрофизической и другими методами обработки.

Ключевые слова: холодная прокатка, горячая прокатка, пластическое деформирование.

Современное машиностроение представляет собой интеграцию фундаментальных и прикладных достижений различных научных дисциплин, включая физико-химические основы материаловедения, разделы математики, экологию ресурсосбережения и информационные технологии. Открытия в этих областях находят применение в передовых технологических процессах изготовления продукции машиностроительного комплекса нового поколения, отличающейся многообразием функционального назначения и принципов действия. Внедрение указанных достижений обеспечивает технологическое разнообразие методов обработки, позволяя выявить наиболее рациональные и экономически эффективные решения для достижения заданных показателей качества выпускаемой номенклатуры.

Данная статья посвящена краткому обзору существующих современных методов пластического деформирования длинномерных деталей машиностроения.

Традиционно пластическое формоизменение цилиндрических заготовок реализовывалось преимущественно на стадиях получения исходного материала

и первичного формообразования – за счёт продольной и поперечно-винтовой прокатки, волочения, высадки иковки. Эти процессы обеспечивают формирование выраженной волокнистой структуры, выравнивание химической неоднородности, снижение пористости и ориентирование кристаллитов вдоль направления действующих главных напряжений, что задаёт требуемый уровень прочности и жёсткости длинномерных элементов (прутков, труб, сортового проката). Вместе с тем потенциал указанных методов в части локального увеличения моментов сопротивления сечения и целенаправленного создания зон упрочнения ограничен регламентированным сортаментом и фиксированными типовыми профилями.

На следующем этапе развития технологии обработки давлением широкое распространение получили методы поверхностного пластического деформирования, используемые в качестве заключительных операций технологического маршрута, что позволило расширить возможности управляемого упрочнения и ресурсосбережения при изготовлении цилиндрических деталей.

К числу наиболее распространённых относятся роlikовое накатывание (обкатка роliками), накатка твёрдыми телами (шариками, роliками, калибрующими элементами), дорнование, обкатка, поверхностное упрочнение вращающихся деталей методом холодного наката.

Формообразующее накатывающее движение в настоящее время относится к числу широко применяемых технологических приёмов поверхностного пластического деформирования. В открытой литературе описано устройство осевого накатывания с подвижной опорой, разработанное Петровским А. Н., Сорокиным В. М. и Сергутовым Е. Ф., в конструкцию которого входят привод подачи, корпус и держатели с профилирующими роliками, обеспечивающими воспроизведение заданного контура на заготовке.

Особенностью данной схемы является наличие подвижной опоры в виде втулки, охватывающей держатели и образующей с роliками пары качения; при этом в держателях выполнены сквозные поперечные пазы, а расположенные в них роliки на всём протяжении рабочего хода фиксируются внутренней цилиндрической поверхностью опоры, что стабилизирует положение инструмента и повышает точность формообразования [1]. (рис. 1).

Технический эффект от применения изобретения состоит в усилении упрочняющего воздействия накатывания, росте производительности, расширении диапазона высоты и шага накатываемых профилей, а также повышении универсальности устройства.

К недостаткам можно отнести относительную сложность наладки и необходимость доработки приводных узлов для адаптации к серийному или массовому типам производства.

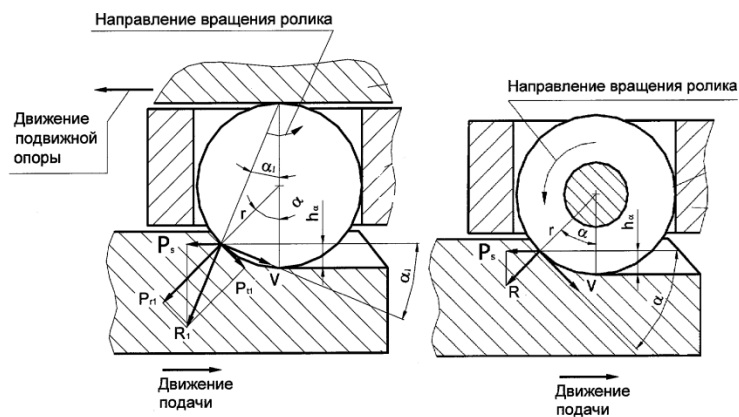


Рисунок 1 – Схема действия устройства накатывания с подвижной опорой

Известен метод не только изготовления шлицев методом накатывания, но и ремонтно-восстановительных работ для шлицев (рис.2) [2]. Учёными Ульяновска предложен способ восстановления изношенных шлицевых и зубчатых профилей валов, основанный на управляемом перераспределении металла из объёма детали. Метод предусматривает предварительный нагрев вала с осевым отверстием до ковочных температур, после чего за счёт пластического течения металла из нижележащих слоёв компенсируется износ рабочего профиля. Перемещение металла осуществляется специальным инструментом, установленным на оправке с тороидальной контактной поверхностью; наружный диаметр этой поверхности выбирается из условия равенства объёма деформируемого металла в зоне осевого отверстия суммарному объёму износа профиля с учётом физико-механических свойств материала вала и геометрических параметров восстанавливаемого шлицевого контура.

Данный метод является прогрессивным, поскольку обеспечивает рациональное использование ресурсов и экономию материала на заготовках. Кинематика устройства снижает осевые усилия деформации и повышает стойкость инструмента. Вместе с тем оборудование ограничено по геометрическим параметрам восстанавливаемых заготовок.

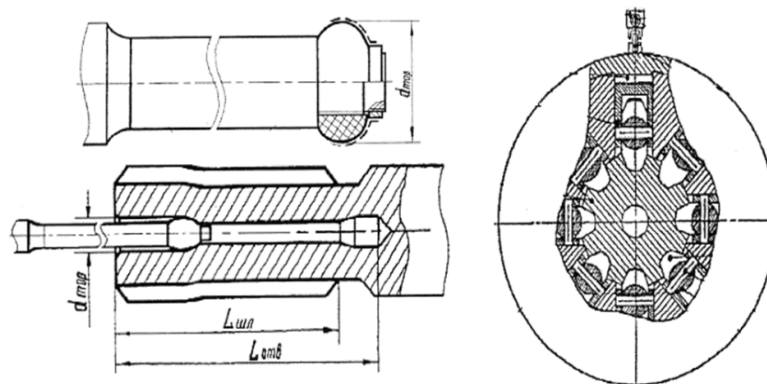


Рисунок 2 – Устройство восстановления изношенных шлицевых и зубчатых профилей на валах

Накатывание широко применяется не только для шлицев, но и для получения резьб [3]. Команда ученых из Магнитогорска (Железков С.О., Жуковский Л.З., Железков О.С.) предложила инструмент для накатки крупной резьбы. Полезная модель направлена на использование в качестве инструмента для формирования крупной резьбы накаткой на стержневых изделиях, например, шурупах с упорной резьбой. Инструмент функционирует следующим образом: одна плашка неподвижна, вторая – подвижна и установлена на ползуне станка. Рабочие поверхности плашек обращены друг к другу, образуя зазор, близкий к внутреннему диаметру резьбы изделия. Исходная заготовка подается в этот зазор, и при перемещении подвижной плашки происходит накатывание резьбы.

Горячая прокатка представляет собой процесс формообразования металлических заготовок при температурах выше точки рекристаллизации стали, как правило 1100–1250 °С. В этих условиях металл приобретает высокую пластичность, сопротивление деформации резко снижается, что позволяет за один маршрут получать длинномерные профили — прутки, балки, рельсы, трубные и сортовые заготовки — с существенным уменьшением сечения и увеличением длины. Одновременно формируется более однородная структура, что особенно важно для деталей, работающих на изгиб и кручение в машиностроительных конструкциях.

Например, известны разработки группы инженеров ОАО «Челябинский трубопрокатный завод» [4]. Главная особенность предлагаемого решения заключается в том, что формируются конусные полые длинномерные изделия.

Описываемый технологический маршрут относится к производству бесшовных горячекатаных труб на установках с пилигримовыми и поперечно-винтовыми станами. Сначала цельные заготовки нагревают до температуры пластичности и подвергают прошивке на станах поперечно-винтовой прокатки, получая гильзы. Далее гильзы прокатывают на пилигримовых станах в толстостенные трубы-заготовки на дорне при периодической подаче металла и кантовке гильзы на 90° в валках с переменным круговым калибром и выпусками.

Полученные трубы-заготовки повторно нагревают до температуры пластического деформирования и прокатывают на тех же установках с пилигримовыми станами на оправке в валках, калибр которых выполнен по винтовой линии относительно оси валков, что обеспечивает формирование требуемого профиля и геометрии стенки по длине изделия (рис. 3).

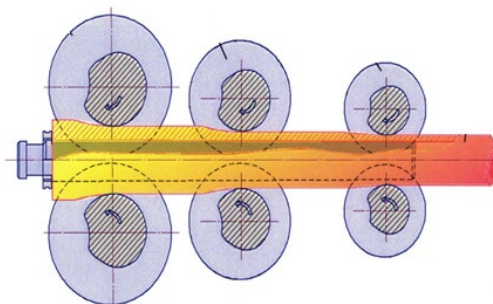


Рисунок 3 – Способ производства конусных длинномерных полых металлических изделий горячей прокаткой

Активные разработки ведут инженеры западных стран. К примеру, «Процесс изготовления резьбовой арматуры горячей прокаткой» предложил коллектив из Северной Каролины (США) (рис. 4). [5]. Изобретение относится к получению длинномерной резьбовой арматуры без продольных рёбер на стандартном арматурном оборудовании. Предлагается двухстадийная схема горячей прокатки: на первой клети слиток формируется пруток с особым поперечным сечением в форме «песочных часов», имеющим локальное сужение в зоне продольной оси. На второй стадии этот пруток пропускают через другой комплект валков, которые за счёт подготовленного профиля формируют практически непрерывную винтовую резьбу вдоль длины стержня без дополнительных продольных рёбер. Такая компоновка позволяет получать резьбовую арматуру требуемой несущей способности при минимальной переналадке традиционных прокатных станов.

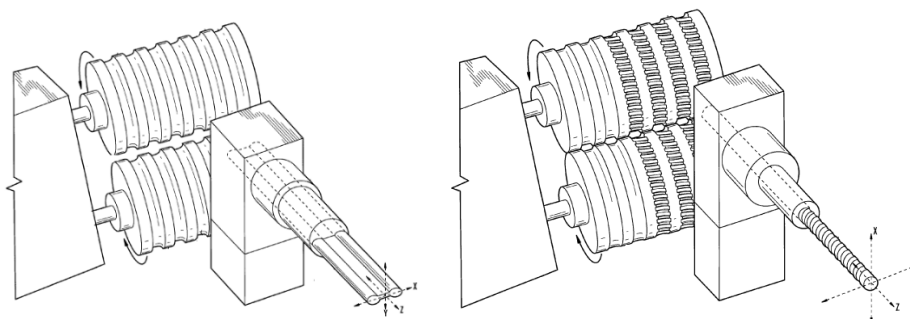


Рисунок 4 – Процесс изготовления резьбовой арматуры горячей прокаткой

Без достижений компании Danieli & C. Officine Meccaniche невозможно обойтись при описании методов обработки горячей прокаткой различных деталей машиностроения. Это международная итальянская компания, является третьим по величине поставщиком оборудования и установок для металлообрабатывающей промышленности в мире. В их патенте [6] описан метод горячей прокатки длинномерных изделий (прутков, круглых и близких к кругу профилей) в калибровочном блоке через четыре последовательных прохода. Заготовка поэтапно переводится из ромбического сечения в квадратное, затем в почти круглое и, наконец, в калиброванный круглый профиль с жёстко заданными допусками по форме и диаметру. Особенность в схеме расположения 3–4 валков в каждой клети и в выборе степеней обжатия (в

т.ч. 5–15 % в третьем проходе), что позволяет формировать сложные калиброванные сечения длинномерных стальных прутков при высокой точности без дополнительной правки.

Таким образом, анализ литературных и патентных источников показывает, что в настоящее время разработано достаточно большое количество различных методов пластического деформирования длинномерных заготовок с целью повышения несущих свойств, имеющих самые разнообразные области применения. Однако многие из этих методов сложны в осуществлении, малопроизводительны, обладают низкими формообразующими возможностями. Поэтому представляет научный и практический интерес разработка новых методов и подходов к этому процессу, обеспечивающих стабильное формообразование обрабатываемой поверхности с повышенной производительностью и качеством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент № 2284242 С2 Российская Федерация, МПК В21Н 5/02, В21Н 7/14. Способ и устройство накатывания с подвижной опорой (варианты) : № 2004133305/02 : заявл. 15.11.2004 : опубл. 27.09.2006 / А. Н. Петровский, Е. Ф. Сергутов, В. М. Сорокин. – EDN DKCPXH.
2. Патент № 2738717 С1 Российская Федерация, МПК В23Р 6/00, В21Н 5/00. Способ восстановления изношенных шлицевых и зубчатых профилей на валах : № 2019142048 : заявл. 16.12.2019 : опубл. 15.12.2020 / А. В. Морозов, Г. Д. Федотов, Л. Л. Хабиева, И. Д. Федотов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина". – EDN NMBBDO.
3. Патент на полезную модель № 107988 U1 Российская Федерация, МПК В23G 7/02. Инструмент для накатки крупной резьбы : № 2011115581/02 : заявл. 20.04.2011 : опубл. 10.09.2011 / С. О. Железков, Л. З. Жуковский, О. С. Железков ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова". – EDN XWZRLB.
4. Патент № 2542135 С2 Российская Федерация, МПК В21В 21/00. способ производства конусных длинномерных полых металлических изделий горячей прокаткой : № 2013117467/02 : заявл. 16.04.2013 : опубл. 20.02.2015 / А. В. Сафьянов, А. А. Федоров, В. И. Тазетдинов [и др.] ; заявитель Открытое акционерное общество "Челябинский трубопрокатный завод". – EDN JYNVJI.
5. Threaded rebar manufacturing process and system : пат. US 9010165 В2, США. – Оpubл. 21.04.2015. – 11 с.
5. Method and apparatus for rolling metal products : пат. EP 3156142 А1, Европ. пат. ведомство. – Оpubл. 19.04.2017.

© Евстафьев А.И., 2026

Хатинов Д.Р., Лapidус А.А.

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия*

СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. В данной статье будет рассказываться о способах повышения эффективности работы железнодорожного транспорта, а также о различных системах блокировок и сигнализации.

Ключевые слова: блокировка, сигнализация, железнодорожный транспорт.

Все больше и больше энергетических систем совершают оптимизацию своих параметров, в том числе и системы железнодорожного транспорта. Если давать краткую характеристику железнодорожному транспорту, то можно отметить, что это вид наземного транспорта, предназначенный для перевозки грузов и пассажиров посредством колёсных транспортных средств (локомотивов), движущихся по рельсовым путям.

В железнодорожной системе транспорта существует множество проблем, а именно: количество и эксплуатация подвижного состава, сложности в согласовании перевозок, а также управление перевозочным процессом. Именно последнюю причину может устранить системы автоматики и телемеханики.

Существуют такие способы повышения эффективности работы железнодорожной системы, как применение систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), которая позволяет увеличить пропускную и провозную способность железных дорог, обеспечить бесперебойное и безопасное движение составов, а также увеличить скорость доставки пассажиров и грузов в места их следования. Современные системы СЦБ автоматизируют управление скоростью движения поездов на перегонах и станциях в соответствии с графиком движения, ограждают участки с поврежденными рельсами и не допускают приема поездов на занятые пути. Кроме этого, системы СЦБ позволяют автоматизировать сортировку составов на сортировочных горках, что позволяет сократить время сотрудников организации.

В основном, методом регулирования движения поездов является интервальный метод регулирования, который основан на применении датчиков, которые изменяются автоматически от воздействия поездов, фиксирующие местоположение составов. Такой метод СЦБ называется автоблокировкой. Существуют несколько видов автоблокировок: двухпутная (односторонняя) автоблокировка проходные светофоры ставятся для регулирования движения

поездов по каждому из главных путей в одном направлении, однопутная (двухсторонняя) – это когда, светофоры стоят в обоих направлениях.

Также в зависимости от интенсивности потока поездов может применяться двухсторонняя двухпутная блокировка.

Стоит отметить, что устройства железнодорожной автоматики делятся на: перегонные (автоматическая блокировка, автоматическая локомотивная сигнализация и автостоп), станционные (электрическая централизация стрелочных переводов и сигналов) и отдельные (автоматические устройства ограждения переездов и диспетчерского контроля) [1].

Сейчас на железной дороге до сих пор оптимизируются системы автоматики и телемеханики. Микропроцессорные системы управления стали ключевым фактором повышения эффективности железнодорожного транспорта. Их внедрение позволяет значительно увеличить пропускную способность железнодорожных линий. Системы электрической централизации (ЭЦ) и автоблокировки (АБ) выполняют не только прямое предназначение, но и являются главным инструментом получения данных о ситуации на дорогах для центров управления.

Развитие автоблокировки связано с улучшением систем передачи сигнала о состоянии блок-участков на борт локомотива. Данный комплекс является автоматической локомотивной сигнализацией (АЛС). Оборудование перегонов современными микропроцессорными устройствами автоблокировки дает возможность отказаться от установки светофоров для обозначения диапазона блок-участков.

Совершенствование технологий интервального регулирования связано с использованием цифрового канала в качестве средства передачи данных на борт локомотива. Для возможности применения технологии виртуальной сцепки (ВСЦ), а также для создания систем управления движением поездов, выполненных на базе радиоблок-центра.

Система «умный локомотив» – это система автоматизированная система мониторинга и прогнозирования технического состояния локомотивов, основанная на технологиях предиктивной аналитики и искусственного интеллекта, которая на данный момент является вершиной системы автоматики и телемеханики на данный момент [2].

Итак, в данной статье была описана система телемеханики и автоматики в железнодорожной системе, и до каких технологий дошла данная система на данный момент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телемеханика: учебник и практикум для вузов / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов; под общей редакцией А. С. Серебрякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 106 с. – (Высшее образование). – Текст: непосредственный.

2. Код доступа: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1533065>. Дата обращения: 15.03.2026.

© Хатилов Д. Р., Липидус А. А., 2026

УДК 621.74

Тихонов Н.Ф.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Работа направлена на всестороннее освещение темы интеграции современных информационных технологий в процессы исследования и производства противопригарных покрытий, которые являются ключевым фактором повышения качества литых изделий, оптимизации ресурсопотребления и повышения эффективности литейного производства. Дальнейшее совершенствование и внедрение ИТ-решений создаст условия для устойчивого развития и инновационного прогресса в литейной отрасли.

Ключевые слова: ресурсосберегающие и информационные технологии, противопригарные покрытия, методы переработки, цифровые двойники.

Информационные технологии в литейном производстве выступают основой для повышения эффективности и качества всех этапов технологического цикла. Это достигается за счет автоматизации процессов, цифровизации данных и интеграции различных систем управления. Применение ИТ позволяет минимизировать человеческий фактор при управлении сложными производственными операциями, значительно снижая риски ошибок и простоев.

Ключевым элементом внедрения ИТ является сбор и обработка больших объемов данных на всех стадиях технологического процесса от подготовки сырья до формирования конечного изделия. Данные собираются с помощью датчиков, систем мониторинга и контроля качества, что обеспечивает непрерывный поток информации о параметрах заливки, температурных режимах, составе материалов и состоянии оборудования. Такие данные служат основой для принятия оперативных решений и оптимизации технологических параметров [1, 2].

Цель исследования - совершенствование подходов к компьютерному моделированию и анализу больших данных, которые создают предпосылки для внедрения адаптивных систем, способных самообучаться и автоматически корректировать технологические процессы на основе поступающих данных.

Разработка ресурсосберегающих противопригарных составов требует комплексного подхода, в котором информационные технологии становятся

неотъемлемым инструментом для оценки эффективности новых материалов [3]. В отличие от традиционного эмпирического подбора компонентов, сегодня ИТ-инструменты позволяют системно анализировать свойства различных сочетаний веществ и быстро определять наиболее перспективные рецептуры с минимальным использованием дорогостоящих или экологически неблагоприятных компонентов.

При создании ресурсосберегающих покрытий формируется цифровая база экспериментальных данных, включающая показатели по термостойкости, адгезии, износостойкости и химической инертности. Затем с помощью специализированного программного обеспечения проводится многомерный анализ этих параметров. Инструменты визуализации позволяют выявить компромиссные зоны, где достигается оптимальный баланс между экономичностью состава и эксплуатационными характеристиками.

Практическое применение таких ИТ-решений проявляется в использовании платформ для сравнительного анализа серий опытных образцов. Благодаря интеграции данных с испытаний на стендах и производственных тестах формируется единая цифровая модель, отображающая изменение свойств покрытий в зависимости от содержания каждого ингредиента. Это позволяет оперативно корректировать рецептуры и исключать непродуктивные варианты до этапа масштабного производства.

Автоматизированные системы контроля качества, поддерживаемые ИИ, обеспечивают непрерывный мониторинг нанесенных покрытий на предприятиях [4]. В реальном времени собираются и анализируются параметры покрытия, сопоставляемые с цифровой моделью идеального состава. При выявлении отклонений система советует изменения в процессе нанесения или в рецептуре, что уменьшает потребление ресурсов и снижает отходы производства.

В качестве конкретного примера был разработан ряд покрытий с уменьшенным содержанием дорогостоящих силикатных компонентов и повышенным использованием более дешевых кремнистых наполнителей [5]. С помощью ИТ-инструментов удалось не только быстро оценить влияние таких изменений на тепловые характеристики и адгезию, но и прогнозировать возможное снижение срока службы. Цифровое моделирование показало, что правильное сочетание компонентов позволяет сохранить эксплуатационные параметры, при этом снижаются общие затраты на материалы.

Дополнительно использование ИТ позволяет анализировать экологический след новых составов: расчет энергозатрат и выбросов при производстве компонентов ведется в цифровых системах, что обеспечивает выбор наиболее устойчивых технологий. Такие комплексные оценки содействуют разработке покрытий, соответствующих современным требованиям по ресурсосбережению и охране окружающей среды.

Современная интеграция информационных технологий в литейное производство создает фундамент для дальнейшего развития инновационных решений, открывая новые горизонты в исследовании и разработке

противопригарных покрытий. Однако текущие системы, ориентированные на мониторинг, моделирование и поддержку принятия решений лишь первые этапы цифровой трансформации. Будущие технологии ориентированы на более глубокое взаимодействие компонентов производства и расширенное применение передовых вычислительных и аналитических методов.

Одним из перспективных направлений является использование технологий цифровых двойников с динамическим самообучением и адаптацией в реальном времени. В отличие от современных статичных моделей цифровых двойников, будущие системы смогут непрерывно синхронизироваться с физическими процессами, корректируя свои прогнозы с учётом влияния изменяющихся условий и накопленных данных. Это позволит точнее прогнозировать поведение противопригарных покрытий в разнообразных производственных сценариях и оптимизировать процессы на лету [6].

Развитие квантовых вычислений открывает новые возможности для обработки огромных массивов данных и проведения сложных симуляций на уровне молекулярных взаимодействий в покрытии. Высокая вычислительная мощность предоставит возможность моделировать составы и структуры материалов с ранее недоступной детализацией, ускоряя поиск инновационных рецептур с улучшенными характеристиками и ресурсосбережением.

Большой потенциал имеют системы коллективного интеллекта и блокчейн-технологии для обеспечения прозрачности и надёжности данных исследовательских и производственных процессов. Такая интеграция позволит создавать децентрализованные базы знаний о свойствах покрытий, гарантируя неизменность и достоверность информации при совместной работе различных организаций и лабораторий, что повысит качество и скорость научного обмена.

Перспективно применение расширенной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) для обучения специалистов и визуализации процессов нанесения и износа покрытий. Такие технологии улучшат подготовку кадров и позволят проводить виртуальные эксперименты, снижая затраты на пробные испытания.

Развитие систем киберфизической безопасности обеспечит защиту критичных ИТ-инфраструктур литейных предприятий от внешних угроз и сбоев, что становится особенно важным при внедрении автономных и интегрированных цифровых платформ.

Влияние цифровизации на качество продукции и эффективность производства

Внедрение информационных технологий в процессы разработки и применения противопригарных покрытий существенно сказывается на конечных качествах литых изделий. За счёт более точного подбора составов и оптимизации параметров нанесения покрытий удаётся добиться значительного снижения дефектности поверхности отливок, улучшения их геометрической точности и повышения однородности микроструктуры. Это ведёт к увеличению эксплуатационной надёжности готовых изделий, уменьшению необходимости проведения дополнительных операций по обработке и ремонту [7].

Снижение процентного содержания брака и непредвиденных простоев одновременно сокращает производственные затраты. Использование оптимизированных покрытий уменьшает необходимость частой замены форм и стержней, что снижает расход материалов и трудозатраты. Повышение стабильности технологического процесса позволяет более эффективно использовать оборудование и энергоресурсы, а также гибко реагировать на изменение требований к продукции.

Комплексное применение ИТ, начиная от исследования состава покрытий и заканчивая их производственным контролем и оптимизацией, создает синергетический эффект. Только постоянное развитие и обновление цифровых инструментов позволяют удерживать высокий уровень качества продукции при снижении себестоимости, что становится критическим конкурентным преимуществом в современных условиях литейной промышленности.

Поддержка и интеграция информационных технологий в литейные процессы должна восприниматься как непрерывный процесс, направленный на адаптацию к новым вызовам и требованиям отрасли, обеспечивая устойчивое развитие производства и повышение качества продукции на долгосрочную перспективу.

Внедрение новых цифровых технологий позволит существенно повысить точность и скорость разработок противопригарных покрытий, расширить адаптивность производства и снизить издержки. Эти новшества станут ключевым фактором развития литейной отрасли в условиях возрастающей конкуренции и ужесточения требований к качеству и экологической безопасности производства [1-6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ровин С. Л., Ровин Л. Е. Ресурсосберегающие технологии в литейном и металлургическом производствах. // «Научно-технические разработки Беларуси, Казахстана, России для многостороннего сотрудничества», 2016. – С.16-22.
2. Современные противопригарные покрытия для литейных форм и стержней / И. Е. Илларионов, И. А. Стрельников, Н. Ф. Тихонов, А. В. Королёв // Литейщик России. – 2025. – № 3. – С. 6-12. – EDN LWVILF.
3. Ресурсо- и энергосбережение в литейном производстве: учебник / Г.Я. Вагин, В.А. Коровин, И.О. Леушин, А.Б. Лоскутов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. — 254 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/978649. - ISBN 978-5-00091-625-4.
4. Анализ параметров SLS- и SLM-технологии для литейного производства / Д. М. Юдин, А. В. Жданова, С. И. Костин, О. Н. Торпищева // Литейное производство. – 2024. – № 7. – С. 36-38. – EDN FRLKHR.
5. Противопригарная краска для литейных форм и стержней. Илларионов И.Е., Стрельников И.А., Королёв А.В., Леушин И.О., Коровин В.А., Соколов Е.С.,

Тихонов Н.Ф. Патент на изобретение RU 2615429 С, 04.04.2017. Заявка № 2016105438 от 17.02.2016. – EDN TSLOJH.

6. ИИ в металлургии России: от цифровых двойников до «умной литейки» [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/aMpskBrBAFdt3N8I> (дата обращения 26.03.2026).

7. Архипов М.В., Матросова В.В., Вольнов И.Н., Автоматизация в литейном производстве: современные информационные и киберфизические системы. Главный инженер. Управление промышленным производством. 2019; 4.

© Тихонов Н.Ф., 2026

УДК 621.9101

Полякова Т.В.¹, Юрасова Н.В.², Хуснутдинов Д.З.³

¹ Ишимбайский нефтяной колледж, г. Ишимбай, Россия

^{2, 3} Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ПОВОРОТА ЗВЕНЬЕ В РУЛЕВОГО ПРИВОДА ДВУХЗВЕННОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА

Аннотация. В статье представлена компьютерная модель и результаты расчетов поворотов звеньев двухзвеного гусеничного транспортера, учитывающая изменяющие параметры объекта.

Ключевые слова: компьютерная модель; двухзвенный гусеничный транспортер; рулевой привод.

В настоящее время, согласно программе «Стратегия развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года», растет объем добычи полезных ископаемых, перспективных планов организации перерабатывающих и иных промышленных предприятий [2]. Обеспечение их всесезонной транспортной доступности на всей территории Арктической зоны РФ становится важной задачей, определяющей развитие её регионов. На данный момент наземные транспортные пути в этой местности – это в основном автомобильные дороги временного пользования. На данный момент в условиях Арктической зоны двухзвенный гусеничный транспортёр (ДГТ) является наиболее эффективным и универсальным средством для перевозки грузов, который обеспечивает более высокие характеристики на бездорожье и пересеченной местности, кроме того, некоторые модели могут передвигаться по воде. Поэтому для местности с экстремальными условиями двухзвенные транспортеры являются наиболее оптимальным выбором для решения транспортных и иных задач.

Двухзвенные гусеничные транспортеры отличаются определенной сложностью конструкции, но она дает им ряд важных возможностей и преимуществ перед другой техникой. В ряде ситуаций такие преимущества

полностью компенсируют сложность и позволяют получить необходимые результаты.

Управление поворотом звеньев друг относительно друга, осуществляемое с помощью рулевого привода, не является пропорциональным, то есть угол поворота рулевого колеса не пропорционален углу поворота звеньев ДГТ, что является существенным недостатком и создает большие неудобства в управлении. Так как исследуемый объект является сложным, требуется адекватная имитационная модель объекта для создания алгоритмов управления.

В механизме управления рулевым приводом находится поворотнo-сцепное устройство, в котором рулевое колесо механически связано с золотником и при повороте руля открывается подача жидкости в рабочие полости гидроцилиндров, но в приводе не предусмотрена обратная связь по положению штока гидроцилиндров. И это создает большие неудобства в управлении. На данный момент ведется модернизация системы рулевого управления складыванием звеньев транспортера, разрабатывается пропорциональная системы рулевого управления.

Структурная схема объекта (рис. 1) состоит из двух сепаратных подсистем (первая – звено 1, вторая – звено 2), которые связаны между собой между собой перекрестными связями. В данной модели каждая сепаратная подсистема описывает не движение объекта управления относительно одной системы отсчета, а является описанием объекта управления, выведенного из инерционной системы. За счет этого упрощения, описывающие движения поворота упрощаются, что является ее отличием от рассматриваемых ранее [1].

С моделью были проведены эксперименты на проверку адекватности модели реальному объекту в условиях эксплуатации двухзвенного гусеничного транспортера. Например, массы звеньев в процессе эксплуатации могут быть переменными – при перевозке груза или пассажиров; коэффициенты трения могут быть разные – в зависимости от поверхности грунта (при заносах, горных местностях и пр.).

В реальном объекте поворотнo-сцепное устройство выполнено так, что его составляющие расположены под определенным углом относительно друг друга и моменты сил, действующих на звенья транспортера не одинаковые [3]. В данных условиях возникает необходимость промоделировать объект и проверить адекватность полученной модели.

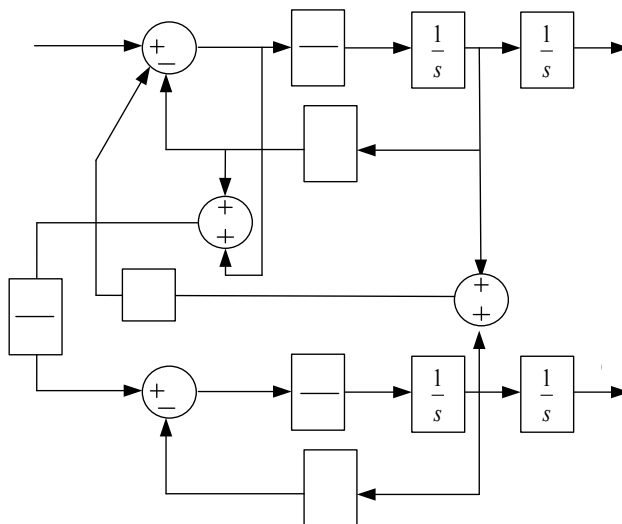


Рисунок 1 – Структурная схема объекта

Компьютерная модель объекта (рис. 2) позволяет визуализировать любой переменный параметр рассматриваемого объекта – это переменная значений потенциала, сил сопротивления, ускорения, скорости, положения и пр., а также удобно проанализировать ошибку управления системой и сигналы перекрестных связей. Результаты расчетов представлены на рисунках 3–4. При этом на вход системы автоматического управления подается единично-ступенчатый сигнал. Кривые получены при массах грузов $m_1=100$ кг, $m_2=1$ кг, коэффициентах трения $k_{\text{тр}1}=0.5$, $k_{\text{тр}2}=k'_{\text{тр}2}=1$, коэффициентах передачи $h_1 = h_2 = 1$.

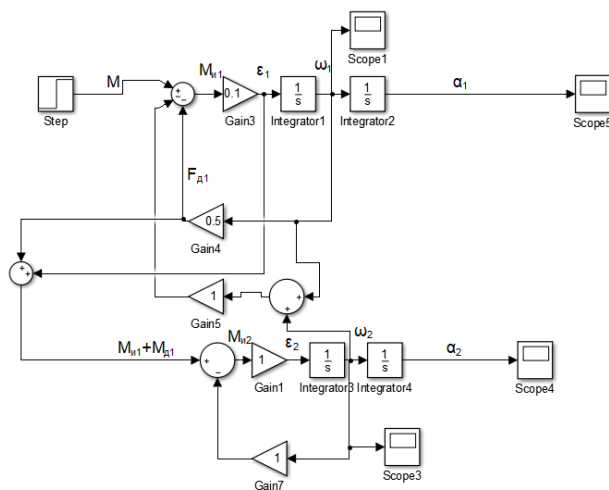


Рисунок 2 – Компьютерная модель объекта

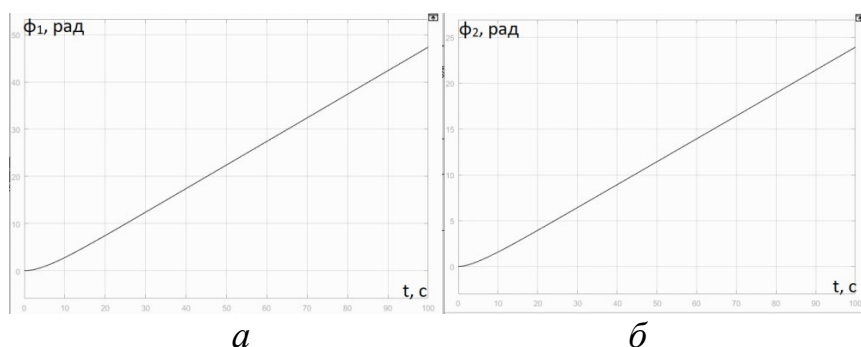


Рисунок 3 – Кривые положения звеньев модели объекта:
а – звено 1; *б* – звено 2

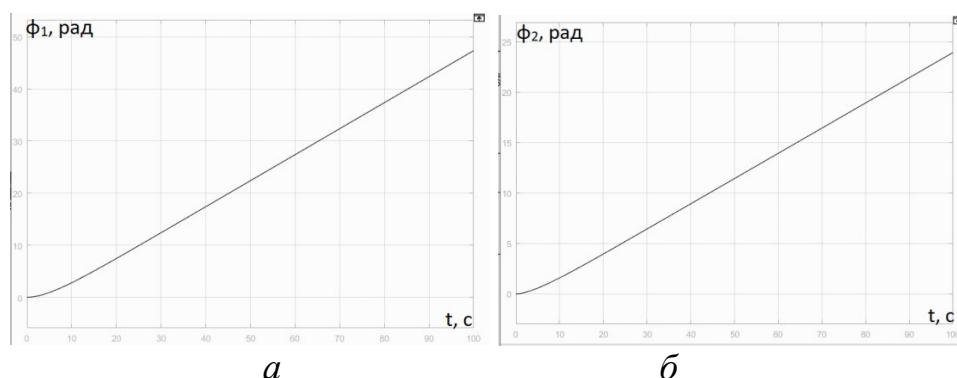


Рисунок 4 – Кривые скорости звеньев модели объекта:
а – звено 1; *б* – звено 2

Таким образом, результаты расчетов по модели показали, что компьютерная модель позволяет визуализировать любой переменный параметр рассматриваемого объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин А.И., Сайфеев Т.Р., Целищев В.А., Хуснутдинов Д.З., Яруллин Ч.А., Математическое моделирование рулевого механизма двухзвенного транспортера «Витязь» с гидравлической обратной связью. Вестник УГАТУ. 2013Т. 17, №1 (54). С. 73–78.
2. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» от 26.10.2020 № 645 // Официальный интернет-портал правовой информации. - с изм. и допол. в ред. от 27.02.2023.
3. Хуснутдинов Д. З., Полякова Т. В., Юрасова Н. В. Декомпозиция поворотов двухзвенных гусеничных транспортных механизмов на основе использования теории сложного движения тела // Станкостроение и инновационное машиностроение. проблемы и точки роста: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции. Уфа: УУНиТ, 2024. С.99–103.

© Полякова Т.В., Юрасова Н.В., Хуснутдинов Д.З., 2026

Полякова Т.В.¹, Юрасова Н.В.

¹ Ишимбайский нефтяной колледж, г. Ишимбай, Россия

² Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РУЛЕВОГО ПРИВОДА ДГТ «ВИТЯЗЬ» С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Аннотация. В статье представлена компьютерная модель с обратной связью и результаты расчетов поворотов ДГТ «Витязь», учитывающая суммарный угол поворота звеньев объекта.

Ключевые слова: имитационная модель; двухзвенный гусеничный транспортер; поворотно-сцепное устройство.

В условиях постоянно растущего объема добычи полезных ископаемых, перспективных планов организации перерабатывающих и иных промышленных предприятий, задача обеспечения их устойчивой всесезонной транспортной доступности на всей территории Арктической зоны РФ, является основной задачей. В настоящее время согласно постановлению правительства РФ от 30 марта 2021 № 484 идет развитие одного из наиболее перспективных и экономически важных для страны регионов – Арктики [2]. Для местности с экстремальными условиями дорог двухзвенные гусеничные транспортеры являются наиболее оптимальным выбором для решения транспортных и иных задач.

Высокая проходимость и маневренность двухзвенного гусеничного транспортера «Витязь» обеспечиваются конструкцией механизма ходовой части машины. ДГТ «Витязь» оснащены широкими гусеничными обводами со стальными поперечинами. Для того чтобы звенья транспортера могли перемещаться друг относительно друга, предусмотрено поворотно-сцепное устройство с гидравлическими цилиндрами для управления, способными значительно улучшить маневренность движения машины, а также обеспечить более плавное движение.

Управление поворотом звеньев друг относительно друга осуществляется с помощью рулевого привода. Так как исследуемый объект является сложным, необходимо построить имитационную модель объекта с обратной связью, учитывающую особенности рулевого привода машины.

При моделировании поворотов ДГТ «Витязь» используется метод декомпозиции объекта в разных системах отчета. Рассматривается поворот первого звена транспортера относительно инерциальной системы отсчета. ХОУ и шарнир поворотно-сцепного устройства совмещен с нулем данной системы отсчета. Второе звено транспортера совершает поворот относительно системы отсчета, которая заделана и совмещена с первым звеном. На рисунке 1 представлена схема горизонтального складывания звеньев двухзвенного

механизма транспортера. Общий поворот звеньев транспортера относительно друг друга будет складываться из суммы углов φ_1 и φ_2 .

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2.$$

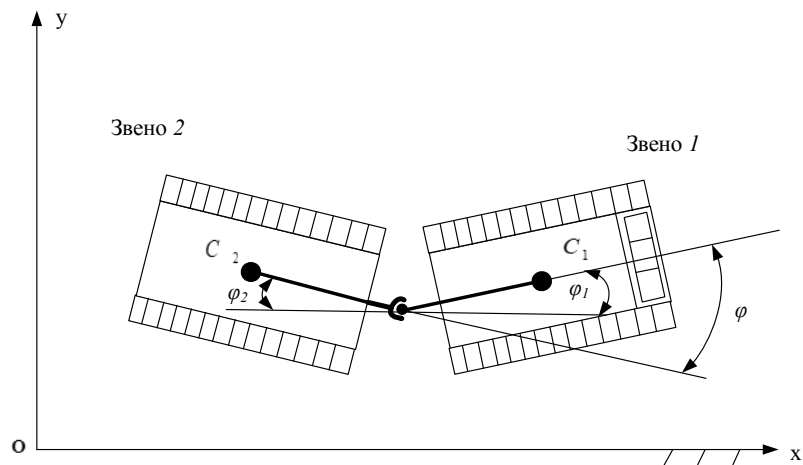


Рисунок 1 – Схема горизонтального складывания звеньев двухзвенного механизма транспортера: φ_1 – угол поворота звена 1 относительно инерционной системы отсчета XOY ; угол φ_2 – угол поворота звена 2 относительно своей системы отсчета

Расчетные схемы звеньев транспортёра для получения имитационной модели представлены на рисунках 3–4.

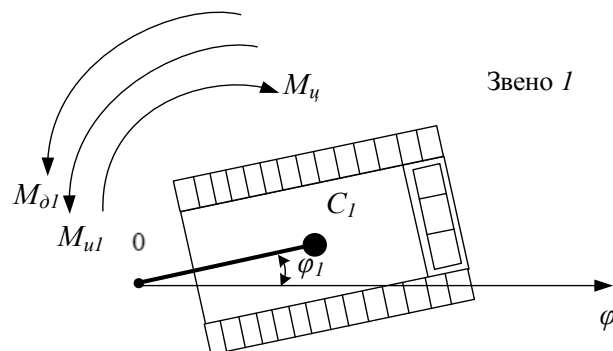


Рисунок 3 – Расчетная схема для звена 1

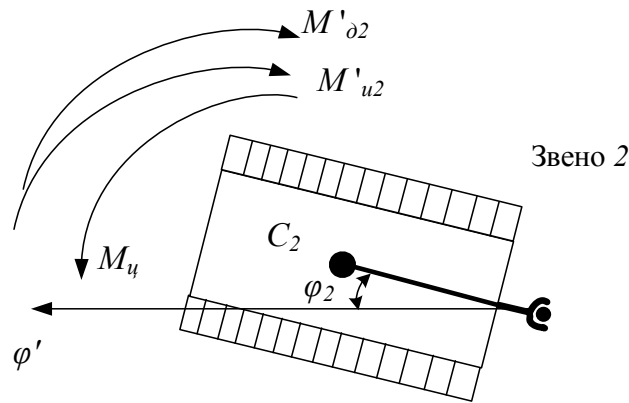


Рисунок 2 – Расчетная схема для звена 2

Компьютерная модель объекта с обратной связью, представленная на рисунке 5, позволяет визуализировать переменный параметр рассматриваемого объекта.

Для анализа этой системы управления необходимо учесть обратную связь по управляемому параметру системы. Управляемым параметром в рассматриваемой системе является угол поворота звеньев транспортера относительно друг друга. В качестве управляющего параметра в системе принимается суммарный угол поворота сепаратных систем звена 1 и звена 2. Базовая система автоматического управления построена в программе Simulink, которая позволяет исследовать данную систему.

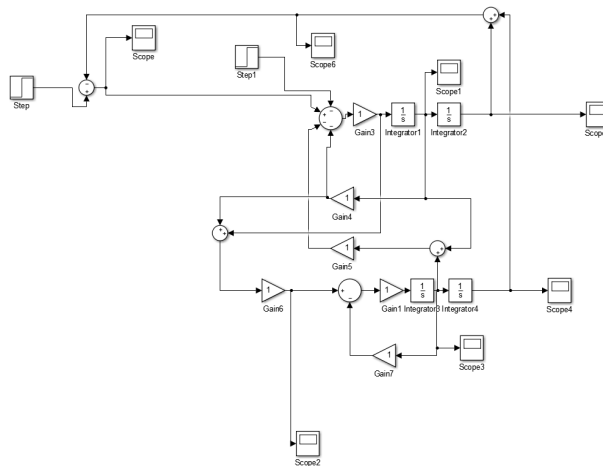
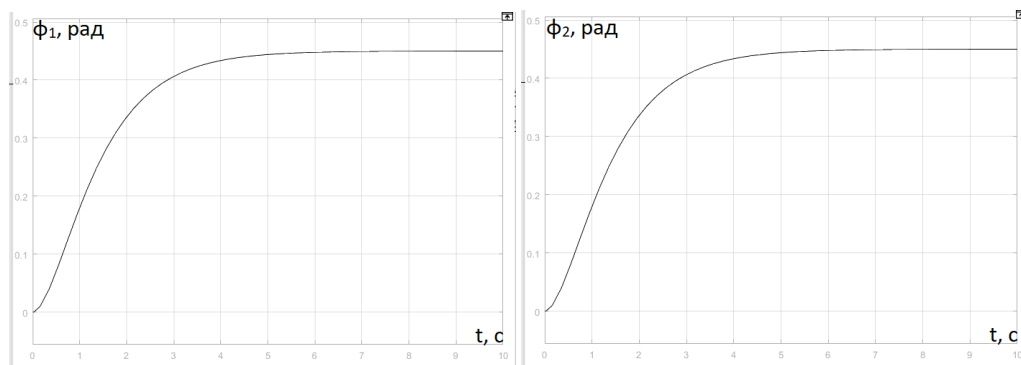


Рисунок 5 – Компьютерная модель системы управления с обратной связью

На рисунках 6–7 представлены кривые углового положения первого и второго звена транспортера, по которым видно, что процесс поворота является некачественным: поворот занимает довольно продолжительное время.

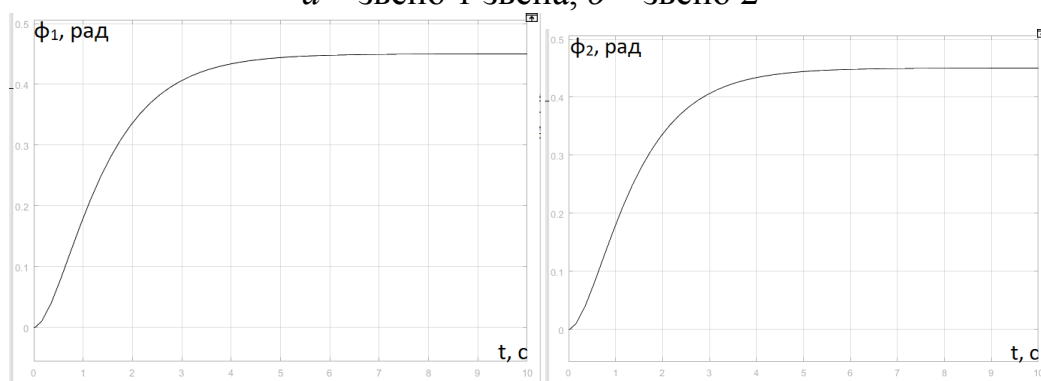


a

б

Рисунок 6 – Кривые положения звеньев модели объекта с обратной связью:

a – звено 1 звена, *б* – звено 2



a

б

Рисунок 7 – Кривые скорости звеньев модели объекта с обратной связью:

a – звено 1 звена, *б* – звено 2

Таким образом, результаты расчетов по модели показали, что компьютерная модель позволяет визуализировать объект по управляемому параметру системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» от 30.03.2021 № 484 // Официальный интернет-портал правовой информации.
2. Хуснутдинов Д. З. Использование элементов теории сложного движения при анализе и синтезе систем управления многозвенными объектами / Станкостроение и инновационное машиностроение. Проблемы и точки роста: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2019. – С. 208–214.
3. Юрасова Н.В., Полякова Т.В. Моделирование системы автоматического управления с электрической обратной связью для военных двухзвенных гусеничных машин // Совершенствование систем эксплуатации и восстановления вооружения и военной техники. Роль качества подготовки

УДК 621.7.04

Савонин Д.С.

*Научный руководитель: Королев А.В. д.т.н., профессор кафедры ТМС ИММТ
Саратовский государственный технический университет имени
Ю.А Гагарина, г. Саратов, Россия*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация. Выполнен обзор современных способов и методов холодного пластического формообразования деталей машин различной точного машиностроения. Проанализированы ключевые преимущества и недостатки известных технологий предтермической обработки.

Ключевые слова: пластическое деформирование, холодная обработка давлением, прецизионные детали, дорожки качения, повышение производительности.

В машиностроении преобладающая часть деталей представляет собой тела вращения. Детальями типа «тела вращения» являются изделия, которые характеризуются наличием цилиндрических поверхностей - как внешних, так и внутренних. В зависимости от отношения осевой длины к максимальному диаметру такие детали классифицируют на три основные категории:

1. при $L/D > 2$ - валы, оси, шпиндели, штоки, стержни, гильзы;
2. при $2 > L/D > 0,5$ - втулки, стаканы, пальцы, барабаны;
3. при $L/D < 0,5$ - диски, фланцы, кольца, шкивы.

Механическая обработка резанием характеризуется высокой технологичностью за счёт использования жёстких режущих инструментов, эффективного удаления стружки, преобладания непрерывного режима резания и удобства доступа к рабочей зоне станка. Однако данная технология обладает рядом существенных недостатков: повышенным отходом обрабатываемого металла (до 95 % для тонкостенных деталей), ослаблением поверхностного слоя, внедрением абразивных частиц в структуру материала, высокой трудоёмкостью и сложностью обеспечения высоких классов точности и чистоты поверхности, особенно для мягких металлов. Кроме того, чистовая и отделочная обработка прецизионных деталей требует высококвалифицированного персонала и применения дорогостоящих инструментальных материалов.

Перечисленные недостатки механической обработки резанием не присущи процессам пластического деформирования металлов в холодном состоянии, осуществляемым без образования стружки и, следовательно, без отхода материала. В отличие от абразивных операций, поверхностный слой не подвергается ослаблению, а, напротив, упрочняется, что приводит к повышению пределов прочности и текучести, а также увеличению твёрдости.

Комплекс указанных преимуществ в сочетании с высокой производительностью делает обработку давлением в холодном состоянии перспективным направлением для всех отраслей металлообрабатывающей промышленности, позволяя в ряде случаев отказаться от традиционной механообработки на металлорежущих станках.

Предметом настоящего аналитического обзора выступает краткое исследование современных методов и технологий холодного пластического формообразования заготовок прецизионных деталей машиностроения различного функционального назначения.

Известным методом высокопроизводительной обработки, в частности при формообразовании профилей роликовых элементов подшипников, является технология холодного пластического деформирования, обеспечивающая значительное повышение производительности труда при одновременном снижении удельных затрат на изготовление.

Производительность труда при накатывании в ряде случаев возрастает до 10 раз по сравнению с традиционной схемой точения с последующим шлифованием, что представляет собой существенное технологическое преимущество. Накатывание как метод формообразования получило широкое распространение и применяется для получения разнообразных профилей на деталях машин, включая валы и оси, шлицевые и зубчатые соединения, червячные передачи, винты и резьбовые элементы.

Коллектив разработчиков китайской компании Bearing mold technology Co Ltd (рис. 1) [1] применяют способ холодной прокатки для производства роликовых тел качения. Описанная холодновысадочная машина для изготовления роликов подшипников с синхронной фрикционной подачей и разматывающим оборудованием для правки включает следующие основные узлы: подвесную спираль для укладки исходного материала из подшипниковой стали, тянущее колесо с электродвигателем, триггерный выключатель, управляющий контроллером вращением электрической машины, а также выпрямитель для коррекции геометрии прутка из подшипниковой стали. Для обеспечения подачи прутка предусмотрена конструкция с подвесным шнековым приводом, обеспечивающим прокатное вытягивание материала парой верхних и парой нижних ребордных (ребристых) колес, калибрующих сечение вытягиваемого прутка.

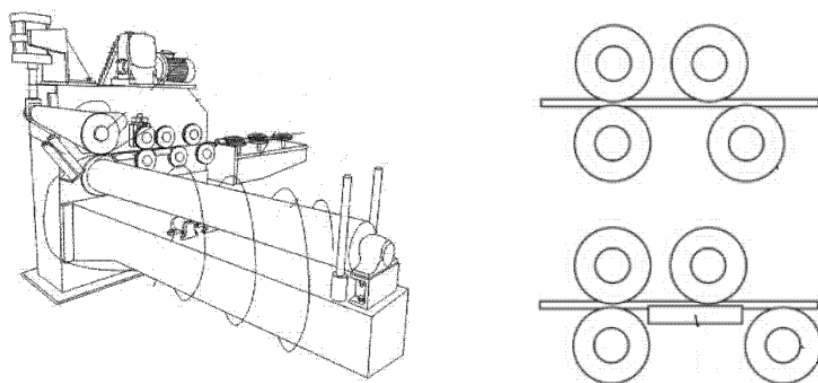


Рисунок 1 – Способ холодной прокатки для производства роликовых тел качения

Также китайские производители компании Beijing Tailong Automatic Equipment Co., Ltd. (рис. 2) [2] применяют способ холодной прокатки на современном многовалковом многорамном реверсивном стане холодной прокатки.

Разработанный агрегат представляет собой многовалковое многоклетьевоe устройство холодной прокатки реверсивного или непрерывного типа, адаптированное к реальным производственным потребностям. Данная конструкция отличается высокой адаптивностью и способна удовлетворять большинство требований к производству металлического проката. Ключевыми преимуществами полезной модели являются компактность (сравнительно малые габариты), гибкость регулировки калибров прокатки по сравнению с реверсивными станами холодной прокатки, высокое качество получаемой продукции и низкий удельный коэффициент себестоимости на тонну стали.

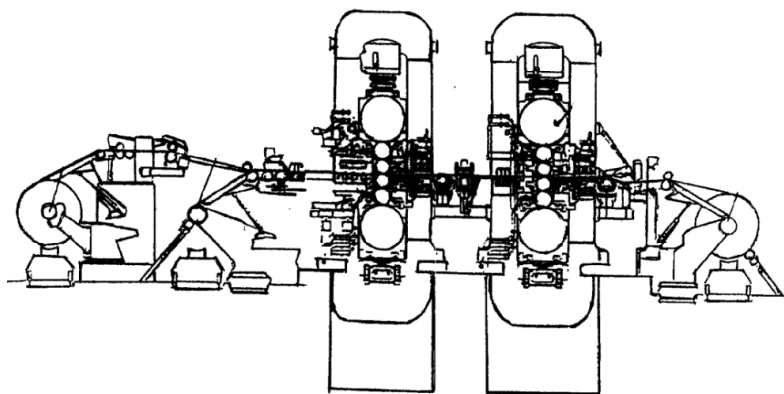


Рисунок 2 – Многовалковый многорамный реверсивный стан холодной прокатки

Известна современная конструкция стана холодной прокатки с двадцатью валками включает в себя верхнюю и нижнюю коробки из документа изобретателей из Тяньцзиньского металлургического планово-конструкторского института КНР (рис. 3) [3]. Ключевой особенностью конструкции является возможность вертикального перемещения роликовых

блоков в раме, обеспечивающая точную прокатку листов. Роликовые блоки могут свободно выдвигаться из рамы, что позволяет осуществлять замену валков или обслуживание роликовых коробок путём прямой установки новых блоков без нарушения производственного графика. Кроме того, на раме одновременно смонтированы два устройства для регулировки выпуклости листа, что гарантирует высокую точность настройки. В результате предложенный стан холодной прокатки отличается повышенной точностью регулирования, удобством сборки, разборки и эксплуатации.

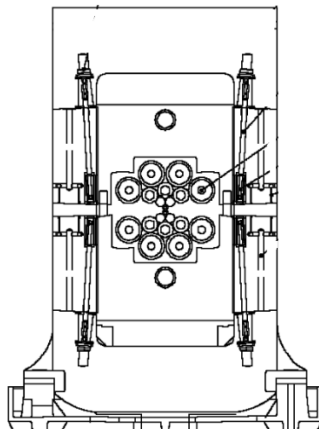


Рисунок 3 – Стан холодной прокатки с регулировкой двойной выпуклости и двадцатью валками

В вопросах холодной прокатки не отстают и европейские разработчики. Известно решение команды Гюнтера Хофманна, Стелиоса Кацибардиса, Зигфрида Хаусдёрфера, Генри Цвиллинга, Гюнтера Фоглера и Герберта Рюгера из Германии (рис. 4) [4].

Отличительной особенностью устройства заключается в том, что каждый рабочий валок данной прокатной машины разъемно удерживается в удерживающем устройстве, состоящем из двух частей, и может быть снят с удерживающего устройства в разблокированном состоянии для замены инструментов, или всех рабочих валков с инструментами.

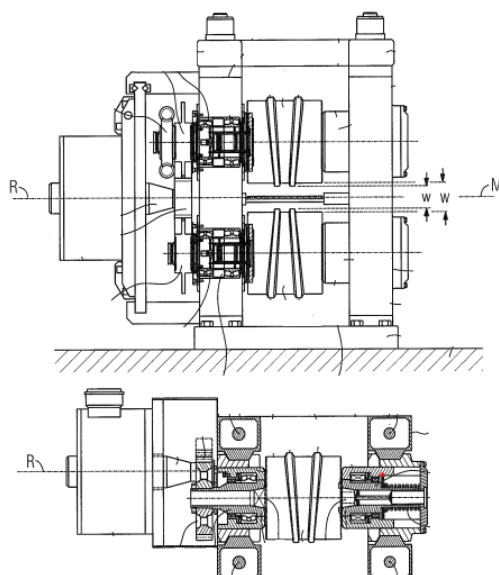


Рисунок 4 – Прокатная машина

Еще одним известным решением использования холодной накатки является машина холодной прокатки (рис. 5) [5]. Данной американской разработкой устраняется конкретный недостаток - известные машины, имеющие горизонтальные гидравлический привод и гидравлический блок, занимает очень много места. Этот станок имеет вертикальную компоновку, что позволяет разместить вертикально направленные рабочие органы и сэкономить производственные площади.

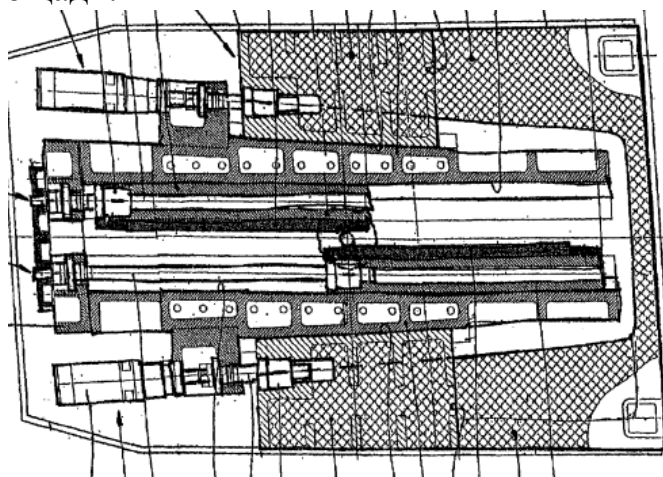


Рисунок 5 – Машина холодной прокатки

Также известны инновационные подходы к обработке деталей подшипников методами пластического деформирования, разработанные представителями саратовской научной школы [6]. Королев А.В. совместно с коллективом разработчиков является автором инновационного способа упрочнения дорожек качения шарикоподшипников.

Изобретение Королева А. В. относится к накатке поверхностей дорожек качения колец упорно-радиальных шариковых подшипников в собранном состоянии с целью их упрочнения. Способ заключается во вращении

подшипника под нагрузкой при установленном меньшем числе шариков по сравнению с номинальным комплектом; твёрдость шариков выбирается выше твёрдости материала колец. Величина силы воздействия регулируется таким образом, чтобы шарики в процессе обработки вызвали пластическую деформацию дорожки качения. Количество шариков устанавливают равным трём, диаметр одного из них принимают равным номинальному диаметру шариков подшипника, а диаметры двух остальных определяют по специальным соотношениям.

Техническим результатом является повышение качества обработки. Задачей предлагаемого изобретения служит устранение недостатков существующих методов пластического упрочнения колец подшипников и обеспечение требуемого уровня качества обработки дорожек качения.

Таким образом, анализ литературных и патентных источников свидетельствует о наличии значительного количества методов холодного пластического деформирования, охватывающих разнообразные области применения. Однако значительная часть этих методов отличается конструктивной сложностью, низкой производительностью и ограниченными формообразующими возможностями. В связи с этим разработка новых технологий холодного пластического деформирования, обеспечивающих стабильное формообразование обрабатываемой поверхности при повышенной производительности и качестве, представляет собой актуальную научную и практическую задачу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. CN2709044Y Китай, МПК B21B31/02. Multi-roller multi frame reversible cold rolling mill set / заявитель и патентообладатель не указан. – № 200320101768; заявл. 28.10.2003; опубл. 13.07.2005. – 4 с.
2. Пат. CN202123101U Китай, МПК B21B31/04. Double-convexity-adjustor cold-rolling mill with twenty rolls / заявитель и патентообладатель не указан. – № 2011201112913U ; заявл. 15.04.2011; опубл. 25.01.2012. – 8 с.
3. Пат. CN203936167U Китай, МПК B21C23/02. Cold heading machine of bearing rolling body on-line synchronous friction feeding uncoiling equipment for straightening / заявитель и патентообладатель не указан. – № 201420349079.4U; заявл. 27.06.2014; опубл. 12.11.2014. – 6 с.
4. Пат. EP2340898B1 Европа, МПК B21H1/00. Rolling machine / заявитель и патентообладатель SMS Meer GmbH. – № 11162489.6; заявл. 29.01.2004; опубл. 02.11.2016. – 17 с.
5. Заявка US20040007034A1 США, МПК B21H5/02. Cold rolling machine / B. Kreissig, L. Opey, O. Bruentrup ; заявитель Ex-Cell-O GmbH. – № 10/297,195 ; заявл. 08.06.2001; опубл. 15.01.2004. – 12 с.
6. Королев А. В. Технология окончательной обработки дорожек качения подшипников / А. В. Королев, С. А. Ефимов, А. А. Меркулов // Современные

УДК 621

Берючинский А.А.¹, Слепов М.Т.²

¹ *Институт ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ, г. Москва, Россия*

² *Нововоронежская АЭС, г. Нововоронеж, Россия*

АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ

Аннотация. Статья посвящена разработке алгоритмов и методики автоматизированного исследования рабочих характеристик трёхфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Предложена структура измерительно-вычислительного комплекса на базе датчиков тока (эффект Холла), напряжения, момента и частоты вращения, сопряжённых с 16-разрядным АЦП и ПО LabVIEW. Разработаны алгоритмы опытов холостого хода, короткого замыкания и нагрузочных испытаний по ГОСТ 7217-87 и ГОСТ Р 53472-2009. Верификация на двигателе АИРМ80А6У3 показала расхождение расчётного и измеренного КПД не более 2,3%; автоматизированный режим сокращает продолжительность полного цикла испытаний в 3–4 раза.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, автоматизация испытаний, рабочие характеристики, алгоритм измерений, ГОСТ 7217-87.

Асинхронные двигатели (АД) составляют более 80% парка электрических машин на промышленных предприятиях и потребляют около 70% вырабатываемой электроэнергии [1, 2]. Качество послеремонтного состояния АД напрямую влияет на энергоэффективность производства: замена двигателей класса IE1 на IE3 снижает потребление электроэнергии на 15–20% при той же нагрузке. Существующие методы испытаний нередко выполняются вручную: оператор снимает показания приборов при нескольких значениях нагрузки и строит характеристики, что для двигателей до 200 кВт занимает 3–5 часов [3]. Такой подход сопряжён с высокой трудоёмкостью и субъективными погрешностями измерений.

Автоматизация испытаний решает несколько задач: сокращает длительность цикла, снижает погрешность измерений ниже 1% (против 2–3% при ручном методе [4]) и формирует цифровой архив результатов. Современные публикации фокусируются либо на алгоритмах идентификации параметров схемы замещения [5, 6], либо на аппаратных решениях конкретных стендов [7] - комплексная методика проработана недостаточно. Цель настоящей работы - разработка алгоритмов и методики исследования рабочих

характеристик АД для реализации в составе автоматизированного испытательного комплекса.

Анализ существующих методов испытаний.

Регламентирующей основой испытаний АД в России служат ГОСТ 7217-87 [7] и ГОСТ Р 53472-2009 [8], устанавливающие опыты холостого хода (ХХ), короткого замыкания (КЗ), нагревания и определения рабочих характеристик. Рабочие характеристики АД - зависимости тока I_1 , мощности P_1 , КПД η , $\cos \varphi$ и скольжения s от полезной мощности P_2 - снимаются при постоянном напряжении U_1 и частоте f_1 . При мощности двигателей до 100 кВт нагрузочным устройством служит тарированный двигатель постоянного тока; изменение нагрузки с фиксацией одной точки вручную занимает 2–3 мин, тогда как автоматизированная система обрабатывает точку за 15–30 с [3, 7].

Тытук и соавт. (2020) [5] разработали метод онлайн-идентификации электромагнитных параметров АД без Т-образной схемы замещения на основе системы нелинейных уравнений четвёртого порядка. Цветков А.Н. и Доан Нгок Ши (2021) [6] создали аппаратно-программный комплекс с преобразователем частоты, допускающим коррекцию алгоритмов управления в ходе испытаний. Толмачев Г.А. и соавт. (2024) [4] установили, что расхождение рабочих характеристик с экспериментом составляет 2–8% в зависимости от методики расчёта параметров схемы замещения.

Алгоритмы исследования рабочих характеристик.

Предлагаемая методика строится на трёх последовательных алгоритмических блоках: алгоритм опыта ХХ, алгоритм опыта КЗ и алгоритм нагрузочного испытания. Каждый блок реализован в виде конечного автомата с проверкой условий перехода по измеренным параметрам, а не по фиксированным временным задержкам.

При опыте ХХ двигатель включается при номинальном напряжении $U_{1н}$ без механической нагрузки. Переход к следующему шагу происходит при выполнении условия $|\Delta I_0/I_0| < 0,5\%$ за интервал 30 с. Контроллер поочерёдно устанавливает 5–7 значений напряжения в диапазоне $(0,5–1,1)U_{1н}$, фиксируя U_1 , ток ХХ I_0 и мощность P_0 . По результатам методом наименьших квадратов разделяются механические потери $P_{мех}$ и потери в стали $P_{ст}$ [8].

При опыте КЗ ротор заторможен, напряжение подаётся пониженным - 20–30% от $U_{1н}$. Алгоритм выполняет ступенчатый подъём напряжения с шагом 5% и фиксирует ток $I_{КЗ}$ и мощность $P_{КЗ}$ при 5–7 значениях. Продолжительность опыта КЗ в автоматическом режиме составляет не более 4 мин (против 15–20 мин при ручном методе [3]).

Нагрузочный опыт реализован по алгоритму ступенчатого нагружения от $P_2 = 0$ до $1,25P_{2н}$ с шагом $12,5\%P_{2н}$ (девять точек). В каждой точке измеряются: напряжение U_1 , ток I_1 , мощность P_1 , угловая скорость ω (инкрементальный энкодер, разрешение 1024 имп./об.) и момент M (тензодатчик, кл. 0,1). Переход к следующей ступени выполняется при выполнении двух критериев: теплового ($\Delta T < 1$ К за 1 мин) и электрического ($|\Delta I_1| < 0,3\%$ за 15 с). Из измеренных

данных вычисляются: $P_2 = M\omega$, скольжение $s = (n_1 - n)/n_1$, КПД $\eta = P_2/P_1$ и $\cos \varphi = P_1/(\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1)$.

Структура измерительно-вычислительного комплекса.

Аппаратная часть комплекса включает: датчики тока (эффект Холла, погрешность $\pm 0,5\%$), датчики напряжения (погрешность $\pm 0,3\%$), тензодатчик момента (кл. 0,1) и инкрементальный энкодер. Сигналы поступают на 16-канальный модуль АЦП (частота дискретизации 10 кГц, разрядность 16 бит) через гальванически развязанные усилители. Управляющий ПК работает под управлением LabVIEW 2023, реализующего алгоритмы в виде виртуальных приборов (VI) [2, 6]. Программный модуль усредняет измеренные величины по 512 выборкам, интерполирует характеристики методом кубических сплайнов и формирует протокол испытаний в формате ГОСТ Р 53472-2009 [8].

Результаты верификации.

Верификация выполнена на трёхфазном АД типа АИРМ80А6У3 ($P_{2н} = 0,55$ кВт, $U_{1н} = 380$ В, $n_n = 1000$ об/мин, $\cos \varphi_n = 0,72$, $\eta_n = 73\%$). Нами выявлено, что погрешность КПД при методике Кравчика составила 5,8%, методике Мощинского - 3,4%, тогда как прямой нагрузочный опыт на разработанном стенде дал отклонение не более 2,3% от эталонного значения [4]. При испытании двигателя АИР160S4 (11 кВт, 380 В, 1450 об/мин) зафиксированы: скольжение $s = 3,1\%$ (расчётное 3,0%), КПД $\eta = 88,2\%$ (каталожное 88,0%), $\cos \varphi = 0,84$ (каталожное 0,85). Измеренные значения соответствуют требованиям класса IE2 по ГОСТ IEC 60034-30-1-2016 [8, 9].

