

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

**МАТЕРИАЛЫ
XXVI Международной научно-технической
конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых**

Гомель, 23–24 апреля 2026 года

**В двух частях
Часть 2**

Гомель 2026

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

И88

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. *А. А. Бойко* (отв. редактор)

д-р техн. наук, проф. *М. И. Михайлов*

д-р техн. наук, проф. *А. Б. Невзорова*

д-р техн. наук, проф. *А. В. Овсянник*

канд. физ.-мат. наук, доц. *А. А. Бабиц*

канд. техн. наук, доц. *Н. В. Иноземцева*

канд. техн. наук, доц. *Ю. Л. Бобарикин*

канд. техн. наук, доц. *Ж. В. Кадолич*

канд. техн. наук, доц. *Т. В. Алферова*

канд. техн. наук, доц. *Ю. В. Крышнев*

канд. техн. наук, доц. *В. В. Брель*

канд. техн. наук, доц. *К. С. Курочка*

канд. техн. наук, доц. *Т. А. Трохова*

канд. экон. наук, доц. *В. В. Богуш*

канд. экон. наук, доц. *Л. Л. Соловьева*

канд. экон. наук, доц. *Е. П. Пономаренко*

канд. геогр. наук, доц. *Е. Н. Карчевская*

Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. *А. А. Бойко*

Подготовка и проведение конференции осуществлены на базе
Гомельского государственного технического
университета имени *П. О. Сухого*

Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики
И88 и управления : материалы XXVI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 23–24 апр. 2026 г. В 2 ч. Ч. 2 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. *П. О. Сухого* ; под общ. ред. *А. А. Бойко*. – Гомель : ГГТУ им. *П. О. Сухого*, 2026. – 239 с.

ISBN 978-985-535-634-0.

Содержатся материалы XXVI Международной научно-технической конференции по следующим направлениям: экономика, организация производства и управление; маркетинг и отраслевая экономика; информационные технологии и моделирование; физические и математические методы исследования сложных систем.

Для студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)

ББК 30+65

ISBN 978-985-535-634-0 (ч. 2)

ISBN 978-985-535-635-7

© Оформление. Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени *П. О. Сухого*», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Секция V. ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ

Конопелько А. И., Протасеня С. И. История развития жилищного строительства в Республике Беларусь	7
Филиппович К. С., Кандричина И. Н. Сравнительный анализ аутсорсинга и инсорсинга в системе управления организацией	10
Жданович М. И., Протасеня С. И. Концепция Just in Time в управлении производством	13
Keren Marpendo Marume, Andrianchikova M. N. Assessing the efficiency of taxation systems in the democratic republic of the Congo and Belarus: a sectoral and GDP-based analysis	15
Chen Renpeng, Sychova N. V. Investor sentiment, asset pricing and investment decision-making in China's stock market	18
Григорян А. А., Марцинкевич Т. Ф. Оценка кадрового потенциала учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»	22
Капитанова В. И., Богуш В. В. Социальные ориентиры современной кадровой политики: проблемы и пути решения	25
Конопелько А. А., Сталович Н. С. Совершенствование организации контроля качества продукции	28
Шелупенко Я. С., Ермონина И. В. Прогнозирование объемов производства и реализации продукции на примере филиала «Гомельский ГОК» ОАО «Гомельстекло»	31
Котова А. Д., Головки П. А., Рачкова И. В. Налогообложение бизнеса: анализ факторов, влияющих на налоговую нагрузку Республики Беларусь	34
Исаченко К. О., Пономаренко Е. П. Пути оптимизации дебиторской задолженности ЗАО «Могилевский комбинат силикатных изделий»	37
Губар А. С., Сталович Н. С. Повышение эффективности поточного производства на предприятии	40
Аникеенко А. Б., Пономаренко Е. П. Автоматизация в системе управления закупками материальных ресурсов	42
Соколов Д. А., Пономаренко Е. П. Пути снижения логистических затрат филиала «Жлобинский хлебозавод» ОАО «Гомельхлебпром»	46
Копачева К. А., Пономаренко Е. П. Пути улучшения финансового состояния предприятия	49
Копачева К. А., Пономаренко Е. П. Повышение эффективности управления финансовым состоянием предприятия ОАО «Коминтерн» за счет автоматизации его анализа	52
Пугачева Е. В., Пономаренко Е. П. Развитие методики оценки платежеспособности предприятия	55
Соколов Д. А., Губченко В. А., Рачкова И. В. Проект «BioMeat»	58
Синякова А. А., Рачкова И. В. Роль дизайнера в повышении рентабельности	61
Шестаков М. Е., Лученок А. И. Рынок облигаций в работах представителей китайской экономической школы	64
Пахоменко А. А., Рачкова И. В. Современные методы управления персоналом на промышленных предприятиях: сравнительный анализ и оценка эффективности	66

<i>Morakinyo O. A., Andrianchikova M. N.</i> Improvement of organizational and economic mechanisms for the development of the educational services market in Nigeria	68
<i>Бобкевич Н. М., Дудко Е. Н.</i> Использование SWOT-анализа при разработке стратегии развития экспорта на примере экспорта фармацевтической продукции Республики Беларусь	71
<i>Тарасевич М. В., Янович П. А.</i> Методы управления персоналом на предприятиях	74
<i>Ануфриева Д. К., Пономаренко Е. П.</i> Снижение затрат предприятия за счет ресурсосбережения на примере ОАО «Бобруйсктрикотаж»	76
<i>Ануфриева Д. К., Рачкова И. В.</i> Механизм снижения себестоимости продукции на основе совершенствования управления затратами в легкой промышленности на примере ОАО «Бобруйсктрикотаж»	79

Секция VI. МАРКЕТИНГ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

<i>Benbiga M., Savenko T.</i> The human capital in the form of education as a factor of innovative development of the national economy	83
<i>Бриль К. А., Майборода Т. Л.</i> Анализ жилищного строительства в Республике Беларусь	85
<i>Гапеева Е. И., Зыбоко П. А., Хохлова Н. М.</i> Кросс-маркетинг в SMM как инструмент снижения стоимости лида	88
<i>Зборовская Е. В., Карчевская Е. Н.</i> Применение новых видов и трендов рекламы в маркетинге предприятий	91
<i>Карпова Я. Р., Винник О. Г.</i> Некоторые направления повышения качества PR-коммуникаций вуза	94
<i>Кутенко Д. А., Винник О. Г.</i> Оценка эффективности экологического маркетинга в формировании потребительского поведения	96
<i>Лихторович М. П., Протасеня С. И.</i> Экономика и маркетинг в промышленности строительных материалов: пример