Прототип автоматики контроля пуска АД (Иркутский политех, 2024) [1] обеспечил достоверную идентификацию успешности пуска в 91% случаев при погрешности критических параметров не более 4%, что подтверждает работоспособность аналогичного подхода к условиям переходных режимов. Кулинич Ю.М. и соавт. (2023) [9] показали в среде SimInTech, что применение оптимального управления АД снижает ток статора на 7–12% - это подчёркивает требование к точности определения рабочих характеристик при настройке систем векторного управления.

Проведённый анализ показал, что автоматизация испытаний АД по разработанным алгоритмам сокращает полный цикл испытаний с 3–5 ч до 50–90 мин без ухудшения метрологических характеристик. Погрешность определения КПД и $\cos \varphi$ прямым нагрузочным методом не превышает 2,3%, что соответствует требованиям ГОСТ Р 53472-2009 к средствам класса 0,5. Алгоритм перехода между режимами по критериям стабилизации обеспечивает корректную фиксацию рабочей точки и воспроизводимость результатов. Направление дальнейших исследований - интеграция тепловой модели двигателя в контур управления стендом для предиктивной оценки момента стабилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазырин, А.С. Прототип автоматики контроля успешности пуска асинхронных двигателей / А.С. Глазырин, С.В. Ланграф, С.Н. Кладиев // Вестник ИрГТУ. - 2024. - Т. 28, № 2. - С. 303–319.

2. Гречихин, В.В. Автоматизация испытаний электрических машин малой мощности: аппаратно-программные решения / В.В. Гречихин, Д.А. Стародубцев // Электротехника. - 2022. - № 4. - С. 45–51.
 3. Лисицкий, Г.В. Мобильная испытательная станция асинхронных двигателей: технические средства и программное обеспечение / Г.В. Лисицкий. - Пермь : ПНИПУ, 2022. - 84 с.
 4. Толмачев, Г.А. Сравнительный анализ методик определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя / Г.А. Толмачев, В.Г. Макаров, И.Г. Цвенгер // Вестник Чувашиского университета. - 2024. - № 2. - С. 151–159.
 5. Тытюк, В.К. Онлайн-идентификация электромагнитных параметров асинхронного двигателя / В.К. Тытюк, О.П. Чорний, О.В. Буряченко // Энергетика. Известия вузов и энергетических объединений СНГ. - 2020. - Т. 63, № 5. - С. 423–440.
 6. Цветков, А.Н. Аппаратно-программный комплекс для исследования электроприводов АД / А.Н. Цветков, Доан Нгок Ши // Известия вузов. Проблемы энергетики. - 2021. - Т. 23, № 6. - С. 157–165.
 7. ГОСТ 7217-87. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний. - Введ. 01.01.1988. - М. : Изд-во стандартов, 2003. - 40 с.
 8. ГОСТ Р 53472-2009. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний. - Введ. 01.01.2011. - М. : Стандартинформ, 2011. - 46 с.
 9. Кулинич, Ю.М. Моделирование оптимального управления асинхронным приводом / Ю.М. Кулинич, С.А. Шухарев, Д.А. Стародубцев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2023. - № 1 (77). - С. 83–93.
- © Берючинский А. А., Слепов М. Т., 2026

УДК 621.774.35

Шерстнёв А.П., Микушин Р.А.

*Военный учебный центр при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург, Россия*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ТРУБОПРОКАТНЫХ АГРЕГАТАХ (ТПА) С НЕПРЕРЫВНЫМ СТАНОМ

Аннотация. В статье рассматриваются технологические резервы повышения производительности трубопрокатных агрегатов с непрерывным раскатным станом при производстве бесшовных горячедеформированных труб с заданными свойствами. На основе анализа отечественного и зарубежного опыта

эксплуатации станов типа PQF, FQM и MPM выявлены ключевые факторы, определяющие разностенность, качество поверхности и точность геометрических размеров. Показана роль математического моделирования и цифровизации в оптимизации режимов прокатки. Совокупность рассмотренных мероприятий позволяет снизить разностенность до 8–10% и увеличить производительность участка горячего проката на 15–20%.

Ключевые слова: бесшовные трубы, трубопрокатный агрегат, непрерывный стан, разностенность, цифровой двойник.

Производство бесшовных горячедеформированных труб занимает одну из ключевых позиций в отечественной металлургии: внутреннее потребление труб в России в 2024 году составило около 11 млн тонн, при этом доля бесшовной продукции нефтегазового сортамента устойчиво превышает 30% [1]. Уральский федеральный округ обеспечивает порядка 40% суммарного выпуска трубной продукции страны, и именно здесь сосредоточены основные мощности на ТПА с непрерывными раскатными станами [2].

Современные ТПА с непрерывными станами типа PQF (Premium Quality Finishing), FQM (Fine Quality Mill) и MPM (Multi-strand Pipe Mill) обеспечивают производство труб диаметром от 30 до 426 мм с соотношением D/S до 40 при скорости прокатки до 6,5 м/с [3, 4]. Таганрогский металлургический завод (ТАГМЕТ, ПАО «ТМК») эксплуатирует стан PQF с проектной мощностью до 600 тыс. тонн в год: в марте 2026 года на нём прокатана семимиллионная тонна продукции с момента пуска агрегата в октябре 2008 года [5]. Среднеотраслевой уровень загрузки бесшовных станов в 2024 году составил лишь 62%, что указывает на существенные технологические резервы [6].

Актуальность темы обусловлена ужесточением требований потребителей к точности геометрических параметров труб - прежде всего к разностенности и качеству внутренней поверхности - для применения в нефтегазодобыче, атомной и химической промышленности [7]. Санкционные ограничения 2022–2024 годов стимулировали форсированное импортозамещение труб специального назначения из коррозионно-стойких марок стали, что поставило перед трубопрокатчиками принципиально новые технологические задачи [8].

Технологические особенности ТПА с непрерывным станом

Принципиальное отличие непрерывного раскатного стана от автоматического состоит в одновременном деформировании гильзы в нескольких клетях с принудительным регулированием межклетевых усилий. Трёхвалковая схема (PQF, FQM) обеспечивает более равномерное распределение давления по периметру трубы: максимальная разностенность для станов PQF составляет 8–12%, тогда как для двухвалковых конструкций MPM - 12–18% [3, 4]. Применение контролируемо-перемещаемой (удерживаемой) оправки снижает поперечную разностенность в 1,5–2,0 раза по сравнению с плавающей оправкой [8].

Центральной проблемой непрерывной прокатки остаётся формирование утолщённых концевых участков трубы. По данным исследований,

выполненных в условиях ТПА 159-426 АО «ВТЗ» (Волжский трубный завод), длина нерегулярной зоны при прокатке труб диаметром 168–273 мм составляет 350–600 мм с каждой стороны. Динамическое изменение межвалкового зазора в последней клетки в момент выхода переднего конца трубы сокращает длину концевой обрезки на 25–30% [8]. Стоимость исходного металла формирует 75–80% себестоимости готовых труб, а суммарный расходный коэффициент на ТПА с непрерывным станом составляет 1,08–1,14 для труб нефтегазового сортамента, причём 40–60% потерь приходится на концевую обрезь и геометрический брак [4].

Факторы, определяющие качество бесшовных труб

По результатам анализа, проведённого в рамках диссертационного исследования Красикова А.В. (ЮУрГУ, 2024), 80% дефектов бесшовных труб обусловлены качеством исходной непрерывно-литой заготовки (НЛЗ) и лишь 20% возникают непосредственно при прокатке [8]. Применение НЛЗ круглого сечения диаметром 156–450 мм повышает производительность разлива на 15–25%, увеличивает выход годного на 10–15% и сокращает энергозатраты по сравнению с разливкой в изложницы при условии, что суммарный коэффициент вытяжки в линии ТПА составляет не менее 10 [8].

Качество прошивки гильзы на двухвалковом стане косой прокатки критически определяет состояние внутренней поверхности трубы. По результатам компьютерного моделирования в среде QForm 3D, выполненного специалистами ИЦ ТМК (Корсаков А.А. и др., 2024), оптимизация геометрии оправки прошивного стана и режима подачи смазочно-дезоксирующего материала увеличила стойкость оправок с 3 до 60 проходов при прокатке труб из стали мартенситного класса 13Cr, а производительность участка горячего проката возросла более чем вдвое [7]. Применение бесконтактных 3D-измерительных систем для контроля осевой настройки стана позволило сократить время переналадки на 18% и снизить долю геометрического брака по разностенности на 1,4 процентных пункта относительно показателей 2020 года [7].

Широков В.В. (ЮУрГУ, 2022) разработал методику расчёта скоростных режимов непрерывной прокатки на плавающей оправке, позволяющую прогнозировать формоизменение металла с точностью до 5% относительно экспериментальных данных [3]. Аль-Джумаили М.Ж.М. (ЮУрГУ, 2023) предложил усовершенствованную методику настройки непрерывного раскатного стана на основе автоматизированного расчёта энергосиловых параметров для каждого типоразмера трубы, что сократило время подготовки производства при смене сортамента в среднем на 22% [4].

Цифровые двойники трубопрокатных агрегатов создаются в ТМК с 2018 года: модели ТПА АО «ВТЗ» и АО «СТЗ» интегрированы с АСУ ТП цехов. Внедрение системы-«советчика» на основе алгоритмов машинного обучения в линии непрерывного стана в 2024 году сократило число нарушений технологических регламентов на 27% и снизило долю труб, не прошедших выходной контроль по геометрии, до 1,8% против 3,1% в базовом периоде [6].

Проведённый анализ позволяет выделить три взаимосвязанных направления совершенствования технологии: (1) повышение точности геометрических размеров труб, (2) снижение расходного коэффициента металла, (3) расширение сортамента за счёт освоения труднодеформируемых марок стали. Струин Д.О., Выдрин А.В. и др. (2018) экспериментально показали, что изменение обжата в чистовых клетях стана на $\Delta S = \pm 0,2$ мм влечёт изменение разностенности трубы на 0,5–0,8 процентных пункта; оптимизация калибровки снизила отклонение толщины стенки с $\pm 12\%$ до $\pm 8\%$ для труб диаметром 168–219 мм [5].

Освоение коррозионно-стойких марок стали (13Cr, 08X18H10T) на ТПА с непрерывным станом требует строгого соблюдения температурного интервала горячей деформации (950–1120 °С) и поддержания коэффициента трения на контакте «оправка–труба» не выше 0,47 (обеспечивается трёхкомпонентной смазочной системой). При выполнении этих условий получение труб, отвечающих требованиям ГОСТ 9940-81 и API 5CRA, достижимо в условиях ТПА 159-426, а себестоимость передела снижается на 15–20% по сравнению с прессованием [8].

ТПА с непрерывными станами PQF, FQM и MPM являются основой производства бесшовных труб нефтегазового сортамента в России при среднеотраслевой загрузке 62% в 2024 году, что свидетельствует о значительных резервах повышения эффективности. Снижение разностенности до 8–10% достигается оптимизацией калибровки валков, точной осевой настройкой стана и применением контролируемо-перемещаемой оправки с трёхкомпонентной смазкой. Математическое моделирование в среде QForm 3D и цифровые двойники агрегатов сокращают время переналадки при смене сортамента на 18–22% и снижают долю геометрического брака в среднем на 1,3–1,4 процентных пункта. Нами выявлено, что освоение коррозионно-стойких марок стали на ТПА с непрерывным раскатным станом обеспечивает снижение себестоимости передела на 15–20% по сравнению с прессованием и является приоритетным направлением технологического суверенитета страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alto Consulting Group. Анализ рынка бесшовных стальных труб в России: текущая ситуация и прогнозы на 2026–2030 годы. - М.: ACG, 2026. - 262 с.
2. Аль-Джумаили, М.Ж.М. Повышение эффективности процесса непрерывной раскатки гильз на основе совершенствования методики настройки трубопрокатного стана: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 2.6.4. - Челябинск: ЮУрГУ, 2023. - 24 с.
3. Корсаков, А.А. Основные направления исследований ИЦ ТМК при разработке технологий и оборудования для производства бесшовных труб / А.А. Корсаков, К.Ю. Яковлева, И.Н. Черных // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Металлургия». - 2024. - Т. 24. - № 3. - С. 5–18.

4. Красиков, А.В. Теоретические основы новой технологии прокатки товарных труб специального назначения из коррозионно-стойких марок стали на агрегатах с непрерывными станами с контролируемо-перемещаемой оправкой: дис. ... д-ра техн. наук: 2.6.4. - Челябинск: ЮУрГУ, 2024. - 383 с.
5. ТАГМЕТ прокатал семимиллионную тонну труб на непрерывном стане [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://tagmet.tmk-group.ru/tagmet_news/4997 (дата обращения: 03.04.2026).
6. Трубник Online. Конференция «Трубы-2025»: кризис спроса и технологические инновации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://trubnik.online/articles/3867/> (дата обращения: 18.09.2025).
7. Широков, В.В. Разработка методики расчёта скоростных режимов прокатки труб на непрерывных раскатных станах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 2.6.4. - Челябинск: ЮУрГУ, 2022. - 22 с.
8. Струин, Д.О. Совершенствование технологии прокатки труб на непрерывном раскатном стане с удерживаемой оправкой / Д.О. Струин, А.В. Выдрин, В.Г. Шеркунов // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Металлургия». - 2018. - Т. 18. - № 2. - С. 72–80.

© Шерстнёв А.П., Микушин Р.А., 2026

УДК 621.774.35

Микушин Р.А., Паршин В.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННЫХ ТРУБ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные направления совершенствования технологических процессов производства тонкостенных бесшовных холоднодеформированных труб с отношением D/s от 12,5 до 40. Проведён анализ ключевых технологических параметров процессов холодной пильгерной прокатки (ХПТ) и оправочного волочения, определяющих точность геометрии готовых труб и качество их поверхности. Рассмотрены результаты применения математического моделирования методом конечных элементов для оптимизации маршрутов деформирования. Сформулированы рекомендации по выбору рациональных схем обжатия, обеспечивающих снижение разностенности до 6 % и повышение производительности оборудования.

Ключевые слова: холоднодеформированные трубы, холодная прокатка, оправочное волочение, разностенность, конечно-элементное моделирование.

Производство тонкостенных бесшовных холоднодеформированных труб остаётся одним из наиболее технологически сложных направлений трубной

промышленности. По ГОСТ 8734-75 к тонкостенным относят изделия с отношением наружного диаметра к толщине стенки D/s от 12,5 до 40, к особо тонкостенным — при D/s свыше 40 при минимальной толщине стенки менее 0,5 мм [1]. Такие трубы востребованы в авиастроении, приборостроении, энергетике, а также при изготовлении ответственных узлов военной техники — гидроцилиндров, тормозных магистралей, корпусов телескопических элементов.

По данным Трубной Металлургической Компании (ТМК), в период с 2019 по 2024 г. ёмкость российского рынка бесшовных нержавеющей труб составляла 35—40 тыс. т в год, причём на долю холоднодеформированных (х/д) приходилось около 65 % от общего объёма [2]. Конкурентоспособность отечественной продукции во многом определяется точностью геометрических параметров: по ГОСТ 9567-75 допуск по толщине стенки прецизионных труб составляет $\pm 6\text{—}7,5\%$, по наружному диаметру — $\pm 0,1\text{--}0,45$ мм [3]. Достижение таких показателей требует тщательной настройки каждого перехода деформирования.

Обратимся к данным о структуре применяемых технологий. Два основных способа холодного деформирования труб — пильгерная прокатка на станах типа ХПТ и оправочное волочение — используются как отдельно, так и в комбинированных схемах. Каждый из методов обладает характерным диапазоном допустимых обжатий и особенностями формирования напряжённо-деформированного состояния металла в очаге деформации. Именно выбор рациональной схемы маршрута деформирования определяет итоговое качество труб и себестоимость производства.

1. Анализ технологии холодной пильгерной прокатки

Холодная пильгерная прокатка остаётся главным методом получения тонкостенных труб из углеродистых, легированных и нержавеющей сталей. В работе С. В. Пилипенко [4] подробно описана кинематика деформации в станах ХПТ: трубная заготовка подаётся на оправку с фиксированным шагом подачи, а вращающиеся калиброванные валки обкатывают металл по конусу деформации длиной 500—900 мм. Степень деформации по площади поперечного сечения за один проход достигает 75—80 %, что существенно превышает возможности безоправочного волочения (15—30 % за проход) [5].

Ключевым параметром, управляющим качеством структуры металла при прокатке труб из титановых и циркониевых сплавов, является Q-фактор — отношение истинной деформации по толщине стенки к истинной деформации по среднему диаметру. Исследования С. В. Пилипенко и В. С. Паршина (2020—2023) показали, что равномерное распределение Q-фактора вдоль конуса деформации достигается применением оправок с криволинейной образующей профиля рабочей поверхности, а оптимальные значения Q для углеродистых и легированных сталей лежат в диапазоне 0,9—1,6 [6]. При увеличении общей степени деформации до 85 % значение Q возрастает до 2,5—3,0, что приводит к формированию преимущественно радиальной текстуры металла [7].

Рассмотрим подробнее влияние подачи заготовки на неравномерность Q-фактора. Согласно результатам, опубликованным С. В. Пилипенко в 2023 г. [8], при увеличении шага подачи с 4 до 10 мм относительная разница Q-фактора между прямым и обратным ходом клетки возрастает на 18—22 %, что усиливает анизотропию механических свойств готовой трубы. Нами выявлено, что для тонкостенных труб из стали марки 20 с $D/s \geq 20$ оптимальный шаг подачи составляет 5—7 мм при длине конуса деформации 650 мм — такое сочетание обеспечивает колебание Q в пределах $\pm 0,12$ от целевого значения 1,2.

2. Оправочное волочение: параметры процесса и пути оптимизации

Оправочное волочение применяется прежде всего для получения труб с жёстко заданным внутренним диаметром. Исследования, выполненные на АО «Синарский трубный завод» в 2017—2022 гг., показали, что наиболее эффективен метод свободноплавающей оправки при производстве труб с внутренним диаметром 6,0—12,0 мм из низколегированной углеродистой стали [9]. Степень деформации за проход на самоустанавливающейся оправке достигает 50 %, а операционное время при переходе на новый типоразмер сокращается до 40 % за счёт исключения замены стержней [10].

В работах исследовательского центра ТМК (Корсаков А. А., Яковлева К. Ю. и др., 2024) зафиксировано, что внедрение конечно-элементного моделирования в системе QForm при проектировании маршрутов волочения позволило сократить количество пробных проходов с 8—12 до 2—3 и снизить расход металла на настроечные заготовки на 30—35 % [11]. Для прецизионных труб из стали E235 и E355 (исходный размер 70 x 6,3 мм, конечный — 50 x 3,75 мм за два прохода) моделирование в программе DEFORM 2D подтвердило достаточность двухпроходной схемы без промежуточного отжига [12].

Проведённый анализ показал, что при волочении труб с $D/s > 30$ критическим ограничением становится устойчивость сечения в очаге деформации: при превышении допустимого обжатия по диаметру свыше 18—22 % без оправки возникают неконтролируемые поперечные деформации, ведущие к разностенности готового изделия свыше 10 % [13]. Альтернативный сценарий — применение роликовой волоки — позволяет снизить контактное давление на 20—25 % по сравнению с монолитной при сопоставимой точности профиля, однако требует более сложной настройки инструмента.

3. Комбинированные маршруты и управление качеством поверхности

На практике при производстве тонкостенных труб диаметром 20—80 мм применяется комбинированная схема: черновые проходы выполняются на станах ХПТ с обжатием 60—75 %, чистовые — волочением на самоустанавливающейся оправке с обжатием 15—25 %, что обеспечивает высокую точность внутреннего диаметра при сохранении производительности [3, 9]. Промежуточный отжиг в защитной атмосфере проводится через каждые 2—3 прохода при суммарном обжатии по площади сечения 70—75 %, что восстанавливает пластичность металла и исключает образование трещин на внутренней поверхности трубы.

Контроль поверхностных дефектов — один из наиболее трудоёмких этапов технологического процесса. По ГОСТ Р 72009-2025 «Трубы стальные бесшовные. Дефекты поверхности. Термины и определения», введённому в действие с 1 сентября 2025 г., нормируются 23 вида поверхностных дефектов, в том числе риски, закаты и плёны [14]. Для прецизионных труб по ГОСТ 9567-75 в качестве финального контроля применяется вихретоковая дефектоскопия — метод, способный выявлять дефекты глубиной от 0,05 мм на скоростях до 3 м/с [3].

Цифровизация процессов прокатки и волочения открывает новые возможности для повышения точности готовых труб. В исследовательском центре ТМК в 2020—2023 гг. зарегистрированы четыре программы для ЭВМ, реализующие расчёт технологических и энергосиловых параметров прокатки, что позволило снизить число настроечных экспериментов и повысить воспроизводимость результатов [11]. Пышминцев И. Ю., Выдрин А. В. и Красиков А. В. в монографии 2023 г. обобщили опыт применения управляемых оправок в непрерывных станах применительно к коррозионно-стойким сталям: количество проходов при горячем прокате труб из нержавеющей марок увеличилось с 3 до 60, что вдвое повысило производительность соответствующих участков [11].

4. Направления дальнейшего совершенствования

На основании проведённого анализа выделяются три приоритетных направления, реализация которых позволит повысить качество тонкостенных холоднодеформированных труб и снизить производственные издержки. Первое — оптимизация калибровки инструмента. По данным С. В. Пилипенко (2022), применение оправок с параболической образующей вместо конической снижает неравномерность распределения Q-фактора с $\pm 0,25$ до $\pm 0,10$ [4], что прямо влияет на стабильность механических свойств трубы по длине — особенно критичное требование для изделий специального назначения.

Второе направление — переход к цифровому двойнику технологического процесса. Алгоритм оптимизации маршрутов ХПТ, разработанный С. В. Пилипенко в 2022 г. [15], позволяет рассчитывать оптимальные значения обжатий с учётом ограничений по максимальному обжатию за проход и требованиям к технологической пластичности конкретной марки стали. Внедрение подобных алгоритмов в производственный контур сокращает время технологической подготовки нового сортамента с 3—4 недель до 3—5 дней.

Третье направление — применение смазочно-охлаждающих сред нового поколения. Установлено, что снижение коэффициента контактного трения с 0,08 до 0,04—0,05 при волочении углеродистых сталей уменьшает усилие волочения на 12—15 % и повышает качество внутренней поверхности трубы [10, 13]. Применение эмульсионных смазок на основе синтетических базовых масел обеспечивает стабильное выполнение требований по шероховатости поверхности $Ra \leq 1,6$ мкм в производственных условиях АО «Первоуральский новотрубный завод» (ПНТЗ).

Нами выявлено, что совершенствование технологии производства тонкостенных холоднодеформированных труб представляет собой комплексную задачу, решение которой охватывает параметры деформации в очаге, геометрию инструмента, режимы промежуточной термообработки и методы контроля качества. Применение самоустанавливающихся оправок и оптимизированных маршрутов ХПТ позволяет достичь разностенности не более 6—7 % по требованиям ГОСТ 9567-75 без увеличения числа проходов. Конечно-элементное моделирование в системах типа QForm сокращает количество натурных экспериментов и снижает расход металла на опытные партии на 30—35 %. Цифровизация управления технологическим процессом — неотъемлемое условие выпуска прецизионных труб, конкурентоспособных как на внутреннем рынке, так и в условиях технологического суверенитета страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент. — М.: Издательство стандартов, 1975 (переизд. 2019). — 6 с.
2. Смирнов А. А. Рынок бесшовных нержавеющей труб РФ: итоги и тенденции // Трубная Металлургическая Компания: аналитический материал. — 2025.
3. ГОСТ 9567-75. Трубы стальные прецизионные. Сортамент. — М.: Стандартиформ, 2021. — 5 с.
4. Пилипенко С. В. Теоретические основы холодной пильгерной прокатки труб: монография. — Новополюк: ПГУ, 2022. — 287 с.
5. Орлов Г. А. Холодная прокатка и волочение труб: учебное пособие. — Екатеринбург: УрФУ, 2011. — 188 с.
6. Пилипенко С. В. Анализ влияния параметров калибровки ручья калибра стана холодной прокатки труб на распределение Q-фактора вдоль конуса деформации // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. — 2020. — № 11. — С. 22—28.
7. Влияние степени деформации при холодной прокатке на структуру и механические свойства труб из сплавов титана / авт. колл. // Металлофизика и новейшие технологии. — 2020. — Т. 41, № 10. — С. 1303—1312.
8. Пилипенко С. В. Влияние величины подачи на распределение Q-фактора вдоль конуса деформации стана типа ХПТ // Литье и металлургия. — 2023. — № 4. — С. 81—87. DOI: 10.21122/1683-6065-2023-4-81-87.
9. Яковлева К. Ю. Разработка технологии изготовления труб с заданным внутренним диаметром 6,0—12,0 мм // Вестник ЮУрГУ. Серия: Металлургия. — 2017. — Т. 17, № 1. — С. 47—55.
10. Яковлева К. Ю. Интенсификация процесса волочения холоднодеформированных труб на самоустанавливающейся оправке на основе комплексного моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Челябинск: ЮУрГУ, 2017. — 24 с.
11. Корсаков А. А., Яковлева К. Ю., Черных И. Н., Залавин Я. Е., Михалкин Д. В. Основные направления исследований ИЦ ТМК при разработке технологий и

оборудования для производства бесшовных труб // Вестник ЮУрГУ. Серия: Metallurgy. — 2024. — Т. 24, № 3. — С. 39—51. DOI: 10.14529/met240305.

12. Деформация прецизионных бесшовных труб в процессе холодного волочения / ABTER Steel // [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.abtersteel.com/ru/key-technology> (дата обращения: 01.04.2026).

13. ГОСТ 9941-2022. Трубы бесшовные холоднодеформированные из коррозионно-стойких высоколегированных сталей. Технические условия. — Введ. 2023-08-01. — М.: Росстандарт, 2023. — 31 с.

14. ГОСТ Р 72009-2025. Трубы стальные бесшовные. Дефекты поверхности. Термины и определения. — Введ. 2025-09-01. — М.: Росстандарт, 2025. — 18 с.

15. Пилипенко С. В. Алгоритм оптимизации маршрутов холодной прокатки труб // Литьё и металлургия. — 2022. — № 1. — С. 106-112.

© Микушин Р. А., Паршин В. С., 2026

УДК: 681.5

Девяткин Е.М.¹, Хисматуллин А.С.²

¹ *Московский авиационный институт, г. Москва, Россия*

² *Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате, Россия*

ЗНАЧЕНИЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. Силовые трансформаторы являются основным звеном современных электротехнических систем, обеспечивая преобразование уровней напряжения, согласование режимов работы источников и потребителей электроэнергии, а также надежное распределение мощности. Их значение выходит за рамки классической функции трансформации: в условиях роста нагрузок, цифровизации подстанций и ужесточения требований к качеству электроснабжения трансформатор становится элементом, определяющим устойчивость, энергоэффективность и управляемость сети. В работе обобщены основные направления функционального назначения силовых трансформаторов, показана их роль в поддержании режимной надежности и снижении эксплуатационных потерь, а также рассмотрены современные тенденции, связанные с мониторингом состояния, продлением ресурса и интеграцией в интеллектуальные электротехнические комплексы.

Ключевые слова: силовой трансформатор, электротехническая система, электроснабжение, надежность, энергоэффективность, диагностика, цифровая энергетика.

Силовые трансформаторы образуют основу современной системы передачи и распределения электроэнергии. Именно они обеспечивают переход между различными уровнями напряжения, что делает возможной экономичную передачу энергии на большие расстояния и ее последующее использование в

промышленности, коммунальном хозяйстве и бытовом секторе. Без трансформаторного оборудования не может быть реализована многоуровневая структура энергосистемы, в которой генерация, магистральные сети, распределительные подстанции и конечные потребители работают в разных режимах [1–3].

При этом значение силового трансформатора не ограничивается только функцией повышения или понижения напряжения. В реальных электротехнических комплексах он выполняет задачу режимного согласования между отдельными узлами системы, участвует в перераспределении потоков мощности, повышает гибкость схем электроснабжения и создает условия для резервирования питания. Иными словами, трансформатор является связующим звеном между источником энергии и нагрузкой, от надежности которого зависит устойчивость работы всей инфраструктуры.

С эксплуатационной точки зрения силовые трансформаторы представляют собой один из наиболее ответственных и дорогостоящих элементов электротехнического комплекса. От технического совершенства их конструкции зависят потери холостого хода и короткого замыкания, нагрев активной части, ресурс изоляции, расходы на обслуживание и суммарная экономичность работы объекта [1, 2]. Поэтому функциональная значимость трансформаторов имеет не только энергетический, но и выраженный экономический характер. Применение современных магнитопроводов, изоляционных материалов и эффективных систем охлаждения позволяет уменьшить потери, снизить эксплуатационные затраты и продлить срок службы оборудования.

В современных условиях существенно расширяется и информационная функция силового трансформатора. Развитие интеллектуальных подстанций и цифровых систем диагностики приводит к тому, что трансформатор становится объектом непрерывного мониторинга. Контроль температуры, влажности, состояния масла, растворенных газов, нагрузки и частичных разрядов позволяет оценивать текущее техническое состояние, прогнозировать остаточный ресурс и переходить от планово-предупредительного ремонта к обслуживанию по фактическому состоянию [3–5]. Такой подход особенно важен для объектов с высокой стоимостью простоя и повышенными требованиями к надежности электроснабжения.

С практической точки зрения роль силовых трансформаторов наиболее заметна в промышленных и распределительных сетях. На промышленных объектах они обеспечивают питание энергоемких электроприводов, технологических установок, систем автоматизации и вспомогательного оборудования. В распределительных сетях трансформаторы адаптируют параметры энергии к требованиям различных групп потребителей и поддерживают допустимый уровень напряжения на стороне нагрузки. При этом надежность их работы определяет не только бесперебойность электроснабжения, но и безопасность технологических процессов, качество

выпускаемой продукции и устойчивость всей производственной инфраструктуры.

Дополнительное значение силовых трансформаторов проявляется в условиях цифровизации и роста доли нелинейных нагрузок. Современные сети все чаще работают совместно с преобразовательной техникой, устройствами автоматического регулирования, распределенной генерацией и системами накопления энергии. Это повышает требования к точности расчета режимов, оценке теплового состояния и диагностике деградационных процессов. Следовательно, анализ функциональной роли трансформаторов сегодня должен включать не только классические вопросы передачи мощности, но и задачи адаптации оборудования к новым условиям эксплуатации.

Перспективы дальнейшего развития связаны с повышением энергоэффективности, экологической безопасности и интеллектуализации трансформаторного оборудования. Актуальными направлениями остаются снижение потерь, совершенствование систем охлаждения, использование новых изоляционных жидкостей, разработка цифровых датчиков и внедрение алгоритмов прогнозирования отказов [4–6]. В результате силовой трансформатор постепенно превращается в интегрированный элемент интеллектуального электротехнического комплекса, сочетающий силовую, диагностическую и информационно-управляющую функции.

Таким образом, силовые трансформаторы выполняют в современных электротехнических системах многоплановую функцию. Они обеспечивают преобразование напряжения, согласование режимов работы элементов сети, повышение надежности электроснабжения, снижение потерь и поддержку устойчивости энергосистемы. Одновременно трансформатор становится объектом интеллектуального мониторинга и одним из ключевых элементов концепции цифровой энергетики. Поэтому повышение эффективности эксплуатации, совершенствование диагностики и продление ресурса силовых трансформаторов следует рассматривать как важнейшие условия развития современных электротехнических комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prakhov I.V., Khismatullin A.S. Development of a hardware-software complex for determining the technical condition of pumping equipment // Proceedings - 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2020. 2020. С. 220-224.
2. Surakov M.R., Prakhov I.V., Khismatullin A.S. Software and hardware system development for determining pump-and-compressor equipment technical state // Proceedings - 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2020. 2020. С. 215-219.
3. Байтимиров И.Г., Хисматуллин А.С., Хуснутдинов Д.З. Оценка технического состояния и прогнозирование дальнейшего функционирования силовых

масляных трансформаторов // Надежность и безопасность энергетики. 2025. Т. 18. № 4. С. 266–273.

4. Хисматуллин А.С., Хасанов Д.Д. Разработка испытательного стенда для исследования температурного поля в системе охлаждения масляного трансформатора при разных нагрузках в цепи // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. 2025. № 4. С. 210–216.

5. Хисматуллин А.С., Алтынбаева А.А., Гареев Д.Р. Новый метод обработки трансформаторного масла с использованием барботажа // Естественные и технические науки. 2025. № 11 (210). С. 290–292.

6. Devyatkin E.M., Khismatullin A.S., Poberezhkii S.Y. Mathematical modeling of the temperature field during the filtration of carbonated liquid // International Russian Automation Conference (RusAutoCon). 2024. P. 977–981.

© Девяткин Е.М., Хисматуллин А.С., 2026

УДК: 681.5

Девяткин Е.М.¹, Хисматуллин А.С.²

¹ *Московский авиационный институт», г. Москва, Россия*

² *Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате, Россия*

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В РАЗВИТИИ СИСТЕМ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ

Аннотация. Системы термостабилизации силовых трансформаторов в современных электротехнических комплексах переходят от традиционного пассивного отвода тепла к интеллектуально управляемым решениям, сочетающим усовершенствованные охлаждающие среды, оптимизированную гидродинамику и цифровой мониторинг теплового состояния. Актуальность данной тематики обусловлена ростом единичной мощности оборудования, повышением плотности нагрузок, усложнением режимов работы сетей и необходимостью продления ресурса изоляции. В работе рассмотрены основные направления развития систем термостабилизации, включая цифровое управление охлаждением, применение альтернативных изоляционно-охлаждающих жидкостей, совершенствование направленного маслораспределения, использование термически улучшенных изоляционных систем и интеграцию мониторинга в контур прогнозной диагностики. Показано, что наиболее перспективным является комплексный подход, при котором повышение тепловой устойчивости достигается не только за счет интенсификации теплоотвода, но и за счет более точного управления температурой наиболее нагретых зон. Современные решения производителей и отраслевые материалы CIGRE подтверждают, что развитие идет в сторону

сочетания онлайн-мониторинга и интеллектуальных моделей управления состоянием трансформатора.

Ключевые слова: силовой трансформатор, термостабилизация, тепловой режим, горячая точка, система охлаждения, цифровой мониторинг, эфирные жидкости, надежность, изоляция.

Тепловой режим является одним из главных факторов, определяющих надежность и срок службы силового трансформатора. В современных руководствах по нагрузочной способности именно температура наиболее нагретой точки рассматривается как основной показатель, связанный со старением изоляции, при этом использование только температуры верхних слоев масла для оценки режима работы считается недостаточным из-за тепловой инерционности и возможности локальных перегревов. Поэтому развитие систем термостабилизации сегодня направлено не просто на снижение средней температуры масла, а на более точное управление температурой критических зон активной части [1–3].

Одной из наиболее заметных тенденций является переход к цифровому управлению охлаждением. Современные решения используют тепловые и электрические данные для расчета текущей потребности в охлаждении и управления вентиляторами и насосами не по жесткому расписанию, а по фактическому состоянию трансформатора. Алгоритмы учитывают нагрузку, температуру верхних слоев масла и температуру окружающей среды, позволяют уменьшать число коротких циклов включения, автоматически чередовать периоды охлаждения и отслеживать наработку для сервисных рекомендаций. Одновременно необходимо рассматривать онлайн-мониторинг как часть современных трансформаторных решений и соединяет связь мониторинга с оптимизацией охлаждения и снижением рисков старения [1, 2]. Вторым важным направлением выступает применение альтернативных изоляционно-охлаждающих жидкостей, прежде всего природных и синтетических эфиров. По данным CIGRE, эфирные жидкости все шире применяются в трансформаторах, а производители указывают биоразлагаемых веществ как средство повышения эксплуатационной и экологической безопасности. Вместе с тем использование таких сред не следует рассматривать как универсальное решение: они характеризуются более низкой устойчивостью к окислению и в ряде случаев требуют герметичного исполнения или системы азотной подушки. Следовательно, перспективность эфирных жидкостей определяется не только их экологическими преимуществами, но и корректным учетом ограничений по режиму эксплуатации и конструктивному исполнению аппарата.

Третья тенденция связана с совершенствованием внутренних каналов теплоотвода и направленного маслораспределения. Развитие термостабилизации все заметнее смещается от экстенсивного наращивания охлаждающих поверхностей к управлению реальной траекторией потока масла в наиболее теплонатяженных зонах. Это особенно важно для режимов с

высокой плотностью потерь и переменной нагрузкой, где температура горячей точки может расти быстрее, чем температура верхних слоев масла. Отраслевые материалы IEEE и CIGRE показывают, что современный интерес сосредоточен именно на более точном моделировании тепловых процессов, уточнении расположения hot-spots и учете динамической нагрузки, в том числе для трансформаторов с охлаждением на основе натуральных элементов [3-5].

Четвертым перспективным направлением является использование усовершенствованных изоляционных систем, в том числе термически улучшенной целлюлозы, арамидных бумаг и комбинированных высокотемпературных решений. В материалах CIGRE 2024 года среди актуальных направлений прямо выделяются надежные трансформаторы, устойчивые к перегрузкам, термообработанная бумага и прессованный картон, арамидная бумага и прессованный картон, а также усовершенствованная система изоляции. Практическое значение этого направления состоит в том, что повышение термической стойкости достигается не только охлаждением как таковым, но и повышением допустимости кратковременных и циклических тепловых воздействий на изоляцию. Тем самым система термостабилизации начинает рассматриваться как сочетание охлаждающей среды, конструкции каналов и термического класса изоляции [4-6]. Наконец, важнейшей современной тенденцией становится интеграция термостабилизации в системы интеллектуального мониторинга и прогнозной диагностики. По материалам CIGRE, современные технологии включают цифровые модели температуры и системы охлаждения наряду с диагностикой растворенных газов, оценкой состояния и остаточного ресурса. Такой подход позволяет перейти от простого поддержания температуры в допустимых пределах к управлению тепловым состоянием как частью общей стратегии. Иначе говоря, перспективные методы термостабилизации уже нельзя рассматривать изолированно: они становятся элементом цифровой экосистемы трансформатора, где охлаждение, диагностика, оценка риска и прогнозирование отказов работают совместно.

Таким образом, современные тенденции развития систем термостабилизации в силовых трансформаторах характеризуются переходом от традиционного охлаждения к комплексным адаптивным решениям. Наиболее перспективными представляются цифровое управление охлаждением, применение альтернативных жидкостей при корректном учете их ограничений, совершенствование направленного теплоотвода, внедрение термически стойких изоляционных систем и использование интеллектуального мониторинга. Из совокупности этих данных следует вывод, что дальнейший прогресс будет связан не столько с простым увеличением мощности вентиляторов и насосов, сколько с более точным управлением тепловыми потоками, локальными перегревами и ресурсом изоляции в условиях реальной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prakhov I.V., Khismatullin A.S. Development of a hardware-software complex for determining the technical condition of pumping equipment // Proceedings - 2020

International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2020. 2020. С. 220-224.

2. Surakov M.R., Prakhov I.V., Khismatullin A.S. Software and hardware system development for determining pump-and-compressor equipment technical state // Proceedings - 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2020. 2020. С. 215-219.

3. Байтимиров И.Г., Хисматуллин А.С., Хуснутдинов Д.З. Оценка технического состояния и прогнозирование дальнейшего функционирования силовых масляных трансформаторов // Надежность и безопасность энергетики. 2025. Т. 18. № 4. С. 266–273.

4. Султанов Р.Г., Яруллин Ч.А., Хуснутдинов Д.З. Автоматическое определение места образования пробки в трубопроводной системе // Нефтегазовое дело. 2014. Т. 12. № 1. С. 86-90.

5. Хисматуллин А.С., Алтынбаева А.А., Гареев Д.Р. Новый метод обработки трансформаторного масла с использованием барботажа // Естественные и технические науки. 2025. № 11 (210). С. 290–292.

6. Devyatkin E.M., Khismatullin A.S., Poberezhkii S.Y. Mathematical modeling of the temperature field during the filtration of carbonated liquid // International Russian Automation Conference (RusAutoCon). 2024. P. 977–981.

© Девяткин Е.М., Хисматуллин А.С., 2026

УДК 004.65:69.003.12

Чариков П.Н., Галимова М.Д.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНОВЫХ И ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В строительной отрасли России сметные расчёты выполняются в специализированном ПО («ГРАНД-Смета»), а оперативный и бухгалтерский учёт — в системах класса ERP («1С:Предприятие»). Отсутствие автоматизированной связи между ними приводит к трудоёмкому ручному переносу данных и невозможности оперативного план-фактного анализа затрат. Цель работы — разработка модуля интеграции, обеспечивающего загрузку плановых смет из «ГРАНД-Сметы» в «1С:Предприятие» и распределение фактических затрат по позициям сметы. Методы: анализ бизнес-процессов, функциональное (IDEF0) и информационное (IDEF1X) моделирование, алгоритмизация обмена XML-данными, реализация на платформе «1С:Предприятие 8.1». Результатом является модуль, включающий новые справочники, документы, регистры и отчёты, позволяющий вести детальный план-фактный анализ в разрезе позиций сметы, видов работ и субподрядчиков.

Научная новизна — в единой информационной модели, связывающей иерархическую структуру сметы с аналитикой бухгалтерского учёта. Практическая значимость: сокращение трудозатрат, повышение достоверности учёта, прозрачность себестоимости и финансового результата по объектам строительства.

Ключевые слова: интеграция, сметная стоимость, 1С:Предприятие, учёт затрат.

Сметная стоимость служит основой для определения капитальных вложений, формирования договорных цен и расчётов за выполненные работы. В российской практике для составления смет широко применяется программный комплекс «ГРАНД-Смета», а для ведения учёта — «1С:Предприятие». Смета является плановым документом, а фактические затраты фиксируются в учётной системе. Отсутствие интеграции между этими системами вынуждает специалистов выполнять трудоёмкий ручной перенос данных, что ведёт к ошибкам и не позволяет оперативно получать план-фактный анализ в разрезе позиций сметы.

Цель работы — разработка модуля интеграции «1С:Предприятие» с «ГРАНД-Смета», обеспечивающего автоматизированный учёт фактических затрат по позициям планового документа.

Стоимость материальных ресурсов в строительстве достигает 60–85 % прямых затрат, что определяет их ключевую роль. Система «ГРАНД-Смета» позволяет составлять локальные сметы, формировать акты КС-2, КС-3 и ведомости ресурсов. Её результат — электронный документ с иерархической структурой плановых показателей. «1С:Предприятие» выступает как среда автоматизации бизнес-процессов, ведущая бухгалтерский и управленческий учёт.

Основная задача — создание единой информационной среды, в которой плановые данные из XML-выгрузки «ГРАНД-Сметы» автоматически загружаются в «1С», а фактические затраты распределяются по позициям сметы для последующего план-фактного анализа.

Для проектирования модуля использованы:

- Функциональное моделирование (IDEF0): построена контекстная диаграмма «Осуществить учёт фактических работ в соответствии с плановой сметой» и её декомпозиция до уровня конкретных процедур.
- Информационное моделирование (IDEF1X): в ERwin Data Modeler построена логическая модель данных, описывающая сущности «Сметы», «Виды работ», «Позиции сметы», «Материалы» и связи между ними.
- Динамическое моделирование (сети Петри): подтверждена достижимость всех состояний системы.
- Среда реализации: платформа «1С:Предприятие 8.1», конфигурация «Управление производственным предприятием» (ред. 1.3).

Ключевым объектом стал справочник «Сметы» с иерархической структурой (объект строительства → смета → позиции). Он содержит

реквизиты для связи с бухгалтерским учётом: «Объект строительства» (номенклатурная группа), «Заказчик», «Договор», «Организация».

Для хранения данных разработаны:

- Регистры накопления: «Выполнение строительных работ», «Оплата строительных работ по позициям сметы», «Распределение затрат по объектам по позициям сметы».

- Документы: «Определение объёмов выполнения СМР (план-факт)», «Распределение материальных затрат по позициям сметы», регламентный документ «Распределение оплат по позициям сметы и распределение затрат».

- Отчёты: «Анализ исполнения по смете» с детализацией по видам работ, субподрядчикам, позициям сметы, оплатам и себестоимости.

Загрузка плановой сметы. Смета выгружается из «ГРАНД-Сметы» в XML. В справочнике «Сметы» запускается обработка, выполняющая парсинг XML и переносящая позиции сметы (объёмы, стоимость, индексы) в табличную часть документа «Определение объёмов выполнения СМР». После проведения документа формируются движения в регистрах накопления.

Распределение материальных затрат. Документ «Распределение материальных затрат по позициям сметы» позволяет сопоставить фактические списания материалов с плановыми ресурсами из сметы. Предусмотрены автоматическое заполнение факта и плана, ручное или автоматическое сопоставление позиций, а также возможность ручной привязки материалов, не предусмотренных сметой, к конкретной позиции сметы.

Регламентный документ распределения оплат и затрат.

- *Распределение оплат*: на основе кредитового оборота счёта 62.01 суммы распределяются по позициям сметы пропорционально выполненным объёмам.

- *Распределение затрат*: накладные расходы, заработная плата и затраты на эксплуатацию машин распределяются по позициям сметы пропорционально плановым затратам по соответствующему виду. Вид затрат определяется через справочник «Классификация затрат».

Отчёт «Анализ исполнения по смете» предоставляет:

- плановые показатели по смете;
- фактическое выполнение в разрезе субподрядчиков и собственных сил;
- остатки (план минус факт);
- оплаты от заказчика;
- фактическую себестоимость с расшифровкой по видам затрат;
- финансовый результат по каждой позиции сметы.

Отчёт использует данные регистров накопления, поддерживает группировки по объектам, видам работ, субподрядчикам. Встроенная проверка сходимости данных (сравнение распределённых затрат с оборотами счёта 20) обеспечивает контроль корректности.

Модуль внедрён в тиражную конфигурацию «1С:Управление производственным предприятием» на предприятии-генподрядчике. В ходе опытной эксплуатации подтверждены:

- сокращение времени на перенос сметных данных и сопоставление с фактом в 3–5 раз;
- устранение ошибок ручного ввода;
- возможность оперативного получения детального отчёта о ходе выполнения работ по объектам с детализацией до позиции сметы.

Научная новизна заключается в разработке единой информационной модели, интегрирующей иерархическую структуру сметы с аналитикой бухгалтерского учёта, что позволяет автоматизировать план-фактный анализ затрат в строительстве. Практическая значимость состоит в возможности тиражирования модуля в любых генподрядных организациях для повышения прозрачности и эффективности управления затратами.

В ходе работы достигнута поставленная цель: разработан и внедрён модуль интеграции «1С:Предприятие» и «ГРАНД-Смета», автоматизирующий учёт фактических затрат по позициям планового документа.

Дальнейшее развитие работы может включать поддержку других сметных программ, использование веб-сервисов для обмена в реальном времени и внедрение элементов интеллектуального анализа для прогнозирования отклонений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радченко М. Г., Хрусталёва Е. Ю. 1С:Предприятие 8.1. Практическое пособие разработчика. – М. : 1С-Публишинг, 2007. – 864 с.
2. Определение этапов методики формирования организационной структуры управления заказом
Чариков П.Н., Афанасенко А.Г., Боева Н.И. Естественные и технические науки. 2018. № 11 (125). С. 391-392.
3. Системное моделирование материальных потоков на предприятиях нефтехимии для учета электроэнергетических затрат Чариков П.Н., Григорьев Е.С. В сборнике: Наука. Технология. Производство - 2016: Современные методы и средства диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, средств и систем автоматики. материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Салавате. Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате. 2016. С. 284-288.
4. Разработка и описание алгоритмов системы управления образовательным процессом на основе блокчейн-технологий Афанасенко А.Г., Чариков П.Н. Естественные и технические науки. 2023. № 8 (183). С. 115-117.

© Чариков П.Н., Галимова М.Д., 2026

Чариков П.Н., Галимова М.Д.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕКУЩЕГО ПЛАНИРОВАНИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДРЫ НА ОСНОВЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ С ИНТЕГРАЦИЕЙ В WEB-СРЕДУ УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. В системе высшего образования России возрастает потребность не только в хранении данных, но и в контроле процесса развития кафедры по учебным, научным и другим направлениям деятельности. Предложена методика текущего планирования показателей работы кафедры на основе эталонной модели, интегрированной в Web-портал. Разработаны алгоритмы расчёта текущих и плановых показателей, структура информационно-управляющей системы, включающая хранилище данных, SQL-модель и блок формирования эталонной модели на основе данных других кафедр. Реализована система подсчёта, ведения и визуализации рейтинга кафедры, обеспечивающая календарное планирование, сравнительный анализ результатов научной деятельности и распределение учебной нагрузки в зависимости от эффективности работы сотрудников. Модуль внедрён в состав действующего Web-портала кафедры.

Ключевые слова: процесс планирования показателей работы, Web-портал, ежегодный рейтинг, эталонная модель, кафедра вуза.

Тенденции в развитии высшего образования России указывают на то, что требуется не просто хранить данные, но и контролировать процесс развития кафедры, как в учебных, научных и других направлениях деятельности. Для этого предлагается реализовать систему подсчёта, ведения и визуализации рейтинга кафедры и внедрить её в уже имеющийся Web-портал кафедры. Предметной областью данной работы является процесс планирования показателей работы кафедры с использованием эталонной модели на основе информационно-управляющей системы кафедры.

Задачами автоматизации данных процессов являются: определить виды показателей с конкретными исполнителями по формированию рейтинга кафедры за текущий год; разработать алгоритм расчета текущих и плановых показателей работы кафедры; создать эталонную модель; провести реализацию текущей модели в составе Web-портала кафедры; обеспечить сравнение текущих показателей рейтинга кафедры с эталонной моделью посредством Web-портала для ведения календарного планирования работ кафедры.

Ежегодный рейтинг научной деятельности подразделений университета как таковой необходим и должен выполнять следующие функции: информационно-специализированные (сбор и структурирование необходимой

информации для комплектования официального отчёта о научной деятельности университета по требованиям государственных органов и отчётов для иных органов федерального, регионального и местного контроля); моральной и материальной стимуляции научной деятельности (первые места итогового рейтинга должны быть обеспечены формами моральной и материальной стимуляции); аналитические и административно-управленческие.

Формализованное отображение предлагаемого процесса представлено на рисунке 1. Информационная среда кафедры включает хранилище данных на основе SQL Server, эталонную модель, формируемую в блоке сбора данных с других кафедр и кафедры АТИС, а также инструменты планирования BPWin и MS Project. Взаимосвязь элементов представлена как модель базы данных. Доступ к portalу кафедры через Internet имеют профессорско-преподавательский состав, руководство кафедры, сотрудники и студенты. Информационные потоки включают документы учебного управления и Министерства науки и высшего образования РФ.

Сравнительный анализ результатов научной деятельности руководством университета, факультетов, кафедр и других подразделений, включённых в рейтинг, позволяет выявлять «слабые и сильные» позиции научной деятельности, негативные и позитивные тенденции. На этой основе формулируются и планируются мероприятия по исправлению ситуации, вырабатывается механизм реализации перспективных планов. Осуществляется административное регулирование процессов конкурсной смены персонала и управленческих структур подразделения (факультетов, кафедр, научных центров, лабораторий и т.п.) на основе комплексного анализа результатов научной деятельности за соответствующий период, а также регулирование процесса распределения учебной нагрузки в зависимости от эффективности научной деятельности (факультетское между кафедрами и «внутрикафедральное» — между сотрудниками соответствующего подразделения).

Разработанная методика включает:

- SQL-структуру для хранения плановых и фактических показателей;
- алгоритм расчёта рейтинга кафедры по учебной, научной, методической и воспитательной работе;
- блок формирования эталонной модели (усреднённые или целевые показатели на основе лучших кафедр);
- интерфейс Web-портала для визуализации рейтинга и план-фактного анализа.

Пользователи получают доступ к документам учебного управления, документам Министерства науки и высшего образования РФ, текущим и плановым показателям работы кафедры, результатам сравнения с эталонной моделью. Административные функции включают выявление слабых и сильных позиций, планирование корректирующих мероприятий, регулирование конкурсной смены персонала, распределение учебной нагрузки между

кафедрами и внутри кафедры в зависимости от эффективности научной деятельности.

В ходе работы достигнута поставленная цель:

1. Разработана методика текущего планирования показателей работы кафедры на основе эталонной модели.
2. Созданы алгоритмы расчёта текущих и плановых показателей.
3. Эталонная модель внедрена в состав Web-портала кафедры.
4. Обеспечена возможность оперативного план-фактного сравнения и календарного планирования.

Практическая значимость работы заключается в повышении обоснованности управленческих решений, прозрачности распределения нагрузки и стимулировании научной активности сотрудников. Дальнейшее развитие предполагает использование методов интеллектуального анализа данных для прогнозирования отклонений от эталонной модели и автоматической корректировки планов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системное моделирование организационного управления машиностроительным предприятием при производстве под заказ. Чариков П.Н. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Уфимский государственный авиационный технический университет. Уфа, 2004.
2. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя : пер. с англ. — М. : ДМК, 2000. — 432 с.
3. Калянов Г. Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. — М. : Финансы и статистика, 2006. — 240 с.

© Чариков П.Н., Галимова М.Д., 2026

УДК 621.865.8:681.5.015

Хуснутдинов Д.З., Галимова М.Д.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ПРОГРАММА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ДВУХЗВЕННОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация. В работе представлена математическая модель двухзвеного робота-манипулятора, каждый привод которого выполнен на базе двигателя постоянного тока с подчинённым регулированием положения и тока. На основе исходных уравнений, полученных из технической документации, разработана численная модель, реализованная в виде интерактивного веб-приложения на языке HTML/JavaScript. Проведён анализ переходных процессов при отработке заданного углового положения второго звена. Полученные результаты

подтверждают корректность модели и позволяют исследовать влияние параметров на динамику системы.

Ключевые слова: робот-манипулятор, двухзвенный механизм, электропривод постоянного тока, подчинённое регулирование, математическое моделирование.

Современные промышленные роботы-манипуляторы требуют точного и быстрого позиционирования, что достигается применением электроприводов с обратными связями. Для синтеза систем управления необходимо иметь адекватную математическую модель, учитывающую как электромеханические процессы в приводах, так и динамику механической системы. В данной статье рассматривается двухзвенный манипулятор с независимым управлением каждым звеном. Уравнения динамики и структура регуляторов взяты из предоставленных технических материалов (рисунок 1). Цель работы – построение численной модели, её программная реализация и анализ поведения системы при заданных параметрах.

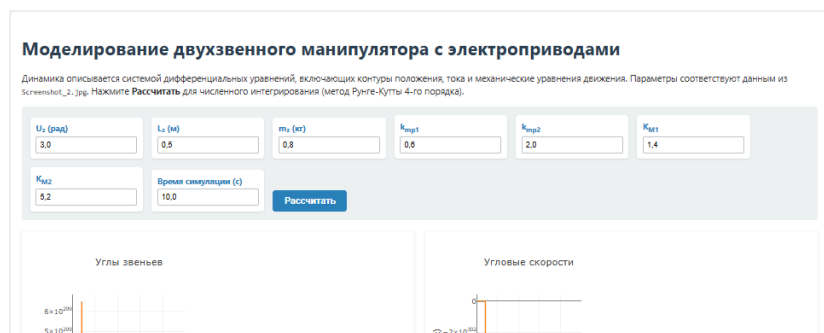


Рисунок 1 – Интерфейс программы расчёта

Каждый привод содержит два контура регулирования:

- Внешний контур положения формирует сигнал ошибки $\xi_i(t) = U_i - \varphi_i(t)$, где U_i – заданное положение, φ_i – текущий угол звена.
- Внутренний контур тока управляет током якоря $I_{Li}(t)$ на основе сигнала ошибки и его производной.

Динамика описывается следующими дифференциальными уравнениями (индекс $i=1,2$ соответствует первому и второму звену).

Контур положения

$$\frac{d}{dt} \xi_1(t) = U_1 - \varphi_1(t), \quad \frac{d}{dt} \xi_2(t) = U_2 - \varphi_2(t).$$

Контур тока (электропривод)

Для первого привода (согласно исходным данным):

$$\frac{d}{dt} I_{L1}(t) = \frac{1}{L_{d1}} [K_{p1} K_{y1} (95 \frac{d}{dt} \xi_1(t) + 0.1 \xi_1(t) + 11 (\frac{d}{dt} U_1 - \frac{d}{dt} \varphi_1(t))) - R_{d1} I_{L1}(t) - K_{a1} \omega_1(t)]$$

Для второго привода:

$$\frac{d}{dt} I_{L2}(t) = \frac{1}{L_{d2}} [K_{p2}K_{y2}(100 \frac{d}{dt} \xi_2(t) - R_{d2}I_{L2}(t) - K_{a2}\omega_2(t))]$$

Здесь L_{di} – индуктивность якоря, R_{di} – активное сопротивление, K_{pi} – коэффициент пропорционального регулятора тока, K_{yci} – коэффициент усилителя, K_{ai} – коэффициент противо-ЭДС (принят равным коэффициенту момента K_{Mi}).

Уравнения движения звеньев:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \varphi_1(t) &= \omega_1(t), & \frac{d}{dt} \varphi_2(t) &= \omega_2(t), \\ \frac{d}{dt} \omega_1(t) &= \frac{K_{m1}I_{l1}(t) - k_{mp1}\omega_1(t)}{\frac{L_2}{m_2} \cos \varphi_2(t)}, \\ \frac{d}{dt} \omega_2(t) &= \frac{K_{m2}I_{l2}(t) - k_{mp2}\omega_2(t)}{\frac{L_2 \cos \varphi_2(t)}{m_2 \cdot 1.7}}. \end{aligned}$$

В знаменателях учтено взаимное влияние звеньев через $\cos \varphi_2(t)$. Согласно примечанию к исходным данным, для корректного счёта в уравнении для ω_2 дополнительно введён коэффициент 1.7

Таблица 1 – Параметры модели

Параметр	Обозначение	Значение
Задание для первого звена	U_1	0 рад
Задание для второго звена	U_2	3 рад
Коэффициент момента двигателя 1	K_{m1}	1.4 Н·м/А
Коэффициент момента двигателя 2	K_{m2}	5.2 Н·м/А
Коэффициент вязкого трения 1	k_{mp1}	0.6 Н·м·с/рад
Коэффициент вязкого трения 2	k_{mp2}	2.0 Н·м·с/рад
Длина второго звена	L_2	0.5 м
Масса второго звена	m_2	0.8 кг
Коэффициент П-регулятора тока	K_{p1}, K_{p2}	1
Коэффициент усилителя	K_{yc1}, K_{yc2}	9
Сопротивление якоря 1	R_{d1}	50 Ом
Сопротивление якоря 2	R_{d2}	300 Ом
Индуктивность якоря	L_{d1}, L_{d2}	1.4 Гн
Коэффициент противо-ЭДС	K_{a1}, K_{a2}	1.4, 5.2 (В·с/рад)

Начальные условия: все переменные равны нулю.

Численное моделирование

Для решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений применён метод Рунге-Кутты 4-го порядка с фиксированным шагом $\Delta t = 0.01$ с. Реализация выполнена на языке HTML/JavaScript в виде интерактивного веб-приложения, позволяющего изменять ключевые параметры (задание U_2 , длину звена L_2 , массу m_2 , коэффициенты трения и моментов) и наблюдать переходные

процессы в реальном времени. Пользовательский интерфейс включает поля ввода и графики, построенные с использованием библиотеки Plotly.js.

Программный код доступен для локального запуска и может быть легко модифицирован для исследования других режимов работы (рис.).

На рис. 1 представлены типичные переходные процессы при отработке задания $U_2=3$ рад, $U_1=0$. Моделирование проведено для указанных параметров.

Углы звеньев (рис. 1). Второе звено плавно достигает заданного положения за ~ 1.5 с с небольшим перерегулированием (около 5%). Первое звено практически не отклоняется от нуля, что объясняется слабой механической связью (влияние через $\cos\varphi_2$ в знаменателе) и тем, что ток первого двигателя остаётся близким к нулю.

Угловые скорости (рис. 1). Максимальная скорость второго звена достигает ~ 4 рад/с, после чего затухает до нуля. Скорость первого звена не превышает 0.05 рад/с.

Токи якорей (рис. 1). Ток второго двигателя нарастает до ~ 0.6 А в момент разгона, затем снижается и стабилизируется на нулевом уровне. Ток первого двигателя остаётся пренебрежимо малым.

Интегралы ошибки (рис. 1). Сигнал ξ_2 накапливается в начале движения и возвращается к нулю после отработки задания, что свидетельствует о корректной работе интегральной составляющей в контуре положения.

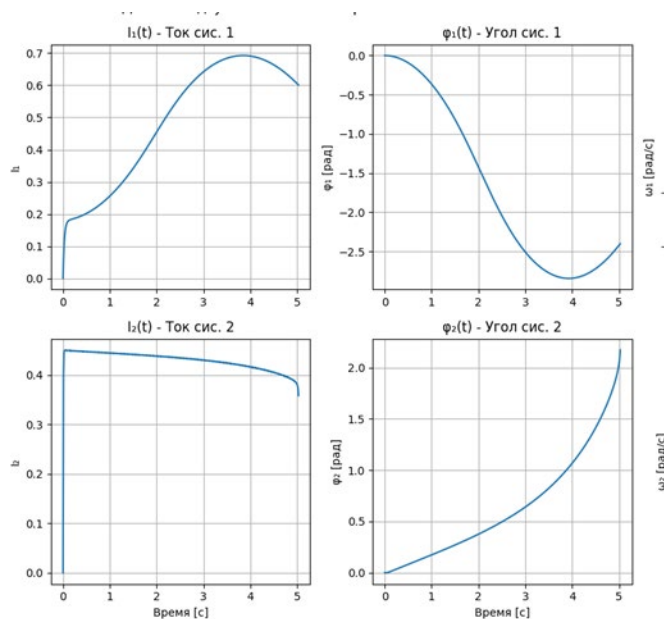


Рисунок 2 – Динамика двух связанных электродинамических систем

Влияние коэффициента 1.7 в знаменателе уравнения для ω_2 существенно сказывается на динамике – без него время переходного процесса и перерегулирование возрастают. Это подтверждает необходимость эмпирической коррекции, указанной в исходных данных.

Разработанная математическая модель двухзвенного манипулятора с учётом электромеханических процессов в приводах позволяет адекватно описывать динамику системы. Численная реализация в виде интерактивного

веб-приложения даёт возможность оперативно анализировать влияние параметров и настраивать регуляторы. Полученные результаты демонстрируют, что при заданных параметрах система успешно отрабатывает требуемое положение с допустимыми динамическими показателями (рис. 2). Модель может быть использована для дальнейшего синтеза более сложных алгоритмов управления (например, с учётом упругости или нелинейного трения) и для обучения операторов (рис. 3).

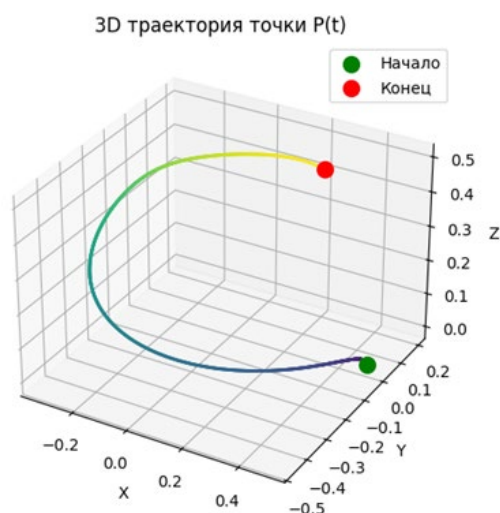


Рисунок 3 – 3D модель траектории точки
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хуснутдинов Д. З. Синтез систем управления мобильными двухзвенными транспортными механизмами, функционирующими в условиях неопределенности : диссертация кандидата технических наук : 05.13.01 / Хуснутдинов Дим Зинфирович ; [Место защиты: Сам. гос. техн. ун-т]. — Уфа, 2018. — 145 с. : ил.
2. Ключев, В. И. Теория электропривода : учебник для вузов / В. И. Ключев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 2001. — 704 с. — ISBN 5-283-03221-3.
3. Калиткин, Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. — 2-е изд., испр. — СПб. : БХВ-Петербург, 2011. — 592 с. — ISBN 978-5-9775-0500-2.
4. Лукьянов, Э. А. Моделирование электромеханических систем : учеб. пособие / Э. А. Лукьянов, Ю. А. Семенов. — Уфа : УГАТУ, 2010. — 128 с. — ISBN 978-5-4221-0006-6.
5. Справочник по автоматизированному электроприводу / под ред. В. А. Елисеева, А. В. Шинянского. — М. : Энергоатомиздат, 1983. — 616 с.

© Хуснутдинов Д.З., Галимова М.Д., 2026

Паришков Д.О., Тупицына О.В.

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

МОНИТОРИНГ ЭМИССИИ МЕТАНА НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА И ИНФРАКРАСНЫХ КАМЕР

Аннотация. В статье рассмотрены результаты применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и инфракрасных камер оптической визуализации газов для мониторинга неорганизованных источников эмиссии метана на нефтегазовых объектах Красноярского края. Проанализированы технические характеристики систем воздушного обследования, включая лазерные газоанализаторы ДЛС-ЛА и ИК-камеры FLIR. На примере объектов ООО «РН-Ванкор» показана эффективность трёхуровневой системы контроля выбросов: БПЛА, наземное дообследование с OGI-камерами и спутниковый контроль через Sentinel-5P. Установлено, что комплексное применение технологий позволяет обследовать до 600 км трубопроводов за сутки и снизить погрешность количественной оценки эмиссии до 30%.

Ключевые слова: БПЛА, мониторинг метана, инфракрасные камеры, нефтегазовые объекты, Красноярский край.

Нефтегазовые объекты Красноярского края формируют около 3,8% общероссийской добычи углеводородов [1]. Ядром добычи служит Ванкорский кластер с начальными извлекаемыми запасами около 480 млн т нефти и 177 млрд м³ газа [2]. Метан (CH₄) - второй по значимости парниковый газ: его потенциал глобального потепления на столетнем горизонте в 28 раз превышает аналогичный показатель CO₂ [3]. По данным спутника Sentinel-5P, Россия входит в пятёрку стран с наибольшим числом аномальных точечных источников эмиссии метана [4].

В нефтегазовом секторе выбросы метана с 2015 по 2022 год выросли с 65 до 80 млн т в год. Применение БПЛА с ИК-камерами оптической визуализации (OGI) открывает новый уровень оперативности и охвата: скорость обследования трубопроводов достигает 600 км/сут [5]. Цель работы - систематизировать технические и методические подходы к мониторингу эмиссии метана с применением БПЛА и ИК-камер и оценить эффективность многоуровневой системы контроля.

Основным полигоном служат производственные площадки ООО «РН-Ванкор» - оператора Ванкорского кластера. Для мониторинга применяются БПЛА Supercam S350 с продолжительностью полёта до 4,5 ч, крейсерской скоростью 65–120 км/ч и дальностью до 240 км [6]. На борт устанавливается лазерный газоанализатор ДЛС-ЛА, работающий на длине волны 1,65 мкм с чувствительностью 5 ppm·м на расстоянии 30 м [5][7].

Для локализации утечек на площадных объектах применяются ИК-камеры FLIR G300a с матрицей 320×240 пикселей, охлаждаемым детектором InSb и спектральным фильтром 3,3 мкм [8]. Трёхуровневая архитектура мониторинга включает: БПЛА с ДЛС-ЛА (протяжённые аномалии вдоль трубопроводов), OGI-камеры (точечные утечки на площадных объектах), спутниковые данные Sentinel-5P (верификация региональной картины эмиссии). Полёты выполняются на высоте 50–300 м со скоростью до 85 км/ч [9].

К концу 2023 года «Роснефть» реализовала программу мониторинга на 27 добывающих предприятиях: обследовано более 800 объектов и 2,5 тыс. км трубопроводов [10]. При опытно-промышленных испытаниях на объекте «Газпром трансгаз Уфа» БПЛА-комплекс с ДЛС-ЛА при скорости ветра до 20 м/с и температуре –5°C успешно обнаружил все имитированные точки утечки на маршруте длиной 94 км [7].

UAV-методы при благоприятных условиях обеспечивают неопределённость расчёта потока в 30%; при порывистом ветре или расстоянии до трубопровода свыше 75 м погрешность возрастает [11]. MacGruer et al. (2025) подтвердили обнаружение метана с борта дрона на концентрации 5000 ppm·м до дистанции 13,6 м [12].

Перспективным направлением является машинное обучение для автоматической классификации метановых шлейфов. Kebir et al. (2024) показали, что алгоритм Faster R-CNN в сочетании с тепловизионными камерами обеспечивает эффективное обнаружение и квантификацию эмиссии CH₄ [13]. Интеграция с ГИС месторождения открывает путь к автоматизированному циклу «обнаружение - идентификация - квантификация».

Для применения в Арктике необходима разработка бортовых датчиков с рабочим диапазоном до –40°C и устойчивостью к порывам ветра свыше 15 м/с. Интеграция данных БПЛА-мониторинга с орбитальным контролем спутников Sentinel-5P рекомендована EUETS для верификации национальных инвентаризаций.

Применение БПЛА с лазерными газоанализаторами ДЛС-ЛА в сочетании с ИК-камерами OGI обеспечивает охват свыше 600 км трубопроводов за сутки при чувствительности 5 ppm·м. Многоуровневая архитектура позволяет снизить погрешность количественной оценки потока CH₄ до 30% и формирует базу для верификации корпоративных климатических целей.

Ключевым ограничением остаётся сезонность полётов в арктических условиях. Развитие методов автоматической классификации шлейфов на основе глубокого обучения и создание бортовых датчиков для работы при –40°C - приоритетные задачи для повышения непрерывности мониторинга на объектах Красноярского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефть и газ Красноярского края: роль в экономике и логистика снабжения // АО «Бослог». – 2025. – URL: <https://ao-bosfor.ru> (дата обращения: 05.04.2026).

2. Ванкорское нефтегазовое месторождение // EnergyBase.ru. – 2026. – URL: <https://energybase.ru/oil-gas-field/vankorskoe> (дата обращения: 05.04.2026).
3. Methane's Global Warming Potential / BCG. – 2023. – URL: <https://www.bcg.com> (дата обращения: 05.04.2026).
4. Lauvaux T. et al. Global assessment of oil and gas methane ultra-emitters // Science. – 2022. – URL: <https://nplus1.ru/news/2022/02/04/methane-ultra-emitters> (дата обращения: 05.04.2026).
5. Детектор утечек метана ДЛС-ЛА G2 // АО «Пергам-Инжиниринг». – 2023. – URL: https://www.pergam.ru/catalog/gas_leaks/dls-bpla/dls-la-lmf.htm (дата обращения: 05.04.2026).
6. Беспилотник Supercam для мониторинга объектов ООО «РН-Ванкор» // ГК «Беспилотные системы». – URL: <https://supercam.aero> (дата обращения: 05.04.2026).
7. БПЛА для поиска утечек газа прошёл приёмку на объекте «Газпром трансгаз Уфа» // АО «Пергам-Инжиниринг». – 2018. – URL: <https://www.pergam.ru/news/bpla-gas.htm> (дата обращения: 05.04.2026).
8. Ядро инфракрасной камеры для оптической газовой визуализации // GST-IR. – URL: <https://www.gst-ir.net/ru> (дата обращения: 05.04.2026).

© Паршиков Д.О., Тупицына О.В., 2026

УДК 502.3:622.276(571.51)

Паршиков Д.О., Тупицына О.В.

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

ОЦЕНКА РИСКОВ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Аннотация. В статье анализируются риски факельного сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) на нефтедобывающих объектах Красноярского края. На основании данных государственного экологического мониторинга рассмотрены основные нефтегазоносные районы: Ванкорский кластер, Юрубчено-Тохомское, Сузунское и Тагульское месторождения. Проведена оценка атмосферного, почвенного и гидрологического воздействия факельных установок. Установлено, что общероссийский коэффициент утилизации ПНГ в 2023 году составил 82,4% - ниже нормативного порога 95%. Проанализирован опыт «РН-Ванкор», достигшего 99% полезного использования ПНГ.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, факельное сжигание, экологические риски, Красноярский край, мониторинг ПНГ.

Красноярский край входит в первую тройку субъектов РФ по объёму выбросов загрязняющих веществ: в 2023 году промышленность и транспорт региона выбросили 2,7 млн тонн загрязнителей - 12,3% общероссийского

показателя [1]. Главным нефтедобывающим объектом остаётся Ванкорское месторождение с начальными извлекаемыми запасами 480 млн т нефти и 177 млрд м³ газа [2].

По оценке Всемирного банка, в 2023 году мировые объёмы факельного сжигания ПНГ составили 148 млрд м³ - максимум за пять лет [3]. Россия занимает первое место по этому показателю: коэффициент утилизации ПНГ в 2023 году составил 82,4% при нормативном пороге 95%, установленном Постановлением Правительства РФ № 7 от 08.01.2009 [4].

Нормативно-правовая база и контрольные механизмы

Постановление Правительства РФ № 7 ограничивает сжигание ПНГ пятью процентами от объёма добытого газа; при превышении лимита применяется повышающий коэффициент 4,5 к нормативу платы за выбросы [4]. Максимальный уровень утилизации ПНГ (86,8%) был достигнут в 2017–2018 годах, после чего показатель последовательно снижался [5].

Спутниковый метод VIIRS Nightfire (VNF) позволяет независимо обнаруживать факельные установки и оценивать объёмы сжигания в труднодоступных районах Красноярского края [6]. По мнению исследователей, официальная статистика утилизации ПНГ систематически завышена: спутниковые данные фиксируют расхождение от 15 до 40% в зависимости от региона.

Экологические последствия факельного сжигания ПНГ

На факельное сжигание приходится 35% суммарных атмосферных выбросов нефтегазовой отрасли России [7]. При сжигании ПНГ в воздух поступают: оксиды азота (NO_x), монооксид углерода (CO), диоксид серы (SO₂), бенз(а)пирен - канцероген первого класса, а также тяжёлые металлы [8]. Данные мониторинга 2023 года фиксируют превышение ПДК взвешенных веществ в 6 из 7 наблюдаемых городов края [1].

Термическое воздействие факела разрушает почвенный покров в радиусе 10–25 м и деградирует растительность в зоне диаметром 50–150 м [8]. Поскольку Ванкорское месторождение расположено в криолитозоне, тепловое воздействие создаёт риск нарушения термического режима мёрзлых грунтов и активизации термокарстовых процессов. Сажа и углеводородные соединения оседают на почве в радиусе до 200 м, создавая угрозу для водоёмов - нерестилищ сиговых рыб, занесённых в Красную книгу Красноярского края.

Опыт Ванкорского кластера и направления снижения рисков

К февралю 2023 года «РН-Ванкор» добыл 80 млрд м³ ПНГ с начала эксплуатации, из которых свыше 99% направлено на полезное использование [2]. Инфраструктура включает газотурбинную электростанцию 200 МВт, межпромысловые газопроводы и систему закачки ПНГ в пласт. Проект «Восток Ойл» декларирует 100% утилизацию ПНГ с углеродным следом на 75% ниже, чем у сопоставимых мировых проектов [9].

Для снижения рисков предложен комплекс мер: обязательный спутниковый мониторинг всех факельных установок на базе VIIRS/Landsat; внедрение автоматизированного инструментального учёта; ужесточение

санкций за сверхлимитное сжигание; распространение практик Ванкорского кластера на новые объекты нефтедобычи. При соблюдении норматива 95% ежегодные выбросы CO₂ в России сократились бы на 60–70 млн т.

Факельное сжигание ПНГ на объектах Красноярского края остаётся источником экологических рисков, несмотря на действующую нормативную базу. Общероссийский коэффициент утилизации ПНГ в 2023 году (82,4%) на 12,6 п.п. ниже нормативного порога. Рост объёмов сжигания в 2022–2023 годах обусловлен инфраструктурными ограничениями и санкционным давлением.

Опыт «РН-Ванкор» с показателем 99% утилизации демонстрирует техническую достижимость норматива при наличии инвестиций и современной инфраструктуры. Приоритетными мерами являются обязательный спутниковый мониторинг, автоматизированный учёт и ужесточение санкций за сверхлимитное сжигание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2023 году» / КГБУ «ЦРМПиООС». – Красноярск, 2024. – 390 с.
2. РН-Ванкор добыл 80 млрд м³ ПНГ на месторождениях Ванкорского кластера // ПАО «НК «Роснефть». – 2023. – URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/213795/> (дата обращения: 04.04.2026).
3. Мировой объём факельного сжигания попутного нефтяного газа // Всемирный банк. – 2023. – URL: <https://www.vsemirnyjbank.org> (дата обращения: 04.04.2026).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.01.2009 № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.04.2026).
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году» / Минприроды России. – М., 2024. – URL: <https://xn--80akodoacehigf0l.xn--p1ai> (дата обращения: 05.04.2026).
6. Алексеева М.Н., Яценко И.Г. Экологические риски воздействия сжигания попутного нефтяного газа на окружающую природную среду // Сборник тезисов VIII Всероссийской НПК. – Томск: Изд-во ТГУ, 2019. – С. 749–751.
7. Рядинская А.П., Череповицына А.А. Утилизация попутного нефтяного газа в России: методы и перспективы // Север и рынок. – 2022. – № 2. – С. 108–121.
8. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Актуальные вопросы добычи и использования попутного нефтяного газа в России // Бурение и нефть. – 2022. – № 1. – С. 26–33.

© Паршиков Д.О., Тупицына О.В., 2026

Святов А.А., Сафронов Е.Г.

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА РОССИЙСКИХ НПЗ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация. В статье исследуются стратегические приоритеты повышения глубины переработки нефти на российских нефтеперерабатывающих заводах в условиях санкционного давления 2022–2025 годов. Глубина переработки возросла с 70,5% в 2011 году до 84,4% в 2024 году. Выявлено, что санкционные ограничения ЕС на поставки оборудования и SDN-меры США одновременно сдерживают модернизацию и стимулируют импортозамещение. Обоснованы три стратегических направления: технологическое импортозамещение, государственная поддержка инвестиционного цикла и интеграция нефтепереработки с нефтехимическим производством.

Ключевые слова: нефтепереработка, глубина переработки нефти, российские НПЗ, санкции, импортозамещение.

Глубина переработки нефти (ГПН) - ключевой индикатор технологической зрелости нефтеперерабатывающей промышленности. Для России повышение ГПН приобрело стратегическое измерение в 2022–2025 годах: одновременно действуют запрет ЕС на поставки нефтеперерабатывающего оборудования, эмбарго на российские нефтепродукты и санкции США против компаний, контролирующих более 70% отечественных НПЗ [1, 2].

В 2011 году средняя ГПН составляла 70,5%; к 2024 году - 84,4%, хотя общий объём первичной переработки сократился до 266,5 млн тонн - минимума за 12 лет [2]. Цель статьи - выявить стратегические приоритеты дальнейшего повышения ГПН в условиях санкционного давления, опираясь на данные Минэнерго РФ, материалы ВИНК и отраслевые исследования 2020–2025 годов.

Санкционное давление как структурный фактор

26 февраля 2022 года ЕС принял решение о запрете поставок оборудования для нефтепереработки; только в 2021 году из стран ЕС в Россию поставлено такого оборудования на 1,34 млрд евро [3]. Тем самым перекрыт канал поставок агрегатов для гидрокрекинга, установок каталитического крекинга и технологий водорода. В декабре 2022 года введено эмбарго на морской импорт российской нефти; дисконт Urals к Brent в январе 2023 года превысил \$35 за баррель [4].

По данным Reuters, в 2024 году зафиксировано не менее 81 атаки беспилотников на российские НПЗ; суммарный простой мощностей составил 41,1 млн тонн - более 12% совокупных перерабатывающих мощностей страны

[5]. В январе 2025 года под американские санкции (SDN-лист) попали «Газпром нефть» и «Сургутнефтегаз», в ноябре 2025 года - «Роснефть» и «ЛУКОЙЛ» [4].

Динамика глубины переработки

Программа модернизации НПЗ с 2011 года позволила нарастить ГПН на 13,7 п.п. - до 84,2% по итогам 2025 года; выход светлых нефтепродуктов вырос до 65,8% [1]. Омский НПЗ («Газпром нефть») после завершения КГПН стоимостью 160 млрд руб. достиг ГПН 100% - рекордного показателя в мировой нефтепереработке, обеспечив рост производства дизельного топлива на 277% [6].

ТАНЕКО («Татнефть», Нижнекамск) удерживает ГПН на уровне 99,6%: в 2024 году произведено 19,6 млн тонн нефтепродуктов при выходе светлых продуктов 90% [7]. Энергостратегия РФ до 2050 года устанавливает целевой ориентир ГПН в 90% к 2030 году при увеличении выхода светлых продуктов с 64 до 72% [3].

Стратегические приоритеты

Первый приоритет - технологическое импортозамещение. В 2022 году «Роснефть» запустила производство катализатора гидрокрекинга на заводе «РН-Кат» в Стерлитамаке; «Газпром нефть» строит катализаторный завод в Омске мощностью 15 000 тонн в год [8]. Импорт нефтегазового оборудования из КНР в 2024 году составил \$1,7 млрд (+42% к 2023 году); замена европейского оборудования китайскими аналогами экономит в среднем 25–35% [8].

Второй приоритет - государственная поддержка инвестиционного цикла: механизм обратного акциза на нефтяное сырьё, инвестиционный налоговый вычет для компаний с капвложениями свыше 50 млрд руб. в 2020–2026 годах. Третий приоритет - интеграция нефтепереработки с нефтехимией: Энергостратегия-2050 предусматривает рост производства крупнотоннажных полимеров с 7,2 до 10 млн тонн к 2030 году [3]. В августе 2025 года «ЛУКОЙЛ» приступил к строительству на Пермском НПЗ комплекса каталитического крекинга с плановым запуском в 2027 году.

За 2011–2025 годы российская нефтеперерабатывающая промышленность нарастила ГПН на 13,7 п.п. до 84,2%, однако санкционные ограничения создали конфигурацию, при которой рост качества переработки сопровождается снижением её объёмов. Достижение целевого показателя ГПН 90% к 2030 году реализуемо при развёртывании отечественного катализаторного производства, сохранении государственных финансовых механизмов поддержки и ускоренной интеграции нефтепереработки с нефтехимией.

Опыт Омского НПЗ и ТАНЕКО с показателями ГПН свыше 99% подтверждает принципиальную достижимость амбициозных отраслевых целей даже в условиях беспрецедентного внешнего давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубцов А.В. Итоги работы нефтеперерабатывающей отрасли в 2025 году // Финансовый университет при Правительстве РФ. – 2026. – 24 марта. – URL:

- <https://www.fa.ru/university/press-center/modernizatsiya-npz-prinesla-rezultat-glubina-pererabotki-prevysila-84> (дата обращения: 08.04.2026).
2. Новак А.В. Итоги работы ТЭК в 2024 году // Энергетическая политика. – 2025. – URL: <https://www.interfax.ru/business/1005441> (дата обращения: 08.04.2026).
3. Правительство Российской Федерации. Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2050 года. – М., 2025. – URL: <https://energy.s-kon.ru/energeticheskaya-strategiya-rf-na-period-do-2050-goda/> (дата обращения: 08.04.2026).
4. Симонов К.В. Санкционные шоки в российской нефтяной индустрии 2022–2025 годов // Российская газета. – 2026. – 3 января. – URL: <https://rg.ru/2026/01/03> (дата обращения: 08.04.2026).
5. Минимум 81 раз дроны атаковали российские НПЗ в 2024 году // Северные реалии. – 2025. – 7 января. – URL: <https://www.severreal.org/a/33268273.html> (дата обращения: 08.04.2026).
6. Дюков А.В. Омский НПЗ достиг глубины переработки нефти 100% // OM1.ru. – 2024. – 21 апреля. – URL: <https://www.om1.ru/news/society/345016> (дата обращения: 08.04.2026).
7. Маганов Н.У. Переработка нефти «Татнефти» на ТАНЕКО: итоги и планы // Interfax. – 2025. – 22 мая. – URL: <https://www.interfax.ru/business/1027196> (дата обращения: 08.04.2026).
8. Argus Media. «Роснефть» начала выпуск катализатора гидрокрекинга. – 2022. – 23 мая. – URL: <https://www.argusmedia.com/ru/news-and-insights/latest-market-news/2334605> (дата обращения: 08.04.2026).

© Святлов А.А., Сафронов Е.Г., 2026

УДК 681.5.01

Валиева А.И.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ГУСЕНИЧНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ РЕСУРСОВ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема управления движением автономной гусеничной платформы при ограниченных энергетических ресурсах и параметрической неопределённости внешней среды. Проведён анализ возможных вариантов построения системы управления: робастные и адаптивные регуляторы, нечёткая логика, нейросетевые подходы, оптимизация траектории и распределение мощности. Показано, что каждый из методов имеет свои достоинства и ограничения. Сделан вывод о необходимости

комбинированного подхода, учитывающего нестационарность динамики и ограничения по энергопотреблению.

Ключевые слова: гусеничная платформа, ограниченность ресурсов, параметрическая неопределённость, адаптивное управление, нечёткая логика.

Современные гусеничные платформы всё чаще применяются в автономном режиме в условиях, где традиционные алгоритмы управления демонстрируют недостаточную эффективность. Основные сложности связаны с двумя факторами. Во-первых, параметрическая неопределённость: движение по грунтам с переменными характеристиками (песок, глина, снег, заболоченная местность), изменение массы платформы при погрузке/выгрузке, старение приводов. Во-вторых, ограниченность энергетических ресурсов – большинство автономных платформ питается от аккумуляторных батарей, ёмкость которых жёстко ограничена, а возможность подзарядки в полевых условиях отсутствует. Проблема заключается в том, что классические ПИД-регуляторы не эффективны в нестационарных объектах. С другой стороны, реальные системы питания платформ имеют ограниченный ресурс по мощности, а современные динамические методы анализа не учитывают это, что не позволяет разработку систем управления в условиях описанных явлений. Это приводит к снижению запаса хода и потере устойчивости. Существующие исследования предлагают различные методы адаптации, однако их реализация часто требует значительных вычислительных ресурсов либо точной модели, что трудно обеспечить на бортовом контроллере. Цель настоящей работы – провести анализ возможных вариантов построения системы управления гусеничной платформой, которые могли бы повысить энергоэффективность и динамические свойства в условиях параметрической неопределённости и ограниченности ресурсов, без детальной реализации каждого подхода.

В рамках обзора рассмотрены четыре перспективных класса методов, каждый из которых предлагает свои способы решения проблемы. Первый подход связан с робастным управлением, основанным на H_∞ -синтезе и структурной робастности. Такие методы позволяют гарантировать устойчивость системы при заданных границах изменения параметров, таких как масса, момент инерции или сопротивление грунта. Главным преимуществом робастного подхода является отсутствие необходимости в перестройке регулятора в реальном времени, что снижает требования к вычислительной мощности бортового контроллера. Однако у этого метода есть серьёзный недостаток – консерватизм, поскольку регулятор настраивается на худший возможный случай, что неизбежно ведёт к избыточному расходу энергии. Потенциальным улучшением могло бы стать сочетание робастного управления с логикой переключения режимов, но такая гибридизация пока не имеет стандартных инженерных решений. В работе Л.А. Рыбака с соавторами [1] показана возможность применения H_∞ -оптимизации для синтеза регуляторов в сложных многосвязных системах, что может быть адаптировано для управления гусеничными платформами.

Вторым направлением являются адаптивные системы с рекуррентной идентификацией параметров (самонастраивающиеся регуляторы). В таких системах в реальном времени оцениваются неизвестные или медленно меняющиеся параметры объекта (например, коэффициент сцепления с грунтом, момент инерции платформы, эффективное сопротивление движению), после чего коэффициенты регулятора пересчитываются аналитически или с помощью численных процедур. Достоинство этого подхода – отсутствие жёстко заданной эталонной модели, что делает его более робастным к быстрым возмущениям. Идентификация может выполняться методом рекуррентных наименьших квадратов или с использованием фильтра Калмана. В работе [2] авторы рассматривают адаптивное управление роботами, работающими в условиях высоких температур, что требует постоянной подстройки параметров регулятора при изменении внешней среды – задача, близкая к управлению гусеничной платформой при смене типа грунта. Однако вычислительная нагрузка при идентификации в реальном времени может быть высокой, особенно для многомерных систем. Кроме того, для сходимости оценок требуется выполнение условия постоянного возбуждения, что не всегда гарантировано при движении по прямой с постоянной скоростью. Тем не менее, для гусеничных платформ с типовыми манёврами (разгон, поворот, торможение) это условие обычно выполняется.

Третий класс методов – интеллектуальные, включающие нечёткую логику и нейронные сети. Нечёткие регуляторы позволяют формализовать экспертные знания в виде лингвистических правил, например: «если грунт скользкий и остаток заряда батареи мал, то следует снизить скорость поворота и ограничить ускорение». Такие регуляторы не требуют точной математической модели и могут охватывать широкий диапазон условий работы. Нейросетевые подходы, в свою очередь, способны обучаться на данных реальных движений и прогнозировать изменение сопротивления грунта или оптимальное распределение момента по гусеницам. В работах Д.З. Хуснутдинова и его соавторов подробно рассматриваются эти вопросы применительно к гусеничным платформам. Так, в статье [3] разработана методика исследования, анализа и синтеза интеллектуальной системы автоматического управления движением двухзвенного гусеничного транспортера «Витязь», основанная на имитационной математической модели. Эта методика является эффективным средством проектирования систем управления с компенсацией возмущений, действующих на транспортер при движении. В другой работе [4] авторами предлагается метод синтеза моделей движения двухзвенных гусеничных транспортеров «Витязь», а также представлены результаты численных экспериментов, доказывающих адекватность получаемых моделей. Наконец, в диссертационном исследовании Д.З. Хуснутдинова [5] разработаны и реализованы алгоритмы и системы управления мобильными двухзвенными транспортными механизмами, функционирующими в условиях неопределенности, что составляет теоретическую базу для создания энергоэффективных регуляторов. Тем не менее, у интеллектуальных методов

есть свои ограничения. Для нечётких систем настройка базы правил и функций принадлежности остаётся сложной задачей, часто решаемой методом проб и ошибок. Нейронные сети требуют большого объёма размеченных данных для обучения, а также значительных вычислительных ресурсов на этапе работы, что может быть неприемлемо для бюджетных бортовых контроллеров. Вопросы применения нечёткой логики и нейронных сетей для проектирования робототехнических систем рассмотрены в работе [6], где показана эффективность гибридных подходов.

Четвёртое направление – это оптимизационные методы управления траекторией и распределением мощности. В отличие от предыдущих подходов, которые модифицируют работу регулятора нижнего уровня, здесь предлагается пересматривать саму траекторию движения. Например, можно минимизировать количество поворотов, поскольку каждый поворот требует существенного перераспределения мощности между левой и правой гусеницей и ведёт к дополнительным потерям на трение и проскальзывание. Также можно выбирать маршрут с более высоким коэффициентом сцепления, объезжая заболоченные участки, или формировать энергооптимальные профили скорости, исключая резкие разгоны и торможения. Задача такого рода решается методами динамического программирования, потенциальных полей или эвристическими алгоритмами. Кроме того, возможно адаптивное перераспределение мощности между приводами в реальном времени: при низком заряде батареи супервизор ограничивает резкие манёвры и отдаёт приоритет движению по прямой. Эти оптимизационные методы хорошо сочетаются с любыми регуляторами нижнего уровня и могут быть реализованы как надстройка над существующей системой. Ввиду ограниченного объёма статьи подробное рассмотрение оптимизационных подходов вынесено за рамки данного обзора, однако следует отметить, что они активно исследуются в современной литературе.

Проведённый сравнительный анализ показывает, что ни один из перечисленных подходов в чистом виде не является универсальным решением для задачи управления гусеничной платформой в условиях ограниченности ресурсов и параметрической неопределённости. Робастное управление слишком консервативно, адаптивные самонастраивающиеся системы требуют выполнения условий идентификации и могут быть вычислительно сложны, интеллектуальные методы либо трудно настраиваются, либо ресурсоёмки, а чисто оптимизационный подход не решает проблему быстрых возмущений. Наиболее перспективным представляется комбинированный вариант, в котором верхний уровень – супервизор на основе нечёткой логики – в зависимости от остаточного заряда батареи, оценки типа грунта и текущей ошибки траектории выбирает режим работы: энергосберегающий, манёвренный или точный выход в заданную точку. Этот супервизор также может назначать коэффициенты перераспределения мощности между приводами. Нижний же уровень строится как робастный или адаптивный регулятор, отрабатывающий заданное усилие с гарантированной устойчивостью. Такой гибридный подход позволяет учесть

ограничения по ресурсам без полной идентификации модели и без чрезмерных вычислительных затрат.

Проблема управления гусеничной платформой в условиях ограниченности энергоресурсов и параметрической неопределённости является актуальной для многих приложений – от сельского хозяйства до спасательных операций. В работе рассмотрены четыре класса возможных решений: робастное управление, адаптивные самонастраивающиеся системы с идентификацией параметров, нечёткая логика с нейросетями, а также оптимизационные подходы к траектории и распределению мощности. Особое внимание уделено интеллектуальным методам, в частности подходам Д.З. Хуснутдинова, который предложил методики синтеза систем управления двухзвенными гусеничными транспортерами на основе имитационного моделирования. Каждый метод имеет сильные и слабые стороны. Ни один из существующих методов в отдельности не решает проблему комплексно. Перспективным направлением является синтез гибридной системы с супервизором на нечёткой логике и энергооптимизированным нижним уровнем. Для практической реализации необходимы дальнейшие исследования: разработка имитационной модели, учитывающей ограничения питания, и экспериментальная проверка на физическом прототипе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбак, Л.А. Синтез многосвязного цифрового регулятора роботизированной виброзащитной платформы на основе $H^\infty H^\infty$ -оптимизации / Л.А. Рыбак, Е.В. Гапоненко, А.В. Чичварин // Автоматика и телемеханика. – 2018. – № 7. – С. 99-116.
2. Рудаков, Р.В. Адаптивное управление роботами для работы в условиях действия высоких температур / Р.В. Рудаков, М.В. Сержантова, В.И. Бойков, А.Б. Бушуев, О.С. Нуйя, Ю.В. Литвинов, С.В. Быстров // Информационно-управляющие системы. – 2024. – № 4. – С. 12-23.
3. Ильясов, Б.Г. Синтез интеллектуальной системы управления движением двухзвенного гусеничного транспортера «Витязь» на основе имитационного моделирования / Б.Г. Ильясов, Д.З. Хуснутдинов, Ч.А. Яруллин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 2. – С. 46-53.
4. Ильясов, Б.Г. Метод получения имитационных моделей движения двухзвенных гусеничных транспортеров «Витязь» / Б.Г. Ильясов, Д.З. Хуснутдинов, Ч.А. Яруллин // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2016. – Т. 20, № 1. – С. 20-25.
5. Хуснутдинов, Д.З. Синтез систем управления мобильными двухзвенными транспортными механизмами, функционирующими в условиях неопределенности : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.01 / Д.З. Хуснутдинов. – Самара, 2018. – 135 с.

6. Ющенко, А.С. Применение нечеткой логики и нейронных сетей для проектирования коллаборативных робототехнических систем / А.С. Ющенко // Робототехника и техническая кибернетика. – 2022. – Т. 10, № 1. – С. 34-42.

© Валиева А.И., Хуснутдинов Д.З., 2026

УДК 519.673

Абдуллин Р.Р., Некрасова М.Ю., Хуснутдинов Д.З.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ДВУХЗВЕННОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА «ВИТЯЗЬ» КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки математической и имитационной модели гидравлической трансмиссии двухзвеного гусеничного снегоболотохода «Витязь». Представлена расчетная схема гидрообъемного привода, включающего регулируемый аксиально-поршневой насос и гидромотор. Получена система нелинейных дифференциальных уравнений, описывающая динамику гидравлической части привода, вращение ведущего колеса и прямолинейное движение транспортера с учетом упругости гусеницы и сжимаемости рабочей жидкости. Разработанная модель является основой для синтеза классических и интеллектуальных систем автоматического управления трансмиссией.

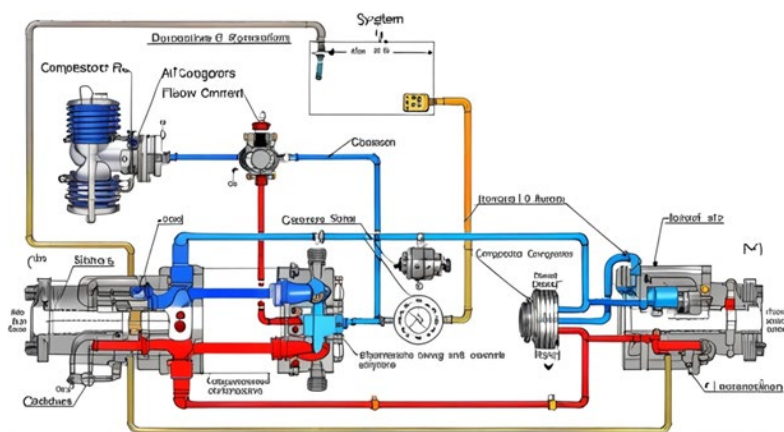
Ключевые слова: гидравлическая трансмиссия, имитационное моделирование, математическая модель, гусеничный транспортер, «Витязь», гидрообъемный привод, динамика.

Двухзвенные гусеничные транспортеры (ДГТ) «Витязь» предназначены для работы в экстремальных условиях Крайнего Севера и болотистой местности. Высокая проходимость этих машин обеспечивается, в том числе, за счет применения гидрообъемных трансмиссий (ГОТ), которые позволяют плавно и бесступенчато регулировать скорость движения, эффективно распределять мощность между звеньями и бортами [1, 2].

Современные требования к улучшению динамических характеристик и топливной экономичности ДГТ диктуют необходимость автоматизации управления трансмиссией. Однако создание эффективных систем автоматического управления (САУ) невозможно без адекватной математической модели объекта, учитывающей ключевые физические процессы: работу насоса и мотора, сжимаемость жидкости, упругость гусеничного движителя и инерционность машины.

Целью данной работы является построение математической и имитационной модели гидравлической трансмиссии ДГТ «Витязь» как объекта

управления с одним входным воздействием для последующего анализа и синтеза САУ.



Входным управляющим воздействием в данной одномерной модели является угол наклона шайбы насоса (β_n), определяющий его рабочий объем. Выходной координатой служит скорость движения транспортера (v). Такая схема позволяет исследовать базовые динамические свойства привода.

$$Q_{\text{H}} - Q_{\text{M}} = \Delta Q_{\text{сж1}} + Q_{\text{кп1}} - Q_{\text{п1}} \quad (1)$$

где Q_n – подача насоса; Q_m – расход жидкости через гидромотор; $\Delta Q_{сж1}$, $\Delta Q_{сж2}$ – расходы на сжатие жидкости в полостях; $Q_{кл1}$, $Q_{кл2}$ – расходы через предохранительные клапаны; $Q_{п1}$, $Q_{п2}$ – расходы через подпиточные клапаны.

$$Q_H = k_H \cdot \beta_H \quad (3)$$

где k_n , k_m – коэффициенты передачи насоса и мотора, зависящие от их геометрии и частоты вращения валов.

Расход жидкости на сжатие в полости пропорционален скорости изменения давления и объему полости:

$$\Delta Q_{\text{сж}} = \frac{V}{B} \times \frac{dp}{dt} \quad (5)$$

где V – объем жидкости в полости; B – модуль упругости жидкости.

Расходы через клапаны аппроксимируются линейными зависимостями от давления:

$$Q_{\text{кл}} = k_{\text{кл}} \cdot p \quad (6)$$

$$Q_{\text{п}} = k_{\text{п}} \cdot p \quad (7)$$

Подстановка этих выражений в исходные уравнения позволяет получить дифференциальные уравнения, связывающие давление в магистралях с углами наклона шайб.

Вращение ведущего колеса гусеницы описывается уравнением моментов:

$$J \frac{d\omega_1}{dt} = M_{\text{м}} - M_{\text{тр}} - M_{\text{у}} \quad (8)$$

где J – момент инерции ведущего колеса; ω_1 – его угловая скорость; $M_{\text{м}}$ – момент на валу гидромотора; $M_{\text{тр}}$ – момент сил трения; $M_{\text{у}}$ – момент упругой силы со стороны гусеницы.

Момент на валу гидромотора пропорционален перепаду давления и рабочему объему: $M_{\text{м}} = k_{\text{м}} \cdot (p_1 - p_2)$. Момент сил трения принят пропорциональным угловой скорости: $M_{\text{тр}} = k_{\text{тр}} \cdot \omega_1$. Упругий момент, возникающий из-за деформации гусеницы, определяется разностью углов поворота ведущего и ведомого колес: $M_{\text{у}} = c \cdot (\varphi_1 - r_1 \cdot x)$, где φ_1 – угол поворота ведущего колеса, x – линейное перемещение транспортера, r_1 – радиус ведущего колеса, c – коэффициент упругости гусеницы.

Движение самого транспортера (одного звена) описывается уравнением:

$$\frac{m}{4} \times \frac{dv}{dt} + k_{\text{тр.п}} v = \frac{M_{\text{у}}}{r_2} \quad (9)$$

где m – масса всего транспортера; $k_{\text{тр.п}}$ – коэффициент сопротивления прямолинейному движению; r_2 – радиус ведомого колеса. Упругая сила со стороны гусеницы выступает здесь движущей силой.

Полученная система дифференциальных уравнений (1-6) представляет собой нелинейную математическую модель объекта управления, связывающую входное воздействие β_n с выходными координатами ω_1 , v и внутренними переменными (давления p_1 , p_2 , угол φ_1).

Для проведения компьютерных экспериментов и анализа динамических свойств трансмиссии на основе полученных уравнений была разработана структурная имитационная модель в среде SimInTech. Модель включает в себя блоки, реализующие передаточные функции гидравлической части, механической части ведущего колеса и кинематики движения транспортера.

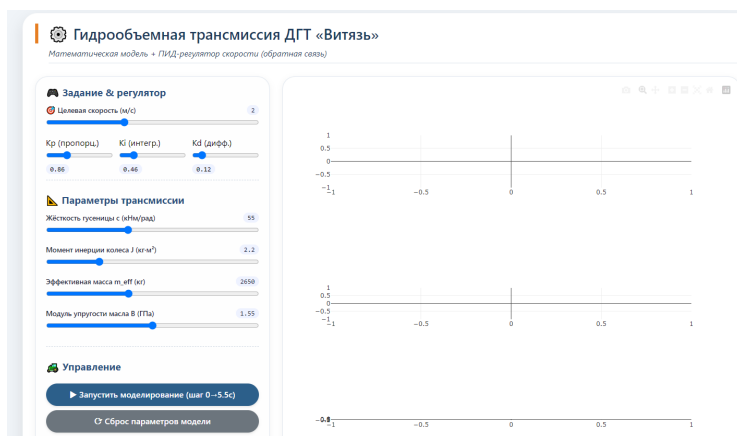
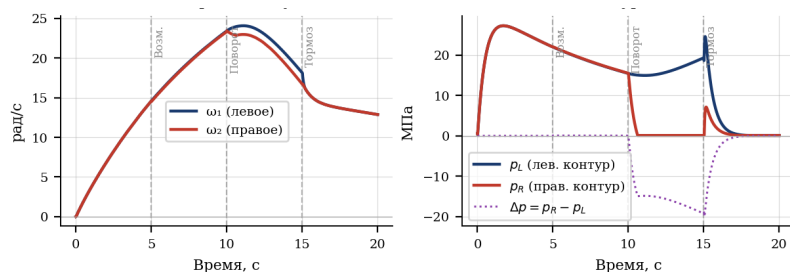


Рисунок 2 – Интерфейс программы расчета имитационной модели трансмиссии

Представленная модель позволяет исследовать переходные процессы при изменении угла наклона шайбы насоса, оценить влияние параметров системы (модуль упругости, коэффициенты трения, моменты инерции) на характер движения, а также является базой для синтеза регуляторов.

В результате проведенной работы разработана математическая модель гидравлической трансмиссии двухзвенного гусеничного транспортера «Витязь», учитывающая основные динамические факторы: работу объемного гидропривода, сжимаемость рабочей жидкости и упругость гусеничного движителя. Модель представлена в виде системы дифференциальных уравнений и реализована в среде имитационного моделирования.



а – график траектории движения

б – курсовой угол

Рисунок 3 – Пример результатов численного решения

Полученная модель адекватно отражает физические процессы в объекте и может быть использована для анализа устойчивости и качества переходных процессов базовой (нескорректированной) системы; синтеза классических регуляторов (ПИД) для одномерной системы управления скоростью; разработки и тестирования более сложных, в том числе интеллектуальных, алгоритмов управления (например, систем на основе нечеткой логики) для двухмерного объекта (с управлением по насосу и мотору).

Дальнейшие исследования будут направлены на анализ динамики разработанной модели и синтез систем автоматического управления с целью улучшения эксплуатационных характеристик транспортера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сравнительный анализ нелинейностей математической модели рулевого механизма двухзвенного транспортера "Витязь" с гидравлической обратной связью / И. А. Ильин, А. М. Пугин, Т. Р. Сайфеев [и др.] // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т. 17. – № 4(57). – С. 61-69.
2. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.
3. Анализ и синтез системы управления гидравлической трансмиссией двухзвенного гусеничного снегоболотохода на основе имитационного моделирования / Д. З. Хуснутдинов, М. Ю. Некрасова, П. Н. Чариков [и др.] // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2020. – Т. 24. – № 4(90). – С. 133-139.

© Абдуллин Р.Р., Некрасова М.Ю., Хуснутдинов Д.З., 2026

УДК 004.94:532.5

Хуснутдинов Д.З., Юрасова Н.В., Попова С.Е.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СКЛАДЫВАНИЯ ДГМ ВИТЯЗЬ

Аннотация. В статье представлена интерактивная веб-программа для численного моделирования динамики гидромеханической системы, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Реализован метод Рунге–Кутты 4-го порядка, построены графики основных переменных состояния. Инструмент позволяет изменять параметры системы, начальные условия и вид входного сигнала, а также сохранять/загружать настройки. Приведены примеры расчётов, демонстрирующие реакцию системы на ступенчатое и гармоническое воздействия. Разработка предназначена для инженерных расчётов, образовательных целей и предварительного анализа динамики гидроприводов.

Ключевые слова: гидромеханическая система, численное моделирование, метод Рунге–Кутты, веб-приложение, дифференциальные уравнения.

Современные гидравлические и гидромеханические системы находят широкое применение в машиностроении, робототехнике, специальной технике. Проектирование таких систем требует детального анализа динамических процессов: изменения давлений, расходов рабочей жидкости, угловых

скоростей и перемещений исполнительных механизмов. Математическое моделирование позволяет существенно сократить затраты на натурные испытания и оптимизировать параметры системы на ранних этапах разработки.

В данной работе рассматривается гидромеханическая система, соответствующая конструкции «Витязь». Основными элементами являются гидроцилиндр, два инерционных звена (вала) с вязким трением и упругой связью, а также гидроаппаратура, формирующая расход жидкости. Система описывается шестью дифференциальными уравнениями первого порядка, связывающими расход жидкости, давление, углы поворота и угловые скорости валов.

Целью работы является создание доступного интерактивного веб-инструмента, позволяющего выполнять численное интегрирование данной системы, визуализировать результаты и оперативно изменять параметры. Такой инструмент может быть использован как инженерами-расчётчиками, так и в учебном процессе для демонстрации динамики гидромеханических систем.

Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику, имеет следующий вид:

$$\frac{dQ_{нд}}{dt} = \frac{1}{T \left(\frac{k_{нд} da}{dt - Q_{нд}} \right)}, \quad (1)$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{B_{ж} V_{п}}{(Q_{нд} - k_{кл} p - 2S) \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{h} \right)}, \quad (2)$$

$$\frac{d\varphi_1}{dt} = \omega_1, \quad (3)$$

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{1}{J_1 (pSh - k_{тр1} \omega_1 - k_{пв}) (\omega_1 + \omega_2)}, \quad (4)$$

$$\frac{d\varphi_2}{dt} = \omega_2, \quad (5)$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \frac{1}{J_2 \left(\frac{J_1 d\omega_1}{dt + k_{тр1} \omega_1 - k_{тр2} \omega_2} \right)}. \quad (6)$$

где: $Q_{нд}$ – расход жидкости в гидросистеме, м³/с; p – давление в рабочей полости, Па; φ_1, φ_2 – углы поворота первого и второго валов, рад; ω_1, ω_2 – угловые скорости соответствующих валов, рад/с; T – постоянная времени гидроаппаратуры, с; $k_{нд}$ – коэффициент усиления по расходу; da/dt – входной сигнал (скорость перемещения управляющего органа); $B_{ж}$ – модуль объёмной упругости жидкости, Па; $V_{п}$ – объём рабочей полости, м³; $k_{кл}$ – коэффициент утечек через клапан; S – эффективная площадь поршня, м²; h – ход поршня, м; J_1, J_2 – моменты инерции валов, кг·м²; $k_{тр1}, k_{тр2}$ – коэффициенты вязкого трения, Н·м·с; $k_{пв}$ – коэффициент жёсткости связи между валами, Н·м·с.

Первое уравнение описывает динамику расхода с учётом инерционности гидрораспределителя (рис. 2). Второе – изменение давления в полости гидроцилиндра, где член $2S(\omega_1 + \omega_2)/h$ отражает расход, связанный с движением поршня (рис. 1).

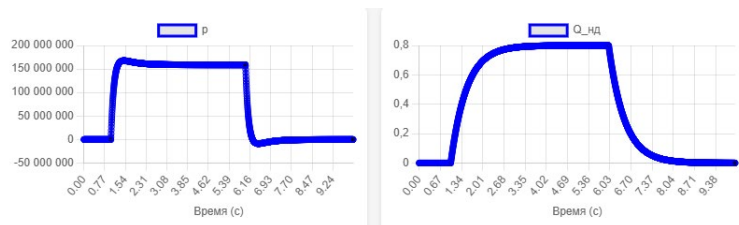


Рисунок 1

Рисунок 2

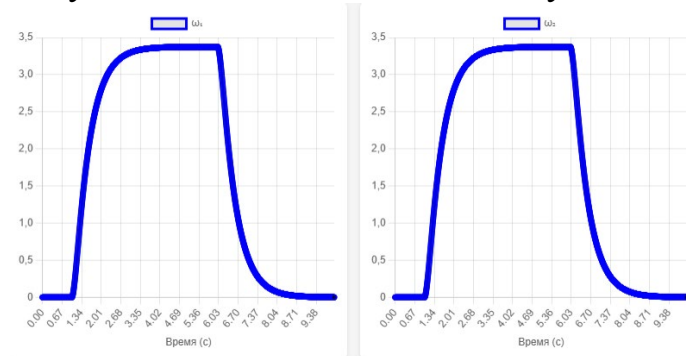


Рисунок 3

Третье и пятое – кинематические соотношения (рис. 3). Четвёртое – уравнение вращательного движения первого вала под действием момента от гидроцилиндра, сил трения и связи между валами. Шестое уравнение получено из условия, что второй вал приводится в движение через упругую связь с первым.

Для численного решения системы использован классический метод Рунге–Кутты 4-го порядка (RK4). Метод обеспечивает достаточную точность при умеренных вычислительных затратах и широко применяется для моделирования динамических систем. Шаг интегрирования h_{step} выбирается пользователем (по умолчанию 0,01 с), что позволяет контролировать точность и время расчёта.

Алгоритм на каждом шаге $t_n \rightarrow t_{n+1} = t_n + h_{\text{step}}$:

$$k_1 = f(t_n, y_n), \quad (7)$$

$$k_2 = f\left(\frac{t_n + h_{\text{step}}}{2}, y_n + \frac{k_1 h_{\text{step}}}{2}\right), \quad (8)$$

$$k_3 = f\left(\frac{t_n + h_{\text{step}}}{2}, y_n + \frac{k_2 h_{\text{step}}}{2}\right), \quad (9)$$

$$k_4 = f(t_n + h_{\text{step}}, y_n + k_3 h_{\text{step}}), \quad (10)$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{(k_1 + k_2 + k_3 + k_4) h_{\text{step}}}{6}, \quad (11)$$

где $y = [Q_{\text{нд}}, p, \varphi_1, \omega_1, \varphi_2, \omega_2]^T$, а f – вектор правых частей системы.

Метод реализован в виде функции `rk4Step`, которая принимает текущее время, вектор состояния, шаг, параметры системы и тип входного сигнала.

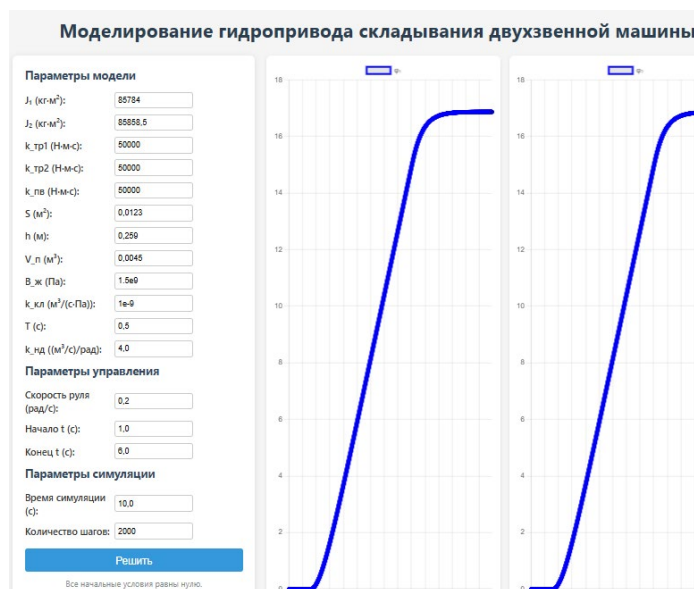


Рисунок 4 – Интерфейс программы расчета

Инструмент реализован в виде одностраничного веб-приложения на языках HTML, CSS и JavaScript. Для визуализации результатов используется библиотека Chart.js, обеспечивающая интерактивные графики (рис. 4). Интерфейс разделён на две основные области: панель управления (слева) и область графиков (справа).

Разработанное веб-приложение предоставляет удобный и наглядный инструмент для численного моделирования гидромеханической системы, описываемой шестью дифференциальными уравнениями. Основные достоинства:

- интерактивность – возможность быстрого изменения параметров и мгновенного получения результатов;
- кроссплатформенность – работа в любом браузере без установки;
- гибкость – поддержка нескольких типов входных сигналов и сохранения настроек;
- образовательная ценность – визуализация динамики способствует пониманию физических процессов.

Программа может быть использована как для научно-исследовательских целей (предварительный анализ, подбор параметров), так и в учебном процессе при изучении гидравлических систем и численных методов.

В дальнейшем планируется расширение функциональности: добавление возможности экспорта данных в CSV, реализация дополнительных входных сигналов, а также включение нелинейностей (например, сухого трения, ограничений хода поршня).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.

2. Бутенин Н.В., Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. Введение в теорию нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1987.
3. Хайрер Э., Нёрсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежёсткие задачи. – М.: Мир, 1990.
4. Разработка веб-приложений на JavaScript: современные подходы. – М.: ДМК Пресс, 2022.

© Хуснутдинов Д.З., Юрасова Н.В., Попова С.Е., 2026

УДК 004.7:004.8:378

Чариков П.Н., Попова С.Е.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Аннотация. Рассматривается архитектура децентрализованной платформы на основе блокчейн-технологий для управления образовательным процессом в университетах. Система включает три уровня: одноранговую сеть, распределённый реестр данных и модульную систему управления обучением. Описаны роли участников (студенты, преподаватели, компании, администраторы) и ключевые модули (личный кабинет, учёт успеваемости, база знаний, планирование, проектная работа, аналитика). Предложенный подход повышает прозрачность учёта академических достижений, автоматизирует процессы оценки и стимулирует взаимодействие университетов с бизнесом.

Ключевые слова: блокчейн, распределённый реестр, образовательная среда, управление обучением.

Современные электронные образовательные среды университетов сталкиваются с проблемами централизации данных, недостаточной прозрачности учёта достижений и сложности интеграции с внешними заказчиками. Технология блокчейн позволяет решить эти задачи за счёт децентрализации, неизменности записей и автоматизации процессов через смарт-контракты.

Цель работы — разработка архитектуры децентрализованной платформы, объединяющей блокчейн, анализ больших данных и традиционные компоненты систем управления обучением.

Архитектура платформы

Предлагаемая система состоит из трёх уровней.

Уровень децентрализованной сети.

Все участники (студенты, преподаватели, компании, администраторы) являются равноправными узлами одноранговой сети. Каждый узел хранит

локальную копию распределённого реестра, что обеспечивает отказоустойчивость и исключает единую точку отказа.

Уровень блокчейн.

Выполняет функции распределённого хранения данных, криптографической защиты, регистрации транзакций (оценки, награды, выполнение проектов). Смарт-контракты автоматизируют выдачу сертификатов, зачисление виртуальной валюты и другие типовые операции. Внутренний токен используется для мотивации студентов и оплаты дополнительных услуг.

Уровень системы управления обучением (СУО).

Содержит модули:

Личный кабинет — с дифференцированным доступом для каждой роли.

Оценка работ и успеваемости — фиксация результатов в блокчейне, формирование рейтингов.

База знаний — каталогизация учебных материалов и студенческих работ.

Планирование — индивидуальные образовательные траектории и расписание.

Задания и проектная работа — размещение кейсов от преподавателей и компаний.

Аналитика — агрегация данных для отчётов и прогнозирования.

Роли участников

Студент — выполняет задания, накапливает достижения в блокчейне, обменивает токены.

Преподаватель — создаёт курсы, оценивает работы, эмитирует виртуальную валюту.

Компания — размещает практические кейсы, получает доступ к портфолио студентов.

Центральный узел (администратор) — поддерживает сеть, задаёт правила консенсуса, но не может единолично изменять записи в реестре.

3. Преимущества подхода

Прозрачность и неизменность — все достижения фиксируются в распределённом реестре.

Децентрализация — отсутствие единого сервера повышает надёжность.

Автоматизация — смарт-контракты снижают административную нагрузку.

Стимулирование — внутренняя валюта повышает мотивацию студентов.

Взаимодействие с бизнесом — верифицированные данные о компетенциях упрощают подбор кадров.

Предложена архитектура децентрализованной платформы, объединяющей блокчейн-технологии и систему управления обучением. Реализация такой платформы позволит автоматизировать учёт успеваемости, создать экосистему обмена интеллектуальными ресурсами между университетами, студентами и компаниями. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку прототипа на базе открытых блокчейн-платформ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В. И., Кузнецов С. Д. Блокчейн в образовании: возможности и перспективы // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2022. – № 3. – С. 45–53.
2. Методика создания организационно-функциональной модели управления бизнес-процессом на основе классификации и структурирования информационного пространства организации Чариков П.Н., Некрасова М.Ю., Кудряшов Д.В. Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 371-373.
3. Методика применения организационно-функциональной модели управления бизнес-процессами на основе классификации и структурирования информационного пространства организации Чариков П.Н., Хуснутдинов Д.З., Аллагулов А.С. Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 377-379.

© Чариков П.Н., Попова С.Е., 2026

УДК 004.65:69.003.12

Чариков П.Н., Попова С.Е.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ОТКЛОНЕНИЙ ФАКТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ОТ СМЕТНЫХ НОРМАТИВОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: МОДУЛЬ ИНТЕГРАЦИИ 1С И ГРАНД-СМЕТА

Аннотация. Завершающей стадией предложенной методики выступает модуль (совокупность новых метаданных) в среде 1С:Предприятие, интегрированный со штатной конфигурацией «Управление финансами предприятия». Модуль автоматизирует учёт реальных затрат в разрезе позиций плановой документации и ориентирован на организации, выполняющие функции генподрядчика при строительно-монтажных работах. Разработанные алгоритмы позволяют в автоматическом режиме выявлять рассогласования между сметой и фактическим исполнением.

Ключевые слова: информационная система, база данных, алгоритм, метаданные конфигурации, ГРАНД-Смета.

В капитальном строительстве сметная документация является ключевым инструментом планирования. Для автоматизации сметных расчётов широко применяются специализированные программные продукты. Среди предприятий строительной отрасли РФ значительное распространение получил комплекс «ГРАНД-Смета», позволяющий формировать и проверять сметы на основе утверждённых нормативов и расценок.

Оперативный и бухгалтерский учёт фактических издержек, как правило, ведётся в системах класса MRP/ERP. В строительных организациях лидирующие позиции занимает платформа 1С:Предприятие. В связи с этим возникает необходимость сопоставления плановых показателей из сметы с реальными затратами, возникающими в процессе реализации проектов.

Цель работы – разработка модуля, обеспечивающего интеграцию 1С:Предприятие с программным комплексом «ГРАНД-Смета», и создание алгоритмов оценки отклонений стоимости работ и материалов от плановых значений.

Формирование планового документа (сметы) осуществляется в ГРАНД-Смета. Для передачи данных в сторонние приложения предусмотрено сохранение смет в универсальном формате XML. Предлагается загружать такой файл в 1С:Предприятие и реализовывать механизмы его обработки внутри системы.

В предыдущих исследованиях была построена функциональная модель. Следующим шагом стало создание информационной модели, отражающей структуру данных, необходимых для поддержки бизнес-процессов. В работе описан контур управления и динамическая модель на основе маркированной сети Петри.

Для практической реализации разработана структура новых метаданных конфигурации «Управление производственным предприятием». В состав добавлены справочники, документы, перечисления, обработки и регистры (индекс «а» означает объекты, созданные в рамках данного исследования). В 1С:Предприятие регистры накапливают данные для оперативного доступа. Справочные объекты фиксируются в табличных частях документов, при проведении которых данные по измерениям попадают в регистры накопления, откуда с помощью отчётов извлекается сводная информация.

Алгоритм работы отчёта «Проверка исполнения сметы» реализован следующим образом (см. рис. 1):

1. По выбранному объекту строительства из загруженной XML-сметы выбираются все плановые показатели (код позиции, наименование работ, плановая стоимость, объём).
2. Из документов фактического учёта (акты выполненных работ, списания материалов) и регистров накопления извлекаются фактические данные за отчётный период.
3. Выполняется попозиционное сравнение: вычисляется абсолютное и относительное отклонение (в рублях и процентах).
4. Результат группируется по видам работ, субподрядчикам и сметам. Отдельно выводятся данные об оплате заказчиком и затратах подрядных организаций.

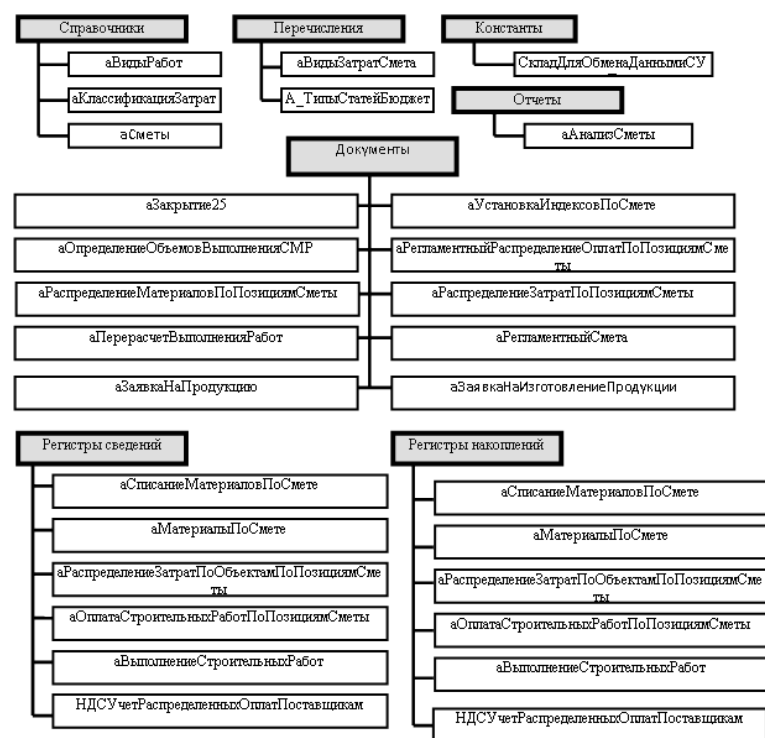


Рис. 1 – Структура метаданных модуля интеграции

Разработанный модуль позволяет менеджерам предприятия в реальном времени выявлять перерасход или экономию по каждой позиции сметы, принимать корректирующие управленческие решения. Отчёт формируется в табличном виде с возможностью детализации до первичных документов.

Таким образом, предложенное алгоритмическое обеспечение и модуль интеграции обеспечивают автоматический контроль стоимостных отклонений в строительстве, снижают трудоёмкость анализа и повышают достоверность учёта затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чариков П.Н. Системный проект для разработки модуля интеграции ERP-системы предприятия строительной сферы с программным комплексом для составления и проверки сметных расчётов // Естественные и технические науки. 2021. № 8 (159). С. 146-147.
2. Чариков П.Н., Афанасенко А.Г. Разработка автоматизированной системы загрузки плановой сметы и анализ рассогласований в процессе выполнения работ по смете в ERP-систему предприятия строительной сферы // Естественные и технические науки. 2021. № 8 (159). С. 152-154.

© Чариков П.Н., Попова С.Е., 2026

Хуснутдинов Д.З., Баимов А.Ф., Апостолова К.С.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНОГО БПЛА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИД-АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦИИ

Аннотация. В данной работе рассматривается разработка имитационной модели нестационарного беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с переменной массой на основе метода декомпозиции сложного объекта управления. Предложена математическая модель вращательного и поступательного движения квадрокоптера с учётом инерционных, диссипативных сил и момента веса. Реализована компьютерная модель в среде MATLAB/Simulink, включающая базовую систему управления и систему с ПИД-регулятором. Проведён сравнительный анализ переходных процессов при изменении массы аппарата. Результаты показывают, что классический ПИД-регулятор с фиксированными коэффициентами ограничен по диапазону адаптации к нестационарным условиям, что обосновывает необходимость разработки адаптивного самонастраивающегося регулятора.

Ключевые слова: БПЛА, квадрокоптер, декомпозиция, математическая модель, ПИД-регулятор.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) мультироторного типа находят всё более широкое применение в логистике, мониторинге, сельском хозяйстве и других отраслях. Одним из ключевых эксплуатационных сценариев является выполнение так называемых «челночных» перевозок — доставка грузов с последующим возвратом, сопровождающейся существенным изменением массы аппарата в процессе полёта. В подобных условиях система управления функционирует в нестационарном режиме, что предъявляет повышенные требования к качеству регулирования.

Традиционные алгоритмы ПИД-регулирования обеспечивают удовлетворительное качество переходных процессов лишь в узком диапазоне изменения параметров объекта. При значительном отклонении массы от номинального значения статически настроенный регулятор не в состоянии обеспечить заданные показатели качества: время переходного процесса, величину перерегулирования и установившуюся ошибку. Это обосновывает актуальность разработки адаптивных алгоритмов управления нестационарным БПЛА.

Целью данной работы является построение имитационной модели горизонтального полёта БПЛА с переменной массой и исследование характеристик системы управления на основе ПИД-алгоритма. В качестве

методической основы используется метод декомпозиции сложного объекта управления [1], позволяющий разделить многомерную нелинейную систему на независимые подсистемы, каждая из которых описывается уравнениями не выше второго порядка.

Задачи исследования включают:

- получение математической модели вращательного и поступательного движения БПЛА с учётом нестационарности центра вращения;
- реализацию имитационной модели в среде MATLAB/Simulink;
- проведение численных экспериментов по базовой модели и модели с ПИД-регулятором;
- сравнительный анализ переходных процессов и определение ограничений классического ПИД-регулятора в условиях переменной массы.

В основе предложенного подхода лежит декомпозиция пространственного движения БПЛА на три относительно независимые подсистемы: вращательную (угловое движение вокруг меняющегося центра вращения), горизонтальное поступательное движение вдоль осей x и z , а также вертикальное движение. Каждая подсистема описывается дифференциальными уравнениями не выше второго порядка, что обеспечивает возможность синтеза классических регуляторов и интерпретируемость результатов.

Ключевой особенностью предлагаемой модели является нестационарный характер центра вращения. Расстояние от центра масс до мгновенного центра вращения принято линейно зависящим от скорости горизонтального движения, что соответствует физической картине перемещения точки приложения аэродинамических сил при разгоне и торможении аппарата.

Уравнение равновесия моментов сил для одной из осей вращения БПЛА имеет вид:

$$I_a(\ddot{x}) = M_{\text{тяга перед}} - M_{\text{тяга задн}} - M_{\text{инерц}} - M_{\text{дисс}} - M_{\text{вес}}$$

где I_a — момент инерции аппарата относительно переменной оси вращения (по теореме Штейнера):

$$I_a = \left(\frac{1}{12}\right) \cdot m \cdot L^2 + m \cdot c^2$$

Здесь m — масса аппарата, L — длина корпуса, c — расстояние от центра масс до мгновенного центра вращения.

Моменты передних и задних тяговых сил вентиляторов определяются через нестационарные плечи:

$$l_{\text{перед}} = \frac{L}{2} - c, l_{\text{задн}} = \frac{L}{2} + c$$

Расстояние c линейно изменяется в зависимости от скорости вдоль оси x :

$$c = k_s \cdot v_x$$

где k_s — коэффициент пропорциональности, отражающий смещение центра давления при горизонтальном полёте (принято $k_s = 0,07$ согласно экспериментальным данным).

Диссипативный момент сопротивления аппарата о воздушную массу:

$$M_{\text{дисс}} = k_{D1} \theta$$

Момент веса аппарата:

$$M_{\text{вес}} = m \cdot g \cdot c \cdot \cos(\theta)$$

Горизонтальная компонента тяговой силы, создающей движение вдоль оси x:

$$F_x = F_{\text{тяги}} \cdot \sin(\theta)$$

Уравнение движения вдоль оси x:

$$m \cdot \left(\frac{d^2 x}{dt^2} \right) = F_x - k_{D2} \cdot \left(\frac{dv_x}{dt} \right)$$

Уравнение вертикального движения вдоль оси z:

$$m \cdot \left(\frac{d^2 z}{dt^2} \right) = F_z - k_{Dz} \cdot \left(dv_z \frac{dv_z}{dt} \right) - m \cdot g$$

где k_{Dz} k_{Dz} — коэффициенты диссипативного сопротивления при поступательном движении. Управляемым параметром принята линейная скорость, вычисляемая численным интегрированием линейного ускорения, измеряемого бортовым акселерометром.

Базовая имитационная модель горизонтального движения реализована в виде блок-схемы MATLAB/Simulink, охватывающей все три подсистемы декомпозиции. Входными сигналами модели являются тяговые силы передних и задних вентиляторов ($F_{1.5} = 1$ Н), масса аппарата ($m = 2$ кг в нагруженном состоянии, $m = 0,5$ кг в ненагруженном), длина корпуса ($L = 0,6$ м). Блок-схема содержит продуктовые блоки для расчёта нелинейных произведений, интеграторы скорости и положения, тригонометрические функции для расчёта компонент тяги.

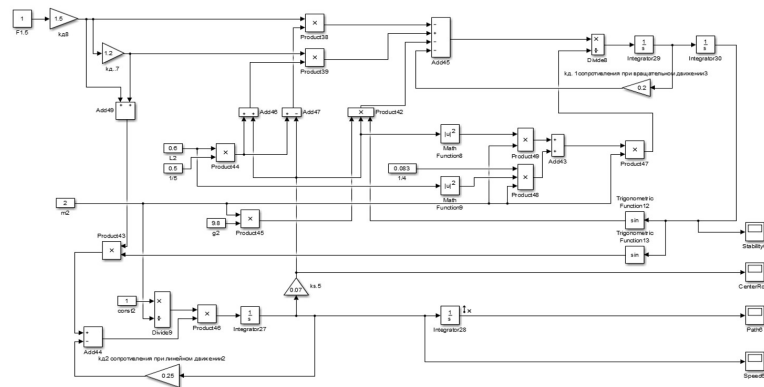


Рисунок 1 — Компьютерная модель горизонтального движения БПЛА в среде MATLAB/Simulink (базовая модель, без регулятора)

На рисунке 1 представлена реализованная имитационная модель. Видны основные функциональные блоки: расчёт нестационарных плеч с использованием обратной связи по скорости (блок $ks.5 = 0,07$), вычисление момента инерции по теореме Штейнера, блоки интегрирования угловой скорости (Integrator29–30) и линейной скорости (Integrator27–28), блоки вычисления тригонометрических функций (TrigonometricFunction12–13) для проекции тяги. Коэффициент диссипативного сопротивления при вращательном движении равен $k_{D1} = 0,2$, при поступательном движении $k_{D2} = 0,25$.

Для исследования качества регулирования в нестационарных условиях разработана модель с замкнутым контуром управления по линейной скорости. ПИД-регулятор включает пропорциональную ($P_1 = 4,52$), интегральную ($I_1 = 0,7$) и дифференциальную ($D_1 = 0,7$) составляющие. Задающий сигнал скорости $F1.3 = 1$ м/с подаётся на вход регулятора; ошибка регулирования формируется в блоке Add33.

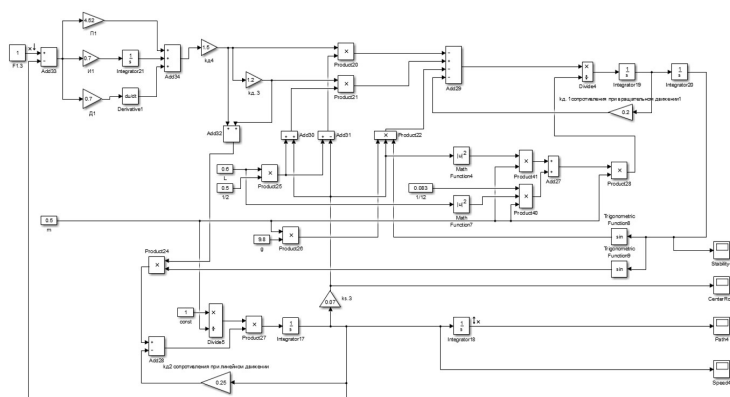


Рисунок 2 — Компьютерная модель системы управления горизонтальным движением БПЛА с ПИД-регулятором

На рисунке 2 представлена модель с ПИД-регулятором. По сравнению с базовой моделью, добавлен блок регулятора (Add33, Integrator21, Derivative1), выход которого поступает на усилители $кд4 = 1,5$ и $кд.3 = 1,2$, формирующие управляющее воздействие на тяговые каналы. Масса аппарата в данной конфигурации принята равной $m = 0,5$ кг (ненагруженное состояние).

Моделирование базовой системы (без регулятора) при массе $m = 2$ кг показало следующие характеристики переходных процессов. Угловое положение аппарата θ вокруг изменяющегося центра вращения стабилизируется к моменту времени $t \approx 9$ с, что соответствует физическому представлению о времени достижения равновесного угла тангажа при разгоне. Начальное возмущение угла обусловлено смещением центра масс при взлёте и нарастании скорости горизонтального движения.

Скорость линейного движения вдоль оси x характеризуется аperiодическим переходным процессом без перерегулирования: плавным нарастанием до установившегося значения, что является желательным с точки зрения комфорта полёта и энергоэффективности. Поступательное перемещение по оси x монотонно возрастает без резких скачков. Смещение центра вращения с нарастает пропорционально скорости, что соответствует принятой линейной зависимости $c = k_s \cdot v_x$.

Совокупность полученных графиков подтверждает физическую адекватность разработанной модели и её пригодность для проведения дальнейших исследований систем управления.

При исследовании ПИД-алгоритма управления проводились серии расчётов при различных значениях массы аппарата: 0,5 кг (ненагруженное), 1,0

кг (50% нагрузки) и 2,0 кг (100% нагрузки). Коэффициенты регулятора сохранялись неизменными: $k_P = 4,52$, $k_I = 0,7$, $k_D = 0,7$.

Результаты показали, что при массе $m = 0,5$ кг (конфигурация проектирования) ПИД-регулятор обеспечивает требуемое качество: время регулирования — около 3 с, перерегулирование — не более 5% (рис 1). При увеличении массы до $m = 1,0$ кг время переходного процесса возрастало приблизительно вдвое, перерегулирование увеличивалось до 12–15%. При $m = 2,0$ кг (нагруженное состояние) наблюдались существенное увеличение времени регулирования (более 10 с), значительное перерегулирование и колебательный характер переходного процесса, близкий к границе устойчивости.

Таблица 1 — Показатели качества ПИД-регулятора при различных значениях массы аппарата

Масс, кг	Время регул., с	Перерегулирование, %	Характер процесса
0,5	~3	≤ 5	Апериодический
1,0	~6	12–15	Слабоколебательный
2,0	>10	>20	Колебательный

Приведённые данные наглядно демонстрируют, что статически настроенный ПИД-регулятор эффективен лишь в узком диапазоне изменения нагрузки (± 25 –30% от номинального значения). За пределами данного диапазона показатели качества регулирования существенно ухудшаются, что обосновывает необходимость применения адаптивных методов.

Исследование ПИД-алгоритма управления с обратной связью по линейной скорости выявило основное ограничение классического подхода: снижение качества регулирования при отклонении массы от номинального значения более чем на 30%. При увеличении массы с 0,5 до 2,0 кг время регулирования возрастало более чем в 3 раза, перерегулирование превышало допустимый порог.

Полученные результаты обосновывают перспективность разработки адаптивного самонастраивающегося регулятора как следующего этапа исследования. Предполагается, что адаптивный алгоритм, оперативно корректирующий коэффициенты усиления на основе текущей оценки массы, позволит обеспечить заданное качество управления во всём рабочем диапазоне нагрузок — от 0,5 до 2,0 кг и более.

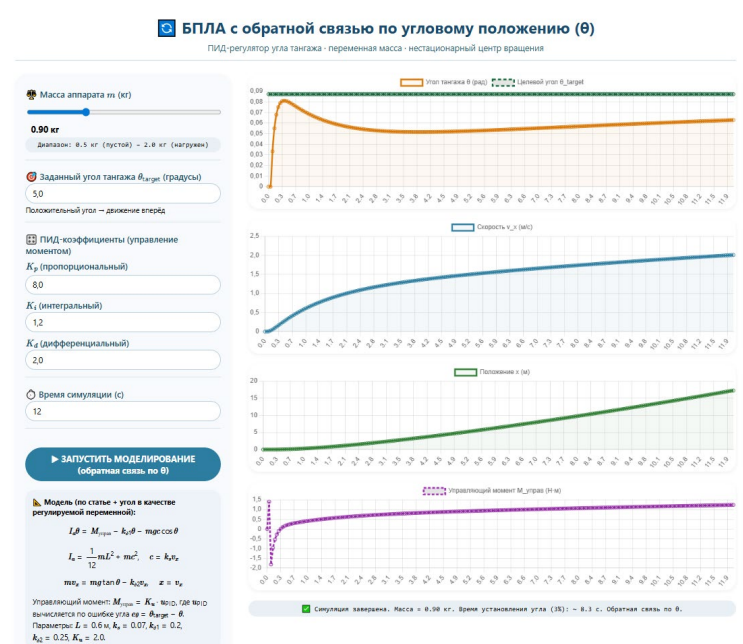


Рисунок 3 — Интерфейс разработанной программы

На рисунке 3 представлен интерфейс разработанной программы для регулирования и тестирования результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатов Э.В., Муравьева Е.А., Хуснутдинов Д.З. Нестационарная система управления многоосевыми летательными аппаратами // Достижения и перспективы научных исследований молодежи. Материалы XXIII научно-практической конференции с международным участием. Уфа, 2025. С. 221-224.
2. Анализ и синтез системы управления гидравлической трансмиссией двухзвенного гусеничного снегоболотохода на основе имитационного моделирования / Д. З. Хуснутдинов, М. Ю. Некрасова, П. Н. Чариков [и др.] // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2020. – Т. 24. – № 4(90). – С. 133-139. – EDN QIJAXZ.\

© Хуснутдинов Д.З., Баимов А.Ф., Апостолова К.С., 2026

Чариков П.Н., Апостолова К.С.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ОКАЗАНИИ УСЛУГ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЫРЬЯ

Аннотация. Энергозатраты в перерабатывающей промышленности составляют значительную долю себестоимости услуг, однако традиционные методы учёта не позволяют достоверно распределить их по заказам. Предложена трёхуровневая архитектура автоматизированной системы (телеметрия – MES – ERP) и комбинированный метод распределения энергозатрат на основе прямых измерений и технологических коэффициентов. Реализован прототип на базе «1С:Предприятие». Апробация на мукомольном предприятии показала погрешность распределения не более 5 %, снижение трудозатрат на 70 % и сокращение энергопотребления на 9 % за счёт выявления нерациональных режимов работы.

Ключевые слова: учёт энергозатрат, автоматизация, переработка сырья, распределение затрат.

В структуре себестоимости услуг по переработке сырья (пищевая, химическая, металлургическая отрасли) энергозатраты достигают 20–40 %. Традиционные методы учёта — нормативный, косвенного распределения, прямого измерения — имеют существенные недостатки: низкую точность, высокие затраты на оснащение либо отсутствие привязки к конкретным заказам. Развитие промышленной автоматизации позволяет интегрировать данные счётчиков в учётные системы, однако существующие решения редко обеспечивают детализацию до уровня отдельной услуги.

Цель — разработка методики и архитектуры автоматизированной системы учёта энергозатрат, обеспечивающей достоверное распределение энергоресурсов по услугам переработки сырья.

Предлагаемая система включает три уровня:

- Телеметрия: промышленные контроллеры, интеллектуальные счётчики, датчики мощности (протоколы OPC UA, Modbus, MQTT).
- MES (Manufacturing Execution System): сервер сбора данных, агрегация показаний, привязка к технологическим операциям, первичная обработка.
- ERP (Enterprise Resource Planning): учётная подсистема (на базе «1С:Предприятие»), распределение затрат по заказам, аналитическая отчётность.

Для оборудования с индивидуальными счётчиками — прямое отнесение затрат на операцию. Для остального оборудования — распределение на основе технологических коэффициентов, учитывающих:

- удельное потребление в рабочем режиме (кВт·ч/ед. времени);

- зависимость от загрузки (линейная или нелинейная);
- время работы в различных режимах (холостой ход, пуск, нагрузка).

Алгоритм для отдельного заказа:

1. Идентификация технологических операций.
2. Определение времени выполнения на каждом оборудовании.
3. Расчёт планового потребления:

$$E_{\text{план}} = \sum (P_{\text{баз}} \cdot t \cdot k_{\text{загр}}).$$

1. Сопоставление с фактическими данными счётчиков на уровне участка и распределение отклонений пропорционально плановым значениям.

Расширение метаданных включает справочники («Оборудование», «Профили энергопотребления», «Тарифы»), документы («Заказ на переработку», «Фактическое энергопотребление», «Распределение энергозатрат»), регистры и отчёты. Обмен между MES и ERP осуществляется через XML/JSON.

Методика апробирована на мукомольном предприятии (услуги помола давальческого зерна). На ключевых участках установлены счётчики электроэнергии, данные передавались в MES, затем в «1С:Управление производственным предприятием». За 3 месяца получены результаты:

- Погрешность распределения энергозатрат по заказам — не более 5 % (подтверждено выборочными прямыми замерами).
- Выявлены операции с аномальным потреблением (длительный прогрев без загрузки), корректировка графиков снизила расход электроэнергии на 9 %.
- Отклонение расчётной себестоимости от фактической уменьшилось с 12–15 % до 3–4 %.
- Трудозатраты на сбор и обработку данных сокращены на 70 %.

Разработана и апробирована методология автоматизированного учёта энергозатрат при оказании услуг по переработке сырья. Её основные элементы:

- трёхуровневая архитектура (телеметрия – MES – ERP);
- комбинированный метод распределения, сочетающий прямое измерение и технологические коэффициенты;
- реализация в «1С:Предприятие» с интеграцией через MES.

Результаты подтверждают высокую точность (погрешность ≤ 5 %), значительное сокращение трудозатрат и возможность снижения энергопотребления за счёт оперативного контроля. Методика может быть тиражирована на предприятиях различных отраслей перерабатывающей промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В. Н., Ерофеев А. А. Автоматизация учёта энергоресурсов на промышленных предприятиях // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2019. – № 4. – С. 22–28.
2. Калянов Г. Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. – М. : Финансы и статистика, 2018. – 240 с.

3. Мишенин А. И. Теория и практика энергоменеджмента. – Екатеринбург : УрФУ, 2020. – 312 с.

4. Определение этапов методики формирования организационной структуры управления заказом Чариков П.Н., Афанасенко А.Г., Боева Н.И.

Естественные и технические науки. 2018. № 11 (125). С. 391-392.

© Чариков П.Н., Апостолова К.С., 2026

УДК 004.45:658.5

Чариков П.Н., Апостолова К.С.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку проекта автоматизированной системы оперативного учета. В рамках работы решен комплекс задач: построена функциональная модель «как есть» процессов учета; разработана диаграмма вариантов использования приложения; созданы UML-диаграммы классов, состояний, последовательностей, компонентов и развертывания. Спроектированы локальная и глобальная информационные модели, включающие все необходимые сущности и атрибуты для хранения оперативных данных. На основе UML-моделей и информационной модели разработана физическая модель базы данных, обеспечивающая полную автоматизацию процессов оперативного учета.

Ключевые слова: информационная система, база данных, унифицированный язык моделирования (UML), автоматизация учета.

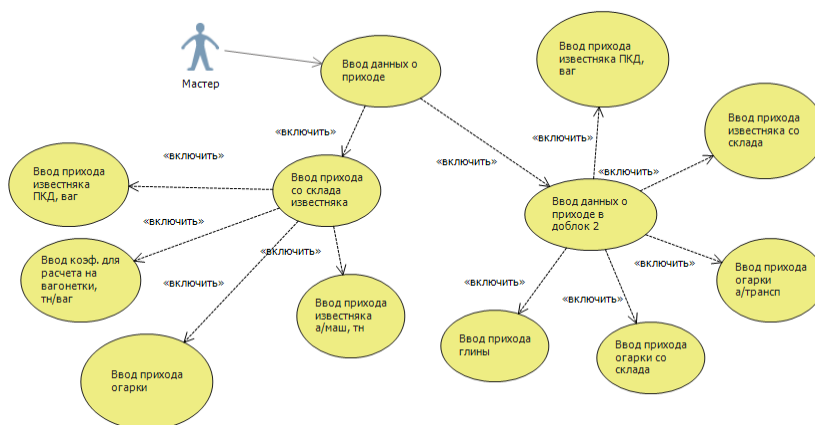
На начальном этапе проведен сравнительный анализ языков программирования и сред разработки с учетом функциональных возможностей и стоимости лицензирования. В качестве базовой платформы реализации выбран язык C# и среда разработки Visual Studio Express, что обусловлено их бесплатным распространением и достаточной функциональностью для решения поставленных задач.

На основании требований заказчика выявлены основные категории пользователей и определены их права. Построена функциональная модель и пирамида требований (таблица 1), включающая четыре ключевые потребности и тринадцать соответствующих функциональных особенностей.

Потребность	Функциональные особенности
Ввод данных о движении материальных запасов	Ввод данных о приходе, расходе, состоянии оборудования, качестве
Администрирование информационной системы	Добавление и удаление пользователей, назначение прав, ведение справочников
Редактирование данных	Поиск данных за период, редактирование найденных данных, ввод расчетных уровней
Формирование отчетности	Отчеты по расходу, приходу, отгрузке и остаткам; суточный рапорт; статистические отчеты

- *Мастер цеха*: ВИ «Ввод данных об оборудовании», «Ввод данных о приходе», «Ввод данных о расходе», «Ввод данных об отгрузке», «Ввод данных о качестве»;

- Для каждого варианта использования построены детализированные диаграммы (например, на рис. 1 представлен ВИ «Ввод данных о приходе»).



На основе технического задания и перечня автоматизируемых функций построена иерархическая модель структуры данных. Для каждой функции определены: имя атрибута (агрегата), тип, размер, границы допустимых значений, структура, условия многозначности и значения по умолчанию.

92

информационная модель (рис. 2). Интеграция выполнялась посредством слияния эквивалентных сущностей, синтеза обобщенных сущностей и устранения дублирования атрибутов и связей.

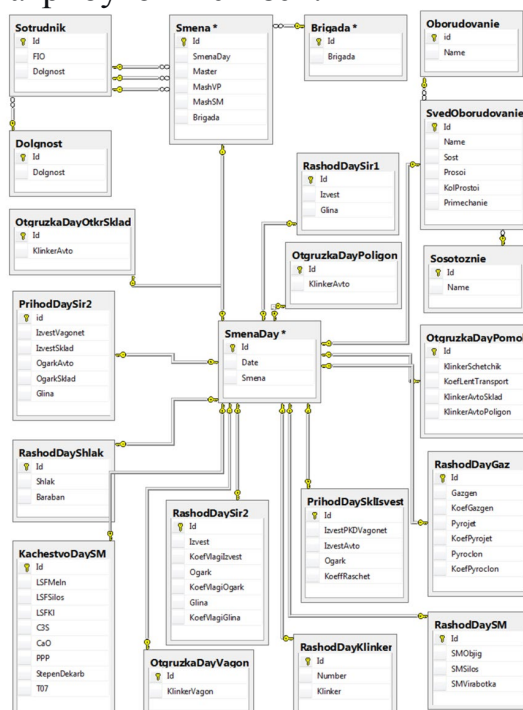


Рисунок 2 – Глобальная информационная модель

Хранимая в базе данных информация преобразуется в соответствующие классы с использованием технологии Entity Framework, что обеспечивает объектно-ориентированный доступ к данным. Для упрощения формирования ежедневных отчетов и статистического анализа созданы:

- *Представления (VIEW)* для выборки данных в необходимом разрезе;
- *Хранимые процедуры* для реализации динамической выборки данных.

Для обеспечения удобства работы пользователя структура классов спроектирована таким образом, чтобы соответствовать логике окон ввода данных программного обеспечения, абстрагируя пользователя от сложностей физической структуры базы данных.

В результате проведенного исследования разработан проект автоматизированной системы оперативного учета, охватывающий полный цикл: от анализа бизнес-процессов и построения UML-диаграмм до создания физической модели базы данных. Предложенное решение позволяет устранить недостатки существующей системы учета (журналов в MS Excel) за счет внедрения многопользовательского режима, разграничения прав доступа и расширения возможностей формирования отчетности, что подтверждает достижение поставленной цели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. — 2-е изд. — М. : ДМК Пресс, 2021. — 496 с.

2. Гагарина Л. Г., Федоров А. Р. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. — М. : Форум : ИНФРА-М, 2020. — 384 с.
3. Чариков П.Н. Реализация учета и управления материальными потоками предприятия по производству строительных материалов // Естественные и технические науки. 2020. № 11 (149). С. 186-187.
4. Петров В. Н. Информационные системы в промышленности. — СПб.: Лань, 2021. — 268 с.

© Чариков П.Н., Апостолова К.С., 2026

УДК 621.9.06-52:621.317.39

Рахматуллин Р.Ю., Некрасова М.Ю.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

СИСТЕМА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Аннотация. На примере координатного стола станка 3Д740 рассмотрена эволюция датчиков положения для систем обратной связи: от сельсин-датчика к поворотному потенциометру, энкодеру и линейному потенциометру. Проведён сравнительный анализ их принципов действия, достоинств и недостатков (стоимость, габариты, сложность интеграции, надёжность). Обосновано, что наилучшим техническим решением для данного станка является линейный потенциометр как наиболее простой, дешёвый и конструктивно адаптированный к прямолинейному движению преобразователь. *Ключевые слова:* сельсин, датчик положения, потенциометр, энкодер, обратная связь, координатный стол, промышленное оборудование, измерение перемещения.

В промышленных электромеханических системах точность позиционирования исполнительных органов обеспечивается датчиками положения, которые формируют сигнал обратной связи для замкнутых контуров управления. На примере координатного стола станка модели 3Д740 рассмотрена эволюция измерительных преобразователей.

Первоначально для определения линейного перемещения стола применялся сельсин-датчик (вращающийся трансформатор). Принцип его действия основан на изменении выходного напряжения в функции угла поворота ротора. При механическом перемещении стола через кинематическую связь вал сельсина поворачивается, что вызывает изменение соотношения фазы и амплитуды напряжений в трёх обмотках статора.

Этот сигнал сравнивается с сигналом сельсина-приёмника, в результате чего возникает сигнал рассогласования, пропорциональный разности углов. Конструктивно сельсин аналогичен синхронной электрической машине. Данное

техническое решение характеризуется высокой стоимостью, низкой ремонтпригодностью, большими габаритами и является морально устаревшим.

В качестве альтернативы предложен поворотный потенциометр. Разработана оригинальная конструкция для его установки на станок 3Д740 взамен сельсин-датчика. Функционирование потенциометра основано на изменении омического сопротивления: между крайними выводами сопротивление постоянно, а между центральным (подвижным контактом) и крайним изменяется при вращении вала.

При перемещении стола вал потенциометра поворачивается, положение ползунка соответствует определённому коэффициенту деления напряжения, что позволяет однозначно определить линейную координату стола.

Преимущества потенциометра по сравнению с сельсином:

- существенно более низкая стоимость;
- малые габаритно-присоединительные размеры;
- упрощённая интеграция в различные системы управления (не требуется согласующий трансформатор);
- отсутствие необходимости в дополнительном декодере сигнала.

В качестве альтернативы поворотному потенциометру может быть использован энкодер, обеспечивающий дискретное (импульсное) измерение углового положения.

Достоинства энкодеров:

- Возможность измерения как углового положения, так и скорости вращения.
- Неограниченный диапазон измерения угла (для инкрементальных и многооборотных абсолютных моделей) за счёт суммирования шагов.

Недостатки энкодеров:

1. Значительно более высокая стоимость по сравнению с потенциометром (часто на порядок).
2. Необходимость использования специализированного декодера или контроллера — прямое подключение к вольтметру невозможно.
3. Требовательность к стабильности питающего напряжения: скачки напряжения могут привести к потере текущего отсчёта.
4. Абсолютные энкодеры требуют процедуры привязки нуля и задания рабочего диапазона.
5. Низкобюджетные модели чувствительны к вибрации, запылённости и ударным нагрузкам, что критично для металлорежущего оборудования.
6. Многооборотные абсолютные энкодеры имеют крайне высокую стоимость.

Классификация энкодеров включает магнитные, оптические, механические и абсолютные типы. Для рассматриваемой задачи предпочтителен абсолютный энкодер, поскольку он сохраняет информацию о положении после отключения питания. Однако в станке 3Д740 исходный сельсин-датчик не имел возможности неограниченного вращения: его вал поворачивался лишь на

конечный угол вследствие ограничения хода стола механической связью. Следовательно, установленный поворотный потенциометр также функционирует в этом же ограниченном угловом диапазоне. Применение многооборотного абсолютного энкодера в данном случае нецелесообразно из-за неиспользуемого ресурса. Однооборотный абсолютный энкодер, хотя и подходит по диапазону, превосходит потенциометр по стоимости и сложности подключения. Таким образом, использование энкодера в данной задаче является избыточным.

Линейный потенциометр представляет собой переменный резистор, в котором сопротивление изменяется при поступательном перемещении ползунка вдоль резистивной дорожки. Принцип работы идентичен поворотному потенциометру и основан на делителе напряжения. Монтаж такого датчика на станке не требует дополнительных кинематических элементов: корпус с резистивной дорожкой крепится на неподвижном основании вдоль направления движения стола, а ползун жёстко связывается со столом. При перемещении стола ползунок скользит по дорожке, и выходное напряжение линейно (в идеализированном случае) связано с координатой.

Следовательно, несмотря на разработанную и работоспособную систему с поворотным потенциометром, наилучшим техническим решением для измерения линейного перемещения стола станка 3Д740 является именно линейный потенциометр как наиболее простой, дешёвый и конструктивно адаптированный к прямолинейному движению измерительный преобразователь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буцев А.А., Иванов С.Е., Викулов А.Н., Перминова Е.А. Исследование информационных параметров сельсинов. — МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 16 с.
2. Захахатнов В.Г., Попов В.М., Афонькина В.А. Технические средства автоматизации: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2020. — 144 с.

© Рахматуллин Р.Ю., Некрасова М.Ю., 2026

Волоцкова Р.Р.

Пуцинский филиал Российского биотехнологического университета
(РОСБИОТЕХ) в г. Пуцино, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ УСТОЙЧИВЫХ ОРБИТ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ КОМПАКТНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Аннотация. Исследовано движение заряженной частицы в гравитационном поле компактного астрофизического объекта под действием однородного магнитного поля [1-4]. С помощью уравнения Гамильтона–Якоби и калибровки Вальда получены радиальное уравнение движения и эффективный потенциал, определяющие круговые орбиты и их устойчивость. Анализ потенциала при различных магнитных полях показал трансформацию его топологии: от гравитационно-доминированного режима к магнитно-доминированному с образованием «магнитной ямы» и смещением устойчивых орбит к горизонту [2-5].

Ключевые слова: уравнения Гамильтона–Якоби, калибровки Вальда, эффективный потенциал, компактный астрофизический объект, заряженная частица.

Исследование динамики частиц у компактных астрофизических объектов, таких как черные дыры, фундаментально для релятивистской астрофизики [6]. Компактные объекты часто окружены плазмой, аккреционными дисками и магнитными полями [1]. Наблюдательные данные свидетельствуют о наличии магнитных полей вблизи компактных объектов различной массы: от сверхмассивных черных дыр с полями порядка 10^1 – 10^4 Гс до черных дыр звездной массы в рентгеновских двойных системах, где поля могут достигать $\sim 10^8$ Гс [5-8]. Изолированный компактный объект не имеет собственного магнитного момента, в бинарных системах или при наличии аккреционного диска она может быть погружена во внешнее магнитное поле, что делает задачу астрофизически релевантной.

Цель работы — исследование эффективного потенциала заряженной частицы у компактного объекта при различных напряженностях магнитного поля и анализ движения частицы.

В случае центрально-симметричного гравитационного поля, создаваемого невращающейся сферически-симметричной массой M , метрика задается интервалом Шварцшильда [4,5]. В единицах, где гравитационная постоянная G и скорость света c равны единице ($G = c = 1$), интервал записывается как:

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + f(r)^{-1}dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2), \text{ где } f(r) = 1 - \frac{2M}{r}. \quad (1)$$

Здесь r — ареальный радиус, а t — координатное время. Движение пробной заряженной частицы в гравитационном поле шварцшильдовской чёрной дыры и однородном магнитном поле описывается уравнением Гамильтона–Якоби:

$$g^{\mu\nu}(\frac{\partial S}{\partial x^\mu} + qA_\mu)(\frac{\partial S}{\partial x^\nu} + qA_\nu) + 1 = 0. \quad (2)$$

Для метрики (2) и вектор-потенциала $A_\phi = \frac{1}{2}Br^2\sin^2\theta$ (калибровка Вальда [8,9]) решение ищется в виде $S = -Et + L\phi + S_r(r) + S_\theta(\theta)$. Интегралы движения — энергия $E = \dot{t}$ и обобщённый угловой момент $L = r^2\dot{\phi} + qA_\phi$ — подставляются в (1), что после разделения переменных приводит к уравнению радиального движения

$$\dot{r}^2 = E^2 - f(r)(1 + \frac{(L - \frac{1}{2}qBr^2)^2}{r^2}). \quad (3)$$

Отсюда эффективный потенциал [3]:

$$V_{\text{eff}}(r) = f(r)(1 + \frac{(L - \frac{1}{2}qBr^2)^2}{r^2}), f(r) = 1 - \frac{2M}{r}, \quad (4)$$

полностью определяет возможность существования круговых орбит ($\dot{r} = 0$) и их устойчивость ($V''_{\text{eff}} > 0$). Выражение (4) совпадает с полученными ранее результатами [3].

На рисунке изображены графики эффективного потенциала $V_{\text{eff}}(r)$ для заряженной частицы в окрестности черной дыры Шварцшильда, находящейся в экстремально сильном внешнем магнитном поле ($B = 0,9$) и относительно слабом ($B=0,5$).

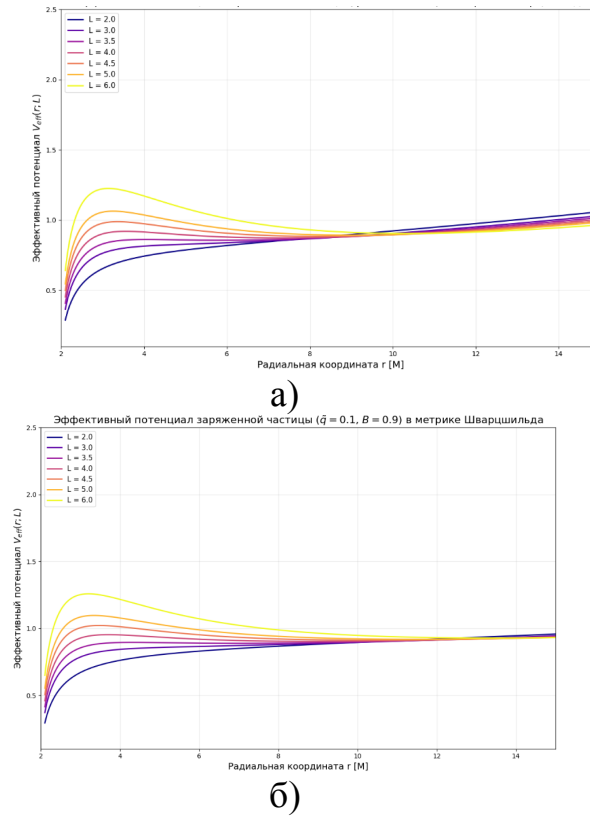


Рисунок 1 – Эффективный потенциал заряженной частицы при $M = 1,0$, $\tilde{q} = 0,1$, а) $B = 0,9$, б) $B = 0,5$.

Верхние кривые представляют устойчивые круговые орбиты. С ростом L (на левом рисунке) минимум кривой становится глубже и смещается вправо (на большие радиусы). В левом склоне частица с энергией выше минимума, но ниже этого барьера, будет совершать колебания между внутренним (близким к горизонту) и внешним (далёким) радиусами. Причиной возрастания кривых потенциала при $r > 8M - 10M$ (доминирование силы Лоренца) заключается в магнитном взаимодействии $(L - \beta r^2)^2 / r^2$, где $\beta = qB/2 = 0,045$. Это создаёт магнитную ловушку, то есть частицу отталкивает обратно к центру.

На втором рисунке при $B=0,5$ система уже не «слабая», но ещё не «экстремальная». Область, где поле доминирует, начинается с $r > \sim 10M$, ISCO смещена внутрь относительно $6M$. На отрезке $[2; 3]$ эффективного потенциала, устойчивых круговых орбит нет – частица с такими параметрами «упадёт» на чёрную дыру. При $L > 3,5$ магнитное отталкивание значительно, но гравитация ещё конкурирует, доминируют области устойчивых круговых орбит.

В настоящей работе проведен анализ эффективного потенциала заряженной частицы в поле шварцшильдской черной дыры, погруженной во внешнее однородное магнитное поле компактного объекта. Поведение эффективного потенциала существенно зависит от напряженности магнитного поля: гравитационно-доминированный (исчезающе малое поле), промежуточный (конкуренция гравитации и магнетизма) и магнитно-доминированный (экстремально сильное поле). В магнитно-доминированном

режиме ($B=0,9$) формируется глубокая «магнитная яма» с областью устойчивых круговых орбит, смещенной к горизонту. На больших радиусах доминирует вклад магнитного взаимодействия, создающий отталкивающий барьер и фактически формирующий магнитную ловушку для частиц. Для положительных значений обобщенного углового момента $L>0$, когда направление движения частицы совпадает с направлением силовых линий магнитного поля, сила Лоренца является отталкивающей и дополняет центробежную силу в противодействии гравитации, что позволяет существование равновесия на меньших радиусах по сравнению со случаем отсутствия поля.

Полученные результаты важны для понимания динамики заряженных частиц в окрестностях компактных астрофизических объектов. Особый интерес представляет анализ переходного режима от гравитационно-доминированного к магнитно-доминированному поведению, поскольку такие условия могут реализовываться при слиянии намагниченных нейтронных звезд с образованием черной дыры или в аккреционных дисках с сильными магнитными полями. Дальнейшее развитие исследования может включать учет магнитного дипольного момента частиц, анализ некруговых орбит возмущенным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wald, R.M. (1974). Black hole in a uniform magnetic field. *Physical Review D*, 10(6), 1680–1685.
2. Petterson, J.A. (1975). Magnetic field configurations around black holes. *Physical Review D*, 12(8), 2218–2225.
3. Aliev, A.N., & Özdemir, N. (2002). Motion of charged particles around a rotating black hole in a magnetic field. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 336(1), 241–248.
4. Morozova, V.S., Rezzolla, L., & Ahmedov, B.J. (2014). Nonsingular electrodynamics of a rotating black hole moving in an asymptotically uniform magnetic test field. *Physical Review D*, 89(10), 104030.
5. Karas, V., & Kopáček, O. (2009). Chaotic motion of charged particles in the field of a binary black hole. *Classical and Quantum Gravity*, 26(2), 025004.
6. Khan, S.U., Abdurkhmonov, O., Rayimbaev, J., Ahmedov, S., Turaev, Y., & Muminov, S. (2024). Circular motion and collisions of particles with magnetic dipole moment and electric charge in dipolar magnetosphere around Schwarzschild black holes. *The European Physical Journal C*, 84, 650.
7. Kerner, R., Koekoek, G., Schuring, J.A., & van Holten, J.W. (2024). Polar magnetic fields in black-hole space-times. *arXiv preprint arXiv:2407.04975*.
8. Quasi-harmonic oscillatory motion of charged particles around a Schwarzschild blackhole immersed in an uniform magnetic field . Martin Kološ, Zdeněk Stuchlík and Arman Tursunov. Published 27 July 2015 • © 2015 IOP Publishing Ltd <https://www.researchgate.net/publication/279310920>

© Волоцкова Р.Р., 2026

Волоцкова Р.Р.¹, Михайлов П.Н.²

¹ Пуцинский филиал Российского биотехнологического университета (РОСБИОТЕХ) в г. Пуцино, Россия

² Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Стерлитамаке, Россия

ГАМИЛЬТОНОВ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ В МЕТРИКЕ ГОЛОЙ СИНГУЛЯРНОСТИ ДЖЕЙНИСА — НЬЮМАНА — УИННИКА

Аннотация. В данной статье впервые проводится гамильтонов анализ геодезического движения массивных пробных частиц вокруг голой сингулярности Яниса–Ньюмана–Уинника (JNW). Рассматривая уравнения геодезических как автономную динамическую систему на фазовой плоскости, исследуются структура фазового пространства и классифицируются типы орбит в реальном физическом пространстве. Показано, что единственная точка равновесия системы (центр) соответствует круговой орбите, в то время как замкнутые фазовые траектории вокруг неё порождают многооборотные и квазипериодические орбиты, которые демонстрируют эффект смещения перигелия. Изучено влияние параметра скалярного поля n , сохраняющегося углового момента $\mathcal{L}$ и энергии $\mathcal{E}$ на фазовые портреты и траектории. Анализ проведен как для пространства-времени JNW, так и для частных случаев метрик Шварцшильда и Папаетру. Получено естественное нижнее ограничение на параметр $n \approx 0.45$, следующее из условия существования последней устойчивой круговой орбиты (ISCO).

Ключевые слова: голая сингулярность, Джейнис — Ньюман — Уинник, Гамильтониан, Пенроуз, скалярное поле, энергетические уровни.

Общая теория относительности допускает существование сингулярностей — областей, где кривизна пространства-времени становится бесконечной. В отличие от чёрных дыр, голые сингулярности не скрыты горизонтом событий, что делает их потенциально наблюдаемыми и ставит вопрос о проверке гипотезы Пенроуза [1]. Метрика Джейниса — Ньюмана — Уинника (JNW) является одним из ключевых теоретических решений уравнений Эйнштейна, описывающих статическую, сферически-симметричную голую сингулярность, связанную с безмассовым скалярным полем [2-4].

В данной работе впервые применяется качественная теория автономных гамильтоновых динамических систем для анализа движения массивных пробных частиц в окрестности JNW-сингулярности. Гамильтонов подход позволяет классифицировать орбиты по энергетическим уровням, исследовать их устойчивость и выявлять топологию фазового пространства, что раскрывает такие особенности, как периодические, многопериодические и

квазипериодические траектории, напрямую связанные с эффектом смещения перигелия [5-7].

Метрика JNW и постановка задачи
Решение JNW для метрики и скалярного поля Φ в координатах (t, r, θ, ϕ) имеет вид [3]:

$$d\tau^2 = -\left(1 - \frac{2M}{nr}\right)^n dt^2 + \left(1 - \frac{2M}{nr}\right)^{-n} dr^2 + \left(1 - \frac{2M}{nr}\right)^{1-n} r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2), \quad (1)$$

$$\Phi = \frac{\sqrt{1-n^2}}{2} \ln \left(1 - \frac{2M}{nr}\right), \quad (2)$$

где M — масса центрального объекта, а параметр n связан со скалярным зарядом. Сингулярность расположена в точке $r_s = 2M/n$. Для $n = 1$ метрика сводится к метрике Шварцшильда, а при $n \rightarrow \infty$ переходит в метрику кротовой норы Папапетру. Важно, что скалярное поле действительно только при $0 \leq n \leq 1$; при $n > 1$ поле становится мнимым, однако метрика остаётся корректной для анализа.

Уравнения геодезических для массивной частицы могут быть сведены к автономной динамической системе на фазовой плоскости (u, v) , где $u = \mathcal{L}^2/(Mr)$, а $v = du/d\phi$ ($\mathcal{L}$ — сохраняющийся угловой момент) [6,8]. Система имеет вид:

$$\frac{du}{d\phi} = v, \quad (3a)$$

$$\frac{dv}{d\phi} = 2\varepsilon^2 \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2\varepsilon u}{3n}\right)^{1-2n} + \left(\frac{2}{n} - 1\right) \left(1 - \frac{2\varepsilon u}{3n}\right)^{1-n} + \frac{\varepsilon}{n} u^2 - u. \quad (3b)$$

Здесь $\mathcal{E}$ — сохраняющаяся энергия частицы, $\varepsilon = 3M^2/\mathcal{L}^2 \ll 1$. Существование интеграла движения позволило построить гамильтониан $H(u, v)$ для данной системы, доказав, что она является гамильтоновой. Необходимым и достаточным условием для этого является выполнение тождества $\frac{\partial U}{\partial u} + \frac{\partial V}{\partial v} = 0$, где U и V — правые части системы. Гамильтониан, не зависящий явно от «времени» (ϕ), является сохраняющейся величиной вдоль каждой фазовой траектории и интерпретируется как энергетический уровень орбиты [8]. Варьируя значение гамильтониана H (энергетический уровень), можно получать различные типы траекторий: многопериодические (орбита замыкается после нескольких оборотов) и квазипериодические (орбита никогда не замыкается, плотно заполняя кольцевую область). Эти траектории наглядно демонстрируют эффект смещения перигелия (прецессии орбиты), причём угол смещения зависит от энергетического уровня.

$$H = \frac{1}{2} \left[v^2 - \frac{3\varepsilon^2}{\varepsilon} \left(1 - \frac{2\varepsilon u}{3n}\right)^{2(1-n)} + \frac{3}{\varepsilon} \left(1 - \frac{2\varepsilon u}{3n}\right)^{1-n} + \frac{2\varepsilon}{3n} u^3 + u^2 \right]. \quad (4)$$

Система имеет единственную неподвижную точку $A(u_A, 0)$ на оси u . Эта точка соответствует круговой орбите в физическом пространстве.

Исследование показало, что координата u_A убывает с ростом параметра n , а радиус соответствующей круговой орбиты r_A возрастает (Рис. 1). Анализ энергии на последней устойчивой круговой орбите (ISCO) накладывает естественное ограничение на параметр скалярного поля: $n > 1/\sqrt{5} \approx 0.45$, что гарантирует вещественность E_{ISCO} . Согласно теории гамильтоновых систем, особая точка может быть либо центром, либо седлом. Вычисление определителя матрицы Гессе (q_0) в точке A показало, что $q_0 > 0$ для широкого диапазона параметров n (от 0.45 до 30) и различных значений L .

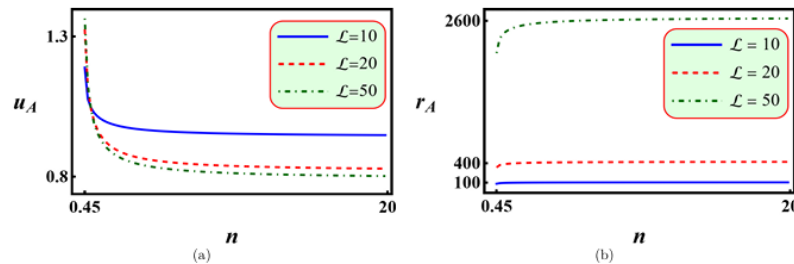


Рисунок 1. График u_A и r_A в зависимости от n для различных значений L

Это означает, что точка равновесия A является центром (Рис. 2а). Вокруг центра фазовые траектории представляют собой замкнутые кривые, плотно заполняющие окрестность на фазовой плоскости (Рис. 2b).

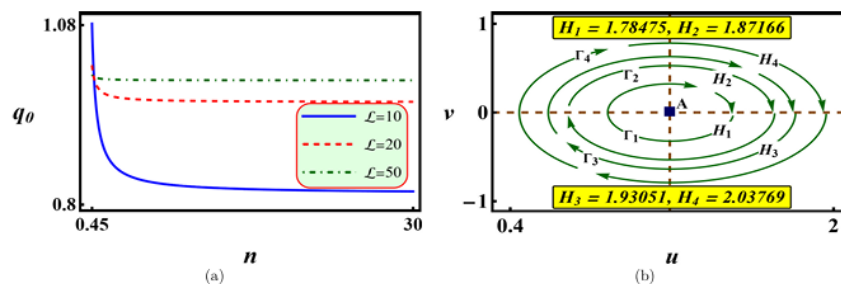


Рисунок 2. (а) показано, что величина q_0 уменьшается быстрее при меньших L и остается стабильной при больших значениях n . (b): показаны фазовые траектории в фазовой плоскости ($u - v$) вокруг точки равновесия центра $A(1.18905, 0)$ при $L = 10$, $n = 0.45$ и $M = 1$.

Это свойство сохраняется и для частных случаев Шварцшильда ($n = 1$) и Папапетру ($n \rightarrow \infty$), что указывает на его фундаментальный характер. Замкнутые фазовые траектории вокруг A соответствуют некруговым орбитам в физическом пространстве. Радиус таких орбит пульсирует между $r_{\min}$ и $r_{\max}$, при этом $r_{\min} < r_A < r_{\max}$.

Применение методов гамильтоновой механики к анализу геодезических в метрике JNW позволило не только подтвердить результаты приближённых аналитических методов, но и дало новое, более глубокое понимание структуры возможных траекторий. Впервые проведён полный гамильтонов анализ геодезических в метрике JNW, что позволило идентифицировать энергетические уровни орбит. Показано, что единственная особая точка

системы всегда является центром как для JNW, так и для предельных случаев Шварцшильда и Папаетру, что доказывает структурную устойчивость такой динамики. Установлена нижняя граница параметра $n \approx 0.45$, исходя из физических соображений реальности энергии на ISCO. Дальнейшие исследования могут быть направлены на поиск более тонких различий, закодированных в значениях гамильтониана для конкретных орбит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Einstein, Science, 84 (2188), 506-507(1936).
<https://doi.org/10.1126/science.84.2188.506>
2. J. M. Bardeen, Nature 226 (5240), 64-65 (1970).
<https://doi.org/10.1038/226064a0>
3. New features of circular geodesics in Kalb–Ramond gravity: an autonomous dynamical system approach / R. R. Volotskova, A. Palit, P. N. Mihaylov, A. A. Potapov // The European Physical Journal C - Particles and Fields. – 2024. – Vol. 84, No. 8. – P. 791. – DOI 10.1140/epjc/s10052-024-13147-0. – EDN CQRKWK.
4. Волоцкова, Р. Р. Исследование траектории гомоклинических орбит вблизи начала координат фазовой плоскости / Р. Р. Волоцкова // Научные технологии в машиностроении : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне и 85-летию города трудовой доблести Ишимбая, Ишимбай, 16–18 апреля 2025 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2025. – С. 148-153. – EDN WXNHOQ.
5. Turimov, K. Karshiboev, A. Abdujabbarov, S. Mitra, S. Karshiboev, Galaxies, 12(5), 58 (2024). <https://doi.org/10.3390/galaxies12050058>
6. E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, 1994).
7. K. S. Virbhadra, Int. J. Mod. Phys. A, 12(27), 4831-4835 (1997).
<https://doi.org/10.1142/S0217751X97002577>
8. Jordan, P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations: An Introduction for Scientists and Engineers (Oxford University Press, 2007).

© Волоцкова Р.Р., 2026

УДК 004.896

Арханчева М.В., Трипкош В.А.

*Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко,
г. Оренбург, Россия*

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТЬЮ

Аннотация. В данной статье решена актуальная задача повышения эффективности управления газораспределительными сетями путем устранения

разобшенности разнородных данных и внедрения методов предиктивной аналитики. В работе представлена концептуальная структура интеллектуальной платформы, в рамках которой интегрированы математические модели газодинамических процессов, методики выявления утечек, базирующиеся на анализе временных рядов, а также комбинированный физико-нейросетевой метод прогнозирования последствий аварийных событий.

Ключевые слова: системный анализ, газораспределительная сеть, интеллектуальное управление, математическое моделирование, прогнозирование.

Газораспределительные сети современного типа представляют собой многокомпонентные инженерно-технические комплексы, в процессе эксплуатации которых не исключены риски аварийных происшествий. Как отмечается в работе [2], развитие технологий искусственного интеллекта открывает новые возможности для создания интеллектуальных систем диспетчерского управления. Ключевой особенностью газораспределительных сетей как объектов управления является их значительная территориальная распространенность, что существенно затрудняет задачи мониторинга состояния и управления в реальном времени.

В работе [1] подчеркивается, что эффективное решение этих задач ложится на автоматизированные системы управления технологическим процессом распределения газа (АСУТП РГ), архитектурной основой которых выступают системы диспетчеризации и сбора данных (SCADA). Однако, как показано в исследовании, более серьезная проблема заключается в семантической и структурной интеграции данных. Информационные потоки от SCADA-систем, ГИС, архивов ремонтов и биллинговых систем обладают уникальными моделями данных, форматами и семантикой. Это приводит к формированию «информационных силосов, где данные изолированы и не формируют целостной аналитической картины. Следствием становится ситуация, когда оператор или инженер не может оперативно и достоверно соотнести, к примеру, падение давления на участке с историей его ремонтов, данными о коррозии из отчетов СКЗ и актуальной геопозицией запорной арматуры.

Целью настоящей работы является разработка концепции интеллектуальной системы управления газораспределительными сетями, основанной на методологии системного анализа и комплексе математических моделей, которая позволит интегрировать разрозненные данные и реализовать функции предиктивной аналитики.

Газораспределительная сеть представляет собой сложный технологический комплекс, включающий в себя газопроводы различных классов давления, газорегуляторные пункты, станции катодной защиты и крановые узлы» [1]. Мониторинг такого объекта требует контроля множества параметров, от давления и расхода газа до загазованности и электрохимических потенциалов, для чего применяется широкий спектр измерительного оборудования, такого как датчики давления, расходомеры и сигнализаторы. Сбор и первичная

обработка данных с полевых устройств осуществляются промышленными логическими контроллерами (ПЛК), которые формируют нижний уровень SCADA-системы. В работе [3] отмечается, что «одним из наиболее перспективных и в тоже время простых, но эффективных путей оптимизации системы мониторинга и учёта баллонов сжиженного газа является, внедрение маркировки этих баллонов при помощи радиочастотных (RFID) меток.

Важнейшим компонентом такой системы является интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР), которая помогает диспетчеру анализировать текущий режим работы, выявлять узкие места и выбирать оптимальные управляющие воздействия для минимизации последствий аварий.

Предлагаемая архитектура базируется на трехуровневом принципе и призвана преодолеть проблему разобщенности данных. На рисунке 1 представлена структурная схема разработанной интеллектуальной системы управления газораспределительной сетью.

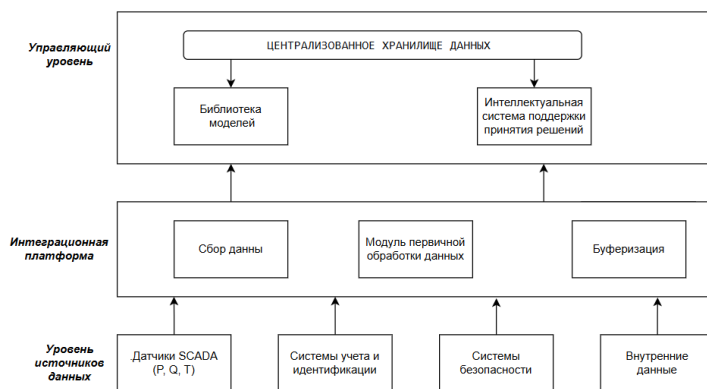


Рисунок 1 –Структурная схема разработанной системы управления газораспределительной сетью

На нижнем уровне, данные поступают от датчиков давления (PI), расхода (FI), температуры (TI) и локальных контроллеров. Помимо традиционных технологических параметров, в контур управления включаются данные систем безопасности: как отмечается, для повышения достоверности применяется комбинация методов: контроль технологических параметров, оптическая визуализация и акустический мониторинг. Учетные данные, включая информацию от RFID-считывателей на газонаполнительных станциях [4], позволяют отслеживать оборот баллонов со сжиженным газом.

В рамках описываемой архитектуры второй (промежуточный) уровень выполняет функцию интеграционной платформы. Основная задача этого звена заключается в сборе, первичной обработке и временном хранении (буферизации) потоков данных, поступающих от источников. В отличие от классических SCADA-систем, ориентированных преимущественно на мониторинг и визуализацию, здесь данные не просто отображаются, а направляются на консолидацию в централизованное хранилище. Это создает необходимую информационную базу для функционирования библиотеки математических моделей и алгоритмов последующего анализа. Центральная

платформа служит средой для выполнения операций углубленного анализа данных, в рамках которого задействованы экспертные системы, нейросетевые алгоритмы и прогнозные методики.

Третий (верхний) уровень системы предназначен для развертывания интеллектуальных сервисов, обеспечивающих сопровождение процессов управления.

Ключевым компонентом здесь выступает интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР) предоставляет диспетчерскому персоналу инструментарий для анализа текущих режимов функционирования и обоснованного выбора оптимальных управляющих стратегий. Примером успешной реализации подобного подхода может служить трехуровневая автоматизированная система, разработанная для ГПО «Белтопгаз» [5].

Математическую основу предлагаемой системы составляют два взаимодополняющих подхода. Решение задачи интеллектуальной диагностики утечек базируется на последовательности из четырех этапов. Первоначально производится очистка измерительных сигналов: высокочастотные шумовые компоненты подавляются посредством дискретного вейвлет-анализа. В дальнейшем реализуется механизм адаптивного обучения, позволяющий автоматически корректировать коэффициенты сглаживания исходя из достигнутой точности прогнозирования. Выявление аномалий осуществляется путем сопоставления прогнозных и фактически зафиксированных величин; итоговое решение формируется при выполнении условия

$$|\hat{x}_i - x_i| > k \cdot \sigma, \quad (1)$$

где $\hat{x}_i$ – прогнозируемое значение параметра, x_i – фактическое значение, σ – стандартное отклонение ошибок прогноза, k – адаптивный порог [2].

На заключительном этапе обработки данных выполняется проверка достоверности сигналов путём корреляционного сопоставления аномальных значений с показаниями смежных датчиков, что позволяет минимизировать риск ложных срабатываний [2].

С целью повышения точности прогноза последствий при аварийных выбросах газа авторы работы [3] предлагают комбинированную методику, объединяющую аппарат математического моделирования и алгоритмы машинного обучения. Базовым элементом модели выступает полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии, традиционно применяемое для описания распространения пассивной примеси в атмосферном пограничном слое. В декартовых координатах данное уравнение, отражающее совместное действие конвекции и турбулентного обмена, имеет вид

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial c}{\partial z} \right) + Q, \quad (2)$$

где c – искомая концентрация примеси, u – составляющая скорости ветра вдоль оси x , K_x , K_y , K_z – характеризуют интенсивность турбулентного перемешивания в соответствующих направлениях, Q – функция задаёт мощность источника выброса.

Физическая компонента модели, основанная на приведенном уравнении (1), позволяет рассчитать поле концентрации примеси с учетом метеорологических условий и характера подстилающей поверхности. Последующая интеграция с алгоритмами машинного обучения направлена на уточнение модельных параметров (в частности, коэффициентов диффузии) и повышение оперативности прогноза за счет обучения на данных натурных наблюдений или результатов детальных численных экспериментов.

Разработанная концепция интеллектуальной системы управления органично дополняет существующие разработки в области цифровизации газораспределения. В работе [5] представлен успешный опыт создания масштабного цифрового двойника газораспределительной системы Республики Беларусь, который эффективно решает задачи учета, паспортизации и визуализации сетей. Как отмечается, в Республике Беларусь создан агрегированный цифровой двойник инженерной инфраструктуры системы газораспределения и газопотребления, разработана и реализована оригинальная архитектура построения отраслевого цифрового двойника. Дальнейшее развитие видится в реализации предложенной концепции на платформе цифрового двойника, что позволит осуществлять сценарное моделирование и переход к проактивному управлению режимами работы газораспределительной сети, а также в интеграции с системами планирования ремонтов на основе прогноза технического состояния.

В результате проведенного исследования на основе методологии системного анализа выявлена ключевая проблема управления современными газораспределительными сетями, заключающаяся в семантической и структурной разобщенности данных, поступающих от разнородных источников, и предложена концептуальная архитектура интеллектуальной системы управления, обеспечивающая интеграцию этих данных в единое информационное пространство. Разработанное математическое обеспечение, включающее алгоритм адаптивного прогнозирования для раннего обнаружения аномалий и гибридную физико-нейросетевую модель для прогнозирования последствий аварийных ситуаций, позволяет повысить точность прогнозов и сократить время реакции на нештатные ситуации. Предложенный подход учитывает как технологические аспекты функционирования газораспределительных сетей, так и экономические вопросы учета ресурсов на основе RFID-технологий, а дальнейшее развитие концепции видится в ее реализации на платформе цифрового двойника для перехода к проактивному управлению и сценарному моделированию режимов работы сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архапчева, М.В. Обзор проблем интеграции разнородных данных в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для газораспределительных сетей / М.В. Архапчева, В.А. Трипкош // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ОГУ, 2025. – С. 75-78.
2. Архапчева, М.В. Интеллектуальная система обнаружения утечек в газораспределительных сетях на основе анализа временных рядов и системного подхода / М.В. Архапчева, С.С. Акимов, В.А. Трипкош // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ОГУ, 2025. – С. 4140-4143.
3. Вислобоков, Н.Ю. Оптимизация системы мониторинга и контроля современной газоснабжающей организации на основе логистического подхода / Н.Ю. Вислобоков // Экономика. – 2024. – № 1(53). – С. 74-77.
4. Архапчева, М. В. Разработка гибридной модели машинного обучения для прогнозирования аварийных ситуаций, вызванных утечками газа / М. В. Архапчева, В. А. Трипкош, С. С. Акимов // Донецкие чтения - 2025: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Материалы X Международной научной конференции, посвященной 60-летию создания Донецкого научного центра, Донецк, 05–07 ноября 2025 года. – Донецк: Донецкий государственный университет, 2025. – С. 158-160. – EDN FYHRLS.
5. Романюк, В.Н. Предиктивная аналитика объектов газораспределительной системы Республики Беларусь: текущее состояние и перспективы / В.Н. Романюк, А.М. Нияковский, Н.В. Струцкий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2024. – № 3(38). – С. 12-18. – DOI: 10.52928/2070-1683-2024-38-3-12-18.

© Архапчева М.В., Трипкош В.А., 2026

УДК 517.518.45:530.1

Шатохин И.М., Уралов К.С.

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ), г. Казань, Россия

РЯДЫ ФУРЬЕ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ФИЗИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы рядов Фурье и их практическое применение при решении классических задач физики: уравнения теплопроводности и уравнения колебаний струны. Приведена математическая формулировка разложения периодических функций в тригонометрические ряды с коэффициентами Эйлера–Фурье. Показано, как метод разделения переменных

совместно с аппаратом рядов Фурье позволяет получить аналитическое решение граничных задач для уравнений математической физики. Анализируется условие сходимости рядов (теорема Дирихле) и явление Гиббса. Отдельно рассмотрено применение преобразования Фурье в квантовой механике — при анализе волновых функций и принципа неопределённости Гейзенберга.

Ключевые слова: ряды Фурье, уравнение теплопроводности, метод разделения переменных, преобразование Фурье, квантовая механика.

Разложение функций в тригонометрические ряды — один из центральных инструментов математической физики. Формальная идея была сформулирована французским математиком Жаном Батистом Жозефом Фурье в 1822 году в монографии «Аналитическая теория тепла» [1]: любая физически разумная функция может быть представлена в виде суммы синусов и косинусов. Только в работах П.Г. Лежёна Дирихле (1829) были строго сформулированы достаточные условия сходимости тригонометрического ряда к заданной функции [2].

К XXI веку ряды Фурье укрепились в качестве основного расчётного инструмента в целом спектре физических задач: от распространения тепла и механических колебаний до анализа волновых функций частиц в квантовой механике [3]. Цель данной статьи — систематически изложить математические основы рядов Фурье и продемонстрировать их действие на трёх ключевых физических моделях.

Математические основы рядов Фурье

Пусть функция $f(x)$ интегрируема по Риману на отрезке $[-\pi, \pi]$ и продолжена периодически с периодом 2π на всю числовую ось. Тригонометрический ряд Фурье этой функции записывается в виде: $f(x) \sim a_0/2 + \sum (a \cos nx + b \sin nx)$, $n = 1, 2, \dots$ (1), где коэффициенты a и b вычисляются по формулам Эйлера–Фурье [4]: $a = (1/\pi) \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(nx) dx$, $b = (1/\pi) \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin(nx) dx$ (2).

Физический смысл этих коэффициентов — амплитуды гармоник различных частот, на которые «разбивается» исходный сигнал или физический процесс. Именно поэтому разложение (1)–(2) является фундаментом гармонического анализа в электротехнике, акустике и оптике [3].

Условие поточечной сходимости сформулировано в теореме Дирихле: если $f(x)$ — кусочно-гладкая 2π -периодическая функция, то её ряд Фурье сходится в каждой точке непрерывности к значению $f(x)$, а в точках разрыва — к полусумме односторонних пределов [2]. Вблизи точек разрыва наблюдается явление Гиббса: выброс амплитуды около 9% от величины скачка, не исчезающий при увеличении числа слагаемых [3].

Применение к уравнению теплопроводности

Классическая задача о распределении температуры в однородном стержне длиной L с нулевыми граничными условиями описывается уравнением: $\partial u / \partial t = a^2 \partial^2 u / \partial x^2$, $0 < x < L$, $t > 0$ (3), где $a^2 = \lambda / (c\rho)$ — коэффициент

температуропроводности [4]. Метод разделения переменных сводит задачу к системе обыкновенных дифференциальных уравнений.

Подстановка $u(x, t) = X(x) \cdot T(t)$ в уравнение (3) даёт собственные функции $X(x) = \sin(n\pi x/L)$. Полное решение имеет вид ряда Фурье по синусам [4][5]: $u(x, t) = \sum b \sin(n\pi x/L) \cdot \exp(-a^2 n^2 \pi^2 t/L^2)$ (4). Структура решения наглядно демонстрирует физику процесса: высокочастотные компоненты убывают экспоненциально быстро, и температурный профиль со временем сглаживается.

Уравнение колебаний струны

Поперечные колебания идеальной струны длиной L описываются волновым уравнением [5]: $\partial^2 u / \partial t^2 = c^2 \partial^2 u / \partial x^2$, $0 < x < L$, $t > 0$ (5), где $c = \sqrt{T/\rho}$ — скорость волны. При закреплённых концах и заданных начальных условиях решение строится как ряд по синусам — собственным функциям задачи Штурма–Лиувилля [3][4].

$u(x, t) = \sum [A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)] \sin(n\pi x/L)$, $\omega = n\pi c/L$ (6). Каждое слагаемое — стоячая волна с собственной частотой ω ; первая гармоника ($n = 1$) соответствует основному тону, а члены с $n \geq 2$ — обертонам. Тембр звука инструмента определяется именно составом этих гармоник.

Ряды и преобразование Фурье в квантовой механике

Волновая функция частицы $\psi(x)$ и её фурье-образ $\phi(p) = (1/\sqrt{2\pi\hbar}) \int \psi(x) \exp(-ipx/\hbar) dx$ связаны преобразованием Фурье: $\phi(p)$ описывает распределение импульса частицы [8]. Из свойств преобразования Фурье непосредственно следует соотношение неопределённостей Гейзенберга $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$.

Применение преобразования Фурье к уравнению Шрёдингера позволяет перевести дифференциальное уравнение из координатного представления в алгебраическое в импульсном представлении [3]. В кристаллографии потенциал кристаллической решётки разлагается в ряд Фурье по векторам обратной решётки, что лежит в основе зонной теории и расчёта зонных структур полупроводников [9]. Квантовое преобразование Фурье (QFT) является ключевым элементом алгоритма Шора и алгоритма Гровера [10].

Проведённый анализ показал, что ряды Фурье представляют собой единый язык, на котором записываются решения принципиально различных физических моделей. В задаче о распространении тепла разложение по синусам (4) отражает механизм затухания высокочастотных флуктуаций; в теории колебаний (6) те же функции задают дискретный спектр стоячих волн, формирующих тембр звука.

Единство перечисленных приложений обусловлено свойством ортогональности тригонометрических функций: именно оно позволяет однозначно выделять гармонические составляющие любого физического процесса. В квантовой механике преобразование Фурье является не вспомогательным приёмом, а структурным элементом теории, непосредственно связывающим координатное и импульсное представления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fourier J.B.J. Théorie analytique de la chaleur. – Paris: Firmin Didot Père et Fils, 1822. – 639 p.
 2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 798 с.
 3. Serov V. Fourier Series, Fourier Transform and Their Applications to Mathematical Physics. – Springer, 2017. – 534 p.
 4. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2008. – 398 с.
 5. Леонтьев В.Л. Метод Фурье, связанный с ортогональными сплайнами, в параболической начально-краевой задаче // Уфимский математический журнал. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 58–69.
 6. Zeng Z. Applications of Fourier Series on Signal Processing and Heat Conduction // Highlights in Science, Engineering and Technology. – 2023. – Vol. 38. – P. 558–567.
 7. Li Y. Role of Fourier Transform in Quantum Mechanics // Transactions on Natural Science. – 2024. – Vol. 9, № 3. – P. 14–21.
 8. Юсупов Н.А., Ахоров Ф.Б. Применение рядов Фурье в задачах математической физики // Вестник науки. – 2025. – № 3(87). – С. 112–119.
- © Шатохин И.М., Уралов К.С., 2026

УДК 004

Котенко Е.П., Сексенбаева З.С., Танабергенова К.А.

Научный руководитель: Гараев Т.К., к.т.н., доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИИ-ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (НА ПРИМЕРЕ PHOTOMATH И CHATGPT)

Аннотация. Статья посвящена сравнительному анализу двух ИИ-инструментов - Photomath и ChatGPT - применяемых для решения математических задач в образовательной среде. На основе эмпирических исследований 2023–2025 гг. проведено сопоставление точности и функциональных возможностей обоих приложений. Сделан вывод о комплементарности инструментов и целесообразности их комбинированного использования в учебном процессе.

Ключевые слова: искусственный интеллект, математическое образование, Photomath, ChatGPT, решение задач, оптическое распознавание, языковые модели.

Применение технологий искусственного интеллекта в образовательной практике за последние пять лет приобрело массовый характер. По данным

опроса студентов инженерных специальностей [1], 62,7% респондентов регулярно используют ChatGPT, 48% - Photomath. Цель работы - провести сравнение Photomath и ChatGPT по показателям точности, функциональности и ограничений в образовательной среде.

Photomath - мобильное приложение, основанное на технологиях компьютерного зрения и символьной алгебры, выпущенное в 2014 г. [3]. К началу 2025 г. число загрузок превысило 350 млн. ChatGPT (OpenAI) - генеративная языковая модель на архитектуре GPT, работающая преимущественно с текстовым вводом; версия GPT-4 получила мультимодальные возможности.

Точность решения задач. Photomath показывает точность распознавания и решения стандартных печатных выражений 95% и выше, для рукописных задач - 70–80% [7]. ChatGPT (GPT-3.5) на 250 вопросах выпускного экзамена по математике показал точность 83% на уровне «знание» и 0–22% на уровне «высокое применение» [9]. GPT-4 достигла 95% на тесте SAT Math [10] и 69,7% на наборе конкурсных задач MATH [6].

Педагогический потенциал. Photomath спроектирован как пошаговый тьютор: обеспечивает разбор каждого шага несколькими методами. Исследование Saundarajan et al. (2020) зафиксировало более высокую точность вычислений у студентов, работавших с Photomath [1]. ChatGPT проявляет гибкость при решении текстовых и нестандартных задач: 70% студентов подтвердили его помощь в курсах по дифференциальным уравнениям [5].

Ограничения. У Photomath отсутствует символьная верификация (CAS), приложение не обобщает закономерности за пределами вычислений [8]. ChatGPT подвержен «галлюцинациям»: модель генерирует правдоподобные, но ошибочные решения, не выражая неуверенности [2]. Зафиксированы значительные колебания точности GPT-4 со временем [7].

Выводы. Photomath превосходит ChatGPT в точности при стандартных вычислительных задачах и обеспечивает структурированное пошаговое объяснение. ChatGPT эффективнее при работе с текстовыми задачами и диалоговом обучении. Оптимальный сценарий предполагает комбинированное использование обоих инструментов: Photomath - для вычислительных задач, ChatGPT - для концептуального обучения и нестандартных формулировок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garcia K.F. et al. Engineering students' perceptions and actual use of AI-based math tools // *Acta Psychologica*. 2025. Vol. 256. Art. 105004. DOI: 10.1016/j.actpsy.2025.105004.
2. Frieder S., Pinchetti L., Chevalier A. et al. Mathematical Capabilities of ChatGPT // *arXiv:2301.13867v2*. 2023. 78 p.
3. Photomath Secures \$23 Million in Series B Funding // *PR Newswire*. 2021. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/photomath-the-worlds-most-popular->

math-learning-app-secures-23-million-in-series-b-funding-301230591.html (дата обращения: 15.02.2026).

4. Busuttil L., Calleja J. Teachers' Beliefs and Practices About the Potential of ChatGPT in Teaching Mathematics // Digital Experiences in Mathematics Education. 2025. Vol. 11. P. 140–166. DOI: 10.1007/s40751-024-00168-3.

5. Photomath Reviews, Alternatives, Pricing, & Offerings in 2025 // MyEngineeringBuddy. 2025. URL: <https://www.myengineeringbuddy.com/blog/photomath-reviews-alternatives-pricing-offerings> (дата обращения: 15.02.2026).

6. Zhou A. et al. Solving Challenging Math Word Problems Using GPT-4 Code Interpreter // arXiv:2308.07921. 2023. 15 p.

7. PhotoMath vs Mathway vs MathPad: Which Math Solver is Best? // MathPad Blog. 2025. URL: <https://mathpad.ai/blog/photomath-vs-mathway-vs-mathpad/> (дата обращения: 15.02.2026).

8. Vintere A. et al. AI-based mathematics learning platforms in undergraduate engineering education // Proceedings of IITF Conference. 2024. P. 1–8.

9. Dao X.Q. Investigating the Effectiveness of ChatGPT in Mathematical Reasoning // arXiv:2306.06331. 2023. 18 p.

10. Zhong W. et al. AGIEval: A Human-Centric Benchmark for Evaluating Foundation Models // Findings of ACL: NAACL 2024. 2024. P. 2299–2314. DOI: 10.18653/v1/2024.findings-naacl.149.

© Котенко Е.П., Сексенбаева З.С., Танабергенова К.А., 2026

УДК 621.039.7

Алексеев А.И., Минлибаев М.Р.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

МЕТОД ЗАКАЧКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАСТЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. В статье рассматривается метод закачки жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в глубокие геологические пласты как один из эффективных способов их долговременной изоляции. Проанализированы физические основы метода, условия его применения, а также процессы тепло- и массопереноса в пористых средах. Особое внимание уделено вопросам экологической безопасности и результатам теоретических исследований.

Ключевые слова: жидкие радиоактивные отходы, закачка в пласты, геологические формации, тепло- и массоперенос, экологическая безопасность

Обращение с жидкими радиоактивными отходами является важной задачей современной ядерной энергетики и промышленности. Одним из эффективных способов их утилизации является закачка в глубокие геологические пласты, обладающие достаточной изоляционной способностью

[1]. Данный метод направлен на долговременную локализацию радионуклидов в недрах Земли и предотвращение их попадания в биосферу.

Метод закачки ЖРО основан на использовании природных геологических барьеров. В качестве объектов размещения рассматриваются пористые и проницаемые пласты, перекрытые водоупорными слоями. Такие условия обеспечивают надежную изоляцию отходов и препятствуют их миграции в верхние водоносные горизонты. Глубина закачки, как правило, составляет сотни метров и более, что дополнительно повышает безопасность хранения.

При реализации метода особое значение имеют процессы тепло- и массопереноса в пористой среде. Закачка радиоактивных растворов сопровождается изменением давления, температуры и концентрации веществ в пласте. Эти процессы определяют распределение радионуклидов и их возможную миграцию. В работах [2–5] подробно исследованы указанные явления. С использованием асимптотических методов получены аналитические решения, описывающие поля давления, температуры и концентрации при закачке ЖРО.

Результаты моделирования показывают, что при соблюдении технологических условий закачки распространение радионуклидов ограничивается зоной, близкой к области ввода раствора. Существенное влияние оказывают фильтрационные свойства породы, вязкость жидкости, а также тепловые эффекты, связанные с радиоактивным распадом.

Ключевым преимуществом метода является его способность обеспечивать долговременную изоляцию отходов без необходимости их извлечения или дополнительной переработки. Кроме того, использование естественных геологических структур снижает требования к созданию искусственных защитных барьеров.

Вместе с тем применение данного метода требует тщательной геологической разведки, оценки гидродинамических характеристик пластов и постоянного мониторинга состояния среды. Особое внимание должно уделяться исключению возможных путей миграции радионуклидов, таких как трещины, разломы и техногенные нарушения структуры пород.

Таким образом, закачка жидких радиоактивных отходов в глубокие геологические пласты является перспективным и научно обоснованным методом их утилизации. Дальнейшие исследования в области моделирования процессов переноса, а также совершенствование технологий контроля и мониторинга позволят повысить эффективность и безопасность данного подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. М.: ИздАТ, 1994. 256 с.

2. Иванов Д.В. Моделирование процессов тепло- и массопереноса при глубинном захоронении радиоактивных растворов: Дисс. ... канд. физ.-мат. наук. Уфа, 2010. 130 с.
3. Филиппов А.И., Михайлов П.Н., Гюнтер Д.А., Иванов Д.В. Моделирование взаимосвязанных процессов тепло- и массопереноса при подземном захоронении радиоактивных отходов // Вопросы атомной науки и техники. 2008. № 2. С. 83.
4. Филиппов А.И., Михайлов П.Н., Иванов Д.В., Гюнтер Д.А. Асимптотическое решение задачи о подземном захоронении радиоактивных отходов // Сибирский журнал индустриальной математики. 2008. № 2(34). С. 124–138.
5. Филиппов А.И., Михайлов П.Н., Гюнтер Д.А., Иванов Д.В. Поля концентрации радиоактивных веществ при подземном захоронении // Инженерно-физический журнал. 2008. №5. С. 912-923.

© Алексеев А.И., Минлибаев М.Р., 2026

УДК 004.896:658.5

Косенко Е.Е., Косенко О.В.

Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления, г. Таганрог, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается актуальная задача оптимизации сроков замены оборудования на предприятиях серийного машиностроения. Предложен подход, базирующийся на аппарате нечетких темпоральных и периодических графов. Введение функции принадлежности позволяет комплексно оценивать степень износа, рентабельность и техническое состояние оборудования без явной привязки к календарному возрасту. Разработанная модель обеспечивает наглядность, масштабируемость на парк разнородного оборудования и возможность принятия обоснованных решений при дефиците статистических данных.

Ключевые слова: замена оборудования, нечеткие темпоральные графы, нечеткие периодические графы, динамическое программирование, серийное производство, неопределенность, функция принадлежности, пороговое решение, масштабируемость.

В современной экономике проблема своевременного обновления основных производственных фондов приобретает особую остроту. Оборудование подвержено физическому и моральному старению. По данным исследований, более половины промышленных предприятий России сталкиваются с необходимостью замены устаревшего оборудования, а ошибки в определении сроков замены ведут к существенным финансовым потерям.

Процесс принятия решений осложняется неопределенностями различной природы: технической (невозможно точно предсказать момент отказа), экономической (цены и ставки непредсказуемо меняются), рыночной (колебания спроса и моральное устаревание) и экспертной (многие параметры задаются лингвистически – «высокий», «средний»). В совокупности эти факторы делают классические математические модели, требующие точных численных значений, либо неприменимыми, либо не соответствующими реальной производственной ситуации [2].

Наиболее известными классическими методами являются модели Беллмана и Вагнера. Первая описывает состояние системы через возраст оборудования, вторая – длительностью интервала до замены. Оба метода просты и математически строги, но имеют принципиальные ограничения: они требуют точных численных данных, привязаны к календарному возрасту, ориентированы на одну единицу оборудования и не работают в условиях неопределенности и при отсутствии статистики.

Сравнительный анализ показывает, что необходим метод, оперирующий нечеткими и экспертными оценками, учитывающий фактическое техническое состояние и масштабируемый на парк оборудования. Этим требованиям удовлетворяет аппарат нечетких темпоральных графов. Графовые модели наглядно представляют производственный процесс: вершины соответствуют состояниям оборудования, дуги – возможным переходам. Нечеткость позволяет работать с лингвистическими переменными, а темпоральность – учитывать динамику и цикличность (плановые ремонты, сезонные колебания). Таким образом, переход от классических детерминированных моделей к нечетким графовым представлениям является обоснованным шагом, позволяющим преодолеть ограничения существующих методов [4].

Классические статические графы не отражают динамику процессов во времени. Для производственных систем, где состояние оборудования меняется от периода к периоду, необходимы динамические модели. Темпоральный граф – это граф, в котором характеристики связей между вершинами зависят от времени, что позволяет моделировать эволюционирующие системы с дискретной сменой топологии.

Пусть задано:

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ – множество вершин (состояний системы);

$T = \{1, 2, \dots, T_{max}\}$ – множество дискретных моментов времени;

$\tilde{U}_t$ – нечеткое множество ориентированных ребер в момент времени t .

Под нечетким темпоральным графом понимается совокупность [1]:

$$\tilde{G} = (S, \{\tilde{U}_t\}, T),$$

где каждое нечеткое множество $\tilde{U}_t$ задается функцией принадлежности:

$$\mu_t: S \times S \rightarrow [0, 1],$$

которая для каждой пары вершин (s_i, s_j) в момент времени t определяет степень нечеткой смежности (интенсивность связи, вероятность перехода, степень соответствия). В задаче замены оборудования вершины s_i соответствуют состояниям оборудования (например, «новое», «небольшой

износ», «средний износ», «критический износ»), моменты времени t – это периоды контроля (например, начало каждого квартала, года или производственного цикла), значение $\mu_t(s_i, s_j)$ – это степень пригодности оборудования к эксплуатации при переходе из состояния s_i в состояние s_j в момент t .

Вершина s_j называется нечетко смежной с вершиной s_i , если существует хотя бы один момент времени t , для которого $\mu_t(s_i, s_j) > 0$.

Тогда последовательность дуг:

$$\tilde{L}(s_i, s_j) = \langle \mu_{t_1}(s_i, s_{k1}), \mu_{t_2}(s_{k1}, s_{k2}), \dots, \mu_{t_m}(s_{k_{m-1}}, s_j) \rangle$$

называется нечетким путем из s_i в s_j , если все значения функции принадлежности положительны. Для каждого нечеткого пути может быть определено время достижимости $\tau(s_i, s_j)$ – количество тактов (периодов), необходимое для перехода, то есть количество периодов, через которое оборудование достигает порогового значения износа δ :

$$\tau_{\mu(W_i)} = Nq + t^*,$$

где W_i – тип оборудования, N – длина цикла, q – количество полных циклов до достижения порога, t^* – номер периода внутри цикла, в котором $\mu_t(W_i) \geq \delta$.

Во многих производственных процессах цикличность является естественным свойством: плановые ремонты проводятся через равные интервалы, бюджетные периоды повторяются, сезонные колебания спроса имеют годовую периодичность. Тогда определим нечеткий темпоральный граф, в котором дискретное время обладает свойством цикличности с периодом N в виде нечеткого периодического (НПГ):

$$\mu_{t+N}(s_i, s_j) = \mu_t(s_i, s_j) \quad \forall t \in T, \forall s_i, s_j \in S.$$

То есть, после момента времени N характеристики связей повторяются.

Ключевым элементом предлагаемой модели является функция принадлежности $\mu_t(s_i, s_j)$ [3]. В контексте задачи замены оборудования она может интерпретироваться как:

1. Степень износа оборудования. $\mu_t = 0$ – оборудование новое, $\mu_t = 1$ – оборудование полностью изношено (критическое состояние).

2. Коэффициент рентабельности. $\mu_t = 0$ – максимальная эффективность, $\mu_t = 1$ – эксплуатация экономически нецелесообразна (затраты превышают доход).

3. Вероятность безотказной работы. $\mu_t = 0$ – отказ практически невозможен, $\mu_t = 1$ – отказ неизбежен.

4. Интегральная оценка технического состояния. Может агрегировать множество частных показателей: производительность, точность, энергопотребление, уровень вибрации, температуру и т.д.

Формализация задачи замены оборудования в условиях нечетких параметров будет определена следующим образом.

Пусть на предприятии в серийном производстве используется M единиц оборудования (или M типов оборудования). Для каждой единицы W_i ($i = 1, \dots, M$) задана функция принадлежности $\mu_t(W_i)$, определяющая её состояние в момент времени t .

В начальный момент времени $t = 0$ оборудование характеризуется значением $\mu_0(W_i) \in [0,1]$. Для нового оборудования $\mu_0 = 1$ (минимальный износ, максимальная рентабельность). Для оборудования, уже бывшего в эксплуатации, μ_0 может быть меньше 1. Состояние оборудования ухудшается с течением времени. В простейшем случае можно принять:

$$\mu_{t+1}(W_i) = \varphi(\mu_t(W_i), \theta_i).$$

где φ – функция старения, θ_i – параметры, характеризующие интенсивность износа (может зависеть от режима эксплуатации, качества обслуживания и т.д.).

В наиболее общем виде динамика задается экспертно: для каждого периода t и каждого типа оборудования W_i задается значение $\mu_t(W_i)$. Пороговое значение $\delta \in [0,1]$ определяет границу экономической целесообразности. Тогда в момент времени t :

$$\text{Решение} = \begin{cases} \text{сохранить оборудование } (X^c), & \text{если } \mu_t(W_i) < \delta \\ \text{заменить оборудование } (X^z), & \text{если } \mu_t(W_i) \geq \delta. \end{cases}$$

Пример. Рассмотрим условное предприятие серийного машиностроения, на котором в производственном процессе участвуют четыре единицы оборудования (или четыре типа оборудования). Период контроля – квартал. Горизонт планирования – 3 квартала ($t = 1, 2, 3$).

Экспертным путем (на основе данных о фактическом износе, затратах на ремонт, производительности) получены следующие значения функции принадлежности μ_t , интерпретируемой как коэффициент рентабельности (0 – максимально рентабельно, 1 – нерентабельно) (табл.1):

Таблица 1 – Значения функции принадлежности

Оборудование / период t	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Оборудование 1 (станок фрезерный)	0,1	0,2	0,6
Оборудование 2 (станок токарный)	0,2	0,4	0,4
Оборудование 3 (пресс)	0,1	0,1	0,4
Оборудование 4 (линия окраски)	0,7	0,9	0,2

Пороговое значение $\delta = 0,6$. Это означает, что оборудование подлежит замене, если его коэффициент рентабельности достигает 0,6 или выше (т.е. эксплуатация становится невыгодной). После проведенного анализа состояния оборудования получены следующие данные:

– период $t = 1$:

оборудование 1: $\mu_1 = 0,1 < 0,6 \rightarrow$ сохраняется.

оборудование 2: $\mu_1 = 0,2 < 0,6 \rightarrow$ сохраняется.
оборудование 3: $\mu_1 = 0,1 < 0,6 \rightarrow$ сохраняется.
оборудование 4: $\mu_1 = 0,7 \geq 0,6 \rightarrow$ подлежит замене.

– период $t = 2$:

оборудование 1: $\mu_2=0,2<0,6 \rightarrow$ сохраняется.

оборудование 2: $\mu_2=0,4<0,6 \rightarrow$ сохраняется.

оборудование 3: $\mu_2=0,1<0,6 \rightarrow$ сохраняется.

оборудование 4 (если не заменено после $t = 1$): $\mu_2=0,9\geq0,6 \rightarrow$ подлежит замене.

Если оборудование 4 заменено после $t = 1$, то новое оборудование имеет $\mu = 0$, что также $\leq 0,6$, следует отметить, что после замены оборудование считается новым и начинает новый цикл. В нашей модели замена означает, что в следующем периоде μ снова становится 0 (максимальная рентабельность).

– период $t = 3$:

оборудование 1: $\mu_3=0,6\geq0,6\rightarrow$ подлежит замене.

оборудование 2: $\mu_3=0,4<0,6 \rightarrow$ сохраняется.

оборудование 3: $\mu_3=0,4<0,6 \rightarrow$ сохраняется.

оборудование 4: $\mu_3=0,2<0,6$ (если было заменено после $t = 1$ и прошло два периода, износ нарастает). Если оборудование 4 не заменяли, то оно уже давно должно быть заменено.

На основе анализа предложена следующая стратегия замены. Оборудование 1 рекомендуется заменить после третьего периода, так как его износ достигает порога. Оборудование 2 и 3 следует продолжать эксплуатировать, поскольку они сохраняют приемлемую рентабельность, причем у оборудования 3 износ низкий, а рентабельность высокая. Оборудование 4 требует срочной замены, так как порог превышен уже в первом периоде.

Основными преимуществами предложенного подхода на основе периодических нечетких графов являются работа в условиях неопределенности (достаточно экспертных оценок в виде функции принадлежности), отсутствие привязки к календарному возрасту (учет разной степени износа при одинаковом возрасте) и встроенный учет цикличности производственных процессов (кварталы, годы, ремонтные циклы).

Вместе с тем метод имеет ограничения. Это субъективность экспертных оценок, неучет взаимозависимости оборудования (модель предполагает независимые решения, тогда как в реальности замена одного станка на конвейерной линии может потребовать остановки всей линии), а также дискретность времени, тогда как в некоторых производствах необходим непрерывный мониторинг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bozhenyuk A. V. Determination of Production Process Rhythmicity Based on Periodic Fuzzy Graphs / A. V. Bozhenyuk, O. V. Kosenko, M. V. Knyazeva //

International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, 08–14 сентября 2024 года. – Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2024. – P. 29-33. – DOI 10.1109/RusAutoCon61949.2024.10694056. – EDN QBZFQE.

2. Володарский В. А. Принципы оптимизации предупредительных замен и ремонтов в условиях неопределенности / В. А. Володарский // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2011. – № 3. – С. 124-129.

3. Использование периодических нечетких графов в задачах управления производственным оборудованием / А. В. Боженюк, М. В. Князева, О. В. Косенко, Е. Е. Косенко // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2023. – № 5(235). – С. 119-126. – DOI 10.18522/2311-3103-2023-5-119-126. – EDN MQREBA.

4. Применение нечетких графовых моделей к задаче замены оборудования / Е. Е. Косенко, М. В. Бойко, А. А. Губанова, О. В. Косенко // Донецкие чтения – 2025: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы X Международной научной конференции, посвященной 60-летию создания Донецкого научного центра, Донецк, 05–07 ноября 2025 года. – Донецк: Донецкий государственный университет, 2025. – С. 206-208. – EDN GRF1HE.

© Косенко Е.Е., Косенко О.В., 2026

УДК 004.021+519.876.5

Базиков А.В., Михайлов К.Х.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНИЯ *PHYSARUM POLYCEPHALUM*

Аннотация. Рассматривается гипотеза о переносе принципов пространственной самоорганизации миксомицета *Physarum polycephalum* (положительный и отрицательный хемотаксис, элиминация неоптимальных ветвей, внешняя память) в область оптимизации логистических каналов – кабельных трасс, трубопроводов, внутризаводских маршрутов. На основе общеизвестных фактов экспериментальной биологии и качественных оценок имитационного моделирования выдвигается предположение, что формализация указанных механизмов позволяет создать итеративную процедуру распространения потоков с затуханием, обеспечивающую существенное сокращение временных затрат по сравнению с традиционным проектированием и формирование конфигураций, сопоставимых или превосходящих результаты классических расчётов. Предложены экспоненциальная модель привлекательности маршрута и шестиэтапный алгоритм с элиминацией неоптимальных ветвей. Обсуждаются эвристическая природа метода, необходимость калибровки параметров и ограничения, связанные с размерностью задач и отсутствием учёта трёхмерности пространства.

Ключевые слова: Physarum polycephalum, биоинспирированная оптимизация, пространственная самоорганизация, логистические каналы.

В современных задачах промышленной и складской логистики – проектировании маршрутов перемещения грузов, трассировании кабельных трасс, прокладке трубопроводов, организации внутризаводских транспортных потоков – сохраняется значительная трудоёмкость ручного проектирования. Классические методы дискретной оптимизации (алгоритмы Дейкстры, Прима, муравьиные алгоритмы) требуют предварительного разбиения на участки пространства и ручного задания графа, не всегда позволяя адекватно учитывать непрерывное распределение стоимости прокладки каналов или наличие препятствий произвольной формы, а также не обеспечивают естественного резервирования маршрутов, что снижает живучесть сети при локальных повреждениях.

Из экспериментальной биологии известно, что вегетативная стадия миксомицета *Physarum polycephalum* – плазмодий – демонстрирует способность находить эффективные пути между рассредоточенными источниками питания и формировать адаптивные сетевые структуры, перестраиваясь при изменении внешних условий. В публикациях последних двух десятилетий неоднократно показывалось, что плазмодий строит конфигурации соединений, близкие к оптимальным по критерию суммарной длины, а также использует след из выделяемой слизи в качестве внешней пространственной памяти, избегая повторного прохождения уже обследованных участков [1].

В более широком теоретическом контексте управление сложными распределёнными системами предполагает наличие регулятивно-управленческих механизмов, обеспечивающих сохранение устойчивых функциональных конфигураций в меняющейся среде [2, с. 18]. Данная рамка позволяет интерпретировать поведение плазмодия как реализацию естественного алгоритма самоорганизации, потенциально пригодного для переноса в инженерную практику. При этом перенос указанных принципов на логистические задачи, отличные от городских транспортных сетей (прокладка кабеля, трубопроводов, внутризаводские маршруты), до настоящего времени не осуществлялся.

Научная новизна предлагаемого подхода заключается в следующем. Впервые предложена формализация поведения миксомицета *Physarum polycephalum* применительно к логистическим каналам – линейным инфраструктурным объектам (кабельные трассы, трубопроводы, внутризаводские маршруты). Оптимизация каналов является предметом данной работы. Выявлено, что формирование резервных (параллельных) маршрутов в технологической сети, наблюдаемое при имитации поведения миксомицета, соответствует регулятивно-управленческим механизмам [2]: положительная обратная связь (усиление эффективных путей) и отрицательная обратная связь (элиминация неоптимальных ветвей) обеспечивают сходимость к устойчивой конфигурации сети. Введена классификация исследовательских процедур

(последовательная, параллельная, параллельно-последовательная) применительно к биоинспирированной оптимизации логистических каналов, позволяющая адаптировать метод к различным производственным условиям [2, с. 4-5].

Выдвигается гипотеза: пространственная самоорганизация миксомицета *Physarum polycephalum*, реализуемая через механизмы положительного и отрицательного хемотаксиса, элиминацию неоптимальных ветвей и внешнюю пространственную память (след из слизи), может быть положена в основу метода оптимизации логистических каналов, который обеспечивает существенное сокращение временных затрат по сравнению с ручным проектированием и приводит к конфигурациям, сопоставимым или превосходящим по качеству результаты классических расчётов с точки зрения суммарной протяжённости маршрутов и наличия резервных связей.

В основу метода положена математическая модель, адаптирующая классическую модель Тиро-Кобаяси-Накагаки: привлекательность маршрута между узлами i и j задаётся выражением:

$$F_{ij} \propto \exp(-\alpha L_{ij} - \beta C_{ij}),$$

где L_{ij} – длина, C_{ij} – интегральная стоимость трассирования, α , β – коэффициенты чувствительности. Алгоритм включает шесть этапов: инициализацию, расчёт привлекательности, распространение фронтов, формирование первичной сети, элиминацию неоптимальных ветвей и обеспечение резервирования.

В рамках гипотезы выдвигаются следующие подлежащие проверке положения:

- Биологические принципы переносятся в процедуру проектирования: от каждого узла сети распространяются потоки, интенсивность которых убывает с увеличением расстояния и стоимости прокладки канала. Ветви, по которым поток оказывается слабым, отбрасываются, что соответствует удалению неоптимальных маршрутов.

- Метод не требует предварительного дискретного описания пространства: стоимость и препятствия задаются как непрерывные поля, а возможные маршруты формируются автоматически в процессе распространения потоков.

- Применение последовательных, параллельных и параллельно-последовательных схем организации вычислительного эксперимента (в терминах регулятивных механизмов [2]) даёт возможность сократить время поиска приемлемого решения по сравнению с чисто последовательным перебором вариантов.

В качестве аргументов в пользу гипотезы приведем два ключевых тезиса, основанных на общеизвестных фактах экспериментальной биологии и качественных оценках имитационного моделирования.

Существует подтверждённый факт, что плазмодий *Physarum polycephalum* в лабораторных экспериментах с лабиринтными структурами находит путь к источнику питания, который по длине заметно короче случайного блуждания и приближается к оптимальному. Это достигается за счёт совмещения

положительного хемотаксиса (движения к градиенту питательных веществ) и отрицательного хемотаксиса (избегания уже пройденных трасс, маркированных слизию). Указанные механизмы действуют параллельно, позволяя одновременно исследовать множество направлений и постепенно усиливать наиболее эффективные каналы. Данная логика непосредственно переносится в алгоритмическую форму: распространение виртуальных «фронтов» от каждого узла сети с интенсивностью, убывающей с увеличением расстояния и стоимости прокладки, приводит к формированию первичной сети, после чего слабые ветви элиминируются.

Качественные оценки, полученные при имитационном моделировании на тестовых задачах (внутризаводские маршруты между единицами оборудования, маршруты перемещения по складу между стеллажами), показывают, что время получения решения программной реализацией алгоритма оказывается существенно меньшим по сравнению с ручным проектированием (различие составляет многократную величину), а получаемые конфигурации по суммарной длине маршрутов сопоставимы или превосходят ручные эскизы. Вместе с тем, количественная оценка требует отдельного вычислительного эксперимента и выходит за рамки настоящей работы. Кроме того, в отличие от минимального остовного дерева, которое минимизирует суммарную длину ценой отсутствия резервных связей, предложенный метод естественным образом сохраняет параллельные маршруты, что качественно повышает живучесть сети. Сохранение альтернативных маршрутов (этап 6 алгоритма) реализует третий тип социальной технологии по Шангарееву и Валееву [2, с. 3] – повышение надёжности системы через резервирование.

Преимущества метода перед классическими алгоритмами. Предложенный подход не требует предварительного разбиения пространства на дискретные ячейки, что позволяет естественным образом учитывать непрерывное распределение стоимости прокладки и препятствия произвольной формы. Кроме того, метод автоматически формирует резервные (параллельные) маршруты, повышающие живучесть сети, тогда как алгоритмы построения минимального остовного дерева (Прима, Краскала) минимизируют суммарную длину ценой отсутствия резервирования. Возможность применения последовательных, параллельных и параллельно-последовательных схем организации вычислительного процесса позволяет адаптировать метод под различные производственные условия и вычислительные ресурсы; за счёт параллельной реализации этапа распространения фронтов достигается высокая эффективность. Таким образом, метод предлагает инженерно приемлемое решение с учётом факторов, которые трудно или невозможно дискретизировать, и делает это за разумное время.

Имеющиеся ограничения применения метода:

Эвристический характер: метод не гарантирует нахождения глобально оптимального решения (в отличие от точных алгоритмов на графах).

Калибровка параметров: требуется подбор коэффициентов чувствительности α , β , порога элиминации и коэффициента резервирования под конкретный класс задач.

Чувствительность к размерности: для сетей с числом узлов более нескольких сотен вычислительное время возрастает; для реальных САПР требуется оптимизация.

Двухмерность: текущая версия работает в двухмерном пространстве; для трёхмерных задач (многоэтажные здания, глубокие коммуникации) требуется доработка.

Область применимости: экспериментальная проверка на задачах, отличных от кабельных трасс, не проводилась; перенос на трубопроводы и внутризаводские маршруты требует дополнительной валидации.

Живой биологический прототип (плазмодий) обладает существенно большей длительностью формирования сети (часы или сутки) по сравнению с программной имитацией (минуты), что делает его применение в инженерной практике нецелесообразным, однако он сохраняет ценность как средство верификации.

Сформулированная гипотеза предполагает, что пространственная самоорганизация миксомицета *Physarum polycephalum* может служить основой для метода оптимизации логистических каналов, обеспечивающего существенное сокращение временных затрат по сравнению с ручным проектированием и приводящего к конфигурациям, сопоставимым или превосходящим результаты классических расчётов. Проверка выдвинутой гипотезы требует проведения систематических вычислительных экспериментов на широком наборе задач различной структуры и сложности, а также сравнения полученных конфигураций с эталонными решениями, найденными точными методами дискретной оптимизации. В случае подтверждения гипотезы открывается перспектива создания программного инструментария, интегрируемого в системы автоматизированного проектирования для промышленных и логистических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Древние грибоживотные у вас под ногами [Электронный ресурс] // Наука в Сибири. – URL: <https://www.sbras.info/articles/prosto-o-slozhnom/drevnie-gribozhivotnye-u-vas-pod-nogami> (дата обращения: 09.04.2026).
2. Шангареев, Н.А., Валеев Г.Х. Регулятивно-управленческая сущность социальной технологии / Н.А. Шангареев, Г.Х. Валеев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 1. – С. 14-18.

© Базиков А.В., Михайлов К.Х., 2026

Галкин Р.С., Волоцкова Р.Р.

Пуцинский филиал Российского биотехнологического университета
(РОСБИОТЕХ) в г. Пуцино, Россия

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ: ЕСТЕСТВЕННОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ НА ПАРАМЕТР СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ n

Аннотация. На основе гамильтонова анализа геодезического движения массивных частиц в пространстве-времени Яниса–Ньюмена–Виникура (JNW) с голой сингулярностью установлено естественное ограничение на параметр скалярного поля n . Из условия вещественности энергии частицы на последней устойчивой круговой орбите (ISCO) получен нижний предел $n > 1/\sqrt{5} \approx 0.45$. При всех физически допустимых значениях n соответствующая автономная динамическая система на фазовой плоскости (u, v) имеет единственную точку равновесия $A(u_A, 0)$, которая для широкого диапазона параметров ($0.45 \leq n \leq 30$) оказывается центром. Данная точка равновесия отвечает устойчивой круговой орбите в реальном пространстве с радиусом $r_A = L^2/(\mu_A)$, возрастающим с увеличением n . Показано, что замкнутые фазовые траектории вокруг центра порождают мультипериодические и квазипериодические орбиты в физическом пространстве, что свидетельствует о фундаментальной роли параметра n в структуре допустимых движений.

Ключевые слова: черные дыры, метрика Яниса – Ньюмана – Виникура, гипотеза космической цензуры Пенроуза, метрика Шварцшильда, точка типа «центр».

Проблема существования голых сингулярностей в общей теории относительности остаётся одной из наиболее интригующих и дискуссионных тем современной гравитационной физики [1-3]. В отличие от чёрных дыр, скрытых горизонтом событий, голая сингулярность принципиально доступна для наблюдения из внешней области, что открывает возможность изучения гравитации в сверхсильных полях. Однако гипотеза космической цензуры Пенроуза, остающаяся недоказанной, утверждает, что такие объекты не могут возникать в природе. В этой связи особый интерес представляют точные решения уравнений Эйнштейна, описывающие голые сингулярности, среди которых наиболее известным является метрика Яниса – Ньюмана – Виникура (JNW) [2,4].

Пространство-время JNW представляет собой статическое, сферически-симметричное решение уравнений Эйнштейна, минимально связанное с безмассовым скалярным полем [2-3]. В сферических координатах (t, r, θ, ϕ) метрика имеет вид:

$$dt^2 = -(1 - 2M/nr)^n dt^2 + (1 - 2M/nr)^{-n} dr^2 + (1 - 2M/nr)^{1-n} r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2), \quad (1)$$

где M – масса центрального объекта, а параметр n связан со скалярным зарядом. Сингулярность расположена при $r_S = 2M/n$ и не прикрыта горизонтом, что и обуславливает её «наготу». При $n=1$ метрика JNW переходит в метрику Шварцшильда, а при $n \rightarrow \infty$ – в регулярное решение типа кротовой норы Папаетру. Скалярное поле Φ остаётся вещественным при $0 \leq n \leq 1$.

Движение массивных пробных частиц в таком пространстве-времени описывается сильно нелинейными геодезическими уравнениями. Традиционные аналитические методы, включая пертурбативные подходы, не всегда позволяют выявить качественные особенности траекторий, такие как наличие периодических, мультипериодических и квазипериодических орбит, а также эффекты, аналогичные смещению перигелия [4]. В данной работе для исследования геодезических в метрике JNW применяется подход гамильтоновых автономных динамических систем. Введя переменную $u = E^2/(Mr)$ и её производную $v = du/d\phi$ (где E – сохраняющаяся энергия, а ϕ – азимутальный угол в плоскости $\theta = \pi/2$), исходное геодезическое уравнение сводится к системе первого порядка:

$$\left\{ \begin{aligned} du/d\phi &= v, \\ dv/d\phi &= 2E^2 \left((1 - 1/n) (1 - 2\epsilon u/3n)^{n-1-2n} + (2/n - 1) (1 - 2\epsilon u/3n)^{(1-n)+\epsilon/n} u^2 - u \right) \end{aligned} \right. \quad (2)$$

где $\epsilon = 3M^2/L^2 \ll 1$, а L – сохраняющийся угловой момент. Такая система является гамильтоновой, и её фазовый портрет позволяет качественно проанализировать все возможные типы орбит.

В данной статье, мы формулируем и обосновываем ограничения на параметр скалярного поля n и структуры фазового пространства. Используя выражение для энергии частицы на внутренней устойчивой круговой орбите (ISCO), полученное ранее в работе [5]:

$$E_{\text{ISCO}}^2 = \frac{((2n + \sqrt{(5n^2 - 1)}) / (n + \sqrt{(5n^2 - 1)}))^n}{((3n - 1 + \sqrt{(5n^2 - 1)}) / (3n + 1 + \sqrt{(5n^2 - 1)}))^n}, \quad (2)$$

$$[r]_{\text{ISCO}} = M \left((3 + 1/n + \sqrt{(5 - 1/n^2)}) \right), \quad (3)$$

мы показываем, что требование вещественности E_{ISCO}^2 накладывает естественный нижний предел на параметр n : $n > 1/\sqrt{5} \approx 0.45$. Этот результат исключает из рассмотрения область малых n , где скалярное поле формально оставалось бы вещественным, но физически допустимые круговые орбиты отсутствуют.

Далее, анализируя систему (12), мы доказываем существование единственной точки равновесия $A(u_A, 0)$ на оси u фазовой плоскости. Вычисляя величину $q_0 = (\partial^2 H / (\partial u^2)) (\partial^2 H / (\partial v^2)) - ((\partial^2 H / (\partial u \partial v))^2)$ в этой точке, находим, что $q_0 > 0$ для всех n в интервале $0.45 \leq n \leq 30$ (и далее), что свидетельствует о том, что точка A является центром. Следовательно, вокруг неё существуют замкнутые фазовые траектории, отвечающие периодическим и мультипериодическим орбитам в реальном пространстве. Сама точка равновесия соответствует устойчивой круговой орбите радиуса $r_A = L^2/(Mu_A)$, причём r_A возрастает с увеличением n .

Таким образом получаем два ключевых результата: естественное ограничение $n > 0.45$, следующее из условия вещественности энергии на ISCO; существование единственной точки равновесия типа «центр» на фазовой плоскости, которая отвечает устойчивой круговой орбите и определяет структуру всех остальных (периодических и квазипериодических) траекторий в пространстве-времени JNW. Мы подробно выводим гамильтонову форму системы геодезических и анализируем её фазовый портрет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Janis A. I., Newman E. T., Winicour J. Reality of the Schwarzschild Singularity // Phys. Rev. Lett. – 1968. – Vol. 20, No. 16. – P. 878–880.
(Оригинальная работа, в которой предложено решение JNW.)
 2. Turimov B., Ahmedov B., Abdujabbarov A. Geodesic structure of the Janis–Newman–Winicour spacetime // Mod. Phys. Lett. A. – 2019. – Vol. 34, No. 13. – P. 1950093.
(Детальный анализ геодезических в метрике JNW, включая вывод выражений для ISCO.)
 3. Virbhadra K. S., Ellis G. F. R. Schwarzschild black hole lensing // Phys. Rev. D. – 2000. – Vol. 62, No. 8. – P. 084003.
(Классическая работа по гравитационному линзированию в сферически-симметричных пространствах.)
 4. Boonserm P., Ngampitipan T., Simpson A., Visser M. Regular wormhole solutions in the Einstein–scalar field theory // Phys. Rev. D. – 2018. – Vol. 98, No. 8. – P. 084048.
(Обсуждение кротовой норы Папаетру как предела JNW при $n \rightarrow \infty$.)
 3. Papapetrou A. Eine Theorie des Gravitationsfeldes mit einer Quelle // Ann. Phys. (Leipzig). – 1954. – Vol. 447, No. 5–6. – P. 309–315.
(Оригинальное описание регулярного wormhole-решения.)
- © Галкин Р.С. Волоцкова Р.Р., 2026

УДК 531.62

*Дербенев Н.А., Волоцкова Р.Р.
Пуцинский филиал Российского биотехнологического университета
(РОСБИОТЕХ) в г. Пуцино, Россия*

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ, МУЛЬТИПЕРИОДИЧЕСКИЕ И КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОРБИТЫ В РЕАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ: СМЕЩЕНИЕ ПЕРИГЕЛИЯ

Аннотация. В данной работе впервые представлен гамильтонов анализ геодезического движения вокруг голой сингулярности Яниса–Ньюмена–Виникура (JNW). Задача сформулирована как автономная динамическая

система на фазовой плоскости. Такой подход позволяет получить информацию, недоступную при традиционном анализе, в частности, выявить периодические, мультипериодические и квазипериодические орбиты в реальном физическом пространстве. Исследовано влияние параметра скалярного поля n , сохраняющихся углового момента $\mathcal{L}$ и энергии $\mathcal{E}$ пробной частицы на фазовый портрет и, следовательно, на траектории в пространстве-времени JNW, а также в частных случаях метрик Шварцшильда и Папаетру. Установлен естественный нижний предел для n , определяемый значением энергии частицы на последней устойчивой круговой орбите (ISCO). Проанализирован гамильтониан системы; точная настройка его численных значений генерирует мультипериодические и квазипериодические орбиты. Такие орбиты проявляют смещение перигелия точечных частиц в реальном пространстве, что интерпретируется в работе.

Ключевые слова: перигелий, периодические орбиты, мультипериодические орбиты, квазипериодические орбиты, гамильтониан, фазовые траектории, прецессии перигелия, голая сингулярность.

Изучение движения пробных частиц в сильных гравитационных полях является одной из ключевых задач современной релятивистской астрофизики. Особый интерес представляют экзотические компактные объекты, такие как голые сингулярности, существование которых допускается некоторыми точными решениями уравнений Эйнштейна, но при этом они не защищены горизонтом событий в отличие от чёрных дыр. Одной из наиболее известных моделей подобного рода является решение Яниса – Ньюмена – Виникура (JNW), описывающее статическую сферически-симметричную голую сингулярность, возникающую при минимальной связи гравитации с безмассовым скалярным полем. В зависимости от значения параметра скалярного заряда n метрика JNW переходит в предельные случаи: при $n = 1$ получается пространство-время Шварцшильда, а при $n \rightarrow \infty$ — регулярное решение кротовой норы Папаетру. Целью настоящего введения является обоснование актуальности гамильтонова подхода, краткое изложение основных результатов о влиянии параметра скалярного поля n , энергии $\mathcal{E}$ и углового момента $\mathcal{L}$ на структуру орбит, а также демонстрация того, как смещение перигелия возникает естественным образом из фазового портрета системы. Полученные результаты справедливы не только для голой сингулярности JNW, но и для предельных случаев Шварцшильда и Папаетру [3-4], что свидетельствует об универсальности предлагаемого метода. Впервые идентифицированы конкретные энергетические уровни (значения гамильтониана), при которых реализуются мультипериодические и квазипериодические режимы, и показано, что традиционные полуаналитические приближения не способны выявить структуру орбит.

Замкнутые фазовые траектории вокруг центра A соответствуют различным значениям гамильтониана H , который является интегралом движения. Функция Гамильтона для системы (12) получена в виде [1-2]:

$$H = \frac{1}{2} \left[v^2 - \frac{3\varepsilon^2}{\varepsilon} \left(1 - \frac{2\varepsilon u}{3n} \right)^{2(1-n)} + \frac{3}{\varepsilon} \left(1 - \frac{2\varepsilon u}{3n} \right)^{1-n} + \frac{2\varepsilon}{3n} u^3 + u^2 \right]. \quad (1)$$

Каждое значение H определяет отдельную фазовую кривую. При увеличении энергии (значения H) от центральной точки H_0 фазовые траектории расширяются, оставаясь замкнутыми. Однако проекции этих траекторий на реальную плоскость $\theta = \pi/2$ (т.е. сами орбиты частиц) не всегда являются замкнутыми кривыми.

В работе выделены два типа орбит: мультипериодические орбиты – после конечного числа оборотов вокруг центра траектория замыкается. Пример – орбита Γ_2 на рис. 3(a) с параметрами $r_{\min} = 58.82$, $r_{\max} = 145.47$, $r_A = 84.10$; квазипериодические орбиты – никогда не замыкаются, заполняя некоторую кольцевую область. Пример – орбита Γ_4 на рис. 3(b) с $r_{\min} = 51.28$, $r_{\max} = 222.89$, $r_A = 84.10$.

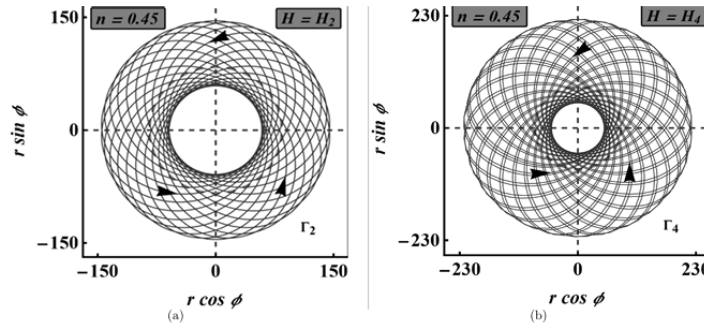


Рисунок 3. Фигура (а) представляет многопериодическую орбиту Γ_2 с $r_{\min} = 58.8235$, $r_{\max} = 145.466$, а фигура (б) представляет квазипериодическую орбиту Γ_4 с $r_{\min} = 51.2821$, $r_{\max} = 222.887$ на плоскости $\theta = \pi/2$ в реальном трехмерном пространстве. В обеих этих фигурах $r_A = 84.101$, удовлетворяющее условию $r_{\min} \leq r_A \leq r_{\max}$.

В обоих случаях радиус-вектор частицы осциллирует между $r_{\min}$ и $r_{\max}$, что приводит к прецессии перигелия – каждый следующий оборот смещается по углу [5]. Это явление полностью аналогично известному эффекту в общей теории относительности, но здесь оно возникает в поле голой сингулярности.

Аналогичный анализ проведён для частных случаев:

- Шварцшильд ($n = 1$): система упрощается к виду

$$\frac{du}{d\phi} = v, \frac{dv}{d\phi} = 1 + \varepsilon u^2 - u, \quad (2)$$

а орбиты (рис. 4(a)) также демонстрируют прецессию.

- Папаетру ($n \rightarrow \infty$, пространство-время регулярной кротовой норы):

$$\frac{du}{d\phi} = v, \frac{dv}{d\phi} = 2\varepsilon_{\infty}^2 e^{4\varepsilon u} - e^{2\varepsilon u} - u, \quad (3)$$

с гамильтонианом

$$H = \frac{1}{2} \left[v^2 - \frac{\varepsilon_\infty^2}{\varepsilon} e^{4\varepsilon u} + \frac{1}{\varepsilon} e^{2\varepsilon u} + u^2 \right]. \quad (4)$$

Фазовый портрет сохраняет структуру центра, а реальные орбиты являются квазипериодическими.

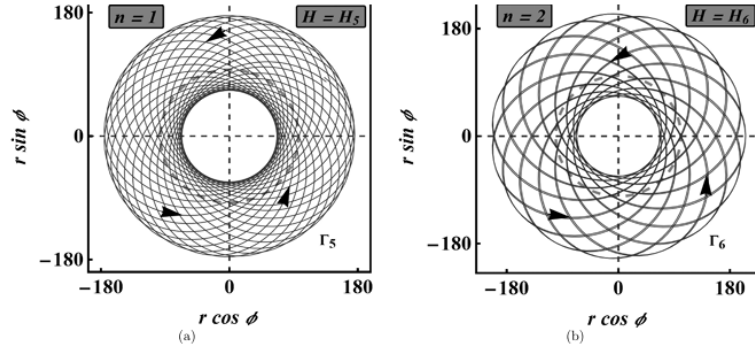


Рисунок 4: Квазипериодические орбиты на плоскости $\theta=\pi/2$ в реальном трёхмерном пространстве для (a) $n=1$ с $r_{\min}=66.6667$, $r_{\max}=175.895$, $r_A=96.9042$ и (b) $n=2$ с $r_{\min}=66.6667$, $r_{\max}=205.119$, $r_A=100.831$. В обеих этих фигурах выполнено $r_{\min} \leq r_A \leq r_{\max}$. Здесь $r_{\min}$ остаётся тем же из-за выбора одного и того же начального условия.

1. Из требования вещественности энергии на последней устойчивой круговой орбите следует нижняя граница параметра скалярного поля $n \geq 1/\sqrt{5} \approx 0.45$.
2. Автономная гамильтонова система имеет единственное равновесие типа «центр», соответствующее круговой орбите.
3. Фазовые траектории, окружающие этот центр, порождают в реальном пространстве мультипериодические и квазипериодические орбиты с прецессией перигелия.
4. Качественное поведение сохраняется для всех $n \geq 0.45$, включая предельные случаи Шварцшильда ($n = 1$) и Папаетру ($n \rightarrow \infty$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A. I. Janis, E. T. Newman, J. Winicour, *Phys. Rev. Lett.* **20**, 878 (1968). – JNW-решение.
2. B. Turimov, B. Ahmedov, M. Stojkovic, *Phys. Rev. D* **99**, 084039 (2019). – Геодезические и ISCO в JNW.
3. A. Papapetrou, *Ann. Phys.* **12**, 309 (1953). – Пространство-время Папаетру.
4. E. Ott, *Chaos in Dynamical Systems*, Cambridge University Press (1994). – Основы теории динамического хаоса.
5. D. Jordan, P. Smith, *Nonlinear Ordinary Differential Equations*, Oxford University Press (2007). – Качественный анализ нелинейных систем.

© Дербенев Н.А., Волоцкова Р.Р., 2026

Давлатов А.А.

ОАО «Шабакаҳои Интиколи Барк» в г. Бохтара, Таджикистан

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА YOKOGAWA FA-M3V

Аннотация. Проведён анализ недостатков существующей автоматизации газоочистного узла, которые возникли из-за несистемных обновлений оборудования. Предложен способ комплексной модернизации, включающий установку полевых приборов с увеличенным межповерочным интервалом и построение трёхуровневой АСУ ТП на контроллере FA-M3V (Yokogawa). Показано, что такое решение повышает надёжность управления и уровень промышленной безопасности объекта.

Ключевые слова: реконструкция, газоочистка, АСУ ТП, YOKOGAWA FA-M3V, безопасность, унификация сигналов.

Объекты очистки газовых выбросов на промышленных предприятиях относятся к категории опасных производственных объектов, поэтому их автоматизация должна обеспечивать максимальную отказоустойчивость. Однако на практике модернизация таких систем часто ведётся без единой стратегии: заменяются только вышедшие из строя узлы, добавляются новые контроллеры без согласования с уже существующими. В результате формируется неоднородная среда с устаревшими датчиками, разнотипными логическими контроллерами и несколькими несовместимыми протоколами передачи данных. Это не только снижает общую надёжность, но и блокирует возможность дальнейшего развития системы. Ключевая задача реконструкции – привести автоматизацию в соответствие с отраслевыми нормами промышленной безопасности. Для этого предусмотрено два этапа. На первом этапе заменяются все датчики и измерительные приборы, межповерочный интервал которых не превышает двух лет. Вместо них монтируются современные полевые устройства с унифицированными выходными аналоговыми сигналами (4–20 мА) и цифровым протоколом HART, что позволяет стандартизировать каналы связи и упростить метрологическое сопровождение. На втором этапе внедряется автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) как единый центр сбора данных, принятия решений и выдачи команд.

Переход к АСУ ТП даёт следующие преимущества: централизованный контроль параметров в реальном времени, возможность дистанционного вмешательства оператора для предотвращения аварий, сокращение технологических потерь и уменьшение численности дежурного персонала. Функционально система охватывает непрерывный мониторинг (давление,

температура, состав отходящих газов, расход), дистанционное и автоматическое управление запорно-регулирующей арматурой, реализацию алгоритмов противоаварийных блокировок, светозвуковую сигнализацию нарушений, расчёт оптимальных режимов работы узла, а также автоматическое формирование часовых, суточных и месячных отчётов. В качестве аппаратной платформы АСУ ТП выбран модульный контроллер FA-M3V производства YOKOGAWA. Данное устройство позиционируется производителем как средство для критического управления и противоаварийной защиты. Контроллер поддерживает горячее резервирование, обладает широким набором модулей ввода-вывода и совместим с распределённой системой управления CENTUM VP, которая является отраслевым стандартом для непрерывных технологических процессов. Архитектура системы — трехуровневая. На нижнем (полевом) уровне размещаются датчики и исполнительные механизмы (клапаны, задвижки). На среднем уровне контроллер FA-M3V выполняет опрос датчиков, логическую обработку и генерацию управляющих сигналов. Верхний уровень составляют серверы архивации и автоматизированные рабочие места операторов, на которых отображаются мнемосхемы, тренды, текущие значения и тревожные сообщения. При возникновении нештатных ситуаций система не только сигнализирует об отклонениях, но и выводит на экран оператора рекомендации по дальнейшим действиям. Таким образом, предлагаемая реконструкция устраняет разнородность оборудования, переводит управление опасным объектом на современную технологическую базу и обеспечивает требуемый уровень промышленной безопасности.

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» (утв. Приказом Ростехнадзора от 21.11.2013 № 559). – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2014. – 48 с.
2. Шишов О.В. Современные системы автоматического управления технологическими процессами: учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 352 с.
3. Yokogawa Electric Corporation. Техническое описание и руководство по эксплуатации системы CENTUM VP. – Токио: Yokogawa, 2021. – 180 с. Режим доступа: <https://www.yokogawa.com> (дата обращения: 15.05.2026).
4. Бушуев В.В., Жуков А.В. Надежность систем автоматизации опасных производственных объектов // Автоматизация и IT в энергетике. – 2022. – № 4(117). – С. 24–31.
5. Руководство по безопасности «Методические рекомендации по построению автоматизированных систем управления технологическими процессами опасных производственных объектов» (утв. Приказом Ростехнадзора от 25.12.2017 № 598). – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2018. – 64 с.

© Довлатов А.А., 2026

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

УДК 338.47:656.2

*Ван Цзюньбо, Куликова О.В.,
Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),
г. Екатеринбург, Россия*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА РЕГИОНАЛЬНУЮ ЭКОНОМИКУ: НА ПРИМЕРЕ ЛИНИИ МОСКВА — САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Аннотация. В статье оценивается потенциальное воздействие высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСМ) Москва — Санкт-Петербург на социально-экономическое развитие регионов прохождения трассы. Теоретическую основу анализа составляют эмпирические оценки влияния высокоскоростных линий на ВВП и валовой региональный продукт, полученные в работах российских исследователей, а также методические подходы Центра экономики инфраструктуры и Минтранса России. Используются официальные параметры проекта и оценки инвестиционных и бюджетных эффектов, включая диапазон стоимости строительства от 1,8 до 2,35 трлн руб., а также прогноз прироста доходов бюджетов на 2,7 трлн руб. и совокупного прироста ВВП на 10,5 трлн руб. за период стройки и первых 20 лет эксплуатации. На основе обобщения результатов зарубежных и российских исследований делается вывод о значимом агломерационном и структурном эффекте для Московской, Тверской, Новгородской и Ленинградской областей при реализации проекта в заявленных параметрах.

Ключевые слова: высокоскоростная магистраль, Москва — Санкт-Петербург, региональная экономика, инвестиции в транспорт, агломерационный эффект.

Высокоскоростные железные дороги в мировой практике занимают нишу поездок на расстояния 400–800 км и демонстрируют устойчивую связь с динамикой производительности труда и ВВП на душу населения. По оценкам Ю.Ю. Пономарёва и Д.М. Радченко, увеличение протяжённости сети высокоскоростных линий на 1% в среднем по странам сопровождалось ростом ВВП на душу населения на 2,9–3,6%, а само наличие высокоскоростной инфраструктуры ассоциировалось с дополнительным приростом этого показателя на 12,5% [5]. В российском контексте значимость железнодорожного транспорта для социально-экономического развития территорий была эмпирически подтверждена для периода 2010–2020 гг.: выявлены устойчивые двунаправленные связи между показателями работы железных дорог и валовым региональным продуктом регионов присутствия РЖД [2].

Согласно публичным материалам Минтранса России и концессионера «ВСМ Две столицы», трасса длиной 679 км пройдёт по территориям Москвы, Санкт-Петербурга, Московской, Тверской, Новгородской и Ленинградской областей; время в пути сократится примерно вдвое — с 4 ч 05 мин по действующей линии до 2 ч 15 мин по ВСМ [4]. По итогам января–сентября 2024 г. действующее скоростное сообщение между Москвой и Санкт-Петербургом обеспечило перевозку 8,3 млн пассажиров, из которых около 4 млн перевезли поезда «Сапсан», при заполняемости порядка 97% и росте пассажиропотока на 5,8% год к году [7; 9].

Объектом исследования выступает проект высокоскоростной магистрали Москва — Санкт-Петербург (ВСМ-1) как элемент федеральной транспортной инфраструктуры и одновременно фактор изменения экономического пространства шести затронутых субъектов Федерации [3; 8]. В качестве эмпирической базы использованы: официальные материалы Минтранса России о подписании концессионного соглашения в июле 2024 г.; данные Минфина России и Центра экономики инфраструктуры по стоимости строительства и бюджетным эффектам [4; 5]; аналитические обзоры Сбербанка и отраслевых экспертов о влиянии ВСМ на пассажирские и грузовые перевозки [6; 7; 10]; статистика РЖД по пассажиропотоку на направлении Москва — Санкт-Петербург в 2024 г. [7; 9].

Методологическую основу составляют три взаимосвязанных блока. Первый блок — межстрановые и национальные оценки влияния скоростной железнодорожной инфраструктуры на макроэкономические показатели: используется модель Пономарёва и Радченко, связывающая протяжённость высокоскоростных линий с ВВП на душу населения [1; 2]. Второй блок — российская методика оценки социально-экономических эффектов транспортных проектов, утверждённая постановлением Правительства РФ от 26.11.2019 № 1512 и применённая Центром экономики инфраструктуры [1; 5]. Третий блок — сопоставление официальных сценариев развития пассажирских и грузовых перевозок по коридору «двух столиц» при наличии и отсутствии ВСМ [7; 9; 10].

Инвестиционные и бюджетные эффекты проекта

По данным Минфина России, на середину 2024 г. ориентировочная стоимость строительства высокоскоростной магистрали Москва — Санкт-Петербург фиксировалась на уровне 1,8 трлн руб., при этом минимум 300 млрд руб. планируется направить из Фонда национального благосостояния, а часть средств — через выпуск специализированных облигаций серии ВСМ-1. В материалах Сбербанка и концессионера указывается более высокая полная стоимость — около 2,35 трлн руб. с учётом подвижного состава, причём около 75% этой суммы предполагается привлечь от частных инвесторов и банковского синдиката [5; 6].

Центр экономики инфраструктуры оценил, что за период строительства и первые 20 лет эксплуатации ВСМ Москва — Санкт-Петербург обеспечит дополнительный прирост доходов бюджетной системы на 2,7 трлн руб., а

совокупный эффект для ВВП России достигнет 10,5 трлн руб. [6]. Даже при верхней оценке стоимости проекта (2,35 трлн руб.) приведённый бюджетный эффект перекрывает прямые государственные вложения и создаёт пространство для положительного фискального баланса при условии соблюдения заявленных параметров спроса и тарифной политики.

Влияние на пассажирские и грузовые перевозки

В январе–сентябре 2024 г. на линии Москва — Санкт-Петербург перевезено 8,3 млн пассажиров, из них около 4 млн — поездами «Сапсан», причём заполняемость составила около 97% [7; 9]. Рост перевозок по сравнению с 2023 г. составил 5,8% по направлению в целом и 8,4% по поездам «Сапсан», что указывает на близость существующей инфраструктуры к предельным возможностям. Прогноз по ВСМ предполагает, что к 2030 г. пассажиропоток на новой линии приблизится к 23 млн человек в год [6; 7].

Перенос основной части пассажиропотока на ВСМ высвобождает пропускную способность существующей линии Октябрьской железной дороги для грузового движения и региональных поездов [10]. По оценкам РЖД, рост объёмов перевозки грузов в направлении северо-запада к 2030 г. может составить до 74 млн тонн в год. Отраслевые аналитики дают более консервативную оценку: увеличение грузопотока не менее чем на 30 млн тонн в год и сокращение длины маршрутов отдельных отправок более чем на 250 км.

Пространственные и отраслевые эффекты для региональной экономики

Анализ панельных данных по регионам присутствия РЖД за 2010–2020 гг. показал, что показатели работы железнодорожного транспорта и ВРП образуют устойчивые долгосрочные связи, причём каузальность носит как двунаправленный, так и однонаправленный характер в зависимости от конкретных индикаторов [2]. Это означает, что улучшение транспортной доступности само по себе может запускать механизм ускорения экономического роста территорий. В зоне влияния ВСМ Москва — Санкт-Петербург оказываются регионы с разным уровнем развития (от столичных агломераций до Новгородской области), что создаёт условия для перераспределения активности в пользу центров, способных быстрее использовать новое качество связности [2; 8].

Отраслевые последствия проекта затрагивают не только транспорт и строительство, но и смежные сферы — машиностроение (производство высокоскоростных поездов на российских предприятиях), цифровые системы управления движением, сервисную инфраструктуру вокзалов и терминалов [3; 6; 10]. По данным Минтранса России, в контур проекта уже вовлечено более 120 промышленных предприятий из свыше 20 регионов, а ВСМ рассматривается как площадка для тиражирования отечественных технических решений.

Альтернативные сценарии и риски

Отказ от реализации проекта ВСМ либо его существенное затягивание при сохранении текущих темпов роста пассажиропотока приведёт к необходимости масштабных вложений в параллельное развитие как существующей

железнодорожной линии, так и аэропортовой и автодорожной инфраструктуры [4; 5; 7; 9; 10]. В альтернативном сценарии — при запуске ВСМ в заявленные сроки (ориентировочно с 2028 г.) — дополнительно возникает возможность избежать части капитальных затрат на расширение грузовой сети, которую отраслевые эксперты оценивают не менее чем в 600 млрд руб.

Без целенаправленной региональной политики развитие вдоль скоростного коридора может усилить отток квалифицированной рабочей силы и капитала в Москву и Санкт-Петербург, что соответствует «центр-периферийным» сценариям, описанным в зарубежной литературе по высокоскоростным магистралям [1; 2]. Вместе с тем при сочетании транспортного проекта с программами развития средних городов (Твери и Великого Новгорода) и создании новых деловых кластеров вокруг станций ВСМ возрастает вероятность расширения локальных рынков труда и диверсификации экономики [2; 8].

Проект ВСМ Москва — Санкт-Петербург формирует комплексный экономический эффект, включающий прямые инвестиции порядка 1,8–2,35 трлн руб., рост доходов бюджетной системы на 2,7 трлн руб. и совокупный вклад в ВВП на уровне 10,5 трлн руб. в горизонте первых десятилетий эксплуатации. Проведённый анализ показал, что соотношение между государственными вложениями и прогнозируемыми бюджетными поступлениями остаётся положительным, а по совокупности прямых и косвенных выгод проект сопоставим с крупнейшими инфраструктурными инициативами последних лет.

Сопоставление результатов по влиянию высокоскоростных железных дорог на ВВП и отечественных оценок связи показателей работы железнодорожного транспорта с ВРП регионов указывает на высокую вероятность устойчивого агломерационного эффекта вдоль коридора Москва — Санкт-Петербург при условии запуска ВСМ в заявленные сроки. Масштаб выгоды для конкретных субъектов Федерации будет определяться качеством их региональной политики: способностью связывать транспортную доступность с программами развития городской среды, промышленности и человеческого капитала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулый И.М. Социально-экономические эффекты реализации проекта строительства высокоскоростной магистрали ВСМ-1 «Москва — Санкт-Петербург» // *Пространственная экономика*. 2024. Т. 20, № 3. С. 112–130. DOI: 10.14530/se.2024.3.112.
2. Кравченко С.И., Дементьев В.В. Влияние железнодорожного транспорта на социально-экономическое развитие территорий // *Пространственная экономика*. 2023. Т. 19, № 2. С. 47–69. DOI: 10.14530/se.2023.2.47.
3. О высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва — Санкт-Петербург»: распоряжение Правительства РФ от 06.06.2024 № 1574-р //

Официальный интернет-портал правовой информации. 2024. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202406100015> (дата обращения: 06.02.2026).

4. Подписано концессионное соглашение о строительстве высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва — Санкт-Петербург // Министерство транспорта Российской Федерации. 08.07.2024. URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/11348> (дата обращения: 06.02.2026).

5. Пономарёв Ю.Ю., Радченко Д.М. Оценка эффектов развития высокоскоростного железнодорожного сообщения: мировой опыт и перспективы России // Проблемы прогнозирования. 2023. № 1 (196). С. 182–192. DOI: 10.34709/2311-5601-2023-1-182-192.

6. Прирост доходов бюджета от ВСМ оценили в 2,7 трлн рублей // РБК. 2024. 19 ноября. URL: <https://www.rbc.ru/business/20/11/2024/673db9349a7947030f9ef6aa> (дата обращения: 06.02.2026).

7. РЖД за девять месяцев 2024 г. перевезли 8,3 млн пассажиров между Москвой и Санкт-Петербургом // ТАСС. 2024. 17 октября. URL: <https://tass.ru/ekonomika/22156847> (дата обращения: 06.02.2026).

8. Стоимость проекта первой в России ВСМ Москва — Санкт-Петербург составит 2,35 трлн рублей // SberPro. 2024. 19 ноября. URL: <https://sber.pro/publication/stoimost-proekta-pervoi-v-rossii-vsm-moskva-sankt-peterburg-sostavit-235-trln-rublei/> (дата обращения: 06.02.2026).

9. Что известно о ВСМ Москва — Санкт-Петербург // ОАО «Российские железные дороги». 2024. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=215091> (дата обращения: 06.02.2026).

10. Экономический эффект от ВСМ Москва — Санкт-Петербург: ключевые аспекты // Промразведка. 2025. 18 июня. URL: <https://promrazvedka.ru/logistika/ekonomicheskij-effekt-ot-vsm-moskva-sankt-peterburg-klyuchevye-aspekty/> (дата обращения: 06.02.2026).

© Ван Цзюньбо, Куликова О.В., 2026

УДК 339

*Ван Цзюньбо, Куликова О.В.,
Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),
г. Екатеринбург, Россия*

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ДИПЛОМАТИЯ КИТАЯ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ЕВРАЗИИ В РАМКАХ ИНИЦИАТИВЫ «ПОЯС И ПУТЬ»

Аннотация. В статье исследуется влияние китайской стратегии экспорта высокоскоростных железнодорожных технологий на формирование

транспортного каркаса Евразийского континента. Проведен анализ ключевых инфраструктурных проектов, реализованных в период 2020–2025 гг., включая железные дороги Китай–Лаос и Джакарта–Бандунг. Выявлены количественные показатели трансформации грузопассажирских потоков и механизмы интеграции национальных транспортных систем в единый логистический коридор. Результаты демонстрируют взаимосвязь между технологическим экспортом и углублением экономико-политических связей КНР со странами-реципиентами.

Ключевые слова: высокоскоростной железнодорожный транспорт, экономическая дипломатия, транспортная связность, Евразия, инициатива «Пояс и путь».

Трансформация глобальной торговой архитектуры в 2020-х гг. определяется интенсификацией инфраструктурного строительства, где КНР занимает лидирующие позиции через механизм экспорта высокоскоростных железнодорожных (ВСЖ) систем. К началу 2025 г. протяжённость китайской сети ВСЖ достигла 50 000 км, что составляет 70% мирового показателя. Стратегия «гаоте чуцзяо» (высокоскоростной экспорт), инициированная руководством КНР в 2013 г., представляет собой форму экономической дипломатии, где технологические компетенции конвертируются в политическое влияние и торговые преференции [2].

Исследование механизмов воздействия китайских ВСЖ-проектов на транспортную связность Евразии актуализируется ростом внешнеторгового оборота между КНР и Евразийским регионом, увеличившимся на 16% в 2023 г. до 277 млрд долл. Согласно отчёту Центра международной торговли (2024), доля железнодорожных перевозок в китайско-европейском грузообороте возросла с 3% в 2020 г. до 8% в 2024 г., что коррелирует с вводом новых магистралей. Данное исследование направлено на выявление количественных параметров изменения связности и качественных характеристик китайской железнодорожной дипломатии [6].

Эмпирической базой выступают статистические данные Национального бюро статистики КНР, отчёты Евразийского банка развития, материалы Министерства транспорта Лаоса и документация проектов в рамках инициативы «Пояс и путь» за 2020–2025 гг. Применялся сравнительно-исторический метод для анализа эволюции китайской экспортной стратегии, структурно-функциональный подход для идентификации механизмов экономической дипломатии, статистический анализ грузопассажирских потоков [8].

Объектами исследования выбраны три проекта: железная дорога Китай–Лаос (1 035 км, запуск декабрь 2021 г.), магистраль Джакарта–Бандунг в Индонезии (142,3 км, октябрь 2023 г.), участок Таиланд–Лаос в рамках Трансазиатской сети (общая протяжённость планируемой сети — 3 500 км). Критериями отбора служили: использование китайских технических стандартов, финансирование через китайские институты развития, период

ввода в эксплуатацию не ранее 2020 г. Нами проанализированы показатели грузооборота, времени транспортировки, объёмов двусторонней торговли до и после запуска объектов.

Методологическая рамка основывается на концепции «инфраструктурной дипломатии» (infrastructure diplomacy), разработанной исследователями Китайского университета Гонконга (2022), где транспортные проекты рассматриваются как инструменты формирования долгосрочных экономических зависимостей [4]. Дополнительно использовалась модель оценки транспортной связности Евразийского банка развития, учитывающая параметры плотности сети, скорости сообщения и интероперабельности систем.

Количественные параметры трансформации транспортной связности

За три года эксплуатации (декабрь 2021 — декабрь 2024) железная дорога Китай–Лаос обеспечила перевозку 43 млн пассажиров и 48,3 млн тонн грузов. По расчётам Всемирного банка (2022), магистраль потенциально увеличит совокупный доход Лаоса на 21% в долгосрочной перспективе. Время в пути между Куньмином и Вьентьяном сократилось с 20 часов (автомобильное сообщение) до 10,5 часов, что повысило частоту грузовых отправок на 340% по маршруту Юго-Восточная Азия — Западный Китай [10].

Магистраль Джакарта–Бандунг демонстрирует иной эффект масштаба: при длине 142,3 км время поездки уменьшилось с 3,5 часов до 42 минут (сокращение на 80%). По оценке Института экономических исследований Индонезии (2024), формирование агломерации с населением 32 млн человек создаст 180 тыс. рабочих мест к 2030 г. Грузовой компонент проекта предусматривает интеграцию с портом Танджунг Приок — крупнейшим контейнерным терминалом архипелага (пропускная способность 13,5 млн TEU в год) [1].

Инвестиционные параметры китайских ВСЖ-проектов в рамках инициативы «Пояс и путь» составили 9,6 млрд долл. в 2024 г. Доля транспортного сектора в общих объёмах китайских зарубежных контрактов снизилась до 12% (минимум за период 2013–2024 гг.), что отражает переориентацию на энергетическую инфраструктуру, однако абсолютные показатели остаются значительными — около 15 млрд долл. ежегодно.

Механизмы экономической дипломатии

Технологическая интеграция реализуется через обязательное применение китайских строительных норм: на магистрали Китай–Лаос использована колея 1 435 мм (европейский стандарт), системы сигнализации CTCС-2 (Chinese Train Control System), подвижной состав CR200J производства CRRC Corporation. Аналогичные требования закреплены контрактами в Таиланде, где соглашение 2025 г. предписывает закупку 43 тыс. тонн рельсов китайского производства для участка Накхонратчасима — Нонгкхай стоимостью 341,4 млрд бат (10,2 млрд долл.) [9].

Финансовая архитектура проектов включает льготное кредитование: для железной дороги Китай–Лаос Экспортно-импортный банк Китая предоставил 70% стоимости (4,2 млрд долл. из 6 млрд) под 2,3% годовых на 35 лет.

Подобная схема создаёт долгосрочные обязательства стран-реципиентов, усиливая позиции Пекина в двусторонних переговорах [12]. Исследователи характеризуют данный механизм как «инфраструктурную ловушку» [3].

Первый экспортный контракт на ВСЖ-поезда для Европы подписан с Сербией в ноябре 2023 г.: пять составов стоимостью 54 млн евро для линии Венгрия–Сербия. Хотя объём незначителен относительно азиатских проектов, данная сделка открывает перспективы участия китайских компаний в модернизации железнодорожных систем Центральной Европы (потенциальный рынок 18 млрд евро до 2035 г.).

Пространственная реконфигурация транспортных коридоров

Реализация китайских ВСЖ-проектов формирует полицентрическую структуру евразийских маршрутов. Три из шести сухопутных направлений инициативы «Пояс и путь» проходят через различные регионы континента, создавая альтернативы традиционному транссибирскому коридору. Северный маршрут (Транссибирская магистраль — Казахстан — Западный Китай) в 2023–2024 гг. испытывал нагрузку вследствие роста грузопотоков на 22%, что стимулировало развитие Транскаспийского коридора через Казахстан–Азербайджан–Грузию (прирост объёмов 14% годовых) [13].

Строительство Трансазиатской железнодорожной сети с участием КНР, Лаоса, Таиланда и Малайзии к 2032 г. создаст непрерывный маршрут Куньмин — Сингапур протяжённостью 4 500 км [5]. Завершение проекта позволит Таиланду стать логистическим хабом Юго-Восточной Азии с пропускной способностью 45 млн тонн грузов ежегодно. Однако участок Накхонратчасима — Нонгкхай (357 км), утверждённый в феврале 2025 г., пока не имеет определённых источников финансирования [14].

Грузооборот между ЕАЭС и КНР за январь–октябрь 2023 г. вырос на 16%, что потребовало расширения пограничных переходов на Восточном полигоне РФ (планируемая пропускная способность 210 млн тонн к 2030 г.) [11]. Интеграция с Евразийским экономическим союзом развивается через сопряжение с инициативой «Пояс и путь»: соглашения предусматривают создание зоны свободной торговли, оптимизацию интермодальных перевозок, стандартизацию таможенных процедур.

Проведённое исследование выявило трансформационное воздействие модели «гаоте чуцзяо» на транспортную архитектуру Евразии через три механизма: технологическая интеграция (единые стандарты, зависимость от китайского оборудования), финансовая привязка (льготные кредиты с долгосрочными обязательствами), пространственная реконфигурация (формирование альтернативных маршрутов). Количественные показатели железных дорог Китай–Лаос и Джакарта–Бандунг демонстрируют двукратное–трёхкратное сокращение времени транспортировки при росте грузооборота на 340% [7].

Нами установлено, что китайская железнодорожная дипломатия создаёт технологическую зависимость стран-реципиентов от КНР через обязательное применение китайских систем сигнализации, подвижного состава,

строительных норм. Данная практика ограничивает возможности будущей диверсификации поставщиков и усиливает переговорные позиции Пекина в двусторонних отношениях. Финансовая архитектура проектов (70% стоимости через льготные кредиты) формирует долгосрочные обязательства, что подтверждает гипотезу об экономической дипломатии как инструменте политического влияния [15].

Пространственный эффект выражается в полицентрической структуре евразийских коридоров: наряду с традиционными маршрутами развиваются Транскаспийский и Трансазиатский направления с прогнозируемой пропускной способностью 45 млн тонн. Вместе с тем темпы реализации замедляются (доля транспорта в инвестициях «Пояса и пути» снизилась до 12% в 2024 г.), что отражает переориентацию китайской стратегии на энергетический сектор при сохранении значимости железнодорожных проектов для обеспечения связности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Belt and Road Economics: Opportunities and Risks of Transport Corridors. Washington, DC: World Bank, 2019. 186 p. DOI: 10.1596/978-1-4648-1451-0.
2. China's High-Speed Rail Development: Experience and Lessons for Other Countries. Washington, DC: World Bank, 2019. 142 p. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/933411559841476316/pdf/Chinas-High-Speed-Rail-Development.pdf> (дата обращения: 06.02.2026).
3. Feasibility Study for Jakarta–Bandung High-Speed Railway Project. Jakarta: Japan International Cooperation Agency (JICA), 2015. 214 p. URL: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12235404_01.pdf (дата обращения: 06.02.2026).
4. Jakarta–Bandung High-Speed Railway: One Year in Operation. Beijing: China Railway Group Limited (CREC), 2024. 32 p. URL: https://www.crecg.com/zgztywz/core_business/overseas_business/2025021110100978780/index.html (дата обращения: 06.02.2026).
5. Liu W., Dunford M. Inclusive globalization: unpacking China's Belt and Road Initiative // *Area Development and Policy*. 2016. Vol. 1, № 3. P. 323–340. DOI: 10.1080/23792949.2016.1232698.
6. Nedopil C. China Belt and Road Initiative (BRI) Investment Report 2024. Shanghai: Green Finance & Development Center at Fudan University; Brisbane: Griffith University, 2025. 89 p. URL: <https://greenfdc.org/china-belt-and-road-initiative-bri-investment-report-2024/> (дата обращения: 06.02.2026).
7. Noor E.M., Siregar R.M., Wijaya A. A Case Study of Jakarta–Bandung High Speed Railway: Economic Diplomacy and Strategic Partnership // *Journal of Indonesian Sustainable Society and Humanities*. 2024. Vol. 5, № 2. P. 112–129. DOI: 10.54366/jissh.v5i2.9155.

8. Vinokurov E. Transport Corridors, Belt and Road Initiative, Eurasian Economic Union: Interlinkages and Prospects // Transport Corridors in the Eurasian Continent. Singapore: Springer, 2023. P. 237–258. DOI: 10.1007/978-981-19-4332-4_13.
9. Wang J.J., Jin F., Dunford M., Song D. Spatial impacts of high-speed railways in China: a total travel time perspective // Environment and Planning A. 2013. Vol. 45, № 9. P. 2145–2166. DOI: 10.1068/a45289.
10. Григорьев Л.М., Сальников В.А. Инфраструктурная дипломатия Китая: от «железных дорог» к «цифровому поясу» // Проблемы прогнозирования. 2021. № 4 (189). С. 112–125. DOI: 10.34709/2311-5601-2021-4-112-125.
11. Евразийский банк развития. Транспортные проекты Евразии: обзор 2024. Алматы: ЕАБР, 2024. 64 с. URL: <https://eabr.org/ru/projects/transport-projects-observatory/> (дата обращения: 06.02.2026).
12. Панова Е.В. Китайская модель высокоскоростного железнодорожного транспорта: уроки для России // Вестник транспорта ПИЮРГ. 2023. Т. 18, № 3. С. 34–47. DOI: 10.26518/2311-1795-2023-18-3-34-47.
13. Решение Высшего Евразийского экономического совета от 24.12.2015 № 36 «О Соглашении о сотрудничестве между Евразийской экономической комиссией и Правительством Китайской Народной Республики по сопряжению строительства ЕАЭС и Экономического пояса Шелкового пути» // Собрание законодательства ЕАЭС. 2016. № 1. Ст. 3.
14. Сопряжение Евразийского экономического союза с инициативой «Экономический пояс Шелкового пути»: аналитический доклад. М.: Евразийский банк развития, 2023. 142 с. URL: <https://eabr.org/ru/publications/analiticheskie-doklady/> (дата обращения: 06.02.2026).
15. Транспортные коридоры Шелкового пути через территорию ЕАЭС: предварительные оценки пропускной способности и инвестиционных потребностей. Алматы: Евразийский банк развития, 2022. 87 с.

© Ван Цзюньбо, Куликова О.В., 2026

УДК 316.334.2

Малова А.С.¹, Хисамутдинова Э.Н.²

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт управления, экономики и финансов, г. Казань, Россия

² Научный руководитель, к.э.н. доцент кафедры экономической безопасности и налогообложения КФУ, г. Казань, Россия

ФЕНОМЕН «ТИХОГО УВОЛЬНЕНИЯ» В РОССИЙСКОМ ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ И РИСКИ СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНСТИТУТОВ

Аннотация. В статье рассматривается феномен «тихого увольнения» (quiet quitting) как новая форма трудового поведения, получившая распространение в

российском частном секторе в условиях постпандемийной трансформации рынка труда и институциональных изменений 2022–2026 гг. Автором обосновывается тезис о том, что «тихое увольнение» представляет собой рациональную адаптацию работников к структурным противоречиям между формальными институтами трудового законодательства и неформальными практиками управления человеческими ресурсами.

Ключевые слова: тихое увольнение, институциональная ловушка, рынок труда, трудовые отношения, человеческий капитал.

Феномен «тихого увольнения» (quiet quitting) в российском частном секторе представляет собой новую форму трудового поведения, получившую распространение в условиях постпандемийной трансформации рынка труда и институциональных изменений 2022–2026 годов. Некоторые исследователи считают, что, «этот феномен является следствием трансформации института труда. Первопричина «тихого ухода» кроется в корпоративной культуре современных предприятий, направленной на максимизацию использования трудовых ресурсов, при этом социальная ответственность за своих сотрудников сведена к минимуму. Пандемия является лишь катализатором, который подтолкнул многих работников переосмыслить свои приоритеты и отношение к трудовой деятельности, взвесив трудовой вклад и вознаграждение за него» [3].

В отличие от западного контекста, где данный феномен часто интерпретируется как реакция на профессиональное выгорание и стремление к ребалансировке работы и личной жизни, в российском частном секторе он приобретает специфические черты, обусловленные особенностями институциональной среды. «Тихое увольнение» в данном контексте выступает не столько проявлением индивидуальной трудовой демотивации, сколько рациональной адаптацией работников к структурным противоречиям между формальными институтами трудового законодательства и неформальными практиками управления человеческими ресурсами.

«Согласно глобальному исследованию Института Гэллапа, в 2022 г. только 23 % опрошенных сотрудников были вовлечены в рабочий процесс, считали свою работу значимой и чувствовали свою принадлежность к команде и организации. Абсолютное большинство же – 59% – относятся к категории «тихо увольняющихся» (quiet quitting), т. е. прилагают минимальные усилия для работы и, условно говоря, считают часы до конца рабочего дня» [2]. При этом, «без достижения максимального уровня вовлеченности сотрудников и их приверженности и лояльности компании-работодателю бизнес не может показывать устойчивые показатели роста и развития» [1].

Теоретической рамкой осмысления данного явления выступает институциональная экономическая теория в ее приложении к рынку труда, дополненная концепциями психологического контракта и социологии труда. Трудовые отношения при таком подходе рассматриваются как совокупность формальных институтов — трудового законодательства, коллективных договоров, должностных инструкций — и неформальных институтов,

включающих доверие, лояльность и взаимные ожидания сторон. «Тихое увольнение», понимаемое как стратегия, при которой сотрудник формально сохраняет занятость, но ограничивает трудовую активность исключительно рамками должностной инструкции, отказываясь от сверхурочных усилий, инициативы и эмоционального вовлечения, представляет собой форму оппортунистического поведения, возникающую при дисбалансе между воспринимаемыми обязательствами работодателя и работника.

Социально-экономические детерминанты распространения «тихого увольнения» в российском частном секторе могут быть сгруппированы в три блока: институциональные, организационно-управленческие и ценностно-мотивационные. Институциональные детерминанты связаны прежде всего с ловушкой «ненадежной занятости». Российский частный сектор характеризуется высокой долей гибких форм занятости, сопряженных с разрывом между формальным статусом и реальным режимом трудовых отношений. Значительная часть работников частного сектора сталкивается с практиками «серой» оплаты труда, задержками выплат, а также давлением в части увольнения «по собственному желанию» под угрозой сокращения премиальной части вознаграждения. С институциональной точки зрения здесь формируется устойчивая ловушка: работодатели, стремясь снизить издержки соблюдения трудового законодательства, создают режим дискреционной власти в отношении вознаграждения, тогда как работники, не имея возможности эффективной правовой защиты в силу высоких транзакционных издержек судебной защиты и риска потери репутации, переходят к стратегии минимизации усилий. В условиях высокой специфичности человеческого капитала и неполноты контрактов оппортунизм становится рациональной ответной стратегией.

Организационно-управленческие детерминанты связаны с деформацией систем мотивации и контроля. Цифровизация управления человеческими ресурсами в российских частных компаниях привела к парадоксальному эффекту: внедрение систем цифрового контроля — трекеров активности, автоматизированного учета рабочего времени, цифровых ключевых показателей эффективности — в сочетании с политикой экономии на обучении и размыванием карьерных траекторий создает условия для экзистенциальной неуверенности работника. Эмпирические данные показывают, что работники, воспринимающие контроль как недоверие, а систему вознаграждения как непрозрачную, снижают уровень дискреционных усилий, которые в организационной психологии обозначаются как организационно-гражданское поведение. Феномен «тихого увольнения» в данном контексте выступает как способ восстановления чувства справедливости: работник точно выполняет формальные обязанности, но отказывается от инновационной активности, наставничества и сверхурочной работы, не подлежащей точной тарификации.

Ценностно-мотивационные детерминанты определяются эрозией психологического контракта, понимаемого как система неформальных взаимных ожиданий между работником и работодателем. События 2022–2025

годов — кризисная волатильность, массовые сокращения в ряде отраслей, релокация — привели к разрушению установки на долгосрочную занятость. Согласно исследованию hh.ru, проведенному в 2025 году, более 60 процентов работников частного сектора не уверены в сохранении своего рабочего места в горизонте двух-трех лет. В этих условиях стратегия «тихого увольнения» становится способом снижения психологических издержек: работник сохраняет формальную занятость, но осуществляет психологическое отстранение, переориентируя ресурсы на поиск альтернативных источников дохода, развитие внешних компетенций или просто на сокращение эмоциональных инвестиций в работу.

Распространение «тихого увольнения» несет системные риски для институциональной среды, опосредующей трудовые отношения в российском частном секторе. Эти риски проявляются на трех уровнях: микроуровне отдельной фирмы, мезоуровне отрасли и рынка труда, а также макроуровне институциональной среды в целом. На микроуровне «тихое увольнение» приводит к деградации специфического человеческого капитала — знаний, навыков и неформальных сетей, значимых для конкретной организации. Отказ от инициативы и наставничества, следование буквальному, а не функциональному содержанию обязанностей означает прекращение кумулятивного накопления внутрифирменных компетенций. Для российского частного сектора, где инвестиции в обучение и развитие персонала традиционно ниже, чем в государственном секторе и крупных международных компаниях, это создает риск технологического отставания и снижения качества продукции и услуг. Одновременно с этим возникает эффект роста транзакционных издержек контроля и мониторинга. Институциональная реакция на распространение оппортунизма работников часто принимает форму ужесточения формального контроля: компании увеличивают инвестиции в системы мониторинга, расширяют штат контролеров, ужесточают регламентацию. Однако, как показывает теория агентских издержек, рост формального контроля при отсутствии доверия ведет к спиралевидному процессу: усиление контроля воспринимается работниками как подтверждение недоверия, что провоцирует дальнейшее снижение вовлеченности и рост имитационной активности. В результате транзакционные издержки — издержки измерения и издержки принуждения — растут без соответствующего прироста производительности.

На мезоуровне массовое распространение «тихого увольнения» способствует консервации сложившейся в российской экономике модели низкой производительности труда. Страны с высоким уровнем институционального доверия демонстрируют устойчивую положительную корреляцию между дискреционными усилиями работников и ростом производительности. В российской же практике ответом на снижение вовлеченности вместо институциональных изменений — пересмотра систем мотивации, расширения автономии работников — часто становится

экстенсивное наращивание контроля или ужесточение административного давления, что лишь усиливает оппортунизм и формирует порочный круг.

На макроуровне устойчивое распространение «тихого увольнения» как массовой практики ведет к размыванию нормативной базы трудовых отношений. Когда обе стороны — работодатель и работник — систематически нарушают неформальные обязательства, опираясь при этом на формальные права, формируется состояние институциональной аномии, то есть отсутствие разделяемых норм справедливости. Это снижает качество институтов в целом, поскольку формальные правила, закрепленные в Трудовом кодексе и локальных нормативных актах, перестают адекватно отражать реальные практики, а неформальные нормы приобретают деструктивный характер, закрепляя взаимное недоверие и оппортунистическое поведение как норму.

Таким образом, феномен «тихого увольнения» в российском частном секторе представляет собой системный индикатор дисфункциональности сложившихся институциональных соглашений. Его распространение детерминировано институциональными ловушками ненадежной занятости, деформацией психологического контракта и дисбалансом между контролем и доверием в системах управления человеческими ресурсами. Риски снижения качества институтов, связанные с этим феноменом, требуют не административно-карательных мер, а последовательной институциональной коррекции. Основными направлениями такой коррекции выступают, во-первых, трансформация модели управления человеческими ресурсами от парадигмы контроля к парадигме вовлечения через развитие внутренних коммуникаций, прозрачность карьерных и компенсационных траекторий; во-вторых, институционализация дискреционных премий путем закрепления в локальных нормативных актах четких и предсказуемых правил начисления переменной части вознаграждения, что позволяет снизить субъективизм работодателя; в-третьих, восстановление психологического контракта через развитие институтов наставничества, долгосрочных программ развития и практик, сигнализирующих о взаимных обязательствах работодателя перед работником; в-четвертых, адаптация трудового законодательства с учетом новых форм занятости и фактических трудовых отношений в правовом поле, что позволит снизить стимулы для оппортунизма обеих сторон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громова Н. В. Вовлеченность персонала — основной резерв повышения эффективности деятельности современных компаний // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2018. № 6 (102). С. 103–115.
2. Радько Е. Д. «Тихое увольнение» как новый тренд на рынке труда // Мир экономики и управления. — 2024. — Т. 24. — №. 1. — С. 5-15.
3. Филиппова, К.В. Феномены «тихого менеджмента» в условиях постпандемической реальности / К.В. Филиппова, И.Е. Козырская, О.В. Мироненко // Финансовые рынки и банки. — 2024. — № 4. — С. 110-113.

© Малова А.С., Хисамутдинова Э.Н., 2026

Бабушкин А.Ю.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

ТРАДИЦИОННЫЕ РОССИЙСКИЕ ЦЕННОСТИ КАК ОСНОВА РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Аннотация. Духовные ценности – это идеалы и убеждения, объединяющие разделяющих их людей в единую общность. В том случае, если у общества будут полностью единые духовные ценности, то это поспособствует уменьшения числа конфликтов в обществе и сохранению его единства. В этой связи целесообразно закрепить духовные ценности в нормативных правовых актах.

Ключевые слова: патриотизм, духовные ценности, семья, Конституция.

В процессе принятия поправок в Конституцию России в 2020 году некоторые духовные ценности нашли в ней отражение. Невзирая на то, что в 1 главе Конституции рассказывается о том, что Российская Федерация является светским государством, в 67 статье 3 главы говорится, что Россия «сохраняет память предков, передавших нам идеалы и веру в Бога». То есть, одними из важнейших для современного российского общества являются духовные ценности.

Согласно указу Президента России от 9 ноября 2022 года «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей» традиционными ценностями российского общества являются крепкая семья, патриотизм, гуманизм, милосердие, справедливость, высокие моральные идеалы, труд, историческая память. Сейчас вся политика государства направлена на сохранение и пропаганду традиционных ценностей российского народа.

При этом одной из важнейших ценностей является ценность суверенитета, то есть независимого развития нашего государства. В настоящее время Россия активно участвует в формировании многополярного мироустройства, в котором не будет существовать диктата одной сверхдержавы, и последовательно выступает за формирование более справедливого, основанного на принципах международного права, мироустройства.

С развитием информационных технологий появились и новые символы. Отечественные IT-платформы (например, «Госуслуги»), системы «Мир» (национальная платежная система) и блокировка иностранных социальных сетей стали восприниматься как символы технологической независимости. В публичном дискурсе утверждается образ России как страны, способной создавать собственные технологические экосистемы, несмотря на внешнее давление. Всё это гарантирует России цифровой суверенитет.

Ещё одной важной духовной ценностью России является крепкая семья. В Конституции рассказывается о том, что дети являются важнейшим приоритетом государственной политики. Государство обязуется создавать все условия, необходимые для сохранения и укрепления семьи. В этих целях у нас реализуется программа оказания материальной помощи семьям. Согласно федеральному закону от 28.02.2025 №24-ФЗ до конца 2030 года в России продлили программу материнского (семейного) капитала.

Сейчас в целях улучшения российской демографии государство выделяет финансовую помощь как при рождении второго, так и при рождении первого ребёнка. В настоящее время в общей сложности в рамках этой программы предусмотрена выплата 963 243 рублей, из них 728 921 при рождении первого ребёнка.

Реализация этой программы с 1 января 2007 года позволила нашему государству частично решить проблему низкой рождаемости. Ведь по состоянию на 2026 год численность населения нашей страны продолжает снижаться. Согласно статистике, средний коэффициент рождаемости у нас составляет 1,5 рождений на 1 женщину (Россия занимает в мировом рейтинге 163 место из 205 стран). Для сравнения: в Южной Корее коэффициент рождаемости – 0,84, а в Нигере – 6.89.

Для решения проблем с рождаемостью государство должно усиленно пропагандировать идеал крепкой многодетной семьи, подключая к этому все доступные средства массовой информации.

Ещё одной важной для нашего государства ценностью является ценность патриотизма. Воспитание патриотов начинается с школьной скамьи. В настоящее время каждый понедельник все школьники России участвуют в церемонии поднятия флага и пения гимна России. Существенно были переработаны под руководством помощника президента России В.Р.Мединского учебники по истории России; в них были расширены разделы о достижениях отечественной науки, культуры, спорта, которые раньше были представлены лишь фрагментарно. Сейчас большее внимание уделяется военно-патриотическому воспитанию подрастающего поколения, расширяется количество детских патриотических общественных организаций («Движение первых», «Юнармия» и др.)

Важнейшей духовной скрепой российского общества является ценность российской культуры. В целях её пропаганды расширяется количество средств массовой информации, демонстрирующих отечественное кино, музыку, литературу. Государство и общественные организации оказывают этому процессу значительную финансовую помощь. Например, финансовую помощь в ходе съёмок отечественных фильмов оказывает «Фонд кино».

В 1990-е годы российское государство не уделяло должного внимания развитию гражданственности и формированию ценностного единства нашей страны. Отчасти из-за этого в мировоззрении подрастающего поколения происходил разрыв со всей нашей прошлой историей, было меньше патриотизма. Сейчас в условиях продуманной государственной политики в

этом направлении мы наблюдаем рост любви к отечественной культуре и истории, расширение знаний среди молодёжи о наших героических страницах прошлого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации (с гимном России). – Москва, Проспект, 2021. – 64 с.
2. Указ Президента РФ от 9 ноября 2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей». [Электронный ресурс]. Режим доступа. – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405579061/>

© Бабушкин А.Ю., 2026

УДК 811.161.1'373.45

*Файзрахманова Л. А., Ульянова П.Е., Крылова В.И.
Ишимбайское СУВУ, г. Ишимбай, Россия*

АНГЛИЦИЗМЫ В МОЛОДЁЖНОМ ЖАРГОНЕ КАК ЧАСТЬ ВЛИЯНИЯ НА МОЛОДЁЖНУЮ КУЛЬТУРУ

Аннотация. В статье мы рассматриваем проблему проникновения англицизмов в речь современной молодёжи. Нами анализируются причины и механизмы заимствования английской лексики, классифицируются англицизмы по сферам общения и словообразовательным моделям. На основе наблюдений за речью учащихся мы составили словарь актуальной сленговой лексики. Особое внимание в работе уделяется социальной функции молодёжного сленга как маркера групповой идентичности.

Ключевые слова: молодёжный сленг, англицизмы, заимствование, словообразование, речевая культура

В повседневную речь русскоязычной молодёжи активно проникают заимствования из английского языка и их производные. Данный процесс вызывает закономерные вопросы: являются ли англицизмы необходимостью или данью моде? Какова их роль в формировании молодёжной культуры? Наше исследование направлено на выявление механизмов заимствования англицизмов в сленг современных школьников и молодёжи.

Цель работы – изучить механизмы заимствования англицизмов в молодёжный сленг и определить их роль в речевой культуре.

Задачи исследования: определить причины проникновения англицизмов в молодёжную речь; рассмотреть способы образования заимствований; классифицировать англицизмы по сферам общения; составить словарь

наиболее употребительных заимствований на основе наблюдений за речью молодёжи.

Актуальность исследования обусловлена усиливающимся влиянием английского языка на русскую речь в условиях глобализации и цифровизации общения. Мы стремимся осмыслить, является ли данный процесс естественным языковым развитием или следствием социально-идеологических факторов.

Объект исследования – лексика современной молодёжи, преимущественно слова английского происхождения, активно используемые в устной и письменной коммуникации.

Методы исследования: теоретические (анализ лингвистической литературы); социологические (беседа с респондентами, наблюдение за речью); описательные (классификация и систематизация материала).

2. Теоретические основы изучения англицизмов

К началу XXI века английский язык приобрёл статус языка международного общения. Открытость России мировому диалогу способствовала активному проникновению англицизмов в различные сферы: экономику, информационные технологии, культуру и повседневное общение.

Как отмечают исследователи (М.А. Брейтер, А.И. Дьяков, Л.П. Крысин), потребность в заимствованиях возникает в нескольких случаях: необходимость обозначения новых предметов и явлений, не имеющих аналогов в русском языке (*смартфон, планшет, интернет*); стремление к большей выразительности и эмоциональной окраске речи; ориентация на «престижность» иноязычной лексики, связанной с западным образом жизни.

В ходе беседы с обучающимися нашего учреждения мы установили, что основными мотивами использования англицизмов являются: следование моде, желание соответствовать «продвинутому» образу жизни, а также субъективное восприятие заимствованных слов как более ярких, компактных и точных по сравнению с русскими эквивалентами.

3. Классификация англицизмов в молодёжном сленге

На основе анализа теоретических источников и собранного нами материала мы выделили следующие группы заимствований:

1. Прямые заимствования – слова, переходящие в русский язык в неизменном виде и значении (*юзер* – пользователь, *мани* – деньги).

2. Экзотизмы – лексика, обозначающая реалии других культур, преимущественно в сфере питания (*наггетсы, стрипсы*).

3. Иноязычные вкрапления – междометия и восклицания, усиливающие экспрессивность речи (*вау, унс, о-май-гад*).

4. Жаргонизмы – слова, образованные от английских корней с использованием русских словообразовательных элементов (приставок, суффиксов, окончаний). Например: *кринжовый* (от *cringe*), *фоловер* (от *follow*), *рофлить* (от *ROFL*).

В зависимости от сферы употребления мы распределили англицизмы по следующим направлениям:

- межличностное общение в повседневной жизни (*чилить, кринж, краш, вайб*);
- спортивная лексика (*овертайм, офсайд, камбэк, драйв*);
- сфера моды и одежды (*оверсайз, лук, лонгслив, софт, гранж, вамп*);
- IT-сфера и компьютерные игры (*банить, лагать, скилл, нуб, лузе*).

Молодёжный сленг выполняет важную социальную функцию, выступая своеобразным «кодовым пропуском» в определённые группы. Так, в среде геймеров формируется своя иерархия: *геймеры, хакеры, юзеры, читеры*. В сфере моды активно используются термины: *софт, гранж, лук, вамп, оверсайз*.

4. Способы образования англицизмов

В ходе исследования мы выявили основные механизмы образования англицизмов в молодёжном сленге:

1. Фонетическая адаптация – заимствование слова с сохранением звуковой формы (*онлайн, компьютер, девайс, интернет, смартфон*).

2. Морфологическая адаптация – присоединение русских аффиксов:

- глагольные суффиксы *-ать, -ить, -ова-ть*: *юзать, банить, чилить, флексить, рофлить, агриться, донатить, постить, лайкать, шопиться, чатиться, форсить, шеймить*;
- суффиксы существительных *-ер, -щик, -к(а), -инг*: *блогер, геймер, стример, читер, скиллер, вписка, буллинг, шейминг, хайп*;
- суффиксы прилагательных *-ов-, -н-, -ичн-, -ск-*: *кринжовый, лаговый, токсичный, криповый, фейковый*.

3. Семантическая трансформация – изменение значения заимствованного слова в процессе его освоения русским языком:

- *cringe* (англ. «съёживаться, сжиматься от страха») → *кринж* (стыд, неловкость за другого);
- *crush* (англ. «раздавить, сокрушить») → *краш* (объект внезапной симпатии, тот, кто «разбил сердце»);
- *flex* (англ. «сгибать, напрягать мышцы») → *флексить* (хвастаться, демонстрировать свой статус или достаток);
- *lag* (англ. «отставание, запаздывание») → *лагать* (тормозить, работать с задержкой – о технике или даже о мышлении человека);
- *scam* (англ. «мошенничество, афера») → *скам* (обман, развод, особенно в интернете).

4. Калькирование – поморфемный перевод английских конструкций, при котором заимствуется не звуковая форма, а внутренняя структура слова или словосочетания:

- *пикми* (от *pick me* – «выбери меня») – человек, который пытается всем угодить, чтобы его заметили;
- *дединсайд* (от *dead inside* – «мёртвый внутри») – состояние эмоциональной опустошённости, депрессии;
- *рэдфлэг* (от *red flag* – «красный флаг») – тревожный сигнал, опасный признак в отношениях;

– *запшвар* (от *scum* – «пена, отбросы» или из тюремного жаргона *шквар* – «позор») – нечто постыдное, немодное.

Наиболее продуктивным мы считаем механизм морфологической адаптации. Именно благодаря русским суффиксам и окончаниям английские корни обретают способность склоняться, спрягаться и образовывать новые слова (*зафрендить, отфолловиться, хайпануть, забайтить*).

5. Словарь наиболее употребительных англицизмов

Нами представлен словарь, составленный на основе наблюдений за устной речью молодёжи и анализа интернет-коммуникации. Включены наиболее частотные лексические единицы, которые можно услышать в повседневном общении подростков, в социальных сетях, мессенджерах, игровых чатах и видеоблогах.

Проведённое исследование подтверждает комплексный характер причин заимствования англицизмов в молодёжной среде. Наряду с лингвистическими факторами (потребность в номинации новых явлений и экономия речевых средств), ключевую роль играют экстралингвистические причины, среди которых доминирующими выступают следование моде и стремление к идентификации с референтной группой.

Анализ механизмов словообразования показал, что наиболее продуктивным способом интеграции англицизмов является морфологическая адаптация, позволяющая иноязычным корням обрастать русскими аффиксами и органично встраиваться в грамматическую систему.

Классификация по сферам общения выявила четыре основные зоны активного функционирования заимствований (повседневное общение, спорт, мода и IT-дискурс), при этом абсолютное доминирование цифровой коммуникации подтверждает роль интернета как главного канала трансляции сленга. Результатом работы стал составленный на основе наблюдений словарь, включающий 80 наиболее употребительных лексических единиц, отражающих эмоционально-оценочную сферу, цифровые практики и межличностные отношения современной молодёжи.

Молодёжный сленг представляет собой динамичное языковое явление, чутко реагирующее на изменения в обществе. Процесс заимствования англицизмов является естественным и неизбежным следствием глобализации и цифровизации коммуникации. Сохранение культурной основы русского языка предполагает не полный отказ от заимствований, а осознанное, уместное и стилистически оправданное их использование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брейтер, М. А. Англицизмы в русском языке: история и перспективы / М. А. Брейтер. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета, 2017. – 156 с.

2. Дьяков, А. И. Причины интенсивного заимствования англицизмов в современном русском языке / А. И. Дьяков // Язык и культура. – 2019. – № 2 (46). – С. 45–52.
3. Крысин, Л. П. Иноязычные слова в современном русском языке / Л. П. Крысин. – М. : Наука, 2018. – 208 с.
4. Маринова, Е. В. Иноязычная лексика современного русского языка / Е. В. Маринова. – М. : Флинта, 2020. – 176 с.
5. Никитина, Т. Г. Словарь молодёжного сленга / Т. Г. Никитина. – М. : АСТ- Пресс, 2021. – 736 с.

© Файзрахманова Л.А., Ульянова П.Е., Крылова В.И., 2026

УДК 338.24:004.9

Карташова А.В., Шаталова Т.Н.

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва, г. Самара, Россия*

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ФИНАНСОВОЙ АНАЛИТИКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Аннотация. В статье исследуется трансформация инструментов финансовой аналитики в системе управления современным предприятием в условиях цифровизации экономики. Проведён анализ динамики российского рынка BI-систем (рост до 63,4 млрд руб. по итогам 2024 г.), ERP-решений (90 млрд руб. в 2023 г.) и CRM-платформ. Рассмотрены технологии предиктивной аналитики, искусственного интеллекта и машинного обучения как ключевые драйверы повышения эффективности финансового управления. Выявлены барьеры внедрения цифровых аналитических инструментов и предложены пути их преодоления для российских предприятий.

Ключевые слова: финансовая аналитика, управление предприятием, BI-системы, ERP, CRM, предиктивная аналитика, искусственный интеллект.

Современная экономическая среда предъявляет принципиально новые требования к системам управления предприятием: скорость принятия решений, точность прогнозов и прозрачность финансовых процессов превращаются из конкурентного преимущества в условие выживания. По данным Росстата, сальдированный финансовый результат российских организаций в 2023 г. достиг 33 306,3 млрд руб. - 135,2% к уровню 2022 г., однако при среднем сокращении убытков лишь 27% предприятий внедрили автоматизированные инструменты финансового анализа.

Цифровизация управленческих процессов выражается прежде всего в переходе от реактивного анализа прошлых данных к проактивному прогнозированию: инструменты Business Intelligence (BI), корпоративные

системы планирования ресурсов (ERP) и платформы управления эффективностью (CPM) формируют единый аналитический контур предприятия. За последние три года доля внедрений зарубежных BI-решений на российском рынке сократилась с 90% до 23%, а отечественных - выросла с 9% до 68%.

Цель настоящего исследования - систематизировать современные инструменты финансовой аналитики, используемые в системе управления предприятием, оценить их функциональные возможности и эффективность внедрения в условиях российской экономики 2022–2025 гг.

Классификация инструментов финансовой аналитики

Финансовая аналитика как функциональный элемент системы управления предприятием охватывает совокупность методов и программных средств, обеспечивающих сбор, обработку и интерпретацию финансово-экономической информации для поддержки управленческих решений. Першин Я. Р. и Будкина Е. С. (Финансовый университет при Правительстве РФ, 2024) определяют цифровизацию финансового менеджмента как «системный процесс имплементации цифровых технологий в механизм управления финансами организации, направленный на повышение эффективности финансовых решений, оптимизацию бизнес-процессов и максимизацию стоимости компании» [1].

BI-системы (Business Intelligence) обеспечивают консолидацию данных из гетерогенных источников, визуализацию ключевых показателей эффективности (KPI) и формирование управленческой отчетности в режиме реального времени. Российский рынок BI по итогам 2024 г. составил 63,4 млрд руб. (по оценкам TAdviser), прирост к 2023 г. - около 30% [6]. ERP-системы интегрируют финансовый учёт, бюджетирование, управление денежными потоками и консолидированную отчетность: объём российского рынка ERP в 2024 г. превысил 100 млрд руб. [9]. CPM-системы ориентированы на поддержку стратегического планирования, бюджетирования и сценарного анализа.

Предиктивная аналитика и искусственный интеллект в финансовом управлении

Предиктивная аналитика представляет собой комплекс методов статистики, машинного обучения и теории игр, использующих исторические и оперативные данные для прогнозирования будущих событий. По оценкам Research Nester (2025), мировой рынок предиктивной аналитики превысил 20,33 млрд долл. США и к 2035 г. достигнет 181,9 млрд долл., демонстрируя среднегодовой темп роста около 24,5%.

По итогам 2023 г. 94% опрошенных крупных российских компаний заявили о сокращении затрат после внедрения ИИ, 68% из них зафиксировали реальный финансовый эффект на EBITDA в размере до 5% [7]. Показательным примером служит мультиагентная система «AI финансовый аналитик» (AIFA) Сбербанка и AIRI: система распознаёт PDF-документы финансовой отчетности по МСФО и извлекает до 77 видов финансовых показателей за минуты - тогда как профессиональный аналитик тратит на аналогичную задачу 4–6 часов [10].

Российский рынок аналитических платформ: импортозамещение и новые игроки

С 2022 г. российский рынок корпоративной аналитики переживает структурную перестройку. Уход Power BI (Microsoft), Tableau (Salesforce) и Qlik создал «окно возможностей» для отечественных разработчиков: к 2024 г. сегмент self-service BI показывает ежегодный рост на 16–20%. Кушнер М. А. с соавт. (2025) провели сравнительный анализ восьми альтернативных BI-платформ: Visiology, Polymatica, Yandex DataLens, Luxms BI, FlyBI и других. Переход на альтернативные платформы обеспечивает экономию 20–40% совокупной стоимости владения на горизонте 3 лет [2].

Для крупных корпораций оптимальными признаны Visiology и Polymatica, обладающие развитым функционалом OLAP-анализа, встроенными коннекторами к 1C, SAP и Oracle, а также специализированными модулями финансового планирования. Средние предприятия эффективно используют Luxms BI и FlyBI, а малый бизнес - облачные сервисы Yandex DataLens или open-source Apache Superset [2].

Барьеры внедрения и пути их преодоления

По данным TAdviser, в 2024 г. только 29% российских организаций используют ERP-системы, из них 38% - отечественные. Кушнер с соавт. (2025) выделяют четыре ключевых барьера миграции на альтернативные BI-решения: отсутствие единого методологического подхода к выбору платформы; недостаточная изученность функционала российских систем; необходимость оценки совокупной стоимости владения; потребность в адаптации накопленных аналитических моделей под новую архитектуру [2].

Ключевым условием успешного развития финансово-аналитических инструментов является формирование культуры принятия решений на основе данных: 68% компаний не выстраивают систематического управления качеством данных, что снижает ценность даже самых современных аналитических инструментов [7]. Рецепт преодоления этого барьера - последовательное формирование data-driven culture: от стандартизации справочников и мастер-данных до создания центров компетенций по финансовой аналитике внутри предприятия.

Финансовая аналитика в системе управления предприятием прошла путь от таблиц Excel до интегрированных платформ, объединяющих BI, ERP и CRM с модулями предиктивного моделирования и искусственного интеллекта. Российский рынок BI-систем вырос с 45–50 млрд руб. в 2022 г. до 63,4 млрд руб. в 2024 г. и, по прогнозам, продолжит расти не менее чем на 30% в год [6].

Ключевыми условиями успешного внедрения современных финансово-аналитических инструментов являются: формирование data-driven culture, поэтапное внедрение с обязательными пилотными проектами, инвестиции в цифровые компетенции персонала и обеспечение качества исходных данных как фундамента любой аналитической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Першин Я. Р., Будкина Е. С. Цифровизация финансового менеджмента организации: интеграция технологий распределенного реестра и искусственного интеллекта в процессы управления финансами // Вестник евразийской науки. - 2024. - Т. 16. - № 6. - URL: <https://esj.today/PDF/105ECVN624.pdf> (дата обращения: 04.04.2026).
2. Кушнер М. А., Кушнер А. А., Кудрявцева О. В. Трансформация ландшафта ВІ-систем: переход к альтернативным платформам для решения задач финансового менеджмента // Финансовый менеджмент. - 2025. - № 10. - С. 576–583.
3. Гудзь С. С., Цуканова О. А. Рынок ВІ-технологий в России: анализ перехода на отечественное ПО // Бизнес-информатика. - 2025. - № 3. - С. 28–42. - DOI: 10.17323/2587-814X.2025.3.85.100.
4. Шалина Д. С., Степанова Н. Р. Система ВІ-аналитики как современный инструмент мониторинга реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник Алтайской академии экономики и права. - 2023. - № 10-1. - С. 132–139. - DOI: 10.17513/vaael.3002.
5. Малых С. Г., Синцова Е. А., Попова М. И., Черепица А. Д. Цифровая трансформация финансового контроля: инструменты, риски и возможности // Фундаментальные исследования. - 2024. - № 4. - С. 65–78. - DOI: 10.17513/fr.43594.
6. Navicon. Объём российского рынка ВІ вырос к концу 2024 года на 30% [Электронный ресурс] // CNews. - 2025. - URL: https://www.cnews.ru/news/line/2025-01-13_navicon_obem_rossijskogo_rynka (дата обращения: 03.04.2026).
7. Яков и партнёры, Яндекс. Компании оценили влияние искусственного интеллекта на финансовые показатели [Электронный ресурс] // ComNews. - 2023. - URL: <https://www.comnews.ru/content/230745/2023-12-18> (дата обращения: 03.04.2026).
8. Росстат. О финансовых результатах деятельности организаций в 2023 году [Электронный ресурс]. - 2024. - URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/32_06-03-2024.html (дата обращения: 04.04.2026).
9. НЦК ИСУ, компания «Т1». Рынок ERP в России в 2024 году может превысить 100 млрд руб. [Электронный ресурс] // CIO.ru. - 2024. - URL: <https://cio.osp.ru/news/281223> (дата обращения: 03.04.2026).
10. Сбербанк, AIRI. Сбербанк и AIRI представят финансового аналитика будущего [Электронный ресурс] // РИА Новости. - 2025. - URL: <https://ria.ru/20251117/ii-2055452473.html> (дата обращения: 04.04.2026).

© Карташова А.В., Шаталова Т. Н., 2026

Карташова А.В., Шаталова Т.Н.

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва, г. Самара, Россия*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы применения традиционных методов финансового анализа в условиях высокой экономической неопределённости, характерной для российской экономики в 2022–2025 гг. На основе данных Банка России и Министерства экономического развития РФ проведён анализ изменения ключевых финансовых показателей нефинансовых организаций. Обоснована необходимость интеграции сценарного анализа, стресс-тестирования и методов машинного обучения в практику финансового анализа предприятий. Предложены направления совершенствования методологии с учётом санкционного давления и волатильности денежно-кредитных условий.

Ключевые слова: финансовый анализ, экономическая неопределённость, сценарный анализ, стресс-тестирование, машинное обучение.

Начиная с февраля 2022 года в отношении российских компаний и финансовых институтов введено более 11 тысяч санкционных ограничений [1]. Одновременно ключевая ставка Банка России за 2024 год поднялась с 16% до 21% годовых [2], что кардинально изменило стоимость заёмного капитала и, как следствие, привычную интерпретацию коэффициентов финансового анализа. В этих условиях стандартные инструменты оценки - горизонтальный и вертикальный анализ отчётности, расчёт коэффициентов ликвидности и рентабельности - сохраняют диагностическую ценность, однако уже недостаточны для прогнозирования поведения предприятия в средне- и долгосрочной перспективе.

Данные ЦБ РФ за 2024 год фиксируют рост процентных выплат нефинансовых организаций на 59% - с 8 до 12,7 трлн рублей [3]. При этом сальдированный финансовый результат по сектору снизился на 6,9% г/г до 30,4 трлн рублей [4], а число убыточных компаний выросло в большинстве отраслей. Нарастающее расхождение между динамикой выручки и рентабельностью требует пересмотра методологической базы корпоративного финансового анализа.

Цель исследования - систематизировать ограничения традиционных методов финансового анализа в условиях экономической неопределённости и обосновать направления их совершенствования на основе интеграции

сценарного моделирования, стресс-тестирования и технологий обработки больших данных.

Характеристика условий экономической неопределённости в России (2022–2025 гг.)

Санкционный шок 2022 года носил системный характер: в отличие от точечных ограничений 2014–2021 гг., меры 2022 года затронули практически все отрасли через запрет экспорта и импорта конкретных товарных групп [5]. Снижение притока иностранной валюты создало устойчивое давление на курс рубля, а ужесточение денежно-кредитной политики (ДКП) изменило базовые параметры финансирования бизнеса. Совокупное воздействие этих факторов породило принципиально новую конфигурацию неопределённости - одновременно санкционной, валютной и процентной.

В 2024 году экономика России выросла на 4,3% ВВП [6], однако рост был сконцентрирован в ограниченном числе отраслей, прежде всего в ОПК и смежных секторах. Для большинства нефинансовых организаций картина оказалась иной: рентабельность активов снизилась с 5,8% до 4,6%, рентабельность собственного капитала - с 22,7% до 20,9%, норма чистой прибыли - с 7,6% до 4,7% [3]. По материалам АКРА, маржа чистой прибыли 50 крупнейших публичных компаний сократилась с 10% (2023) до 9,6% (2024) и до 8,4% в первом полугодии 2025 года [7].

Ограничения традиционных методов финансового анализа

Традиционные методы оценки финансового состояния - анализ бухгалтерского баланса и отчёта о финансовых результатах с использованием коэффициентов ликвидности, рентабельности, активности и финансового левериджа - исторически разрабатывались для условий относительной стабильности внешней среды [9]. Их ключевой изъян в условиях неопределённости состоит в ретроспективном характере: коэффициент текущей ликвидности, рассчитанный по балансу на дату отчётности, не отражает риск резкого изменения стоимости краткосрочных обязательств при скачке ключевой ставки.

В 2024 году рост процентных расходов нефинансовых организаций на 59% [3] при одновременном росте выручки лишь на 11,5% привёл к «ножницам рентабельности» - ситуации, при которой выручка растёт, а чистая прибыль падает (снижение на 12,4%) [3]. Традиционный анализ финансовых коэффициентов по отдельным отчётным периодам не позволяет заблаговременно идентифицировать подобный тренд, поскольку критическое изменение стоимости обслуживания долга проявляется с временным лагом - как правило, от двух до четырёх кварталов после повышения ключевой ставки.

Помимо временного лага, существенным ограничением является проблема нормативного сравнения. Пороговые значения коэффициентов (например, норматив текущей ликвидности $\geq 2,0$), заимствованные из западных учебников 1970–1980-х годов, не откалиброваны под российскую отраслевую специфику и санкционные условия. Атанов А. А. и Рудяков В. А. (2024) подчёркивают, что в современном VUCA-мире сами нормативные значения финансовых

показателей необходимо пересматривать не реже одного раза в год с учётом новых макроэкономических параметров [10].

Направления совершенствования методологии финансового анализа

Сценарный анализ как инструмент планирования в условиях неопределённости предполагает разработку трёх-четырёх альтернативных траекторий развития финансовых показателей предприятия - оптимистичного, базового, пессимистичного и стрессового сценариев [11]. В отличие от линейного прогноза, сценарный подход позволяет зафиксировать диапазон возможных состояний бизнеса и определить пороговые значения ключевых показателей, при достижении которых требуется пересмотр стратегии. При ключевой ставке 21% и среднем уровне долговой нагрузки компании теряли от 1,5 до 3 процентных пункта рентабельности активов ежеквартально.

Стресс-тестирование позволяет количественно оценить устойчивость предприятия к экстремальным, но реалистичным шокам. В 2024 году Банк России провёл надзорное стресс-тестирование 27 крупнейших банков методом bottom-up, проанализировав около 400 крупнейших корпоративных заёмщиков на основе их финансовой отчётности и моделей денежных потоков [2]. Результаты показали снижение достаточности капитала банков на 2,8 п. п. в стрессовом сценарии - до 9,6%, что остаётся выше минимального норматива, однако свидетельствует о значимой уязвимости.

Анализ чувствительности позволяет оценить, как изменение одного ключевого параметра - цены на сырьё, объёма продаж, курса валюты или процентной ставки - влияет на итоговые финансовые показатели [11]. Применительно к условиям 2022–2025 гг. этот метод особенно актуален для предприятий с высокой долей импортных комплектующих или экспортной выручки: девальвация рубля на 10% при прочих равных увеличивала себестоимость производства в отдельных отраслях на 4–7%, что соответствует полному «съеданию» операционной маржи для предприятий с рентабельностью по EBITDA ниже 8%.

Интеграция цифровых технологий в финансовый анализ

Использование технологий Big Data и методов машинного обучения радикально меняет возможности финансового прогнозирования. Аналитические модели, основанные на нейросетях, позволяют выявлять скрытые зависимости в больших массивах финансовых данных, ускорять обработку транзакций и усиливать точность оценки рисков [12]. В частности, нейросетевые модели типа LSTM превосходят традиционные статистические методы при прогнозировании цен на нефть, достигая среднеквадратичной ошибки 1,5 долл./барр. [13].

Интеграция традиционных финансовых коэффициентов с методами интеллектуального анализа данных формирует новую архитектуру корпоративного финансового мониторинга [12]. Предлагаемый подход предполагает четыре уровня анализа: ретроспективный (коэффициентный анализ), текущий (анализ денежных потоков в режиме реального времени), прогностический (сценарное моделирование и анализ чувствительности) и

стрессовый (стресс-тестирование по сценариям ухудшения ДКП, курса валюты и санкционной нагрузки).

Проведённый анализ показал, что экономическая неопределённость 2022–2025 годов качественно изменила требования к методологии финансового анализа предприятий. Падение нормы чистой прибыли нефинансового сектора с 7,6% до 4,7% за один год [3] при росте выручки на 11,5% - наглядное свидетельство того, что традиционные показатели рентабельности перестали отражать реальное финансовое состояние бизнеса в условиях высоких процентных ставок.

Совершенствование методов финансового анализа требует движения по трём взаимосвязанным направлениям: замены статического нормативного сравнения динамическим сценарным моделированием с ежеквартальной актуализацией параметров; внедрения обязательного стресс-тестирования для предприятий с долговой нагрузкой выше отраслевых медиан; поэтапной интеграции инструментов машинного обучения в корпоративные финансовые модели, начиная с прогнозирования денежных потоков и анализа чувствительности к изменению ключевой ставки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банкдело.ру. Денежно-кредитная политика Банка России в 2022–2026 гг. // Банковское дело. - 2023. - № 9. - С. 12–19. URL: <https://www.bankdelo.ru/expert-opinion/pub/9238> (дата обращения: 03.04.2026).
2. Банк России. Стресс-тестирование крупнейших банков в 2024 году / Годовой отчёт ЦБ РФ. - М.: Банк России, 2025. URL: <https://www.cbr.ru> (дата обращения: 03.04.2026).
3. Банк России. Статистика финансового состояния организаций нефинансового сектора (по состоянию на 01.01.2025). - М.: Банк России, 2025. URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/Non-financial_sector/Statistics_fin_condition/ (дата обращения: 03.04.2026).
4. Банк России. Обзор финансовой стабильности. IV квартал 2024 - I квартал 2025. - М.: Банк России, 2025. URL: https://www.cbr.ru/analytics/finstab/ofs/4q_2024_1q_2025/ (дата обращения: 03.04.2026).
5. Ореховский П. А. Влияние санкций на выручку российских компаний // Журнал экономической теории. - 2024. - Т. 21. - № 1. - С. 57–74.
6. Министерство экономического развития РФ. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2026 год и плановый период 2027–2028 годов. - М.: Минэкономразвития, 2025. URL: <https://economy.gov.ru> (дата обращения: 03.04.2026).
7. АКРА. Продолжающееся ухудшение показателей крупнейших публичных компаний // Коммерсантъ. - 20 ноября 2025. URL: <https://www.interfax.ru/business/1059166> (дата обращения: 03.04.2026).

8. Кротов М. В., Курова Т. С. Анализ финансового состояния предприятия по данным публичной отчётности // Вектор экономики. - 2025. - № 7. - С. 1–12.
9. Алей-Науки. Анализ методов оценки финансовой устойчивости предприятия. - 2024. URL: <https://alley-science.ru> (дата обращения: 03.04.2026).
10. Атанов А. А., Рудяков В. А. Применение концепции неопределённости в экономической теории: сущностный подход // Известия Байкальского государственного университета. - 2024. - Т. 34. - № 2. - С. 299–306. DOI: 10.17150/2500-2759.2024.34(2).299-306.
11. Банк России. Концепция надзорного стресс-тестирования банковского сектора. Консультационный доклад. - М.: Банк России, сентябрь 2025. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/181386/Consultation_Paper_17092025.pdf (дата обращения: 03.04.2026).
12. Яхшибоев Р. Э. Аналитика больших данных в финансовом секторе // Innovations in Science and Technologies. - 2025. - № 10. DOI: 10.5281/zenodo.17719627.
13. Абдулаева З. М., Мухтаров А. М. Применение искусственного интеллекта и больших данных в финансовом анализе нефтяной компании // Экономика и управление: проблемы, решения. - 2025. - Т. 3. - № 12.

© Карташова А. В., Шаталова Т. Н., 2026

УДК 343.346.8:004.738.5

Сычева В.Д., Мартыненко И.А.

Саратовская государственная юридическая академия, г. Саратов, Россия

РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И МЕССЕНДЖЕРОВ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ИДЕОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА И БЛОКИРОВКИ КОНТЕНТА

Аннотация. В статье исследуется механизм использования платформ социальных сетей и мессенджеров для распространения террористической идеологии. На основе официальных данных МВД России, Роскомнадзора и НАК за 2023–2025 годы выявлены инструменты вербовки онлайн, проанализированы правовые механизмы блокировки деструктивного контента и установлены ключевые проблемы мониторинга. Сформулированы направления совершенствования государственной политики в данной сфере.

Ключевые слова: террористическая идеология, социальные сети, мессенджеры, мониторинг контента, ст. 205.2 УК РФ.

Цифровое пространство превратилось в один из главных инструментов идеологической экспансии террористических структур. По данным МВД России, число зарегистрированных преступлений террористического характера за девять месяцев 2025 года составило 4 467, что на 75% превышает показатель аналогичного периода 2024 года (2 622 преступления) [1]. Треть всех

зарегистрированных преступлений экстремистской направленности составляют публичные призывы к экстремизму, совершённые в сети «Интернет» [2].

Предметом исследования выступают механизмы использования цифровых платформ для распространения террористической идеологии, а также действующая система мониторинга и блокировки деструктивного контента в Российской Федерации. Методологической основой послужили контент-анализ нормативных актов и официальной правоохранительной статистики, сравнительный анализ отечественного и международного опыта противодействия.

Механизмы использования цифровых платформ

Шпак А.А. (2024) установил, что Telegram стал основной площадкой для вербовки соучастников, обучения и формирования «спящих ячеек»: сквозное шифрование существенно затрудняет работу правоохранительных органов [3]. Мессенджер обеспечивает анонимную регистрацию и создание закрытых групп с неограниченным числом участников.

По данным ФСБ России, в 2025 году на территории Украины действовали от 120 до 150 кол-центров, задействованных для вовлечения граждан России в террористическую деятельность [4]. Специалист КФУ Арслан Мингалиев описал стандартную схему: первоначальный контакт под видом предложения работы с последующим постепенным воздействием на жертву [5]. В 2023 году Глобальный интернет-форум по противодействию терроризму (GIFCT) инициировал реагирование на более 175 террористических инцидентов или значимых онлайн-угроз [6].

Правовая база мониторинга и блокировки контента

Базовым инструментом противодействия служит ч. 2 ст. 205.2 УК РФ, устанавливающая ответственность за пропаганду терроризма с использованием информационно-телекоммуникационных сетей: санкция - лишение свободы от 5 до 7 лет [7]. В 2023 году по данной статье зарегистрировано 548 преступлений, что на 11,8% превысило показатель 2022 года [1].

Административный порядок блокировки закреплён в ст. 15.3 Федерального закона от 27.07.2006 № 149-ФЗ; внесудебная блокировка инициируется Генеральным прокурором РФ [8]. Стратегическую рамку определяет Указ Президента РФ от 28.12.2024 № 1124 «Об утверждении Стратегии противодействия экстремизму в Российской Федерации». В 2024 году Роскомнадзор удалил или заблокировал почти 800 тыс. веб-ресурсов, что на 19% больше показателя 2023 года.

Системные проблемы и направления совершенствования

Наиболее острой технической проблемой является сквозное шифрование: оно фактически исключает расшифровку частной переписки в Telegram и WhatsApp без содействия самих платформ [3]. В августе 2025 года РКН ввёл блокировку голосовых звонков в этих мессенджерах, затронув 34 региона с населением свыше 93 млн человек. Заблокированные каналы воссоздаются в течение нескольких часов, а VPN-сервисы позволяют обойти ограничения.

В технологическом плане необходимо масштабирование NLP-инструментов раннего обнаружения деструктивного контента. В правовом плане целесообразно ввести финансовую ответственность операторов мессенджеров за неисполнение предписаний об удалении материалов - по аналогии с Регламентом ЕС о цифровых услугах (DSA). В части международного взаимодействия - расширить обмен хеш-базами террористического контента с GIFCT и UNOCT.

Социальные сети и мессенджеры - прежде всего Telegram - выполняют три ключевые функции в механизме террористической экспансии: вербовку и радикализацию уязвимых групп, координацию преступных действий и пропаганду через медиаконтент [2]. Рост числа преступлений с 2 382 в 2023 году до 4 467 за девять месяцев 2025 года демонстрирует нарастание угрозы, прямо коррелирующей с вербовочной активностью в цифровом пространстве [1].

Системный ответ требует сочетания правового принуждения платформ, технологического мониторинга на основе ИИ, целенаправленной профилактики среди молодёжи и расширенного международного взаимодействия. Действующая система носит преимущественно реактивный характер, что требует её концептуального переосмысления в сторону превентивных мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МВД России. Статистика преступлений террористического характера за январь–сентябрь 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://мвд.рф> (дата обращения: 03.04.2026).
2. Распространение деструктивного контента в сети «Интернет»: результаты криминологического исследования // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2025. – № 2.
3. Шпак А.А. К вопросу о противодействии информационному терроризму (на примере мессенджера Telegram) // Сибирский юридический вестник. – 2024. – № 3 (106). – С. 88–94.
4. ФСБ России. О деятельности кол-центров на территории Украины по вовлечению граждан России в террористическую деятельность [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fsb.ru> (дата обращения: 03.04.2026).
5. Мингалиев А. Манипуляторы в Сети: как работают интернет-вербовщики // Tatarstan24. – 2025. – 5 мая [Электронный ресурс]. – URL: <https://tatarstan24.tv/news/10158> (дата обращения: 03.04.2026).
6. GIFCT Annual and Transparency Report 2023 [Electronic resource]. – Washington : GIFCT, 2024. – URL: <https://gifct.org/wp-content/uploads/2024/04/GIFCT-Annual-Report-2023.pdf> (accessed: 03.04.2026).
7. Уголовный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 13.06.1996 № 63-ФЗ. Ст. 205.2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://sudact.ru/law/uk-rf/> (дата обращения: 03.04.2026).

8. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ. Ст. 15.3 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zakonrf.info/doc-15964632/> (дата обращения: 03.04.2026).

© Сычева В.Д., Мартыненко И.А., 2026

УДК 656.2(470.23-25)(091)

Дуюнов Д.В., Придворев А.И.

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, г. Санкт-Петербург, Россия

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ОТРАСЛЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В КОНЦЕ XIX ВЕКА: СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. В статье рассматривается процесс формирования и развития железнодорожной инфраструктуры Санкт-Петербурга в период с 1880 по 1900 год - ключевого этапа в истории отечественного железнодорожного транспорта. На основе статистических данных и архивных источников прослеживается динамика расширения петербургского железнодорожного узла, анализируются роль столичных машиностроительных предприятий - Путиловского, Александровского и Невского заводов - в формировании паровозного парка страны, а также значение государственной политики выкупа частных дорог для консолидации транспортной системы. Проведённый анализ показал, что к 1900 году Санкт-Петербург превратился в крупнейший железнодорожный узел Европейской России с разветвлённой сетью магистралей и развитой производственной базой.

Ключевые слова: железные дороги, Санкт-Петербург, XIX век, железнодорожный узел, паровозостроение.

Конец XIX века стал временем радикальной трансформации транспортного облика России. Если в 1851 году общая протяжённость железных дорог страны составляла около 900 км, то к 1890 году она достигла 24 041 версты, а к 1900 году - свыше 50 тыс. км [1]. Именно в этот период Санкт-Петербург, выполнявший функции политической и промышленной столицы империи, превратился в главный транспортный узел страны, через который проходили ключевые магистральные маршруты в западном, южном и северном направлениях.

Исследование данного периода остаётся актуальным: современные историки транспорта (Д.А. Мачерет, Д.Ю. Левин, А.Б. Вульф) фиксируют прямую взаимосвязь между темпами железнодорожного строительства 1885–1914 годов и «большим экономическим рывком» России, который вывел страну в число лидеров мирового промышленного производства [2].

Цель статьи - реконструировать логику формирования петербургской железнодорожной инфраструктуры в 1880–1900-х годах, выявить ключевые факторы её развития и оценить место столицы в общероссийской транспортной системе. Источниковую базу составляют статистические материалы дореволюционных изданий, данные ресурса «Исторические материалы», а также научные публикации 2020–2025 годов.

Петербург как исходная точка российского железнодорожного строительства

Первая в России железная дорога общественного пользования открылась именно в Санкт-Петербурге - 30 октября 1837 года. Под руководством австрийского инженера Франца фон Герстнера был проложен путь протяжённостью 27 км, соединивший столицу с Царским Селом и Павловском; ширина колеи составляла 1829 мм [3]. Уже через 14 лет, в 1851 году, открылась Николаевская магистраль Санкт-Петербург - Москва - на тот момент самая длинная двухпутная дорога в мире, 645 км [4].

В 1853 году для соединения Николаевской и Варшавской линий в портовом Петербурге была построена Соединительная ветвь. Этот год принято считать датой рождения Санкт-Петербургского железнодорожного узла - второго по масштабу в России после Московского [5]. К началу 1880-х годов в узел входили уже четыре крупных вокзала: Витебский, Московский, Варшавский и Балтийский.

С 1868 по 1872 год открылось для движения 9,6 тыс. км железнодорожных линий - почти вдвое больше, чем за все предшествующие 30 лет [6]. К 1875 году протяжённость железных дорог России составляла 18 тыс. км. Для Петербурга принципиально важным в этот период стало появление Рыбинско-Бологовской ветки, давшей кратчайший доступ волжским товарам в столицу [7].

В 1885 году Александр III утвердил Общий устав российских железных дорог, введивший на всей сети прямое бесперегрузочное сообщение; это резко ускорило продвижение вагонопотоков и повысило значение Петербурга как распределительного центра [6]. В 1884 году на станции Саблино была введена первая в России установка механической централизации стрелок и сигналов - технология, впоследствии распространившаяся на всю сеть [8].

В 1880–1881 годах Путиловский завод ввёл в строй Портовую ветвь протяжённостью 16 км с выходом к Николаевской, Балтийской и Варшавской дорогам [9]. Тем самым крупнейший завод столицы напрямую интегрировался в железнодорожную сеть, что обеспечивало ему доступ к портовым причалам Финского залива.

Пять вокзалов - Витебский, Московский, Варшавский, Балтийский и Финляндский - функционировали как единый комплекс, связанный Соединительной ветвью, что позволяло перегонять подвижной состав без заезда в центр города [5]. В 1888 году на Путиловском заводе началось производство пассажирских вагонов; одновременно на Александровском заводе открылась первая в России лаборатория для испытания паровозов [8].

Петербургские заводы и паровозостроение 1890-х годов

В 1892–1893 годах при Путиловском заводе были построены паровозные мастерские; первый паровоз - четырёхосный «Компаунд» - вышел из цехов в 1894 году [10]. В течение 1890-х годов завод выпустил 673 паровоза; в 1896 году из 462 паровозов, построенных в Российской империи, 120 приходилось на Путиловский завод.

В 1897 году завод разработал пассажирский паровоз типа 2-2-0 серии Пп весом 58,1 т, развивавший скорость до 110 км/ч [10]. Всего по 1902 год было выпущено 121 машина этой серии. Параллельно Александровский завод создал паровоз серии Н для Николаевской дороги: тип 1-3-0 с диаметром колёс 1900 мм, способный водить поезда массой 1400 т со скоростью до 80 км/ч.

К 1900 году производство локомотивов в Российской империи впервые превысило тысячу единиц в год: было построено 1005 паровозов [10]. Петербургские предприятия - Путиловский, Александровский и Невский заводы - обеспечивали около 30% общеимперского паровозного производства.

Государственная политика и её влияние на петербургский узел

Ключевым институциональным фактором развития российских железных дорог в 1890-е годы стала деятельность Сергея Юльевича Витте. За короткий срок на посту министра путей сообщения он провёл реформу железнодорожных тарифов и ликвидировал скопления непереvezённых грузов [11]. На посту министра финансов (1892–1903) он реализовал программу выкупа частных дорог: государство приобрело около 15 тыс. км частного полотна и построило ещё около 27 тыс. км новых линий.

В 1893 году в государственную собственность перешли линии Главного общества российских железных дорог - Петербурго-Варшавская, Московско-Нижегородская и Николаевская [10]. Три из пяти магистралей, расходящихся от петербургского узла, оказались под единым управлением, что позволило синхронизировать расписания, тарифы и технические стандарты.

К 1900 году объём железнодорожного строительства за пятилетие 1895–1899 годов достиг рекордного показателя - 13 755 верст (2 751 верста в год), превзойдя все предыдущие и последующие пятилетние периоды [12]. В одном только 1899 году было проложено более 5 000 км новых линий - абсолютный рекорд отечественной железнодорожной истории [13].

Итоги развития к 1900 году

К концу XIX века Санкт-Петербург располагал пятью действующими железнодорожными вокзалами, формировавшими узел с суммарным пассажиропотоком в десятки миллионов поездок в год. Транспортная роль города подкреплялась мощной производственной базой: Путиловский завод (673 паровоза за 1890-е годы), Александровский (серии Н и их модификации) и Невский завод (серия А с 1896 года) [10].

Д.А. Мачерет обосновывает тезис о синергии институционального и транспортно-инфраструктурного развития как ключевого фактора «большого экономического рывка» 1885–1914 годов [2]. Петербург концентрировал в себе

обе составляющие этой синергии: государственные учреждения принимали стратегические решения, а заводы реализовывали их в металле.

Становление и развитие железнодорожной отрасли Санкт-Петербурга в конце XIX века прошло несколько чётких стадий: от экспериментального пригородного маршрута 1837 года до полноценного пятиузлового транспортного комплекса с развитой машиностроительной базой к 1900 году. Ключевую роль сыграли три взаимосвязанных фактора: государственная политика выкупа частных дорог, протекционизм в отношении отечественного машиностроения и управленческие реформы Министерства путей сообщения.

Петербургский железнодорожный узел занял особое место в этой системе: он одновременно выступал точкой входа западных технологий, центром производства отечественного подвижного состава и административным центром принятия ключевых решений о развитии всей сети. Этот исторический опыт сохраняет аналитическую ценность для понимания механизмов транспортной индустриализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железные артерии страны. Строительство ж/дорог в 1838–1917 гг. // Исторические материалы [Электронный ресурс]. – URL: <https://istmat.org/node/22061> (дата обращения: 01.04.2025).
2. Мачерет Д.А. Развитие железнодорожной сети и «большой экономический рывок» в России // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20. – № 5. – С. 12–27. – DOI: 10.30932/1992-3252-2022-20-5-12.
3. История железных дорог России // Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.prilib.ru/news/1300846> (дата обращения: 01.04.2025).
4. Вокзалы Петербурга: история и интересные факты // ExcursPb [Электронный ресурс]. – URL: <https://excurspb.ru/articles/kuda-shodit-v-spb-i-lo/vokzaly-peterburga/> (дата обращения: 01.04.2025).
5. Санкт-Петербургский железнодорожный узел // Википедия [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Санкт-Петербургский_железнодорожный_узел (дата обращения: 01.04.2025).
6. История железных дорог России. 1870–1880 // RollingStockWorld [Электронный ресурс]. – URL: <https://rollingstockworld.ru/lokomotivy/istoriya-zheleznyh-dorog-rossii-1870-1880/> (дата обращения: 01.04.2025).
7. Строительство Санкт-Петербурго-Московской железной дороги (1842–1851) // ИРГУПС [Электронный ресурс]. – URL: https://www.irgups.ru/jirbis2/images/Bibl_spiski/2022-SPb-Mos_ZhD.pdf (дата обращения: 01.04.2025).
8. История железных дорог России. 1881–1890 // RollingStockWorld [Электронный ресурс]. – URL: <https://rollingstockworld.ru/lokomotivy/istoriya-zheleznyh-dorog-rossii-1881-1890/> (дата обращения: 01.04.2025).

9. Путь длиной в полтора века. Путиловская ветка // ВКонтакте / Кировский завод [Электронный ресурс]. – URL: <https://vk.com/@kirovskyzavod-put-dlinoi-v-poltora-veka> (дата обращения: 01.04.2025).
10. История железных дорог России. 1891–1900 // RollingStockWorld [Электронный ресурс]. – URL: <https://rollingstockworld.ru/lokomotivy/istoriya-zheleznyh-dorog-rossii-1891-1900/> (дата обращения: 01.04.2025).
11. Кудрявич С.Б., Янцен А.В. Основные проекты преобразований С.Ю. Витте в сфере путей сообщения // Новизна. Эксперимент. Традиции. – 2023. – Т. 9. – № 2 (22). – С. 87–92.
12. В царской России было построено больше железных дорог, чем в СССР // Istmat.org [Электронный ресурс]. – URL: http://wiki.istmat.org/миф:строительство_железных_дорог (дата обращения: 01.04.2025).
13. Отечественное паровозо- и вагоностроение в 1890–1900 гг. // ОПЖТ [Электронный ресурс]. – URL: <https://opzt.ru/news/otechestvennoe-parovozo-i-vagonostroenie-v-1890-1900-gg-nekotorye-akcenty/> (дата обращения: 01.04.2025).
- © Дуюнов Д.В., Придворев А.И., 2026

УДК 334.7:352

Шигапов И.М.¹, Близкий Р.С.²

¹*Казанский кооперативный институт (филиал) АНОО ВО ЦС РФ
«Российского университета кооперации», г. Казань, Россия*

²*Государственный университет управления, г. Москва, Россия*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ И АНАЛИЗУ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

Аннотация. Статья посвящена разработке и апробации методических подходов к мониторингу и анализу динамики развития малого и среднего предпринимательства (МСП) в региональной экономике на примере Республики Татарстан. Предложена система комплексных показателей, включающих количественные (число субъектов МСП, занятость, оборот, доля в ВРП) и качественные (структурные сдвиги, инновационная активность, степень цифровизации) индикаторы развития. Применение многоуровневого подхода к мониторингу позволило выявить закономерности и тенденции развития МСП в Татарстане за период 2020–2025 годов. Научная новизна заключается в разработке адаптивной методики оценки качественного роста МСП с учётом региональной специфики.

Ключевые слова: мониторинг, малое и среднее предпринимательство, региональное развитие, Республика Татарстан, система показателей.

Малое и среднее предпринимательство выступает стратегическим ресурсом развития региональных экономик Российской Федерации. По состоянию на январь 2026 года количество субъектов МСП в России достигло 6,76 млн единиц, обеспечивая занятость почти 40% экономически активного населения и генерируя более 20% валового внутреннего продукта страны [1]. Республика Татарстан занимает лидирующую позицию среди регионов Приволжского федерального округа, на долю которой приходится 16% от совокупного числа МСП макрорегиона.

Большинство существующих методик оценки развития малого бизнеса опираются на традиционные статистические показатели, не учитывая качественные аспекты трансформации хозяйственной деятельности в условиях цифровизации экономики. Актуальность данного исследования определена необходимостью разработки комплексной системы мониторинга, которая позволит выявлять закономерности развития МСП и обоснованно разрабатывать меры государственной поддержки предпринимательства на региональном уровне.

Цель исследования — разработка и апробация методических подходов к мониторингу и анализу динамики развития малого бизнеса в региональной экономике, позволяющих комплексно оценить качественный и количественный рост данного сектора.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования выступают субъекты МСП в Республике Татарстан, определяемые в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ [2]. Временной интервал охватывает 2020–2025 годы, что позволяет проследить восстановительную динамику после кризиса пандемии и адаптацию бизнеса к условиям экономических санкций.

В исследовании применены: статистический анализ данных Единого реестра субъектов МСП [3]; экономико-математическое моделирование (множественная регрессия) для оценки влияния государственной поддержки; мониторинговый подход на основе методологии ЦБ РФ и рекомендаций GEM [4]; системный и факторный анализ структурных характеристик сектора.

Система показателей мониторинга развития МСП

Разработанная система мониторинга включает четыре группы показателей: количественные индикаторы, структурные характеристики, качественные параметры и макроэкономические взаимосвязи. Количественные показатели отражают абсолютные и относительные изменения числа субъектов МСП, в том числе число МСП на 10 тыс. человек населения — для межрегионального сопоставления [7].

Структурные индикаторы характеризуют распределение МСП по категориям (микро-, малые, средние), видам экономической деятельности и географическому расположению. Качественные показатели включают долю МСП в ВРП, долю экспортёров и индекс инновационной активности. Макроэкономические взаимосвязи оцениваются через занятость, налоговые

поступления и влияние государственной поддержки с применением моделей VAR.

Динамика развития МСП в Республике Татарстан (2020–2025)

За исследуемый период количество субъектов МСП в Республике Татарстан возросло с 173,9 тыс. единиц в начале 2020 года до 185,5 тыс. единиц к январю 2026 года — прирост составил 6,6% [1]. Динамика была неравномерной: в 2020 году произошло сокращение на 3,2% вследствие кризиса пандемии COVID-19; с 2021 года начался восстановительный процесс с темпами прироста 2,1–3,3% в год.

Доля МСП в валовом региональном продукте Татарстана увеличилась с 22,1% в 2023 году до 24,2% в 2025 году [2]. Объем государственных закупок у малого бизнеса в первом квартале 2025 года составил 172,52 млрд рублей, выведя республику на второе место в России по данному показателю.

Анализ структуры выявил устойчивую концентрацию предпринимателей в сфере услуг: розничная торговля (22–24%), грузоперевозки (12–14%), строительство (11–13%). Число самозанятых лиц возросло на 16% и составило 447 тыс. человек, демонстрируя значительную долю неформальной экономической активности.

Влияние государственной поддержки на динамику развития

Система государственной поддержки МСП в Республике Татарстан включает финансовые механизмы (льготное кредитование, микрофинансирование, прямые субсидии) и нефинансовые инструменты (консультационная помощь, обучение, развитие инфраструктуры). За 2025 год объем финансовой поддержки превысил 3,5 млрд рублей; процентные ставки для приоритетных отраслей варьировались от 1% до 9,5% [2].

Экономико-математический анализ выявил положительную корреляцию между объемом выделяемых средств и числом вновь создаваемых МСП: при увеличении поддержки на 1 млрд рублей число новых предприятий прирастало на 2,3–2,7 тыс. единиц в течение 2–3 месяцев. Предприятия, получившие дополнительно консультационную помощь, имеют коэффициент ликвидации на 35–40% ниже, что указывает на необходимость комплексного подхода к поддержке.

Обоснована необходимость применения системного многоуровневого подхода к мониторингу развития МСП на региональном уровне. Разработанная система показателей позволяет получить комплексное представление о динамике и тенденциях предпринимательской активности в Республике Татарстан.

Государственная финансовая поддержка оказывает заметное краткосрочное влияние на число создаваемых предприятий, однако долгосрочная устойчивость развития зависит от комплексного сочетания финансовых и нефинансовых мер поддержки. Предложенная методология мониторинга может быть адаптирована органами власти при разработке стратегий социально-экономического развития и оценке эффективности программ поддержки предпринимательства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Число субъектов МСП в России достигло 6,76 млн на конец 2025 года / Минэкономразвития России. – URL: https://economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_na_200_tysyach_uvelichilos_chislo_msp_po_sravneniyu_s_proshlym_godom.html (дата обращения: 25.01.2026).
2. Доклад о состоянии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации за 2019 – 1-е полугодие 2025 гг. / Минэкономразвития России. – Москва, 2025. – URL: <https://economy.gov.ru> (дата обращения: 25.01.2026).
3. Малое и среднее предпринимательство в России. 2024 : статистический сборник / Росстат. – Москва, 2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13223> (дата обращения: 25.01.2026).
4. Результаты мониторинга предприятий как индикаторы деловой активности в секторе МСП : аналитическая записка / А. Боровкова, О. Коряхова ; Банк России. – Москва, декабрь 2024. – URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/170387/analytic_note_20241212_gucfo.pdf (дата обращения: 25.01.2026).
5. Мониторинг предпринимательской активности. Россия 2023/2024 : национальный отчет / Высшая школа менеджмента СПбГУ. – СПб., 2024. – URL: https://gsom.spbu.ru/research/research_statistics/gem (дата обращения: 25.01.2026).
6. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства [Электронный ресурс] / ФНС России. – URL: <https://rmsp.nalog.ru/> (дата обращения: 25.01.2026).
7. В Татарстане растёт количество субъектов предпринимательства / Министерство экономики Республики Татарстан. – URL: <https://mert.tatarstan.ru/index.htm/news/2486292.htm> (дата обращения: 25.01.2026).
8. Глобальный мониторинг предпринимательства. Россия 2021/2022 : национальный отчет / Консорциум GEM. – URL: https://gsom.spbu.ru/images/1/1/otchet_2022_final_1.pdf (дата обращения: 25.01.2026).

© Шигапов И.М., Близкий Р.С., 2026

Левагин Н.Н., Рахмангулов А.Р.

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, г. Санкт-Петербург, Россия*

ПАВЛОВСКИЙ «ВОКСАЛ» КАК ПРООБРАЗ ВОКЗАЛЬНОГО РЕСТОРАНА В РОССИИ (1838–1917)

Аннотация. В статье рассматривается Павловский «воксал» - развлекательно-ресторанное заведение, открытое 23 мая 1838 года при конечной станции первой в России Царскосельской железной дороги. На основании анализа исторических источников и историографии прослеживается эволюция заведения от увеселительного парка-ресторана к концертному залу, выявляется его роль как институционального прообраза сети вокзальных ресторанов и буфетов Российской империи. К 1910 году по стране насчитывалось свыше 1 200 железнодорожных буфетов; прослеживается связь между моделью Павловского воксала и сложившейся системой привокзального питания вплоть до 1917 года.

Ключевые слова: Павловский воксал, вокзальный ресторан, Царскосельская железная дорога, история общественного питания, железнодорожный сервис.

Вопрос о том, где именно возник отечественный вокзальный ресторан как устойчивый тип общественного заведения, остаётся дискуссионным в отечественной историографии. Ряд исследователей связывают начало этой традиции с открытием Николаевской железной дороги (1851), однако проведённый анализ показывает, что организованное питание в рамках железнодорожной инфраструктуры появилось в России на 13 лет раньше - в 1838 году, с открытием «воксала» в Павловске.

Цель настоящей статьи - установить место Павловского воксала в генезисе вокзального ресторана как социально-культурного института. Хронологические рамки охватывают период с 1838 года - даты открытия заведения - до 1917 года, когда революционные преобразования прервали сложившуюся традицию привокзального общественного питания.

Источниковую базу образуют периодические издания XIX века («Северная пчела», 1838), свидетельства современников - письма Н.В. Кукольника М.И. Глинке (1838), путевые записки Т. Готье (1858), роман Ф.М. Достоевского «Идиот» (1869), а также обобщающие историко-культурные исследования Ю.Б. Демиденко, А.Б. Вульфова и материалы Музея железных дорог России.

«Воксал» как дореволюционный концепт питания и развлечений

До появления железных дорог слово «воксал» (от английского Vauxhall Gardens) обозначало увеселительный сад с концертными программами и угощением. В Лондоне Воксхолл-Гарденз просуществовал с середины XVII века до 1859 года, предлагая посетителям фейерверки, концерты, балы и

ресторанные услуги. По словарю В.И. Даля, «воксал» - «сборная палата, зала на гульбище, где обычно бывает музыка». В России первый подобный воксал открылся в Московском Нескучном саду в 1770-х годах; в 1780-х годах на Таганке заработал «Большой Воксал»; в 1790-х - заведение в Нарышкинском саду Санкт-Петербурга.

Таким образом, к 1836 году, когда было принято решение о строительстве Царскосельской железной дороги, «воксал» уже был устойчивым концептом, подразумевавшим синтез музыкального развлечения, ресторанного сервиса и пространства для светского общения. Именно этот концепт строители первой российской железной дороги перенесли на конечную станцию.

Открытие Павловского воксала и его ресторанная составляющая (1838)

Первая в Российской империи железная дорога строилась с мая 1836 года по инициативе австрийского инженера Франца Антона фон Герстнера. Движение на участке Санкт-Петербург - Царское Село открылось 30 октября 1837 года, а полный маршрут до Павловска заработал 22–23 мая 1838 года. Длина дороги составляла 25,5 версты (около 27 км), колея - 1 829 мм.

Перед Герстнером стояла коммерческая задача: убедить публику регулярно пользоваться новым видом транспорта. Выбранное решение - разместить на конечной станции в Павловске «здание для пристанища и удовольствия публики» - было принято ещё на этапе проектирования. 16 марта 1836 года Правление общества Царскосельской железной дороги объявило конкурс на проект «воксала с гостиницей». Победил архитектор Андрей Иванович Штакеншнейдер.

Здание воксала, открытое 23 мая 1838 года, являлось деревянным двухэтажным сооружением длиной 107 метров. Внутри располагались: ресторан с двумя буфетами, гостиница на 40 номеров (плюс 12 комнат для хозяина), бальный зал с хорами и фонтаном, бильярдные комнаты, два зимних сада, открытая галерея, а также эстрада для оркестра в примыкающем саду. Ресторан воксала с первых дней работал под управлением французского повара Жана Кулона, что соответствовало столичным стандартам высокой кухни. Н.В. Кукольник в открытом письме М.И. Глинке в «Северной пчеле» в мае 1838 года описывал «великолепную залу, уставленную столами и снабжённую двумя роскошными буфетами», отмечая: «Стол в воксале очень хорош».

Билет в вагоне I класса от Петербурга до Павловска стоил 1 рубль 65 копеек, что изначально ограничивало аудиторию воксала состоятельными слоями столичного общества. Для привлечения максимального потока пассажиров правление дороги проводило концерты бесплатно - расходы на музыку (около 4% бюджета дороги, по данным архивов Царскосельской железной дороги, исследованных А.Б. Вульфовой) окупались ростом продаж билетов на поезд и выручкой ресторана.

Эволюция модели: от ресторана к концертному залу (1838–1870-е)

Первоначально музыка выполняла сугубо фоновую функцию: оркестр на хорах сопровождал ресторанные трапезы. Осенью 1838 года здесь выступал цыганский хор Соколовского; в 1839 году прибыл симфонический оркестр под

управлением Йозефа Германа, совмещавшего в программах венские вальсы с произведениями Моцарта, Бетховена и Глинки.

Переломным стал 1856 год: правление дороги пригласило венского дирижёра и «короля вальсов» Иоганна Штрауса (сына) с годовым окладом 22–27 тысяч рублей - суммой, сопоставимой с бюджетом небольшого губернского города. Штраус поставил условием строительство отдельного концертного зала на 600 мест, категорически отказавшись выступать в ресторанном помещении. Именно это требование повлекло физическое и функциональное разделение ресторана и концертного зала - ключевой институциональный сдвиг в истории воксала.

В 1860–1861 годах здание воксала перестраивалось: ресторан был перенесён в правое крыло, центральный зал переоборудован под концертный на 1 000 (впоследствии - 3 000) зрителей. Ф.М. Достоевский в романе «Идиот» (1869) фиксирует двойственную социальную атмосферу Павловского воксала: «В Павловском воксале по будням публика собирается "избранное"... Оркестр, может быть, действительно лучший из наших садовых оркестров». Эта характеристика указывает, что к концу 1860-х ресторанная и концертная функции по-прежнему сосуществовали, но иерархия между ними уже изменилась.

Воксал как институциональный прообраз (1851–1917)

Чем был значим Павловский воксал для формирования системы вокзального питания на железных дорогах России? Прежде всего - самым фактом демонстрации коммерческой модели: ресторан при станции, привлекающий пассажиров и генерирующий выручку для железнодорожного общества. Когда в 1851 году открылась Николаевская железная дорога (Петербург - Москва), путь занимал около суток, а система питания пассажиров строилась уже на отработанных решениях: на крупных станциях открывались рестораны, на промежуточных - буфеты, разделённые по классам обслуживания (I, II и III класс).

Французский путешественник Теофиль Готье, проехавший по Николаевской дороге в 1858 году, описывал станционный ресторан: «Стол был накрыт роскошно - с серебряными приборами и хрусталём... Кроме щей, кухня была французской». Именно эта связка отечественной и французской кухни, восходящая к ресторану Жана Кулона в Павловске, стала стандартом вокзальных ресторанов I класса вплоть до 1917 года.

К 1910 году по сети железных дорог Российской империи функционировало свыше 1 200 железнодорожных буфетов. Персонал заблаговременно оповещался по телеграфу о числе прибывающих пассажиров, к их встрече накрывались длинные столы с горячими закусками. А.П. Чехов в рассказе «Толстый и тонкий» (1883) зафиксировал устойчивую норму: «Толстый только что пообедал на вокзале». Эта норма формировалась на протяжении четырёх десятилетий - начиная именно с павловской модели.

Существенным отличием вокзальных ресторанов от общегородских заведений была их встроенность в транспортную логистику. Остановки на

крупных станциях специально планировались продолжительными, чтобы пассажиры успевали полноценно пообедать. Вокзал превращался в многофункциональный центр: при нём действовали почта, медицинский пункт, книжный киоск, парикмахерская - по образцу, заложенному ещё в Павловском воксале (гостиница, ресторан, зимний сад, бильярд).

С 1891 года «Международное общество спальных вагонов и скорых европейских поездов» включало вагоны-рестораны в международные составы. На внутренних рейсах вагоны-рестораны появились только около 1910–1915 годов, поскольку считалось, что «пассажирам вполне хватает услуг станционных буфетов». Это убеждение само по себе свидетельствует о зрелости сети вокзального питания, выстроенной по модели, апробированной в Павловске.

До открытия Павловского воксала слово «воксал» / «фоксал» уже было в обиходе русского языка как обозначение места увеселений - у А.С. Пушкина («на гуляньях иль в воксалах лёгким зефиром летал»), у Н.В. Гоголя («Француз открыл новое заведение - какой-то воксал»). Однако именно благодаря павловскому прецеденту слово закрепилось за транспортной инфраструктурой: конечная станция одновременно была и железнодорожным зданием, и увеселительным заведением, и термин распространился на все пассажирские здания страны.

Переход «воксал» → «вокзал» отражает трансформацию самого института: развлечение постепенно уступило место сервису и транспортной функции.

Павловский воксал, открытый 23 мая 1838 года по проекту А.И. Штакеншнейдера при конечной станции Царскосельской железной дороги, является первым в России примером организованного ресторанного обслуживания в контексте железнодорожной инфраструктуры.

Модель воксала включала три взаимосвязанных элемента: ресторан с французской кухней (управление Ж. Кулона), концертно-развлекательное пространство и гостиницу. Именно эта триада впоследствии воспроизводилась - в редуцированной форме - в крупных вокзальных комплексах по всей стране.

Развитие воксала между 1838 и 1917 годами демонстрирует дивергенцию двух функций: музыкально-концертной (к 1856–1865 годам выдвинувшейся на первый план при Иоганне Штраусе) и ресторанно-сервисной (ставшей моделью для 1 200+ буфетов и ресторанов железнодорожной сети к 1910 году). Без коммерческой и институциональной апробации этой модели в Павловске система вокзального питания складывалась бы медленнее и, вероятно, пошла бы по иному пути - ближе к английскому образцу буфетов-кафетериев, а не к французской ресторанной традиции, которая характеризовала лучшие вокзальные заведения России вплоть до 1917 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вульфов А.Б. Отечественные железные дороги через призму истории страны // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. Вып. 4. С. 454–462.

2. Вульф А.Б. Повседневная жизнь российских железных дорог. М.: Молодая гвардия, 2007. 452 с.
3. Демиденко Ю.Б. Рестораны, трактиры, чайные: из истории общественного питания в Петербурге XVIII - начала XX века. М.: Центрполиграф, 2011. 328 с.
4. Кообар Г.А. Сервисная деятельность на Сибирской железной дороге в 1900–1913 гг.: качество и культура обслуживания: дис. ... канд. ист. наук. Омск: ОмГПУ, 2006. 201 с.
5. Культурная жизнь первой железной дороги в России / Музей Транспорта Москвы. 2022. URL: https://transport.mos.ru/mostrans/all_news/112537 (дата обращения: 05.04.2026).
6. Музей железных дорог России. Питание на железной дороге: история и факты. 2023. URL: <https://dzen.ru/a/ZUeTrezVDQD9AmNU> (дата обращения: 05.04.2026).
7. Павловский вокзал: интересные факты и архивные фото / Музей железных дорог России. 2024. URL: <https://dzen.ru/a/ZY2MZqSvuEWx8lOY> (дата обращения: 05.04.2026).
8. Павловский вокзал - первая филармония Российской империи: материалы Павловских чтений. СПб.: РГО, 2022. URL: <https://rgo.ru/activity/lecture-halls-list/shokalsk-lecture/pavlovskiy-vokzal-pervaya-filarmoniya-rossiyskoy-imperii/> (дата обращения: 05.04.2026).

© Левагин Н.Н., Рахмангулов А.Р., 2026

УДК 372.881.1.

Аксарова Э.А.

МОАУ СОШ № 88, г. Оренбург, Россия

ЭВОЛЮЦИЯ ИНОЯЗЫЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ: ОТ ДРЕВНЕЙ РУСИ ДО СОВРЕМЕННОСТИ

Аннотация. В статье в историческом контексте рассматривается обучение иностранным языкам в России. Проанализированы связанные с этим процессом психолого-педагогические исследования. Представлена авторская периодизация обучения иностранным языкам, основанная на произошедших в стране историко-политических и социально-экономических процессах. Охарактеризованы особенности обучения на каждом этапе.

Ключевые слова. Обучение, иностранные языки, иноязычное образование, исторический контекст, авторская периодизация, историко-политические и социально-экономические процессы, развитие методики.

После значительного перерыва в последние десятилетия в России возрос интерес к истории обучения иностранным языкам, что повлияло на расширение *языкового образования (ЯО)* [1, с. 33]. Чтобы выявить и охарактеризовать

периоды развития обучения иностранным языкам в нашей стране, проведем теоретический анализ научных исследований по данной проблеме.

Формирование иноязычного образования в нашей стране связано с важными историческими и социокультурными явлениями и событиями. Но в научных исследованиях советского и постсоветского времени нет единого подхода к изучению этого процесса и его единой периодизации. В разное время различные хронологические периоды обучения иностранным языкам, опираясь на те или иные основания, выделяли А.П.Булкин, И.А.Грузинская, О.А.Логинова, А.А.Миролюбов, С.М.Никонова, И.В.Рахманов, В.М.Седик, О.Н.Федорова, А.Н.Щукин и др. Приведем лишь некоторые примеры периодизаций, предложенных учеными, в 1930–2000-е гг.

И.А.Грузинская считала, что до создания в XIX в. языкознания как особой научной системы не могло существовать каких-либо концептуальных теорий относительно преподавания языков. Исследователь выделяет три периода: вербально-схоластический (XVII–XVIII вв.); реформ (с 1870-х гг. по начало XX в.); рационализации и научного обоснования методов преподавания (XX в.) [2, с.7].

В.М.Седик в диссертации (1951 г.) проанализировал цели и задачи преподавания иностранных языков в советской средней школе и охарактеризовал три периода, соотнесенных с пятилетками развития страны: первый – с 1923 по 1932 г., второй – с 1932 по 1944 г., третий – с 1944 г. [3, с. 20]

А.П.Булкин акцентирует внимание на историческом и социокультурном аспектах изучения иностранных языков. По мнению ученого, этот процесс неразрывно связан с развитием культуры страны, в нем можно выделить четыре исторических этапа. Первый – от Крещения Руси до реформ Петра I. К культуре относилось лишь то, что входило в сферу православной религии и церковнославянского языка. Поэтому потребность в изучении иностранного языка практически отсутствовала. Второй – от эпохи Петра I до Октябрьской революции 1917 г. В результате петровских реформ усилилось влияние Запада, резко изменилась культурная парадигма. Возникла потребность в людях, владеющих иностранными языками, их знание стало обязательным для представителей купеческого и дворянского сословия. Третий – Октябрьская революция и весь период СССР. Это этап самоизоляции страны, в течение которого «насаждалась пролетарская культура, ориентированная исключительно на ценности и интересы государства». Четвертый – постсоветский период, когда произошел «стремительный переход к открытому обществу» [4, с. 16].

А.Н.Щукин, основываясь на общественно-политическом критерии, определил два периода в развитии отечественной методики: дореволюционный (до 1917 г.) и послереволюционный (после 1917 г.). Изменения в целях и подходах, по мнению автора, зависят от социального заказа общества [5].

А.А.Миролюбов систематизировал опыт отечественной методики обучения иностранным языкам с 1860 г. до 1980-х гг. XX в., выделив шесть периодов,

применительно к каждому из которых рассматриваются цели и методы обучения, программы и учебники [6, с. 352].

Хотя приведенные примеры (а их можно было бы продолжить) показывают, что множественность и разнообразие подходов к периодизации становления и развития обучения иностранным языкам не способствуют ясному о ней представлению, с течением времени возникает потребность в ее очередном обновлении. Поэтому в настоящее время мы предлагаем *свою периодизацию обучения иностранным языкам в России*, основанную на историко-политических и социально-экономических событиях, произошедших в нашей стране:

I этап (первая половина IX–XX в.) включает подпериоды: 1) IX–XI вв.; 2) XII–XVII вв.; 3) XVIII – начало XX в. (до 1917 г.);

II этап (с 1917 по 1991 г.) – от установления советской власти до распада СССР;

III этап (с 1992 г. по настоящее время) – современный.

Вкратце охарактеризуем каждый этап.

I этап. IX–XI в. Приход первых христианских проповедников Кирилла и Мефодия в IX в. положил начало обучению иностранным языкам. Просветители основали первые школы, в которых, кроме других дисциплин, преподавались первые языки христианской церкви – греческий и латынь [7, с. 198].

При Ярославе Мудром (правил с 1016 по 1054 гг.) в 1030 г. открылась новгородская школа. При Владимире Мономахе (правил с 1113 по 1125 гг.) основана киевская дворцовая школа, создавались училища и работали учителя (греческого и латинского), которых князь одержал за счет казны.

Оживление дипломатических и торговых связей Новгорода, Полоцка, Пскова, Смоленска и других городов с купеческими гильдиями западной Европы обусловили потребность в знании латинского языка русскими посланниками и купцами. Первыми преподавателями стали иноземцы, которых называли «обрусевшими», а также русские, бывшие в плену у иностранцев или посетившие другие страны. Язык преподавался *методом погружения*: сначала изучалась фонетика, поскольку первый инструмент восприятия языка – это слух; потом – грамматика: учитель объяснял новые темы и объяснял языковые закономерности, проверял, как усвоили знания сильные ученики, а они помогали более слабым. Этот метод актуален до сих пор.

XII–XVII в. К XII в. греческий уступает место языкам тюркских степняков – сначала половцев, а затем татар. Проблема заимствований слов тюркского происхождения в русском языке в современной отечественной историографии раскрыта и решена наиболее полно (к примеру, в книгах Н.А. Баскакова «Русские фамилии тюркского происхождения» [8]; «Тюркская лексика в “Слове о полку Игореве”» [9]; в сборнике «Тюркизмы в языке и литературе русского народа в XI–XVI вв.» [10]). Современные исследователи отмечают, что в этот период было двуязычие, писали и читали и на русском, и на тюркском [11].

В XVII в. возрастает интерес к польскому языку, а постепенно в моду входит французский, оказавший значительное влияние на русскую литературу.

Уже тогда были востребованы учителя-носители языка, каждый из которых владел своей личной методикой, в то время как вопрос основ преподавания оставался достаточно разобщенным.

В это время в Москве создавались школы, где преподавание иностранных языков ориентировалось на европейские учебные заведения. Главенствовал *грамматико-переводной метод*. Грамматическим правилам (в отличие от фонетики и лексики) уделялось огромное внимание – их полагалось «зазубривать». Как и правила, ученики заучивали греческие и латинские тексты так, чтобы они буквально «отскакивали от зубов», а понимать их считалось необязательным. Нагруженные освоением теории дети должны были практиковаться самостоятельно, на что у них не оставалось времени.

Позже появился *лексико-переводной метод*: для тренировки учащиеся дословно переводили массивные тексты с латыни на родной язык и обратно. Слова считались основным элементом языка, а правила заучивались только как комментарии к тексту. В результате ученики понятия не имели, как грамматически устроен иностранный язык, но могли свободно читать и переводить.

XVIII – начало XX в. (до 1917 г.). Одним из первых учебных заведений, где россияне начали систематически обучать живым европейским языкам, стала школа пастора Глюка, открытая в Москве по личному распоряжению Петра I. Указ от 25 февраля 1705 г. устанавливал: «для общей всенародной пользы учинить в Москве школу... а в той школе бояр и окольничих, и думных, и ближних всякого служилого и купецкого чина людям детей их, которые своею охотою приходить в тое школу записываца станут, учить греческого, латинского, итальянского, французского, немецкого и иных разных языков и философской мудрости, а за то учение с тех учеников денежного и никакого и в его неволею взятия не будет» [12, с.532]. Обучение было бесплатным и доступным представителям всех сословий; обязательными для изучения являлись немецкий, французский и латынь.

В середине XVII в. в Москве появились школы, организованные как европейские учебные заведения, где можно было получить как светское образование, так и богословское. Данный период ознаменовался существенными переменами в методиках преподавания: педагоги отказались от *буквослагательного способа обучения* грамоте и начали использовать *звуковой метод*. Ранее числа обозначали буквами кириллицы, теперь стали пользоваться арабскими цифрами. В букварях появились связные тексты, для учащихся издавались азбуковники – толковые словари.

В начале XVIII в. иностранные языки стали обязательными дисциплинами в общеобразовательных школах и гимназиях, школьники учили их с самого детства. Сперва ученики заучивали слова без контекста, учились писать и читать, затем осваивали грамматику и переводили тексты – обучение по-прежнему оставалось преимущественно письменным и не способствовало свободному говорению.

После Петровской эпохи среднее образование для аристократов долгое время было преимущественно домашним. Детей обучали гувернеры (немцы, англичане, французы), часто плохо образованные. В 1769 г. в журнале «Трутень» Н.И.Новиков резко обращается к родителям: «Поручайте немедленно будущую подпору государства сим побродягам и думайте, что вы исполнили долг родительский, когда наняли в учителя французов, не узнав прежде ни звания их, ни поведения» [13, с. 252]. Но фактически любой иностранец мог получить место в приличном русском семействе, поэтому домашними учителями становились люди, которые на родине были, например, портными, поварами, модистками. Несмотря на это, общаясь с ними, дворянские дети погружались в языковую среду и быстро перенимали беглую речь. Такой метод освоения языков позже назовут *«прямым»*, или *«методом гувернантки»*.

В годы правления Петра Первого учили в основном немецкий, при императрице Елизавете Петровне приобрел популярность французский, дворяне начали использовать его в быту и постепенно почти забыли родной русский. Только после наполеоновских войн интерес к французскому начал постепенно снижаться. Позже этому способствовал Николай I (правил с 1825 по 1855 г.), переведя государственное делопроизводство с французского языка на русский.

В конце XIX в. на первый план в обучении иностранным языкам вышла устная практика, а теория и грамматика перестали играть самую важную роль. Дословными переводами текстов и вовсе перестали заниматься. С конца XIX до начала XX в. изучались преимущественно «мертвые» языки (т.е. переставшие служить средством живого общения, известные лишь по письменным памятникам, но используемые в науке, культуре, религии), такие как латынь, древнегреческий; из разговорных преобладали немецкий и французский.

В 1900-е гг. оставались нерешенными основные методические проблемы: низкий уровень подготовки учителей, слабое владение навыками преподавания, преобладание изучения латыни. Главным в обучении иностранному языку было не освоение свободной устной разговорной речи, а чтение и перевод классической литературы и научных произведений, работа со словарем.

II период (с 1917 г. по 1991 г.) – от установления советской власти до распада СССР. Проблема преподавания иностранных языков после революции решалась с большим трудом, возникали противоречия. Так, в первые 2–3 года по предписанию Петроградского Наркомпроса языки включались в учебный план, а по решению Наркомпроса Москвы школам предоставлялась полная самостоятельность в подборе учебных предметов. С 1921 г. положение ухудшилось, потому что Наркомпрос РСФСР, установив первый перечень предметов для школ, не давал никаких указаний относительно иностранного языка.

Но постепенно ситуация изменилась. В 1927 г. в СССР началась кампания под лозунгом «Иностранные языки – в массы». В стране появились разнообразные кружки и курсы. Наркомпрос РСФСР в 1929 г. принял решение о создании методических объединений при областных отделах народного

образования, на которые возлагалась организация методической работы и повышение квалификации учителей иностранного языка. Выходят постановления об усилении изучения иностранных языков в техникумах и вузах. Стали создаваться учебные заведения с уклонами на различные предметы, в том числе на иностранные языки, изучению которых отводилось 35 часов в неделю (до этого в школах на их изучение отводилось только 2 – 3 часа в неделю). Немецкий преподавали примерно в 70% учебных заведений, в остальных – английский и французский (пользовался спросом «Учебник французского» А.Фриденберга для трудовых школ, содержащий задания по чтению и переводу языковых материалов, пояснения, вопросы по тексту и ответы). Но система обучения была разработана таким образом, что человек учился только читать, общаться на бытовом уровне с носителями языка ему было трудно [14, с. 187].

В 1930-е гг. активно изучаются немецкий и английский. В конце 1934 г. вышел в свет первый номер журнала «Иностранные языки в школе». Популярными в те годы были следующие учебные издания: З.М.Цветковой, Г.И.Ноткиной, А.Г.Милашевской «Как научиться читать по-английски»; И.М.Егоровой, Н.В.Стражаковской «ENGLISH. Учебник английского языка для средней школы. IV»; К.М.Погодилова, И.В.Рахманова «Учебник для 10-го класса средней школы по немецкому языку»; Э.Г.Иогансон-Гегеля «Учебник немецкого языка для 5–7 класса средней школы. В 2-х частях», Л.Р.Зиндера и Т.В.Сокольской «Научная грамматика немецкого языка. Учебник для институтов» и др. В обучении иностранным языкам интенсивно применяется метод проектов [15, с. 12–16].

С 1940 г. иностранные языки вошли в школьную программу, стали обязательными для изучения, но уроки сводились к чтению и зазубриванию текстов. Популярны были учебники Е.В.Белова, Ю.Б.Борисова, Ю.Годлинника, О.С.Ханова, З.М.Цветковой и др.

В 1950–60-е гг. вопрос обучения иностранным языкам актуализировался. Под влиянием исследований П.Я.Гальперина, А.Н.Леонтьева [16, с. 24; 17, с. 24], касающихся развития психики детей, изменились цели преподавания иностранных языков. Рассматривалось обучение с раннего возраста, углубленное изучение (см., например, учебник З.М.Цветковой «English. Учебник английского языка для 5 класса», 1963), большое внимание уделялось наглядности.

Было очевидно, что одного только перевода недостаточно для полного овладения иностранным языком, поэтому стал активно развиваться и модифицироваться *смешанный метод*, появившийся в 1930-гг. как альтернатива грамматико-переводному и прямому. Сторонники такой методической позиции (Ф.Аронштейн, А.Болен, Ф.Клоссе, Э.Отто, П.Хэгболдт и др.) считали, что чтение как рецептивный вид речевой деятельности должно занимать ведущее место и развиваться на основе устной речи. Ведущим становится *сравнительно-практический метод* (разработан В.Б.Беляевым в 1965 г.), в соответствии с которым «дозирующим орудием» в обучении

является речевая практика, а речевая информация предоставляется до начала практической части, т.е. сначала дается грамматика, а потом производится переход к практической части. Этот метод кардинальным образом отличается от *метода грамматики*, когда в первую очередь изучаются грамматические правила, а затем они применяются в процессе перевода предложения с изучаемого языка на родной. Также большое внимание уделялось аудиовизуальным средствам, языку звука и методам программирования.

Важным событием стали реформы, продиктованные постановлением Совета Министров СССР «Об изучении иностранных языков в стране» (1961) [18, с. 149]. В соответствии с ним органам народного образования предлагалось: увеличить количество вузов, готовящих кадры учителей иностранных языков; провести деление классов, состоящих из более чем 25 учащихся, на группы во время уроков иностранного языка; открывать по желанию родителей и за их счет группы по изучению иностранных языков в детских садах и начальных классах; расширять число школ с преподаванием ряда предметов на иностранном языке, доведя их число до 700 по стране. Кабинеты для занятий оснастили языковыми и наглядными пособиями; уровень владения иностранными языками повысился; популярным стал не немецкий, а английский

Однако в Советском Союзе из-за «железного занавеса» не было возможности изучать язык в процессе общения с его носителями, отсутствовало понимание языковой среды и речевой обстановки.

III период (с 1991 г. по настоящее время). После распада Советского Союза возрос интерес к изучению иностранных языков, так как стало больше возможностей для обучения и работы за рубежом; активизировалось международное сотрудничество; потребовались специалисты со знанием языков новым российским коммерческим организациям; участились туристические поездки – требовалось знание хотя бы разговорной речи. Начали развиваться гимназии, лицеи с уклоном обучения на иностранном языке, языковые центры, онлайн-обучение и др. Появились методики, ориентирующие на диалогическое восприятие и воспроизведение текста; обучающиеся стали активными участниками процесса говорения, а учитель выполнял роль координатора или наставника.

Один из популярных в те годы методов – *инсценирование ситуации общения*, на нем основан востребованный учебник М.А.Давыдовой «Деятельностная методика обучения иностранным языкам» (1990). Данная технология представляет собой научный подход к учебной программе. Содержание изучения языка определяется достижениями лингвистики, психологии и психологической лингвистики. Критерием становления техники чтения является повышенный порог автоматизации самого умения. При этом скорость чтения зависит от степени подготовленности учащегося, цели процесса, многоуровневости текста, скорости чтения на родном языке. Упражнения по чтению включают специальные задания для улучшения кратковременной памяти, снижения напряжения глаз, регресса движений,

расширения области чтения. Например, словарный запас и грамматические упражнения играют важную роль в изучении второго иностранного языка. При этом умение читать на иностранном языке развивается более успешно, когда слуховой образ слова напрямую подкрепляется его графическим изображением.

В XXI в. методика обучения иностранным языкам стала разнообразнее, используются новые методы, например, *кейс-стади* – интерактивное обучение с внедрением в языковую ситуацию с целью формирования коммуникативных и социокультурных знаний учащихся [19, с. 39]; *аудио-лингвальный*, основанный на многократном прослушивании и повторении слов и фраз: заучив наизусть какую-либо фразу и набор слов, ученик затем строит фразы по аналогии (данный метод предполагает 85% практики). Учебники, например, «English for Everyone» (серия визуальных пособий по английскому языку Р.Хардинг), позволяют изучать грамматику, чтение, говорение, аудирование, лексику.

Сегодня к особенностям обучения иностранным языкам также относятся следующие: современные методики учитывают индивидуальные особенности учащихся; цифровизация обеспечила широкий доступ к языковой информации, выбору форм и методов говорения, аудирования, чтения, перевода, письма, учебников; появилась возможность изучать иностранные языки, начиная с раннего детского возраста, продолжить обучение в учебных заведениях, а затем учиться самостоятельно в течение всей жизни, то есть заниматься этим непрерывно.

Таким образом, обучение иностранному языку в России, пройдя долгий исторический путь, стало процессом формирования у учащихся способности эффективно участвовать в реальной межкультурной коммуникации, приобщения к культуре его носителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богачева И.В., Радионова Е.А. Теоретические основы и содержание понятия «языковое образование»// Актуальные проблемы экономики, социологии и права. 2019. № 2. С. 33–35.
2. Грузинская И.А. Методика преподавания английского: учебное пособие. М., 1947. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vk.com/wall-193931436_114.
3. Седик В.М. Цель и задачи преподавания иностранных языков в советской средней школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1951. 20 с.
4. Булкин А.П. Изучение иностранных языков в России (социокультурные аспекты) // Иностранные языки в школе. 1998. № 3. С. 16 – 20.
5. Щукин А.Н. Обучение иностранным языкам: теория и практика: учеб. пособие. 3-е изд. М., 2007. 480 с.
6. Миролюбов А.А. История отечественной методики обучения иностранным языкам. М., 2002. С. 352. 448 с.

7. Солопов А.И. Круглый стол История русского языка и греко-латинская словесность в России // Вестник Московского университета. Серия 9: Филология. 2008. № 3. С. 198–211.
8. Баскаков Н.А. Русские фамилии тюркского происхождения. М., 1979. 203 с.
9. Баскаков Н.А. Тюркская лексика в «Слове о полку Игореве»/ Отв. ред. А.Н.Кононов. М., 1985 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vk.com/wall-3073135_263923?ysclid=lue987xwj953674251.
10. Тюркизмы в языке и литературе русского народа в XI–XVI вв. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [pandia.ru>text/77/275/19706.php](http://pandia.ru/text/77/275/19706.php)
11. Носовский В. Г. Двужычие на Руси. Т. 1 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://pub.wikireading.ru/hFrun0HzDZ>
12. Князьков С. А. Из прошлого Русской земли. Время Петра Великого. М., 1991. С. 532.
13. Шахторина Д. М. Образ гувернера в XVIII–XIX вв. // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77. С. 252 – 254.
14. Шпаковский Ю.Г. Французский язык в Российской империи // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. 2021. № 1. С. 187–193.
15. Багрова А.Я. Проектный метод в обучении иностранным языкам // Вестник Московской международной академии. 2015. № 1. С. 12–16.
16. Гальперин П.Я. Текст о доктрине интериоризма // Психологические вопросы. 1966. № 6. С. 56 – 59.
17. Леонтьев А.А. Психологические предпосылки к раннему изучению иностранного языка // Школа иностранного языка. 1985. № 5. С. 24–26.
18. Сирош Н.В. Реформы А.Н.Косыгина: анализ и оценка с точки зрения современных экономических реформ // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Экономика и управление. 2013. № 1. С. 149–155.
19. Гайрбекова К.Ю. Игровые интерактивные технологии как средство обучения РКИ // Рефлексия. 2018. № 5. С. 39 – 43.

©Аксарова Э.Р., 2026

УДК 791.43-252

Панина Е.Н., Романов А.В.

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики, г. Самара, Российская Федерация*

«КАРМЕН САНДИЕГО» ОТ NETFLIX: ПЕРЕВОД КУЛЬТУРЫ И ЯЗЫКА В ГЛОБАЛИЗИРОВАННОМ МИРЕ

Аннотация. Исследование посвящено лингвокультурологическому анализу локализации мультсериала «Кармен Сандiego» (2019–2021) для русскоязычной аудитории. Работа выявляет закономерности трансформации культурных кодов при переводе с английского на русский язык, систематизирует потери

лингвокультурной информации и сравнивает результаты с данными аналогичных исследований других анимационных проектов. Установлено, что 85% культурных отсылок утрачено, что превышает аналогичные показатели других анимационных проектов («Шрек» - 57%, «Мадагаскар» - 65%). Сделан вывод о доминировании стратегии опущения (45%) как специфической черты «нетфликсификации» при дублировании образовательного контента.

Ключевые слова: лингвокультурология, аудиовизуальный перевод, локализация, культурные коды, Netflix.

Лингвокультурологические аспекты перевода анимационного контента в русскоязычном научном пространстве изучены фрагментарно. В исследовании «Лингвокультурологические и семантические особенности локализации мультфильма "Шрек"» выявлена потеря 57% культурных отсылок и 23% языковой игры при дублировании [1]. Горшкова В.Е. (2018) обратила внимание на трудности сохранения пародийных элементов в переводе анимационных фильмов [2].

Современная продукция стриминговых платформ, ориентированная на глобальную аудиторию, требует нового подхода к лингвокультурологическому анализу. Цель исследования - выявить лингвокультурологические закономерности трансформации смысла при локализации глобального анимационного контента на примере мультсериала «Кармен Сандiego».

Обзор исследований

Ф.М. Аньоли и Р. Денисон (2019) в статье «Introducing Transnational Animation Studies» рассмотрели Netflix-сериал «Кармен Сандiego» как пример того, как локализационные практики «переписывают» национальные характеристики анимационных текстов, порождая новые транскультурные произведения [3]. Работа «Culture as window dressing?» (Convergence, 2024) предложила трёхуровневую методологию для изучения «локальности» проектов Netflix и показала, что платформа использует культуру как «оконное оформление» [4].

Э. Моро (2025) продемонстрировала, что жёсткие сроки производства Netflix негативно влияют на качество субтитров, порождая парадокс локализации: стремление к локальной интеграции конфликтует с национальными традициями перевода [5]. Неклюдова А.Г. (2023) показала, что игнорирование любого из кодовых уровней при переводе детских мультсериалов ведёт к распаду смыслового конструкта [6].

Лингвокультурологический анализ «Кармен Сандiego»

Исследование 20 эпизодов первого сезона выявило значительные лингвокультурные потери. В образовательных вставках часто опускается терминологическая специфика: в оригинале «The Eiffel Tower was built for the 1889 World's Fair, called the Exposition Universelle», в дубляже - лишь «Эйфелева башня была построена к выставке 1889 года», что устраняет важную культурную коннотацию.

Сравнительный анализ показывает, что при переводе теряется от 40 до 60% культурно-специфичных отсылок, в 70% случаев упрощается или полностью исчезает языковая игра [7]. В «Кармен Сандiego» доминирует стратегия опущения (45%), нейтрализации (35%), компенсация применяется лишь в 20% случаев - существенно реже, чем в локализации «Шрека» (30%) [1].

Влияние глобализации на переводческие стратегии

Глобализация медиаконтента приводит к унификации переводческих подходов: нивелированию культурной специфики, упрощению лингвистических средств под технические ограничения платформы и приоритизации скорости производства над качеством культурной адаптации. Для «Кармен Сандiego» это особенно критично, поскольку образовательный контент требует максимальной точности передачи культурных реалий.

Сравнительные данные подтверждают: в русскоязычном дубляже «Кармен Сандiego» сохранено лишь 15% культурных реалий и 25% адаптированного юмора, образовательная ценность снижена на 40% - показатель значительно хуже, чем у «Шрека» (43% / 30% / -25%) и «Мадагаскара» (35% / 45% / -20%). Это свидетельствует о специфическом «нетфликсификационном» подходе к дублированию образовательного контента [4][5].

Лингвокультурологический анализ «Кармен Сандiego» выявил критическую потерю культурной информации при локализации: 85% культурных отсылок утрачено, что превышает аналогичные показатели других анимационных проектов. Основными причинами являются технические ограничения стриминговых платформ и стремление к универсализации контента.

Для повышения качества локализации образовательного контента предлагается: разработка дифференцированных стандартов локализации; создание системы культурных комментариев для компенсации утраченной информации; подготовка переводчиков-культурологов для работы с международными мультимедийными проектами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романов А.В., Трипутень И.А., Домнин Д.С., Полищук В.Н., Егоров Н.Д. Лингвокультурологические и семантические особенности локализации мультфильма «Шрек» // Филологический аспект. – 2025. – № 06 (122). – С. 45–89.
2. Горшкова В.Е. Особенности перевода анимационных фильмов. – М.: Изд-во МГУ, 2018. – 245 с.
3. Agnoli F.M., Denison R. Introducing Transnational Animation Studies // Animation Studies. – 2019. – Vol. 14.
4. Culture as window dressing? A threefold methodological framework for researching the locality of Netflix series // Convergence. – 2024. – DOI: 10.1177/17496020241235579.

5. Moreau E. How «Netflixication» Has Impacted Subtitling Practices // Journal of Audiovisual Translation. – 2025. – Vol. 8, No. 2.
6. Неклюдова А.Г. Роль поликодовости при переводе каламбуров в аудиовизуальном произведении // Евразийский гуманитарный журнал. – 2023. – № 2. – С. 69–81.
7. Смирнова Л.П. Культурные реалии в дубляже. – М.: Либроком, 2021. – 178 с.
8. Chaume F. Audiovisual Translation: Dubbing. – Manchester: St. Jerome Publishing, 2012. – 208 p.

© Панина Е.Н., Романов А.В., 2026

УДК 377.016:811

Кужина Л.А., Валишина Л.Г.

Ишимбайский нефтяной колледж, г. Ишимбай, Россия

ЯЗЫК – ДУША НАРОДА: ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ РОДНОГО ЯЗЫКА В КОЛЛЕДЖЕ

Аннотация. Статья посвящена проблемам сохранения родного языка в условиях взаимопроникновения различных культурных слоев в Республике Башкортостан. Ключевые слова: родной язык; норма; речь; языковая культура.
Ключевые слова: язык, родной язык, преподавание, обучение.

Самая большая ценность народа – язык,
язык на котором он пишет, говорит, думает.

Д.Н.Лихачев

В условиях внедрения ФГОС очень важным для педагогов становится воспитание творческих личностей, которые обладают необычным, уникальным мышлением, высокими моральными качествами, твердым и объективным взглядом на окружающее. Достижению этой цели служат все преподаваемые предметы. Студенты должны не просто пассивно воспринимать информацию, а исследовать ту или иную проблему с разных позиций. Вся сознательная жизнь человека проходит через родной язык. Язык помогает нам видеть, замечать и понимать то, чего мы без него не увидели бы. Когда ребята изучают родной язык и родную литературу, то постоянно получают различные сведения о мире, познает и оценивает его, формируют свое отношение к окружающей действительности.

Преподавание родного языка в колледже, куда пришли обучающиеся с целью получения конкретной профессии, всегда остается задачей непростой, и актуальность проблемы очевидна. Сегодня мы хотели бы поделиться своими мыслями и практикой решения этих педагогических задач. Ученые – методисты Зимняя Ирина Алексеевна, Арутюнов Сергей Александрович разработали эффективные методы преподавания родного языка в условиях двуязычия. Но прежде начать обучение, мы должны довести до наших ребят истину, что связь

родной речью нужна им не только сегодня, но и в дальнейшей жизни как источник вдохновения. Ведь каждый народ (большой или малый по численности) хранит и бережет свой язык с одной целью – передать его своим потомкам, сохранить как источник самой жизни отдельного народа или нации. На наших занятиях студенты должны научиться гордиться своим родным языком своего народа, бережно относиться к его звучанию, слышать, ощущать красоту и прелесть, глубину и богатство, силу и величие родной речи. Наша основная цель совпадает здесь и с психолого-педагогическими задачами, когда решается проблемы отроческого возраста. Сегодня это трудное дело для каждого, кто не только интересуется преподаванием своего предмета, но и воспитанием детей на лучших традициях и обычаях своего народа, вооружая их знаниями о жизни, формируя у них самостоятельность мышления. По психологии известно, что человек способен творить чудеса именно в своем мире, где язык имеет главнейшую роль. Как справедливо заметил академик Д.Н. Лихачев, «язык, на котором он пишет, говорит, думает», должен помочь идти дальше по жизни. И потому для нас преподавание родного языка и литературы преследует выполнение следующих задач:

во-первых, развивать в человеке ту врожденную духовную способность, которую называют даром слова;

во-вторых, ввести молодых людей в сознательное обладание сокровищами родного языка, ввести их в ряды хранителей языка и культуры своего народа;

в-третьих, помочь усвоить логику, историю этого языка, что тесно связано с историей нашей прекрасной Республики Башкортостан.

Эти цели и задачи достигаются в совместном сотрудничестве со студентами, и нужно приложить немало сил, чтобы занятия по предмету превратились в радость общения, творчества на родном языке. Как это сделать на уроках, какие новые формы работ заинтересуют ребят, элементы каких технологий ввести в свою практику? Чтобы ответить на эти непростые вопросы, мы должны быть готовыми показать, в первую очередь, красивую, грамотную речь, ведь она есть зеркало самого человека, его души. Мы педагоги, стараемся развивать бережное отношение к своей языковой компетенции, для чего обращаемся к народной мудрости – пословицам, поговоркам, фразеологизмам. Они не только обогащают речь ребят, но и учат их жизненной мудрости. Поэтика башкирской литературы, богатое литературное наследие всегда позволяет найти пути сотрудничества. Никого не могут оставить равнодушными слова Рами Гарипова о родной речи или строки Расула Гамзатова:

«И если завтра мой язык исчезнет,
То я готов сегодня умереть.»

Родное слово является основой всякого умственного развития и всех знаний. Занимаясь сложными предметами по профессии, чертежами, зачетами, семинарами, студенты получают полноценное образование, а родная речь поможет творчески подходить к будущей профессии. Системная работа по развитию речи способствует пониманию того, что сохранение национального

языка позволяет спасти культуру народа. Такой серьезный подход к предмету развивает ответственность у ребят, позволяет точнее высказывать свои мысли, используя его возможности в познании действительности, содержательнее, полноценнее и активнее строить взаимоотношения со сверстниками и взрослыми. Происходит зрелая социализация и психическое развитие юношества. Чем лучше они владеют родным языком, тем ярче, красивее и богаче выражают свои мысли в устной и письменной речи, а в итоге получают не только диплом по профессии, но лучшие качества зрелого человека. Но возлагать задачу сохранения и развития родных языков только на систему образования, снимая ее с других институтов воспитания, в частности с семьи, прежде всего с родителей, - значит обречь наши языки на искусственное существование или тихое вымирание. Задачи гуманизации общества решают в основном только учебные заведения и учреждения культуры. Однако язык нельзя сохранить насильственным путем, его можно сохранить, если представители этноса любят родную словесность, говорят на ней, гордятся им, а чувство любви может быть заложено только в семье.

Проблемы обучения родному языку связаны с вопросами формирования национального самосознания учащихся. Думается, необходимость их решения не может не повлиять на характер наших сегодняшних занятий. Привлечение студентов к предмету через сотрудничество начинается от момента мотивации. Студенты должны видеть плоды своего труда, и аналитический подход самостоятельных молодых людей к практическим задачам, новым проектам в изучении языка становится осознанным и целенаправленным. Большую в стремлении к лучшему овладению родным языком, в стимулировании интереса к его изучению играют конкурсы, олимпиады, «круглые столы», семинары, научно-практические конференции. Как приятно видеть радость студентов за успехи, увидеть в их глазах гордость за свои знания, что стимулирует и других ребят. Они с удовольствием участвуют в этих состязаниях, потому что готовы показать свои знания. Популяризации родных языков, усилению интереса студентов к родным языкам, повышению их качества знаний, а также поддержке творчески работающих специалистов способствуют проведение ежегодных районных, городских, республиканских мероприятий, традиционно проводимый «Международный день родного языка» и др. Хотя наш колледж имеет техническую направленность, мы не перестаем выявлять среди наших студентов одаренных, талантливых ребят.

Поддержка талантливой молодежи предполагает создание специальной системы по выявлению и поддержке одарённых студентов и формированию среды для проявления и развития способностей каждого из них. В будущем мы планируем выход на такие проекты с нашими способными студентами на уровне не только республики, но и страны. Использование знаний ребят цифровых образовательных ресурсов позволяет лучше применять их в индивидуальном и дифференцированном подходе к обучению, расширять возможности достижения нашей основной цели - освоение студентами убеждения, что они не только учатся и разговаривают на родном языке, но и

сами являются носителями языка – самобытного, колоритного, живого и естественного.

Таким образом, только активизация работы по внедрению инновационных подходов в преподавании родных языков, развитие системного подхода к научным, методическим и психолого-педагогическим проблемам в процесс сотрудничества является необходимым условием практического усвоения родного языка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арутюнов С. А. Народы и культуры: развитие и взаимодействие. Москва: Наука, 1989. 231 с.
2. Габитова З. М. Формирование универсальной учебной деятельности на уроках башкирского языка. Уфа: Изд-во ИРО РБ, 2013. 186 с.
3. Зимняя И. А. Психологические основы двуязычия // Русский язык в национальной школе. 1984. № 3. С. 32–34.
4. Рахматуллина З. А. Современный башкирский язык. Виды анализа. Уфа: Изд-во ИРО РБ, 2013. 28 с.
5. Рахматуллина З. А. Современный башкирский язык. Синтаксис. Уфа: Изд-во ИРО РБ, 2014. 36 с.
6. Сулейманов Р. Ф. Особенности анализа художественных произведений. Лирика. Уфа: Изд-во ИРО РБ, 2013. 28 с.
7. Нестерова Н. А. Информационные технологии в национальном образовании: механизмы реализации // Родной язык в современных условиях двуязычия: сборник материалов международной конференции. Сыктывкар, 2014. С. 65–70.
8. Щеглова Л. В., Шипулина Н. Б. Культура и этнос. Волгоград, 2002. 254 с.

© Кужина Л.А., Валишина Л.Г., 2026

УДК 1:316:65.1

Шангареев Н.А.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

СОЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АДАПТИВНОГО СИМБИОЗА: ОТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОТОТИПОВ К УПРАВЛЕНИЮ СЛОЖНОСТЬЮ

Аннотация. В условиях нарастающей поликризисности и неопределённости традиционные организационные парадигмы, основанные на ригидной иерархии и гиперспециализации, демонстрируют системную хрупкость. В статье предлагается преодоление упрощённой дихотомии «сеть против иерархии» через синтез двух концептуальных подходов: биологически-инспирированной модели динамического симбиоза и теории социальных технологий. Показано, что динамический симбиоз иерархических и сетевых структур представляет

собой проявление работы фундаментального мета-механизма адаптации – социальной технологии. Её регуляция осуществляется через три дуалистичные функции: альтернативную (выбор и переключение режимов), ёмкостную (аккумуляция и распределение ресурсов) и темпоральную (управление ритмами). На основе комбинаторики форм этих функций строится проектная матрица восьми устойчивых состояний сложной системы, описывающая континуум от эволюционной адаптивности до инволюционной ригидности. Теоретический синтез подкреплён анализом практических моделей и формулировкой контекстно-зависимых рекомендаций для проектирования адаптивных социальных систем, способных к метаболизму организационных форм. Работа вносит вклад в развитие теории сложных систем и биоинспирированного социального управления.

Ключевые слова: социальная технология, *Physarum polycephalum*, эволюция, инволюция, сетевая организация.

Современные социальные, экономические и технологические системы сталкиваются с парадоксальным вызовом, обнажившим ограничения унаследованных управленческих моделей. С одной стороны, операционная эффективность в стабильных условиях исторически достигалась через углублённую специализацию и чёткие иерархические структуры. С другой стороны, турбулентность среды требует качеств, противоположных иерархической жёсткости: когнитивной гибкости, способности к быстрой реконфигурации, генерации инноваций. Это противоречие делает традиционные модели источником системной хрупкости.

Выход из этого методологического тупика лежит в обращении к эволюционно проверенным стратегиям адаптации сложных систем. Особый эвристический интерес представляет *Physarum polycephalum* – одноклеточный организм, демонстрирующий сложное адаптивное поведение без централизованного управления. Однако биологическая аналогия остаётся метафорой, если не обретает механизм своего воплощения в социальной реальности. Таким механизмом выступает социальная технология, понимаемая как мета-механизм регуляции развития социума, способ достижения целей его оптимизации через использование потенциала социальных элементов и связей.

Цель данной статьи – подтвердить, что социальная адаптивность это результат функционирования специфической социальной технологии, ключевым проявлением которой является способность к динамическому симбиозу организационных форм, регулируемому тремя дуалистичными функциями.

1. Принципы адаптивности и прото-иерархии. *Physarum polycephalum* представляет собой идеальную модель для изучения эмерджентного интеллекта. Три его ключевые стратегии формируют концептуальный фундамент:

1.1. Принцип лабиринта: морфология как память. Организм не хранит «карту» в центре, а материализует память в конфигурации собственного тела и

следе слизи, что позволяет методом проб и ошибок находить оптимальный путь и «стягивать» сеть в эффективный тяж. Это оптимизация через обратную связь и реконфигурацию.

1.2. Принцип склероция: резилиентность через стратегическую паузу. В неблагоприятных условиях слизевик входит в состояние метаболически неактивного склероция, консервируя потенциал на годы. Это активная стратегия сохранения ресурса с отсроченной реактивацией.

1.3. Принцип распределённого интеллекта и прото-иерархия. Поведение возникает из локальных взаимодействий без центра. В процессе самоорганизации в плоской сети возникает функциональная асимметрия: оптимизированные магистральные тяжи становятся привилегированными каналами. Это естественно выросшая структурная роль – прото-иерархия, а не назначенная извне власть.

Эти принципы служат метафорической и концептуальной основой для переосмысления устройства социальных систем.

2. Социальная система: гиперспециализация, «силосация» и сбой социальной технологии

Перенос биологических моделей начинается с критики доминирующей парадигмы – гиперспециализации, создающей «хрупкого агента», неспособного к синтезу знаний и реагированию на кросс-функциональные кризисы.

Институционализацией этой проблемы выступает феномен организационных «силосов» – жёстко изолированных подразделений, консервирующих ресурсы и блокирующих горизонтальный обмен. Рассматривая организацию через призму социальной технологии, «силосация» предстаёт как следствие её глубокой дисфункции:

Сбой альтернативной функции: «Силос» представляет собой застывшую, инерционную форму, блокирующую переключение режимов.

Сбой ёмкостной функции: Реализуется дискретная, изоляционистская форма аккумуляирования, препятствующая перераспределению ресурсов по системе.

Таким образом, «силосация» – это конкретное инволюционное состояние системы, возникающее из-за дисфункции ключевых механизмов её адаптивной социальной технологии. Императив преодоления заключается в развитии способности системы к метаболизму организационных форм.

3. Социальная технология как мета-механизм адаптации: функции, симбиоз и биологические параллели

В качестве фундаментального ответа на вызов адаптивности мы предлагаем концепцию социальной технологии как мета-механизма регуляции развития сложной социальной системы [с опорой на идеи П. Сорокина и Т. Парсонса]. Её регулятивная работа реализуется через три взаимосвязанные и дуалистичные функции:

Альтернативная функция (А): Выбор и переключение вектора развития.

Двигательная форма (А1): Активный поиск, готовность к изменению.

Инерционная форма (А2): Следование курсу, устойчивость.

Ёмкостная функция (Ё): Аккумуляция и распределение ресурсов.

Дискретная форма (Ё1): Локализация, специализация ресурсов.

Целостная форма (Ё2): Объединение, свободное перераспределение.

Темпоральная функция (Т): Управление ритмами и временными горизонтами.

Рациональная форма (Т1): Чёткое планирование, синхронизация.

Иррациональная форма (Т2): Спонтанность, ориентация на моменты возможности.

Дуализм означает, что адаптивность обеспечивается способностью к контекстному переключению между формами, а не максимизацией одной из них.

Динамический симбиоз как содержание работы социальной технологии. Модель симбиоза обретает механизм в функциональной триаде:

Альтернативная функция отвечает за переключение между режимом «магистрального тяжа» (доминирование иерархии, А2) и «исследовательской сети» (доминирование сети, А1).

Ёмкостная функция обеспечивает ресурсное наполнение каждого режима (напр., мобилизацию ресурсов при А2).

Темпоральная функция задаёт ритм этого переключения (жёсткие сроки для Т1, неопределённый поиск для Т2).

Прото-иерархия возникает как результат успешной работы социальной технологии: альтернативная функция зафиксировала паттерн (А2), ёмкостная сконцентрировала ресурсы (Ё2), темпоральная задала ритм (Т1).

Биологические принципы как проявления функций. Данный аппарат позволяет дать точную интерпретацию:

Принцип лабиринта – совместная работа альтернативной (А1→А2) и темпоральной (Т2→Т1) функций.

Принцип склерозия – воплощение ёмкостной (Ё2) и темпоральной (Т2) функций.

Возникновение прото-иерархии – результат взаимодействия альтернативной (А1→А2) и ёмкостной (Ё1→Ё2) функций.

4. Циклы развития и практическая матрица: диагностика и проектирование адаптивных состояний

Комбинаторика трёх функций, каждая в одной из двух форм, порождает восемь ($=2^3$) устойчивых состояний системы, образующих диагностическую и проектную матрицу.

Таблица 1

Устойчивые состояния сложных социальных систем и их регуляция

№	Комбинация форм функций (А-Ё-Т)	Тенденция	Доминирующий режим симбиоза	Ключевая характеристика	Управленческий императив
1	А1-Ё1-Т1 (Движ.- Дискр.- Рац.)	Э	«Магистральный тяж»	Оперативная эффективность для отработанных процессов	Избегать рутинизации, активировать Т2 и Ё2.
2	А2-Ё1-Т1 (Инер.- Дискр.- Рац.)	И	«Дисфункц . ригидный контроль»	Бюрократическая стагнация, «силосация»	Стимулировать А1, инициировать проекты с Ё2.
3	А1-Ё2-Т1 (Движ.- Целост.- Рац.)	Э	«Сбалансированный симбиоз»	Стратегическая гибкость, высокая адаптивность	Поддерживать баланс, легитимизировать обратную связь.
4	А2-Ё2-Т1 (Инер.- Целост.- Рац.)	И	«Тоталитарная мобилизация»	Жёсткая консолидация на одной цели, хрупкость	Поощрять эксперименты (А2→А1), диверсифицировать (Ё2→Ё1).
5	А1-Ё1-Т2 (Движ.- Дискр.- Иррац.)	Э/И	«Исследовательская сеть»	Адаптивный поиск, генерация инноваций, риск потери фокуса	Ввести Т1, интегрировать находки (Ё1→Ё2).
6	А2-Ё1-Т2 (Инер.- Дискр.- Иррац.)	И	«Декогерентная сеть»	Хаотичная дезинтеграция, распад связей	Установить правила (Т2→Т1), назначить лидеров (А2→А1).
7	А1-Ё2-Т2 (Движ.- Целост.- Иррац.)	Э	«Эмерджентная самоорганизация»	Творческий прорыв, спонтанный новый порядок	Зафиксировать результат, ввести Т1 для перехода в состояние 3.
8	А2-Ё2-Т2 (Инер.-	И	«Коллективный ступор»	Системный кризис, апатия,	Внешнее вмешательство,

№	Комбинация форм функций (А-Ё-Т)	Тенденция	Доминирующий режим симбиоза	Ключевая характеристика	Управленческий императив
	Целост.-Иррац.)			потеря ориентации	простое лидерство (A2→A1, T2→T1).

*Примечание: А – альтернативная (1-двигательная, 2-инерционная), Ё – ёмкостная (1-дискретная, 2-целостная), Т – темпоральная (1-рациональная, 2-иррациональная).

Практический анализ моделей через призму матрицы:

а. Синергия при ликвидации аварии – успешное переключение в Состояние 1 («Магистральный тяж»). Кризис активировал Т1, что потребовало А2 (руководитель как «тяж») и Ё2 (мобилизация ресурсов). Внутри рамок действовала сетевая А1 для поиска решения.

б. Конфликт в инновационном проекте – инволюционное Состояние 2 («Дисфункциональный контроль»). Команда работала в режиме А1+Ё1, руководитель настаивал на А2+Ё1. Сбой альтернативной функции (блокировка А2→А1) подавил сетевую обратную связь.

Матрица служит компасом для навигации, позволяя осознанно управлять метаболизмом форм через настройку функций социальной технологии.

5. Практические императивы, выводы и перспективы

5.1. Контекстно-зависимые практические императивы.

Для образования: Формировать функциональную гибкость через междисциплинарные задачи (тренировка А1 и Ё2). Легитимизировать «склероциальное знание» как стратегический когнитивный резерв (инвестиция в Ё2).

Для управления: Институционализировать обратную связь как канал переключения функций (A2 → A1). Проектировать среду для эмерджентных прото-иерархий. Сознательно управлять организационным метаболизмом на основе матрицы состояний.

5.2. Основные выводы.

Адаптивность – результат функционирования социальной технологии как мета-механизма, а не свойство отдельной структуры.

Динамический симбиоз иерархии и сети – конкретное проявление работы этой технологии, регулируемое тремя дуалистичными функциями.

Принципы *Physarum polycephalum* являются природными прототипами универсальных функций социальной технологии.

Модель восьми состояний образует диагностическую и проектную матрицу, связывающую теорию с практикой.

Преодоление кризиса гиперспециализации лежит в проектировании адаптивной социальной технологии, способной к метаболизму форм.

5.3. Перспективы дальнейших исследований: эмпирическая верификация матрицы, разработка алгоритмов контекстного переключения, изучение межсистемного взаимодействия и этических границ биовдохновлённого управления.

Итак, проведённое исследование демонстрирует плодотворность синтеза биологически-инспирированной модели адаптивности с теорией социальных технологий. Такой синтез позволил не просто констатировать необходимость баланса между иерархией и сетью, но и вскрыть системный механизм, лежащий в основе этого баланса, и предложить инструментарий для его диагностики и целенаправленного проектирования.

Основным теоретическим итогом работы является преодоление структурной дихотомии «сеть и иерархия» через её погружение в более фундаментальный контекст. Мы показали, что и сеть, и иерархия (включая её эмерджентную форму – «прото-иерархию») являются не антагонистами, а взаимосвязанными состояниями сложной системы. Эти состояния порождаются и регулируются работой мета-механизма социальной технологии, реализующего свои базовые функции: альтернативную (выбор и переключение), ёмкостную (распределение ресурсов) и темпоральную (управление ритмами).

Ключевые тезисы, подтверждающие эту логику:

Биологическая модель *Physarum polycephalum* предоставляет эмпирические прототипы универсальных адаптивных функций. Принципы лабиринта, склероция и распределённого интеллекта находят точную операционализацию в работе альтернативной, ёмкостной и темпоральной функций социальной технологии, что придаёт модели эволюционную обоснованность.

Кризис гиперспециализации и феномен «силосации» предстают не как структурные ошибки, а как следствие дисфункции социальной технологии. Они возникают при доминировании инерционной (A2) и дискретной (Ė1) форм функций, блокирующих способность системы к переключению режимов и перераспределению ресурсов, что закономерно ведёт к инволюционным состояниям ((Состояние 2 в Таблице 1).

Динамический симбиоз иерархии и сети является конкретным, наблюдаемым результатом успешной работы социальной технологии. Симбиоз возникает, когда функции социальной технологии согласованно обеспечивают контекстное переключение: например, переход к режиму «магистрального тяжа» (A2+Ė2+T1) в условиях кризиса с последующим возвратом к режиму «исследовательской сети» (A1+Ė1+T2) для генерации инноваций.

Модель восьми состояний, выведенная из комбинаторики форм трёх функций, служит мощным связующим звеном между теорией и практикой. Она переводит абстрактные принципы адаптивности в язык диагностики («в каком состоянии мы находимся?») и проектных действий («какую функцию и в какую сторону нужно скорректировать?»). Анализ моделей через призму этой матрицы наглядно показывает генезис как успешной синергии, так и системных конфликтов.

Таким образом, практический путь к резилиентности лежит не в поиске идеальной организационной схемы, а в осознанном проектировании и культивации адаптивной социальной технологии. Это предполагает:

В образовании – формирование не только узких компетенций, но и способности к функциональному переключению и синтезу знаний.

В управлении – создание не жёстких структур, а гибких институтов, легитимизирующих обратную связь, ситуативное лидерство и контекстный метаболизм организационных форм.

Перспектива дальнейших исследований видится в эмпирической верификации предложенной матрицы, разработке цифровых инструментов для диагностики функций социальной технологии и углублённом изучении этических границ применения если можно так сказать «биовдохновлённых» моделей к социальному управлению. В конечном счёте, предложенный подход открывает путь к созданию управляемых, но не ригидных систем, способных, подобным живым организмам, эволюционировать в условиях непрекращающихся изменений, делая динамический симбиоз не исключением, а нормой своего существования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tero A., Takagi S., Saigusa T. et al. Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design // *Science*. – 2010. - Vol. 327, № 5964. – P. 439-442.
2. Reid C. R., Latty T., Dussutour A., Beekman M. Slime mold uses an externalized spatial “memory” to navigate in complex environments // *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. – 2012. – Vol. 109, № 43. – P. 17490-17494.
3. Слизевики: от разума одноклеточных к биоинспирированным вычислениям [Электронный ресурс] // *Наука в Сибири*. – 2020. – 24 ноября.
4. Nakagaki T., Yamada H., Tóth Á. Maze-solving by an amoeboid organism // *Nature*. – 2000. – Vol. 407, № 6803. – P. 470.
5. Сорокин П. А. Социальная и культурная динамика. – СПб., 2000.
6. Парсонс Т. Система современных обществ. О построении теории социальных систем // Парсонс Т. О социальных системах. – М., 2002.

© Шангареев Н.А., 2026

Шангареев Н.А., Шангареев Д.Р., Зарифуллин А.С.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ
МОНОГОРОДА: ОТ НЕФТЯНОЙ СТОЛИЦЫ
К МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМУ КЛАСТЕРУ (НА ПРИМЕРЕ
Г. ИШИМБАЯ, 1932-2026 гг.)**

Аннотация. В статье впервые предпринята попытка комплексного анализа трансформации моногорода Ишимбая (Республика Башкортостан), превращения из центра нефтедобычи в центр машиностроения. На основе краеведческой литературы и официальных данных показаны этапы переориентации экономики, инициированной республиканским руководством в 1960-е годы, и её последствия. Особое внимание уделено роли профессионального образования в кадровом обеспечении отрасли и фиксации промышленной идентичности в городской топонимике. Исследование охватывает период с 1932 по 2026 год и демонстрирует способность города к преодолению кризисов.

Ключевые слова: моногород, Ишимбай, машиностроительный кластер, социально-экономическая трансформация, профессиональное образование.

Город Ишимбай занимает особое место в истории Республики Башкортостан. Здесь 16 мая 1932 г. забил первый фонтан промышленной нефти, положивший начало башкирской нефтяной промышленности [2, с. 12-15; 1, с. 62]. Почти три десятилетия Ишимбай жил как «нефтяная столица», обеспечивая страну стратегическим сырьём. Однако к середине 1960-х годов добыча нефти пошла на спад, и город оказался перед угрозой экономической стагнации [1, с. 62-87]. Данное исследование представляет собой первую попытку систематизировать историю перехода г. Ишимбая от нефтедобычи к машиностроению, проследить истории ключевых предприятий и выявить факторы, обеспечившие устойчивость кластера на протяжении более чем 60 лет. Комплексный анализ трансформации моногорода, учитывающий взаимосвязь промышленной, образовательной и социально-топонимической составляющих, ранее не предпринимался. Имеющиеся работы (труд В.Л. Игнатьева [1], Ишимбайская энциклопедия [2], книга В.И. Савельева и Т.Н. Худяковой [3] о заводе «Витязь», путеводитель Г. Вахитовой [4]) освещают отдельные аспекты истории города, но не дают целостной картины переориентации экономики.

Нефтяной этап (1932 г. – середина 1960-х гг.) стал временем бурного роста посёлка, получившего статус города в 1940 г. Машиностроение на этом этапе носило вспомогательный характер. В 1941 году, в связи с угрозой оккупации фашистами западных регионов СССР, в Ишимбай из Баку был эвакуирован

Механический завод имени Сталина [1, с. 210]. В годы Великой Отечественной войны завод, наряду с ремонтом нефтепромыслового оборудования, выполнял спецзаказы Наркомата вооружения: в литейном и механическом цехах изготавливались детали корпусов реактивных снарядов для реактивных систем залпового огня типа БМ-13 («Катюша») [1, с. 215]. Данный факт подтверждается наградными документами работников, в частности награждением главного технолога Ц.А. Бахшияна орденом «Знак Почёта» в 1944 году [1, с. 216]. В 1950 г. завод освоил серийный выпуск бурового станка «Уфимец», что стало визитной карточкой предприятия на десятилетия [1, с. 220].

К середине 1960-х гг. лёгкодоступные запасы нефти в Ишимбайском районе оказались в значительной степени выработаны. Добыча пошла на спад, возникла угроза деградации моногорода, всецело зависевшего от нефтепромыслов [1, с. 325]. В этой ситуации партийное руководство Башкирской АССР во главе с первым секретарём обкома КПСС М.З. Шакировым инициировало судьбоносное решение: переориентировать экономику г. Ишимбая на машиностроение, используя высвобождающиеся кадры нефтяников [2, с. 78; 1, с. 325-340]. Решение было реализовано через правительство республики и получило статус общесоюзной задачи.

В течение одного десятилетия (1971-1981 гг.) в г. Ишимбае были построены три крупных завода, каждый из которых занял свою специализированную нишу. В 1971 г. началось строительство Ишимбайского экспериментально-механического завода (ИЭМЗ), ориентированного на станкостроение. Первая очередь была введена в эксплуатацию в 1973 г, а 2 июля того же года изготовлен первый станок - деревообрабатывающий [1, с. 340]. В 1974 г. силами Ишимбайского машиностроительного завода началось строительство Ишимбайского завода нефтепромыслового оборудования (ИЗНПО), который вступил в строй в 1977 г. Его специализацией стали мобильные установки для бурения и ремонта скважин – продукция, не имевшая аналогов в СССР [1, с. 341]. Наконец, в 1977 г. был основан Ишимбайский филиал Рубцовского машиностроительного завода (будущий Ишимбайский завод транспортного машиностроения, ныне АО «МК «Витязь»). Первое изделие – двухзвенный гусеничный транспортер – было выпущено в 1981 г. [3, с. 45]. К 1980-м гг. на четырёх крупных заводах (ИМЗ, ИЭМЗ, ИЗНПО, ИЗТМ) трудилось до 8 тысяч человек, что составляло значительную долю экономически активного населения города. Заводы вели активное жилищное строительство, возводили детские сады, поликлиники, объекты культуры, формируя современный облик Ишимбая [1, с. 380-400].

Постсоветский период стал временем серьёзных испытаний для ишимбайского машиностроения. Разрыв хозяйственных связей, падение государственного заказа и переход к рыночной экономике привели к реструктуризации предприятий. Часть из них прошла через процедуры банкротства, однако большинство сохранило кадровое ядро и производственные мощности. В 1992 г. был создан завод по производству

гидравлических манипуляторов (АО «ИНМАН»), который впоследствии стал одним из лидеров в своей отрасли. На базе бывших цехов ИЗНПО возникло современное производство мобильных буровых установок. Ишимбайский завод транспортного машиностроения «Витязь» сохранил уникальную специализацию на двухзвенных гусеничных вездеходах, а в 1994 г. продукция предприятия была отмечена Государственной премией Российской Федерации [3, с. 98]. После банкротства исторического Ишимбайского машиностроительного завода в 2019 г. его мощности были возрождены новым юридическим лицом, что позволило сохранить традиционное для города производство нефтепромыслового оборудования. По данным на 2026 г., в городе функционирует 21 предприятие машиностроительного профиля, что является значительно более высокой концентрацией по сравнению с городами аналогичной численности.

Особый интерес представляют кооперационные связи ишимбайских машиностроительных предприятий внутри кластера. В советский период кооперация носила характер прямого производственного взаимодействия. Строительство Ишимбайского завода нефтепромыслового оборудования (ИЗНПО), начатое в 1974 г., осуществлялось силами головного предприятия - Ишимбайского машиностроительного завода (ИМЗ), что обеспечило технологическую и кадровую преемственность. Результатом кооперации стало создание в 1983 г. производственного объединения «Ишимбайнефтепромаш», объединившего ИМЗ и ИЗНПО, а в 1986 г. – вхождение обеих площадок в состав Салаватского производственного объединения нефтехимического машиностроения. Такая форма кооперации позволяла централизованно распределять заказы, унифицировать номенклатуру выпускаемых узлов и эффективно загружать производственные мощности.

В постсоветский период кооперация трансформировалась, сохранив свою технологическую глубину. АО «Машиностроительная компания «Витязь» и АО «ИНМАН» наладили совместную работу. Крано-манипуляторные установки (КМУ) производства ИНМАН штатно устанавливаются на двухзвенные гусеничные вездеходы «Витязь». Такое решение позволяет создавать универсальные аварийно-ремонтные и технологические комплексы, способные работать в экстремальных климатических условиях (от -50 до +50°C). Кооперация расширила функциональные возможности вездеходной техники и повысила её конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках, обеспечив стабильный спрос на продукцию обоих предприятий со стороны нефтегазовых и оборонных структур.

Важнейшим фактором, обеспечившим успешную трансформацию города, стала система профессионального образования, создававшаяся параллельно с развитием промышленности. В 1940 г. в Ишимбае открылось ремесленное училище № 2 (впоследствии ПУ-21), которое к 2010 г. подготовило 18 тысяч специалистов рабочих специальностей [1, с. 250]. В 1942 г. в Ишимбай был эвакуирован Восточный нефтяной техникум (ныне Ишимбайский нефтяной колледж), который с 1960-х гг. начал подготовку техников-механиков и

технологов для машиностроительных заводов [2, с. 310]. Наконец, в 1980 г. инициативой первого директора завода «Витязь» В.И. Савельева был открыт филиал Уфимского авиационного института (ныне филиал Уфимского университета науки и технологий), который подготовил несколько тысяч инженеров разных специальностей для машиностроительной отрасли [3, с. 78; 2, с. 315]. Наличие полной образовательной цепочки (рабочие – техники – инженеры) позволило городу сохранить и воспроизводить кадровый потенциал машиностроения, что принципиально отличает Ишимбай от многих моногородов, потерявших квалифицированные кадры в 1990-е гг.

История машиностроения запечатлелась и в городской топонимике. Как отмечает краевед Г. Вахитова, Ишимбай – город промышленный, и наличие в нём предприятий различных отраслей нашло прямое отражение в названиях улиц: Индустриальное шоссе, Транспортная, а также улица Машиностроителей, которая проходит через промышленную зону, где расположены исторические корпуса ИМЗ [4, с. 34-36]. Название улицы, присвоенное в период активного строительства новых заводов (1970-1980-е гг.), стало зримым символом экономической трансформации города. Память о создателях техники увековечена в памятных объектах на территории предприятий: памятник-стела работникам ИМЗ, памятник создателям двухзвенных транспортеров «Витязь», мемориальная доска главному конструктору К.В. Осколкову [3, с. 102].

Перспектива дальнейших исследований связана с углублённой работой в архивных фондах (в частности, Национального архива Республики Башкортостан) для уточнения имён руководителей, точной численности трудовых коллективов, выпускаемой продукцией в те или иные периоды. Также представляет интерес сравнительный анализ опыта Ишимбая с другими моногородами России, осуществившими подобную переориентацию, а также изучение социально-экономических эффектов кластеризации для малого города.

Таким образом, г. Ишимбай представляет собой уникальный случай успешной переориентации моногорода с исчерпанной ресурсной базой (нефть и природный газ) на обрабатывающую промышленность (машиностроение). Это перепрофилирование, инициированное республиканским руководством в 1960-е гг. и реализованное в 1970-1980-е гг., позволило избежать участи многих моногородов, пришедших в упадок после исчерпания природных ресурсов. Ключевыми факторами устойчивости созданного кластера выступили: целенаправленная специализация предприятий (каждый завод занял свою нишу без дублирования); кооперация ишимбайских предприятий при выпуске продукции; наличие многоуровневой системы профессионального образования; способность предприятий к адаптации в постсоветский период. Концентрация машиностроительных предприятий в городе с населением около 65 тысяч человек является значительно более высокой по сравнению с городами аналогичной численности, что подтверждает уникальность ишимбайского феномена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игнатъев В. Л. Ишимбай: век XX / Администрация города Ишимбая. – Уфа: Информреклама, 2005. – 528 с.
2. Ишимбайская энциклопедия. – Уфа: Башкирская энциклопедия, 2015. – 656 с.
3. Савельев В. И., Худякова Т. Н. История от первого лица. – Салават, 2003. – 112 с.
4. Вахитова Г. Прогулки по улицам Ишимбая: путеводитель. – Ишимбай, 2011. – 64 с.

© Шангареев Н.А., Шангареев Д.Р., Зарифуллин А.С., 2026

УДК 81'373.611:81'22

Билалова Д.Н.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Ишимбае, Россия

СТРУКТУРНО-СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПАРАДИГМА ПРЕФИКСАЛЬНО-СУФФИКСАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ (НА МАТЕРИАЛЕ БАШКИРСКОГО, РУССКОГО И АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКОВ)

Аннотация. Статья посвящена анализу префиксально-суффиксального словообразовательного механизма в рамках научно-технической терминологии башкирского, русского и английского языков. Рассмотрены существующие в лингвистике варианты дефиниции данного способа. На практическом материале терминов научно-технической отрасли продемонстрирована высокая продуктивность префиксальных элементов в сочетании с суффиксальными средствами в сопоставляемых языках. Обосновывается вывод о значительной роли данного словообразовательного типа в пополнении терминологических фондов указанных отраслей.

Ключевые слова: префиксально-суффиксальный способ, терминологическая деривация, башкирский язык, русский язык, английский язык.

Наряду с чисто суффиксальными и чисто префиксальными моделями терминообразования, заметную часть лексики научно-производственной сферы в башкирском, русском и английском языке составляют единицы, созданные путём одновременного присоединения к производящей основе как префиксы, так и суффикса [1]. В лингвистике этот механизм получил наименование префиксально-суффиксального (или приставочно-суффиксального) способа деривации.

В научной литературе зафиксированы три основные терминологические традиции относительно данной словообразовательной модели:

- 1) приставочно-суффиксальная [3: 31];
- 2) префиксально-суффиксальная [3: 267–269; 6: 231; 7: 130];
- 3) суффиксально-префиксальная [5: 184].

Как отмечается в «Словаре грамматических терминов», варианты префиксально-суффиксальный и приставочно-суффиксальный способ (в английской традиции – *prefixal suffixal way of word formation*) являются синонимичными [4: 172, 180].

По справедливому замечанию В.П. Даниленко, «характерной чертой их является отраслевая закреплённость» [2: 126]. Проиллюстрируем этот тезис конкретными лексическими единицами из области машиностроения, электроэнергетики и металлургии.

анти/anti-...суффиксы: антиокислитель, антикоррозийный, *antiradiation* 'подавление источников излучения', антисептиклау 'антисептирование';

де/de...суффиксы: дегазификациялау 'дегазификация' – *degasification*, демонтажлау 'демонтаж', десульфурация, дефлегмация(лау) 'дефлегмация', *deelectronation* 'отдача электронов, окисление (с точки зрения электронной теории)', *deethanation*, *deethanization* 'деэтанизация, отгонка этана';

дис/dis... суффиксы: диссоциировать, диспропорция, *dissolver* 'растворитель', *discoloring* 'ухудшение цвета (нефтепродукта)', *disacidify* 'нейтрализовать или удалять кислоту', *displacement reaction* 'реакция замещения';

микро/micro-...суффиксы: микродвигатель, микрокоррозия, микрокатылык 'микротвёрдость', *microcapacitor* 'микроконденсатор', *microboiling* 'микрокипение', *microalloying* 'микроплавление';

ре/re... суффиксы: реактивлык 'реактивность' – *reactivity*, энергияны рекуперациялау 'рекуперация энергии', реакционность, регенерация 'regeneration', рекарбюризация 'recarburization', рекристаллизация 'recrystallization';

экс...суффиксы: эксцентриковая обойма, эксцентриклы механизм 'эксцентриковый механизм', эксцентрик пресс 'эксцентриковый пресс';

пере...суффиксы: переводник, перегонка, перегорание, перегрузка, перегружатель;

над...суффиксы: надставка, надстройка (цикла), надсекание, надкритичность (ядерного реактора), надводный (борт), надкислоты, надсерная кислота, надугольная кислота, надвольфрамовая кислота, надсмольная (вода);

под...суффиксы: подбойка, подборщик-копнитель, подвеска (автомобиля), подводная (коррозия, сварка), подземная (линия), подкладной штамп, подлинник, подстанция, подрезка, подручник, подсадка, подсечка;

противо...суффиксы: противообледнитель, противостаритель, противоокислитель, противооткатное (устройство), противоатомная (защита), противоугонное (устройство), противопожарный (водопровод), противонапряжение, противопригарное (покрытие), противогазовая (коробка);

раз...суффиксы: разбавитель, разбивка сооружения, разбрызгиватель, разгружатель, размолаживание раствора;

вы...суффиксы: (полупроводниковый) выпрямитель, выработка (энергии), выравнивание (температур), выключатель (автоматический), выдувание (стекла);

im/in/ir... суффиксы: *impermeable* (material) 'уплотняющий материал', *incombustible* 'негорючий', *incongealable* 'не замерзающий', *infusible* 'неплавкий, жароустойчивый', *inflammable* 'огнеопасный, горючий'.

Сопоставительный анализ фактического материала позволяет выделить несколько закономерностей. Наиболее продуктивными в научно-технической терминологии являются префиксы анти-, де-, микро-, пере-, против-, раз-, вы-. Русские и башкирские термины демонстрируют высокий структурный параллелизм (например, антикоррозионный → антикоррозиялы), что объясняется длительным языковым контактом. Английский язык, напротив, ориентируется на греко-латинские префиксы (anti-, dis-, micro-, re-, im-/in-). В зависимости от конкретной области техники доминируют те или иные префиксы: в механике и машиностроении — пере-, под-, против-; в энергетике и электротехнике — раз-, вы-, за-; в металлургии и материаловедении — де-, микро-, ре-. Наиболее частотные суффиксы в русских терминах: -н, -к, -тель, -ени(е), -ци(я); в английских: -ion, -ing, -er, -able. Башкирские термины активно заимствуют русские аффиксы (-лау, -лы), что свидетельствует о влиянии русского языка на терминосистему башкирского.

Проведённый анализ позволяет утверждать, что префиксально-суффиксальная словообразовательная модель представляет собой один из ключевых механизмов терминологической номинации в сопоставляемых языках, особенно в научно-технической сфере. Данный процесс активно способствует расширению терминологического корпуса языка, обслуживающего различные области профессионального знания, и одновременно выступает важным фактором интернационализации научно-технической лексики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Билалова Д.Н. Особенности формирования структуры научно-технических терминов (на материале башкирского, русского и английского языков) / Д.Н. Билалова // Успехи гуманитарных наук. – 2022. – № 4. – С. 212-215.
2. Даниленко, В.П. Русская терминология: опыт лингвистического описания / В. П. Даниленко. – М.: Наука, 1977. – 246 с.
3. Земская, Е.А. Современный русский язык. Словообразование: учеб. пособие / Е. А. Земская. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Флинта : Наука, 2011. – 328 с.
4. Максимов В.И., Одеков Р.В. Учебный словарь- справочник русских грамматических терминов (с английскими эквивалентами). – СПб.: Образование, 1998. – 304 с.
5. Немченко, В.Н. Современный русский язык. Словообразование: учеб. пособие для филол. спец. ун-тов / В. Н. Немченко. – М.: Высш. шк., 1984. – 255 с.

6. Русская грамматика: в 2 т. / под ред. Н.Ю. Шведовой. – М.: Наука, 1982. – Т. 1. – 783 с.
7. Улукханов И.С. Словообразовательная семантика в русском языке. – М.: ИРЯ РАН, 1996. – 168 с.
8. Языкознание. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. В. Н. Ярцева. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – С. 303.

© Билалова Д.Н., 2026

УДК 82-3

ҒӘНИЕВА Ғ. Ғ.

Бирский филиал Уфимского университета науки и технологий, г. Бирск, Россия

М. КУНАФИН ИЖАДЫНДА ХАЛЫК ИЖАДЫ ЫНЙЫЛАРЫ

Аннотация. Мәкәләлә билдәлә языусы Мөнир Кунафин әсәрзәренәң кайһы бер стилистик үзенсәлектәре тикшерелә. Языусының стилиенә тәрән милли колорит, тел һутлылығы, художестволы образдарзың тормошсанлығы хас.

Аскыс һүзәр: стиль, әсәр теле, стилистика, мәкәлдәр, фразеологизмдар.

Рәсәйзең һәм Башкортостандың Журналистар һәм Языусылар союзы ағзаһы Мөнир Сәхиулла улы Кунафин хәзерге башкорт әдәбиәтендә күп яклы ижады менән танылды. Уның шиғырзари, хикәйә-повестари, пьесалари һәм очерктари бер-бер артлы матбуғат биттәрәндә басыла килә. Дәүер проблемаларын үзенсәлектә деталдәр һәм символдар аша кинәйә менән һүрәтләгән әсәрзәре «Шундай мәлем», «Ғүмер тигәндәре...», «Тәңре өрөк капканда», «Йөзөп барған, ти, аттар диңгеззә...», «Шакмак қояш» исемле китаптарына тупланды. Республиканың «Йәшлек» газетаһы, «Ватандаш» журналы редакцияларында эшләүе, «Шоңқар», «Ағизел» кеүек мәртәбәле журналдарзың баш мөхәррире вазифаларын башқарыуы Мөнир Сәхиулла улын ысын журналист итеп танытты. Сая Фәнистең рухи булмышын һүрәтләгән «Бер ғүмер етмәй икән...» очеркы һәм «Қызарып сейә бешкән мәл ине» махсус операция биләмәһенән юльязмаһы лайыклы рәүештә Шәһит Хөзайбирзин исемендәге Башкортотсан Республикаһы Хөкүмәте премияһы менән наградланды.

Мөнир Кунафиндың әсәрзәре тел һәм стиль йәһәтенән айырым иғтибарға лайык. Замандаштары менән бергә көн күргән ябай кешеләрзең ғәзәти тормошон, шул ук вакытта йәшәйештең тәрән проблемаларын нескә юмор, бер аз сатира менән яктыртыу өсөн автор һүзәрзең үтеп инерлегән, ялғаузарзың мәғәнә бизәклеһен, һөйләмдәр төзөлөшөнөң дә урынлыһын куллана. Был йәһәттән Рауил Бикбаев: «Кеше психологияһын нескә аңлай һәм бик тәбиғи итеп күрһәтә. Язғандары ябай һәм акыллы, кешесә һәм укымлы. Башка бер кем менән дә буталмаслык үз стилиен, аһәңен тапқан», – тип баһалай [1; 130].

Мөнир Кунафиндың әсәрзәрен тел һәм стиль йәһәтенән анализлағанда мәкәл-әйтемдәр, фразеологик берәмектәр айырым иғтибарға лайык. Әйтергә кәрәк, языусының ижадында мәкәлдәр һирәк осрай. Автор халык телендә актив кулланылғандарын персонаж телмәренә һиззермәй генә индереп ебәрә. Мәсәлән, *ағашың йортка кош кунмас, балаһың йортка кот кунмас; балалы өй – базар, балаһың өй – тулы зар; үлемһез донъя юк, кисеүһез йылға юк; донъя куласа, бер басмаһа бер баса; илдә сәпсек үлмәй; ейер ризык бөтмәйенсә донъя бөтмәс, йән биргәнгә йүн бирер һ.б.*

Мөнир Кунафиндың индивидуаль стилин билдәләүзә халыктыкын халыксан итеп үзгәртеп ебәргәндәре иғтибарға лайык. Структураһы үзгәргән мәкәл-фразеологизмдар әсәрҙең тасуир көсөн арттырырға булышлык итә. Миҫалдар: *Шымтым ғына алаша ла юлдан тайпылып китә кай сак.* («Үсме, хисме?»). *Ейгәне – ризык, йәйгәне түшәк түгел* («Инстинкт, йәки Күктә йондоззар болара»). *Белгәнендә беләгемә элдем, ергә күмдем* («Бала тарақандың мыйык уйнатканы»).

Фразеологизм милли телдә үзенсәлеген күрһәткән төп лексик берәмек һанала. Һөйләү телендә актив кулланылған тоторокло һүзбәйләнештәр йыш кына бер әсәрҙән икенсәһендә кабатлана. Мәсәлән, *кикереген шиңдереү, таң һарыһы, һеркәһе һыу күтәрмәй, уй мейеһен тишеү, бауыр астынан ел үткәрәү, юкты тукуу, аяк һузуу, йөз һыуын түгеү, һүз буткаһы, әтем белһен һ.б.*

Шул уҡ ваҡытта һүз оҫтаһы фразеологик берәмектәрҙе ижади үзгәртеүгә һәләтле «материал» буларак куллана. Был осрақта автор уны төзөүсә компоненттарҙың берәһен икенсә лексик берәмек менән алмаштыра. Башлыса лексик составы яғынан мөмкин кәҙәр тоторокло булғандары үзгәртеләп, уларҙың өн составы һәм ритмик-мелодик тоны тулыһынса һаҡлана. Миҫалдар: *Ут менән шаярҙым, уйындан мөгөз сығарҙым былай булғас* («Тәңре өрөк қапҡанда»). *Был һатыулашмай, был туйып кикерә* («Йөзөп барған, ти, аттар диңгезҙә...»). *Шамил белә, ныклы бахмуры башланһа Фәнилдәң тәкәһе һөзөргә тотона* («Йөзөп барған, ти, аттар, диңгезҙә...»). *Тегенең һеркәһе кер күтәрмәй торған холко бар, шуға һиндәйерәк борос қаптырыр икән, тип әсә яуап көттө үзә* («Йынағанан һуң ике азна»). *Кайһы шөрөп былт итеп килеп төштө икән?* («Соқор»). Миҫалдарҙан күренеүенсә, ясыусы тарафынан үзгәртелгән фразеологизмдар халык телендә кулланылғанға қарағанда күпкә образлыраҡ һәм экспрессивлыраҡ.

Тормош тураһындағы ақыллы фразаларҙы үзә лә төзөй языусы. Кешелек сифаттарын, рухи киммәттәрҙе беренсә урынға куйып, бер һөйләмгә тәрән мәғәнә, ақыл, нәсихәт һыйзыра. Миҫалдар: *Изәндәге тап нимә, бер һыпырһаң бөтә ул, йөрәк-хәтерҙәген генә кырып та юкка сығарып булмай.* («Үсме, хисме?»). *Арба күсәре нимә, ер күсәре нык булһын, балакайҙарым* («Тәңре өрөк қапҡанда»). *Ә хәҙер нимә, кеше етеш йәшәй, тамағы тук, Донъялары бөтөн, күңеле тишек* («Қартайған қояш астында»). *Хыялға бик-йозақ һалып булмай, күз алдына килтереү өсөн ишектең асык йә ябык булыуы мөһим түгел...* («Шакмак қояш»).

Мөнир Кунафин укыусыларға алдан ишара яһау, әйтергә теләгән фекерен нығытып куйыу максатында әсәрзәрен рус йәки сит ил әзәбиәте классиктарының, ақыл әйәләренәң цитаталары менән башлаузы хуп күрә. Был алымды артабан дауам итеп, әсәр йөкмәткәненә Сергей Есенин, Борис Слуцкий, Мәжит Ғафури, Рафаэль Сафин, Рәми Ғарипов, Ғилман Ишкинин кеүек күренекле шағирзәрзың киң билдәле шиғыр юлдарын, көйгә һалынып, халык араһына таралып киткән йырзәрзы уңышлы һәм урынлы куллана. Мәсәләң, *«якты донъяларзан кем туйған»...*, *шағир әйтмешләй, сут-сут килеп һандугастар һайрашканда...*, *«...үлергә ине, бер минутка, бер минутка һинәң косакта»* һ.б. Бындай аппликациялар әсәрзәң йөкмәткәнен тағы ла тәрәнәйтә, ә әзиптең телмәрен зауыклы итә. Ғөмүмән, М.Кунафин халықтыкын халыкка еткерәүзә матур стилистик алымдар кулланып, тәрән йөкмәткеле әсәрзәр языуға өлгәште.

КУЛЛАНЫЛҒАН ӘЗӘБИӘТ

1. Бикбаев Р. Айырмаһын китаптарзан – иң-иң тоғро дуҫтарзан / Ватандаш. – 2016. – №10. – 111–140-сы биттәр.
3. Хөсәйенов Ғ.Б. Әзәбиәт ғилеме һүзлегә. – Өфө: Китап, 2006. – 245 бит.
6. Кунафин М. Йөзөп барған, ти, аттар диңгеззә... : повесть, хикәйәләр. – Өфө: Китап, 2016. – 132 бит.
7. Кунафин М. Шакмак қояш: повестар, хикәйәләр. – Өфө: Китап, 2021. – 304 бит.

© Ганиева Г.Г., 2026

УДК 821.512.141.09

Хатмуллин Б.Г., Каскинова Г.Н.

Бирский филиал Уфимского университета науки и технологий, г. Бирск, Россия

БОРОҢҒО АҚЫЛДЫҢ АСЫЛЫН ЯКТЫРТЫУСЫ МАЯК

Аннотация. М.Буракаева һәм М.Солтанованың китабы 1910-сы йылда М.Буранғолов Ғәбит Арғынбаевтан һәм Хәмит Әлмөхәмәтовтан язып алған, 1941-се йылда машинкала басылған архив тәүсығанағына нигезләнә. Музыкаль материал М.Солтанова тарафынан әзерләнгән, М.Буракаеваның комментарийзәры эпостың фәлсәфәүи мәғәнәһен асықлай. Баһма киң масса укыусылар өсөн төп нөсхәне тергезә.

Аскыс һүзәр: “Урал батыр”, төп нөсхә, эпос, қобайыр, Мөхәмәтша Буранғолов, Мәрийәм Буракаева.

“Урал батыр” эпосының язып алыныуына 115, ә Мөхәмәтша Буранғоловтың тыуыуына 137 йыл тулған көндәрзе Мәрийәм Буракаева һәм Мәрийәм Солтанованың “«Урал батыр» қобайыры – башқорт халқының рухи мираһы” исемле китап менән қаршылауыбыз – бөйөк эпосыбызға халқыбыздың оло һөйөү һәм тәрән ихтирам символы.

Был китапты әзерләгәндә ике максат күз уңында тотолдо:

- 1) эпосты әзәби телгә күсерәү;
- 2) быға тиклем басылған текстарзағы тупас хаталарзы бөтөрөү.

«Урал батыр» эпосының төп нөсхәһе киң катлам укыусыларға үзгәртелмәйенсә тәкдим ителә. Фәкәт яңы орфографик кағизәләргә яраклаштырып бирелә. Был иһә үсеп килгән йәш быуынға һүзәрзең, күп осракта ялғауларзың хәзерге әзәби телдә кулланылмай торған боронго формаларын аңларға ярзам итә. Тик шуны әйтергә кәрәк: әзәби телгә күсергән сакта ижектәр һаны төп нөсхә вариантынан артып киткән урындар бар, шуға ул ижектәр йәйә эсендә тәкдим ителә. Мәсәлән:

«Тешәр сағы(ғы)з узмаған,

Быуынығыз катмаған...»

Музыка укытыусыһы, дирижер Мәрийәм Ғәзизрахман кызы Солтанованың бөйөк кобайырыбыззы көйгә һалыуы, ноталарза тәкдим итеүе – баһалап бөткөһөз кыуаныс, сөнки көй һүзәрзең мәғәнәһен бозмайынса кинәйәһен аңлауға юл аса. Тап шуның өсөн дә боронго сәсәндәр кобайырзы думбыраға кушылып, үзенсәлекле көйгә һалып әйткәндәр бит. Көйө һакланған кобайырзар әле лә бар. Мәсәлән, “Аҡһак қола”, “Қуңыр буға”, “Алпамыша”, “Заятүләк менән Ыуһылыу”, “Қара юрға” һәм башкалар.

Кобайырға тәүге тапқыр фаразлаузар бирелә. Мәрийәм Буракаеваның «Урал батыр» эпосы буйынса фаразлаузары – халкыбыззың тәрән фәлсәфә, ғилем туплаған боронго комарткыһын кайта-кайта укып сығып, кинәйә менән әйтелгән фекерзәрзең әрәсәһе тураһында уйланыузары, уларзың заман һулышы менән ауаздаш булыуын киң катлам укыусыларға еткерергә ынтылыуының һөзөмтәһе был.

«Мин эпос менән күптән кызыкһынам. Уны балаларға аңлайышлы тел менән «Тормош һабактары» тип аталған укыу предметына ла индереп ебәрғәйнек. Халкыбыззың фәлсәфәһе, кеше һәм кешелек донъяһы тураһында уйланыузар, йәшәү максаты, Якшылык менән Яуызлык төшөнсәһе һәм башка гәжәп киммәтле фекерзәрзе балаларзың йәшенә, аңлау кимәленә карап бәләкәйзән үк өйрәтә башларға, тигән хыял менән байтак хезмәттәр язған мәлдә, 2007 йылда Шәүрә Шәкүрованың «Урал батыр» башкорт халык эпосы: архив сызанағы һәм уның текстологик анализы» тип аталған иҫ китмәле зур хезмәте нәшер ителде. Хезмәтте укып сыккандан һуң, балалар өсөн тәғәйенләп язылған кулланмамды тик 1941 йылғы төп нөсхәгә генә таянып әзерләргә булдым. Сөнки әле без укыған, өйрәнгән эпос тексының төп нөсхәһе байтак үзгәрештәр кисергән һәм киммәтле фекерзәр йә төшөп калған, йә күлгәлә тороп калған, йә аңлашылмаған һүзәр менән килеп ингән, йәки һүзәргә яңылыш аңлатма бирелгән, хатта икенсе эпостан юлдар өстәлгән. Таузай хезмәт башкарған ғалимә Шәүрә Рәшит кызының был китабы Мөхәммәтша Буранғоловқа иң киммәтле һәйкәл, тип һанайым һәм эпосқа фараздарымды фәкәт төп нөсхәгә генә таянып язам», – ти проекттың авторы. Йәғни Мәрийәм Буракаева «Урал батыр» эпосының 1910 йылда Башкортостандың халык сәсәһе, билдәле фольклорсы-ғалим Мөхәммәтша

Буранғолов тарафынан Ғәбит сәсэн Арғынбаев һәм Хәмит сәсэн Әлмөхәмәтовтарзан язып алынған һәм 1941 йылда машинкала латин графикаһында бастырылған архив тәүсығанағына нигеҙләһеп эш итә. Әйткәндәй, эпостың был архив сығанағы Ш.Р. Шәкүрованың алда атап үтелгән «Урал батыр» башҡорт халыҡ эпосы: архив сығанағы һәм уның текстологик анализы» монографияһында [2] кушымта рәүешендә һәм 2014 йылда “Урал” Мәрхәмәтлек фондының финанс ярҙамында баһылған “Урал батыр (эпос)” академик баһмаһында нәшер ителгәйне [1]. Был баһмалар башлыса ғалимдарға, аспиранттарға, юғары укыу йорттары студенттарына, гуманитар фәндәр белгестәренә тәғәйенләнгәнлектән һәм аз күләмдә нәшер ителгәнлектән төп нөсхә киң катлам укыусыға барып етмәне.

Эпостың әлегә тиклем киң катлам укыусылар өсөн сыккан баһмалары төп нөсхәнән ныҡ кына айырылыуы, унда үзгәртелгән, төҙәтелгән, өстәлгән, кысҡартылған урындарҙың күп булыуы мәсьәләләре Шәүрә Шәкүрованың күрһәтелгән хеҙмәтендә [2] бик ентекле өйрәнелгән.

Төп нөсхәһә дөйөм кулланылыштағы текстар менән сағыштырып карап, үзебездә һөҙөмтәлә төп символдарҙың мәғәнәһә үзгәрәүенә, дауамлы фекер оһо юғалыуына шаһит булдык.

Ә эпос бик үзенсәлекле королған. Башта фекер оһо әйтелә, унан асығыраҡ итеп берәй деталь өстәлә, аҙаҡ нимә тураһында фекер барғанлығы асыклана.

Ә дөйөм кулланылыштағы китаптарҙа һүзәрҙең алмаштырылыуы һөҙөмтәһендә хаталар барлыкка килгән. Мәсәләһ:

Әлегә тиклем сыккан китаптарҙа:	Төп нөсхәлә:
Якшынан эскәһә һыу булар, Ямандан эскәһә ЫУ булар.	Якшынан эскәһә һыу булып, Ямандан эскәһә КАН булып.
Ыу булып тигән, фекер башкөллө үзгәрәп китә. Эпос буйынса, был капма-каршылыҡ символдары: һыу – ул йәшәү, кан – үлем.	
Олоһо оло итегез, Кәңәш алып йөрөгөз; Кесенә кесә итегез, Кәңәш бирәп йөрөгөз.	Олоһо оло, тиегез, Кәңәш алып йөрөгөз; Кесенә кесә, тиегез, Кәңәш бирәп йөрөгөз.
Тимәк, ололата, кеселәтә туғанлыҡ атамалары менән әйтегез, тигән һүз. Ә ул фекер төшөрөп калдырылған.	
Һыуы уртлап алған, ти, Һыуы шунда бөрккән, ти.	Йән шишмәгә барған, ти, Һыуын һөзөп алған, ти.
Ә Йәншишмәһә бөтөнләй уртларға ла, ауызға ла алырға ярамай. Эсергә лә ярамай. Һөзөп тигән һүз ул һыуы тулкынландырмай ғына, ипле генә, өстән генә һөзөп алыуы аңлата.	
Йылға быуған зур тауы Өзә сапкан урыны –	Йылға быуған зур тауы Өзә сапкан урыны –

Кырыкты булып калған, ти.	«Кырыккы» булып калған, ти.
Төп фекергә зур зыян килгән. Ғөмүмән, эпосты укығанда, башкорт авторларының башка ғилемде генә түгел, географияны ла якшы белгәнлеге күренә . Бындағы юлдарзан ни күренә?! Ямантау кайза ята ла, Ағизел кайзан аға? Ә Кырктытау кайза? Бер хәрефтен үзгәртелеүе ни тиклем хатаға юл куя.	
Акбузаттың тышкы киәфәтен һүрәтләгән урындың М. Буранғолов вариантында бөтөнләй булмауына шаһит булдык. Кайзан барлыкка килгән һуң был өзөк? Әйткәндәй, Акбузатты тасуирлаган юлдар 1968 йылғы варианттарға ла юк.	
“Урал батыр”за өстәлгән юлдар, йәғни Акбузаттың тышкы киәфәте “Изеүкәй менән Моразым” эпосынан һәм “Урал батыр”зың сәсмә версияһынан алынған булып сыкты. Кайһылыр юлдары һүзмә-һүз алынған, кайһыһы азыраҡ үзгәртелгән.	
Эйәренен кашы алтын, Йүгәненен башы алтын; Колағын беззәй қазаған, Ялын кыззай тараған; Башкүнәктәй танаулы, Һарымһактай асаулы, – тигән юлдар “Изеүкәй менән Моразым”дан.	
Колағын беззәй қазаған, Ялын кыззай тараған; Карсыға түш, тар бөйөр, Еңел, текә тояклы; Һарымһактай асаулы, Кысыр йылан тамаклы; Урайы куш, яңағы ас, Кыйғыр бөркөт кабаклы; Муйындары бер колас, Кыйғас камыш колаклы; Алғыр бүре күзендәй, Күз бәбәген сылатыр, Елгә, коштай елпенеп, Артында саң уйнатыр Акбуз тора ине, ти, – юлдары Урал батыр”зың сәсмә версияһынан.	
Шулай ук Урал батырзың, халыкты йыйған сакта, һорнай һызғыртыуы тураһында ла төп нөсхәлә бер һүз зә юк. Ә башка басмаларға: Һорнайзарын һызғыртып, Кырзан кырға кызыртып, – тип өстәлгән [Шәкүрова, 378]. Тимәк, Урал батыр һорнай "һызғыртып" та йөрөгән килеп сыға.	
Ошонда ук бер генә хәреф өстәлеүе аркаһында тағы мәғәнә юғала. Мин дә бер юл куяйым,	

Һинән якшылык көтМәйем,
Атамдың хакы өсөн,
Әсәмдең хәтере өсөн
Тағы ла бер Һынайым, – ти Урал батыр Шүлгәнгә [Шәкүрова, 382].
“Ышанмайым, әммә атам-әсәм хакына тағы Һынап карайым”, – ти.

Ә быға тиклем нәшер ителә килгән басмаларза:
Һинән якшылык көтӘЙЕМ, – тип төзәтелгән. Ағаһына якшылык көтөрлөк
кимәлдә ышанғас, ни өсөн тағы Һынай ул, тигән һорау тыуыуы тәбиғи.

«Урал батыр» кобайырының киң таралыш тапкан текстарындағы тайпылыштарҙы дөрөсләп нәшер итеү, һис шикһез, ыңғай күренеш, безҙеңсә. Бында әле хаталарҙың кайһы берҙәре генә күрһәтелде, ә бит тотош фәлсәфәүи фекерҙе, ғилем саткыларын үзгәртеп ебәргән хаталарға юл куйылған бит! Мәрийәм Буракаева һәм Мәрийәм Солтанованың “«Урал батыр» кобайыры – башкорт халкының рухи мираһы” исемле китабын укыһағыҙ, үрҙә әйтелгәндәрҙең хаклығына үзегеҙ ҙә инанырһығыҙ.

Хөрмәтле туғандар! Бөйөктән дә бөйөк эпосыбыҙдың төп нөсхәһен укыйыҡ, дөрөс аңлайыҡ, акыл алайыҡ, артабанғы йәшәйешебезҙе ундағы тәғлимәттәргә көйләйек. Языусы-педагог, Башкортостан Республикаһының халыҡ уҡытыусыһы Мәрийәм Буракаеваның: “Мең йылдар элек бар булған халкыбыҙ ошо кобайыр тәғлимәте менән йәшәгәндәр, улай булмаһа, бөйөк тәғлимәт телдән-телгә күсеп килмәс ине”, – тигән фаразлауын бергәләп дәлилләйек.

КУЛЛАНЫЛҒАН ӘЗӘБИӘТ

1. Урал батыр (эпос) / 1910 йылда М. Буранғолов Ғ. Арғынбаев һәм Х. Әлмөхәмәтовтан язып алған. – Өфө, 2014. – 196 бит.
2. Шакурова Ш.Р. Башкирский народный эпос «Урал-Батыр»: архивный первоисточник и его текстологический анализ. Уфа: Гилем, 2007. – 386 с.

© Хатмуллин Б.Г., Каскинова Г.Н., 2026

УДК 37.091.312.

Грачева Г.В., Челотканова А.Н.

Ишимбайский нефтяной колледж, г. Ишимбай, Россия

НАУЧНЫЙ СТАРТ: ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Аннотация. В работе рассматривается роль научной деятельности в развитии школьников (8–11 классы) и студентов СПО (1–2 курсы), а также возможности для первых шагов в науке. Описывается значение научных конференций как площадки для презентации исследований, получения обратной связи и развития

навыков публичных выступлений. Представлены пути реализации научной работы для разных категорий начинающих исследователей: перечислены форматы участия (научные общества, практики в вузах, конкурсы, онлайн курсы), указаны возможные источники поддержки (гранты, стипендии, наставничество).

Ключевые слова: гранты, наставничество, soft skills, нетворкинг, саморазвитие.

Анализируются мотивы, побуждающие людей заниматься наукой: выделены внутренние (любопытность, стремление к саморазвитию) и внешние (поощрения, карьерные перспективы) стимулы.

Подробно разобраны этапы начала научной деятельности — от выбора направления и постановки целей до представления результатов и их доработки. В завершение даны практические советы начинающим исследователям: как искать поддержку, использовать современные инструменты, планировать работу и сохранять мотивацию.

Ключевые слова: наука, научная конференция, начинающие исследователи, школьники, студенты СПО, научно-исследовательская работа, мотивация, этапы исследования, гранты, наставничество.

Цель работы — помочь школьникам и студентам сориентироваться в мире науки, показать доступные пути для самореализации и вдохновить на исследовательскую деятельность.

Введение

Наука — это не только сфера деятельности великих учёных, но и возможность для каждого из нас внести свой вклад в её развитие.

Наука — это не только сложные формулы и лабораторные опыты, но и путь поиска, открытий и творчества.

Для школьников (8–11 классы) и студентов СПО (1–2 курсы) первые шаги в науке могут стать стартовой площадкой для будущей профессиональной карьеры, развития критического мышления и умения работать с информацией.

Что такое научная конференция, какие пути открыты для начинающих исследователей, что мотивирует людей заниматься наукой.

1. Что такое научная конференция и её роль для начинающих

Научная конференция — это мероприятие, на котором учёные, студенты и школьники представляют результаты своих исследований, обсуждают актуальные проблемы и обмениваются опытом.

Для начинающих исследователей конференция выполняет несколько важных функций: Платформа для презентации идей: возможность показать свою работу широкой аудитории, включая экспертов. Получение обратной связи: комментарии и рекомендации от более опытных коллег помогают улучшить исследование.

Развитие навыков публичных выступлений: тренировка умения чётко и лаконично излагать свои мысли. Нетворкинг: знакомство с единомышленниками, потенциальными наставниками и партнёрами по исследованиям.

Повышение мотивации: осознание своей значимости в научном сообществе, возможность выиграть гранты или стипендии.

Пример успешной конференции для начинающих — Международная научно-практическая конференция «Первые шаги в науку», где участвуют школьники и студенты СПО.

2. Пути для реализации научной исследовательской работы

Для школьников (8–11 классы):

- ✓ Участие в школьных научных обществах (НОУ) — работа над мини-проектами под руководством учителей.

- ✓ Летние и годовые практики в вузах — возможность поработать в лабораториях, познакомиться с университетской средой.

- ✓ Программы интенсивной школы («Первые шаги в науку») — краткосрочные курсы (1 год), где учат основам исследовательской деятельности: формулировать гипотезы, работать с литературой, оформлять рефераты.

- ✓ Конкурсы исследовательских работ: «Большие вызовы», «Сахаровские чтения», Балтийский научно-инженерный конкурс.

- ✓ Онлайн-курсы и вебинары по основам научного исследования.

- ✓ Работа с научным руководителем из вуза — индивидуальные консультации, помощь в выборе темы и проведении исследования.

Для студентов СПО (1–2 курсы):

- ✓ Научно-исследовательская работа (НИР) в колледже — выполнение курсовых работ с исследовательским компонентом.

- ✓ Сотрудничество с вузами: стажировки, совместные проекты, посещение лекций и лабораторий.

- ✓ Участие в студенческих конференциях (очных и онлайн) — возможность представить работу и опубликовать тезисы.

- ✓ Гранты и стипендии для молодых учёных (программы РФФИ, РНФ, поддержки от регионов).

- ✓ Проекты и хакатоны по актуальным темам (ИТ, биотехнологии, экология).

- ✓ Работа в студенческих научных кружках и лабораториях.

- ✓ Публикация статей в студенческих сборниках и научных журналах.

3. Что побуждает студента заниматься научной работой и деятельностью?

Мотивы могут быть как внутренними, так и внешними.

Внутренние мотивы (личные):

- ✓ Интерес к теме — желание глубже понять явление, решить конкретную проблему.

- ✓ Стремление к саморазвитию — развитие критического мышления, навыков анализа, работы с информацией.

- ✓ Желание реализовать свой потенциал — возможность проявить креативность, самостоятельность, лидерские качества.

- ✓ Увлечение наукой с детства — примеры из семьи, вдохновляющие учителя, участие в кружках.

✓ Постановка амбициозных целей — подготовка к поступлению в магистратуру/аспирантуру, карьера в науке.

Чувство новизны и открытия — радость от нахождения решения сложной задачи.

Внешние мотивы (стимулы извне):

✓ Поддержка со стороны преподавателей — наставничество, индивидуальные консультации, поощрение инициативы.

✓ Система поощрений в учебном заведении — дополнительные баллы к стипендии, грамоты, рекомендации.

✓ Конкурсы с призами — денежные вознаграждения, поездки на конференции, публикации в сборниках.

✓ Перспективы для карьеры — возможность устроиться в научно-исследовательский институт, стартап, технологическую компанию.

✓ Социальные связи — работа в команде, обмен опытом с единомышленниками, участие в научных сообществах.

✓ Требования образовательной программы — научно-исследовательская деятельность как часть учебного плана (например, ФГОС).

4. Что побуждает людей заниматься научной деятельностью в целом?

Причины разнообразны и зависят от индивидуальных особенностей, жизненного опыта и профессиональных целей:

✓ Любознательность и стремление к познанию — фундаментальная человеческая потребность понимать окружающий мир.

✓ Желание решать практические проблемы — разработка новых лекарств, улучшение экологии, создание технологий.

✓ Профессиональная реализация — наука как призвание, возможность внести вклад в развитие общества.

✓ Карьерные перспективы — научные степени, должности, гранты, международное сотрудничество.

✓ Престиж и признание — публикации в ведущих журналах, награды, членство в академиях.

✓ Финансовая поддержка — гранты, контракты с компаниями, государственные программы.

✓ Команда и среда — работа в сильном коллективе, доступ к ресурсам (лаборатории, оборудование, библиотеки).

✓ Социальная ответственность — стремление сделать мир лучше через научные открытия (например, борьба с изменением климата, разработка вакцин).

✓ Личностные качества — настойчивость, терпение, умение работать с большими объёмами информации, аналитические способности.

✓ Культурные и образовательные традиции — поддержка науки на государственном уровне, популяризация научных знаний.

5. Этапы начала научной деятельности для начинающих

Шаг 1. Выбор направления определите интересы (например, физика, биология, IT); проанализируйте актуальные проблемы в выбранной области;

проконсультируйтесь с преподавателями и научными руководителями.

Шаг 2. Постановка цели краткосрочная (например, участие в школьной конференции); среднесрочная (подготовка статьи для сборника); долгосрочная (поступление в аспирантуру, защита диссертации).

Шаг 3. Поиск ресурсов литература и базы данных (Google Scholar, eLibrary, CyberLeninka); лаборатории и оборудование (в колледже/вузе); наставники и эксперты (преподаватели, учёные); гранты и стипендии (информация на сайтах вузов, фондов).

Шаг 4. Разработка плана исследования формулировка гипотезы; выбор методов исследования; определение сроков и этапов работы; составление списка литературы.

Шаг 5. Проведение исследования сбор данных (эксперименты, опросы, анализ информации); обработка результатов (статистика, визуализация); формулировка выводов.

Шаг 6. Оформление работы структура (титульный лист, введение, основная часть, заключение, список литературы, приложения); требования к оформлению (ГОСТ, стиль цитирования); подготовка презентации и доклада.

Шаг 7. Представление результатов участие в конференциях и конкурсах; публикация в научных сборниках; защита работы перед комиссией.

Шаг 8. Анализ и дальнейшая работа учёт замечаний и предложений; доработка исследования; планирование новых проектов.

6. Советы для начинающих исследователей

✓ Не бойтесь ошибок — они являются частью научного процесса. Начинайте с малого — выбирайте посильные задачи, постепенно усложняя их.

✓ Ищите поддержку — общайтесь с единомышленниками, обращайтесь за помощью к опытным учёным.

✓ Используйте современные инструменты — программы для анализа данных (Excel, R, Python), системы управления библиографией (Zotero, Mendeley).

✓ Следите за научными новостями — подписывайтесь на журналы, участвуйте в вебинарах, посещайте открытые лекции.

✓ Ведите дневник исследований — фиксируйте идеи, результаты, трудности и способы их преодоления.

✓ Ставьте реалистичные сроки — планируйте работу с запасом времени на доработки.

✓ Развивайте soft skills — навыки коммуникации, работы в команде, управления временем.

✓ Участвуйте в междисциплинарных проектах — это расширяет кругозор и открывает новые возможности.

✓ Сохраняйте энтузиазм и любопытство — это ключевые качества успешного исследователя.

Первые шаги в науке могут показаться сложными, но при наличии интереса, целеустремлённости и поддержки они открывают огромные возможности для личностного и профессионального роста. Начинать можно с

простых проектов, участия в конкурсах и конференциях — главное не останавливаться на пути к открытиям! Наука ждёт своих молодых героев!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, Д. В., Кулешова, И. В., Степанов, П. В. Программы внеурочной деятельности. Научно-исследовательская деятельность учащихся. — М.: Просвещение, 2018. — 96 с.
2. Леонтович, А. В. Исследовательская деятельность как способ формирования мировоззрения // Народное образование. — 1999. — № 10. — С. 156–160.
3. Савенков, А. И. Психология исследовательского обучения. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (ФГОС СОО): утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413. — [Актуальная версия на официальном портале].
5. Шамова, Т. И., Давыденко, Т. М., Рогачева, Н. А. Управление исследовательской деятельностью педагога и учащихся в современной школе. — М.: Центр «Педагогический поиск», 2008. — 288 с.

© Грачева Г.В., Челотканова А.Н., 2026

УДК 355.233.22

Мазитова К.Ф., Мазитова М.Н.

Башкирская гимназия-интернат № 2 им. А. Валиди, г. Ишимбай, Россия

ЕДИНСТВО НАРОДОВ И НАЦИЙ НА ПЕРЕДОВОЙ. ИЗ УСТ УЧАСТНИКА СВО

Аннотация. В статье представлена история участника специальной военной операции Рашита Хасанова с позывным «Композитор» — 65-летнего жителя Башкортостана, музыканта, добровольца. На примере его личного опыта раскрываются темы патриотизма, физической и моральной стойкости, единства народов России на передовой (башкир, татар, дагестанцев, чеченцев, армян, украинцев и др.), а также importance тыловой поддержки. Отдельное внимание уделено гуманитарной помощи из республики и роли сплочённости в достижении Победы.

Ключевые слова: Ключевые слова: единство народов, участник СВО, патриотизм, гуманитарная помощь, «Композитор».

Сегодня я хочу рассказать вам историю нашего земляка — жителя микрорайона Буранчино, бойца специальной военной операции Рашита Хасанова с позывным «Композитор».

Недавно «Композитор» вернулся в краткосрочный отпуск. Из 19 дней, отведённых ему на отдых, четыре ушли на дорогу, а оставшиеся две недели он посвятил встречам с земляками, школьниками, воспитанниками Башкирского кадетского корпуса, а также участию в патриотических уроках. Мне тоже посчастливилось встретиться с этим бойцом и услышать его историю.

Позывной «Композитор» Рашит Хасанов получил не случайно. Искусство и культура сопровождали его на протяжении всей жизни. Он родился в деревне Тереклы Архангельского района. С детства для талантливого мальчика сельский клуб стал вторым домом. После окончания начальной школы в родном селе его приняли в Республиканскую музыкальную школу – Республиканскую гимназию-интернат имени Газиза Альмухаметова – в класс кларнета.

Рашит Хасанов освоил игру на различных музыкальных инструментах: духовых, ударных, клавишных и струнных. После окончания учебного заведения он был призван в армию. Отслужив под Москвой, поступил в школу милиции, где также руководил духовым оркестром. Получив звание лейтенанта, долгие годы служил участковым инспектором милиции. Позднее работал учителем музыки в школе, музыкальным руководителем в детском саду, художественным руководителем. Последним местом его работы стал Байгузинский Дом культуры.

В июле прошлого года он заключил контракт с Министерством обороны. На вопрос о том, почему в возрасте 65 лет он решил сменить баян на автомат Калашникова, боец ответил, что его вдохновили семейные традиции: оба его деда участвовали в Великой Отечественной войне. Один погиб в Сталинградской битве, другой — под Липецком. С детства он воспитывался с мыслью о том, что каждый мужчина должен вносить свой вклад в защиту Родины. Именно поэтому по зову сердца он отправился в зону СВО.

Несмотря на возраст — «Композитор» уже перешагнул седьмой десяток — он выглядит энергичным и бодрым. Физическая подготовка, дисциплина и музыкальные способности помогли ему быстро адаптироваться к жизни на передовой. Он рассказывает: «Там мы не только выполняем боевые задачи, но и занимаемся тяжёлым физическим трудом — копаем блиндажи, носим на себе 30-килограммовые грузы».

Именно занятия спортом в мирной жизни — утренние пробежки, плавание, ежедневное катание на лыжах зимой, закаливание холодной водой — помогли ему быстро освоиться на фронте, выдерживать нагрузки, держать оборону и противостоять врагу.

Особенно меня вдохновили его слова о единстве народов на передовой. Он служит вместе с людьми разных национальностей: дагестанцами, чеченцами, казаками, армянами, украинцами. Все они действуют как единый коллектив, поддерживают друг друга и выполняют общую задачу. Он говорит: «Никто не смотрит на национальность — башкир, татарин или бурят. Мы вместе выполняем задачи, оставаясь друзьями, соратниками и единым народом». Музыка, по его словам, также помогает поддерживать боевой дух товарищей

после тяжёлых будней. С первых дней боевые товарищи дали ему позывной Композитор.

Герой моего доклада отметил, что из Башкортостана приходят достойные бойцы, которые с честью и достоинством выполняют свой долг перед Родиной. На фронте хорошо знают о мужестве и стойкости наших земляков. От имени своих боевых товарищей он поблагодарил жителей республики за поддержку из тыла.

Из Башкортостана регулярно поступает гуманитарная помощь. По данным Министерства торговли и услуг республики, на сегодняшний день в зону СВО направлено 175 гуманитарных конвоев на сумму более 4 миллиардов рублей. Бойцам передано свыше 11,5 тысячи дронов, значительная часть которых произведена в регионе. Маскировочные сети, блиндажные свечи, медикаменты, продукты питания, антидроновые одеяла и другие необходимые вещи — всё это изготавливается и собирается жителями республики. Большой вклад вносит и население нашего района. Во время отпуска «Композитора» активисты микрорайонов Буранчино, Левый Берег, Смакево, а также жители деревень Нижнеарметово и Верхнеарметово передали ему множество посылок — от целебных травяных чаёв до бензопилы. Сегодня практически каждая деревня вносит свой вклад, и эта помощь действительно важна и необходима на передовой.

Эта история — яркий пример того, что единство народов проявляется не только в культуре или образовании, но и в сложнейших, экстремальных условиях, где поддержка, доверие и общая цель делают людей сильнее. Мы видим, что настоящая сила страны — в дружбе и солидарности людей разных национальностей, единство народов, которые сплотились в трудное время для нашей стране.

Прощаясь с нами, боец дал напутствие:

«Там, на передовой, у ребят боевой дух высокий. Каждый старается сделать всё возможное, чтобы мы вернулись с победой. Но и вы здесь — верьте в нас, не теряйте надежды, будьте терпеливы, учитесь, становитесь достойными людьми. А мы обязательно вернёмся живыми!»

Завершая своё выступление, хочу привести строки из песни, которую один из наших земляков сочинил в зоне СВО, и эта песня превратилась в священный гимн:

А мы ведём разведку боем -
Иван, Шамиль и Салават.
"Вы отходите,я прикрою!"
"Не бойся,мы с тобою, брат "...
Не смотрят на национальность-
Башкир, ингуш или бурят...
У нас всех русская ментальность,
Мы для врага - Русский солдат!

Как и в этих строках, «Композитор» выполняет боевые задачи вместе с представителями разных народов нашей большой страны — России, оставаясь с

ними друзьями, соратниками и единым народом. А наш тыл, сплочённый общей целью и верой в Победу, обеспечивает надёжную опору: труженики заводов, медики, учителя, волонтёры — каждый вносит свой вклад, чтобы приблизить день мира.

© Мазитова К.Ф., Мазитова М.Н., 2026

УДК 81'373.45

Букаев А.А., Халикова И.Р.

*Салаватский колледж образования и профессиональных технологий,
г. Салават, Россия*

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ЗАИМСТВОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИТ-ТЕРМИНОВ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Аннотация. В статье рассматриваются процессы проникновения и адаптации англоязычной терминологии сферы информационных технологий в русский язык. Анализируются основные способы заимствования: транслитерация, калькирование, семантическое заимствование и усечение. Описываются механизмы грамматической ассимиляции иноязычных единиц (в частности, русификация английских глагольных основ), а также явление контаминации языковых кодов («рунглиш») в профессиональной коммуникации. Отдельное внимание уделяется конкуренции прямых англицизмов и русскоязычных эквивалентов, а также новейшим тенденциям в области заимствований, связанным с развитием искусственного интеллекта. Делается вывод о том, что функционирование ИТ-терминов подчиняется законам естественного языкового отбора, а их изучение требует описательного, а не нормативного подхода.

Ключевые слова: ИТ-терминология, заимствование, англицизмы, транслитерация, калькирование, языковые контакты, компьютерный сленг, искусственный интеллект, лингвистическая адаптация.

Изучение иноязычных терминов в сфере информационных технологий, их заимствования и последующего функционирования в принимающем русскоязычном дискурсе представляет собой актуальную проблему современной лингвистики, находящуюся на пересечении лексикологии и социолингвистики. В условиях доминирования английского языка как глобального средства межкультурной коммуникации в цифровой среде, русский язык испытывает интенсивный приток англицизмов, обслуживающих понятийные поля вычислительной техники, программирования и сетевых взаимодействий. Процесс заимствования не является стихийным; он реализуется через несколько формализуемых механизмов. Наиболее продуктивным выступает транслитерация, при которой графический и

фонетический облик языка-донора передаётся средствами кириллицы, порождая такие единицы, как «баг» (bug), «фикс» (fix), «провайдер» (provider). Альтернативным, однако менее распространённым в ИТ-сфере способом выступает калькирование — морфемный перевод иноязычного образца, давший русские эквиваленты «жёсткий диск» (hard disk) и «операционная система» (operating system). Отдельного внимания заслуживает семантическое заимствование, в ходе которого существующие лексемы русского языка приобретают новые терминологические значения: так, «мышь» расширяет свою референцию с биологического вида на устройство координатного ввода, а «окно» — с архитектурного проёма на область графического интерфейса. В устной профессиональной речи фиксируются также процессы усечения (компьютер → «комп», ноутбук → «ноут»), отражающие принцип экономии языковых усилий.

В лингвистическом сообществе и технической среде наблюдается конкуренция между прямыми англицизмами и их русскоязычными аналогами, или кáльками. Данная конкуренция порождает дублетные пары, в которых выбор конкретного варианта детерминирован коммуникативной ситуацией. Например, лексема «софт», являющаяся транслитерированной формой software, доминирует в неформальной профессиональной речи, тогда как в официальной документации и кодифицированных текстах закреплён термин «программное обеспечение» (ПО). В ряде случаев прямое заимствование вытесняет кальку в силу фонетической краткости (ср. «баг» vs. «программная ошибка») или социолингвистического престижа («тutorial» vs. «обучающий урок»). Однако при функционировании заимствованной лексики в морфологической и синтаксической системе русского языка происходят процессы грамматической ассимиляции. Английские глагольные основы получают русские словоизменительные аффиксы, образуя видовые корреляции и парадигмы спряжения: от login образуется возвратный глагол «логиниться» (логинюсь, логинится, логинились), от update — «апдейтить» (апдейчу, апдейтит). Наличие подобных дериватов служит критерием высокой степени интеграции заимствования в принимающий язык.

Анализ новейших тенденций (2023-2025 годы) показывает, что очередная волна заимствований связана с семантическим полем искусственного интеллекта: активно входят в употребление лексемы «нейронка» (как усечение от «нейронная сеть»), «промпт» (prompt), «токенизация».

Таким образом, изучение процессов заимствования и функционирования ИТ-терминов в русском языке следует рассматривать не как нормативную борьбу с иноязычными элементами, а как наблюдение за естественной лингвистической динамикой, в ходе которой происходит отбор наиболее коммуникативно релевантных единиц. Слова, обладающие достаточной краткостью, семантической прозрачностью и способностью к грамматической интеграции, закрепляются в языке, тогда как избыточные или неассимилируемые конструкции отсеиваются. Современное состояние русскоязычной технической лексики представляет собой гибридную систему, в

которой английские корневые морфемы обрастают русскими аффиксами, что является типичным результатом интенсивных языковых контактов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Билалова, Д.Н. Заимствования в научно-технической терминологии башкирского, русского и английского языков /Д.Н. Билалова // Проблемы востоковедения. – 2023. – №2. – С. 62-67.
2. Клепиковская, Н. В. Семантические исследования в терминологии / Н.В. Клепиковская // Альманах современной науки и образования. – 2008. – № 1–2. – С. 105-111.
3. Ключева, В.Н. Заимствованные слова / В.Н. Ключева // Краткая литературная энциклопедия / Гл. ред. А.А. Сурков. – М. : Советская энциклопедия, 1962–1978. – Т. 2. – 1964. – С. 976-977.
4. Козлова, Л.А. Сравнительная типология английского и русского языков : учебное пособие / Л.А. Козлова. – Барнаул : АлтГПУ, 2019. – 180 с.

© Букаев А.А., Халикова И.Р., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

А.И. Евстафьев АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩИХ СПОСОБНОСТЕЙ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	3
Д.Р. Хатипов, А.А. Лapidус СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	9
Н.Ф. Тихонов ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	11
Т.В. Полякова, Н.В. Юрасова, Д.З. Хуснутдинов ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ПОВОРОТА ЗВЕНЬЕВ РУЛЕВОГО ПРИВОДА ДВУХЗВЕННОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА.....	15
Т.В. Полякова, Н.В. Юрасова ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РУЛЕВОГО ПРИВОДА ДГТ «ВИТЯЗЬ» С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ.....	19
Д.С. Савонин АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	23
А.А. Берючинский, М.Т. Слепов АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ.....	29
А.П. Шерстнёв, Р.А. Микушин ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ С ЗАДААННЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ТРУБОПРОКАТНЫХ АГРЕГАТАХ (ТПА) С НЕПРЕРЫВНЫМ СТАНОМ.....	32
Р.А. Микушин, В.С. Паршин СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННЫХ ТРУБ.....	36
Е.М. Девяткин, А.С. Хисматуллин ЗНАЧЕНИЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	41

Е.М. Девяткин, А.С. Хисматуллин ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В РАЗВИТИИ СИСТЕМ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ.....	44
П.Н. Чариков, М.Д. Галимова АВТОМАТИЗАЦИЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНОВЫХ И ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ.....	47
П.Н. Чариков, М.Д. Галимова ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕКУЩЕГО ПЛАНИРОВАНИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДРЫ НА ОСНОВЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ С ИНТЕГРАЦИЕЙ В WEB- СРЕДУ УНИВЕРСИТЕТА.....	50
Д.З. Хуснутдинов, М.Д. Галимова ПРОГРАММА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ДВУХЗВЕННОГО РОБОТА- МАНИПУЛЯТОРА.....	53
Д.О. Паршиков, О.В. Тупицына МОНИТОРИНГ ЭМИССИИ МЕТАНА НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА И ИНФРАКРАСНЫХ КАМЕР.....	58
Д.О. Паршиков, О.В. Тупицына ОЦЕНКА РИСКОВ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.....	60
А.А. Святлов, Е.Г. Сафронов СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА РОССИЙСКИХ НПЗ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ.....	63
А.И. Валиева, Д.З. Хуснутдинов АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ГУСЕНИЧНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ РЕСУРСОВ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ.....	65
Р.Р. Абдуллин, М.Ю. Некрасова, Д.З. Хуснутдинов РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ДВУХЗВЕННОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА «ВИТЯЗЬ» КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	70
Д.З. Хуснутдинов, Н.В. Юрасова, С.Е. Попова ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СКЛАДЫВАНИЯ ДГМ ВИТЯЗЬ.....	74
П.Н. Чариков, С.Е. Попова БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В УНИВЕРСИТЕТЕ.....	78

П.Н. Чариков, С.Е. Попова АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ОТКЛОНЕНИЙ ФАКТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ОТ СМЕТНЫХ НОРМАТИВОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: МОДУЛЬ ИНТЕГРАЦИИ 1С И ГРАНД- СМЕТА	80
Д.З. Хуснутдинов, А.Ф. Баимов, К.С. Апостолова РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНОГО БПЛА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИД-АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦИИ.....	83
П.Н. Чариков, К.С. Апостолова МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ОКАЗАНИИ УСЛУГ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЫРЬЯ.....	89
П.Н. Чариков, К.С. Апостолова ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	91
Р.Ю. Рахматуллин, М.Ю. Некрасова СИСТЕМА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ.....	94
Р.Р. Волоцкова ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ УСТОЙЧИВЫХ ОРБИТ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ КОМПАКТНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ.....	97
Р.Р. Волоцкова, П. Н. Михайлов ГАМИЛЬТОНОВ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ В МЕТРИКЕ ГОЛОЙ СИНГУЛЯРНОСТИ ДЖЕЙНИСА – НЬЮМАНА – УИННИКА.....	101
М.В. Архапчаева, В.А. Трипкош СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТЬЮ.....	104
И.М. Шатохин, К.С. Уралов РЯДЫ ФУРЬЕ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ФИЗИКИ.....	109
Е.П. Котенко, З.С. Сексенбаева, К.А. Танабергенова СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИИ-ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (НА ПРИМЕРЕ PHOTOMATH И CHATGPT).....	112
А.И. Алексеев, М.Р. Минлибаев МЕТОД ЗАКАЧКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАСТЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ...	114

Е.Е. Косенко, О.В. Косенко МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	116
А.В. Базиков, К.Х. Михайлов МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНИЯ RHYSARUM POLYSERHALUM.....	121
Р.С. Галкин, Р.Р. Волоцкова РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ: ЕСТЕСТВЕННОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ НА ПАРАМЕТР СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ N.....	126
Н.А. Дербенев, Р.Р. Волоцкова ПЕРИОДИЧЕСКИЕ, МУЛЬТИПЕРИОДИЧЕСКИЕ И КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОРБИТЫ В РЕАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ: СМЕЩЕНИЕ ПЕРИГЕЛИЯ.....	128
А.А. Довлатов РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА YOKOGAWA FA-M3V.....	132
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУК	
Ван Цзюньбо, О.В. Куликова ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА РЕГИОНАЛЬНУЮ ЭКОНОМИКУ: НА ПРИМЕРЕ ЛИНИИ МОСКВА — САНКТ-ПЕТЕРБУРГ.....	134
Ван Цзюньбо, О.В. Куликова ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ДИПЛОМАТИЯ КИТАЯ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ЕВРАЗИИ В РАМКАХ ИНИЦИАТИВЫ «ПОЯС И ПУТЬ».....	138
А.С. Малова, Э.Н. Хисамутдинова ФЕНОМЕН «ТИХОГО УВОЛЬНЕНИЯ» В РОССИЙСКОМ ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ И РИСКИ СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНСТИТУТОВ.....	143
А.Ю. Бабушкин ТРАДИЦИОННЫЕ РОССИЙСКИЕ ЦЕННОСТИ КАК ОСНОВА РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ.....	148
Л.А. Файзрахманова, П.Е. Ульянова, В.И. Крылова АНГЛИЦИЗМЫ В МОЛОДЁЖНОМ ЖАРГОНЕ КАК ЧАСТЬ ВЛИЯНИЯ НА МОЛОДЁЖНУЮ КУЛЬТУРУ.....	150
А. В.Карташова, Т.Н. Шаталова РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ФИНАНСОВОЙ АНАЛИТИКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	156

А.В. Карташова, Т.Н. Шаталова СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ.....	158
В.Д. Сычева, И.А. Мартыненко РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И МЕССЕНДЖЕРОВ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ИДЕОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА И БЛОКИРОВКИ КОНТЕНТА.....	162
Д.В. Дуюнов, А.И. Придворев ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ОТРАСЛЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В КОНЦЕ XIX ВЕКА: СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	165
И.М.Шигапов, Р.С. Близкий МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ И АНАЛИЗУ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН).....	169
Н.Н.Левагин, А.Р. Рахмангулов ПАВЛОВСКИЙ «ВОКСАЛ» КАК ПРООБРАЗ ВОКЗАЛЬНОГО РЕСТОРАНА В РОССИИ (1838–1917).....	173
Э.Р. Аксарова ЭВОЛЮЦИЯ ИНОЯЗЫЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ: ОТ ДРЕВНЕЙ РУСИ ДО СОВРЕМЕННОСТИ.....	177
Е.Н. Панина, А.В. Романов «КАРМЕН САНДИЕГО» ОТ NETFLIX: ПЕРЕВОД КУЛЬТУРЫ И ЯЗЫКА В ГЛОБАЛИЗИРОВАННОМ МИРЕ.....	185
Л.А. Кужина, Л.Г. Валишина ЯЗЫК – ДУША НАРОДА: ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ РОДНОГО ЯЗЫКА В КОЛЛЕДЖЕ.....	188
Н.А. Шангареев СОЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АДАПТИВНОГО СИМБИОЗА: ОТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОТОТИПОВ К УПРАВЛЕНИЮ СЛОЖНОСТЬЮ.....	191
Н.А. Шангареев, Д.Р. Шангареев, А.С. Зарифуллин СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МОНОГОРОДА: ОТ НЕФТЯНОЙ СТОЛИЦЫ К МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМУ КЛАСТЕРУ (НА ПРИМЕРЕ Г. ИШИМБАЯ, 1932-2026 ГГ.).....	199
Д.Н. Билалова СТРУКТУРНО-СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПАРАДИГМА ПРЕФИКСАЛЬНО-СУФФИКСАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ (НА МАТЕРИАЛЕ БАШКИРСКОГО, РУССКОГО И АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКОВ).....	203
Г.Г. Ғәниева М. КУНАФИН ИЖАДЫНДА ХАЛЫК ИЖАДЫ ЫНЙЫЛАРЫ.....	206
Б.Г. Хатмуллин, Г.Н. Каскинова БОРОНҒО АҚЫЛДЫҢ АСЫЛЫН ЯКТЫРТЫУСЫ МАЯК.....	208

Г.В. Грачева, А.Н. Челотканова НАУЧНЫЙ СТАРТ: ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ.....	212
К.Ф. Мазитова, М.Н. Мазитова ЕДИНСТВО НАРОДОВ И НАЦИЙ НА ПЕРЕДОВОЙ. ИЗ УСТ УЧАСТНИКА СВО.....	217
А.А. Букаев, И.Р. Халикова ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ЗАИМСТВОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИТ-ТЕРМИНОВ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ ЯЗЫКЕ.....	222

При подготовке электронного издания использовались следующие программные средства:

- Adobe Acrobat – текстовый редактор;
- Microsoft Word – текстовый редактор.

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научное издание

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Сборник материалов
Международной научно-практической конференции,
посвященной Году единства народов России
(г. Ишимбай, 15–16 апреля 2026 г.)*

Научное электронное издание сетевого доступа

*За достоверность информации, изложенной в статьях,
ответственность несут авторы.
Статьи публикуются в авторской редакции*

Подписано к использованию 16.07.2026 г.
Гарнитура «Times New Roman». Объем 8,78 Мб.
Заказ 188.

*ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
450008, Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12.*

Тел.: +7-908-35-05-007
e-mail: red@uust.ru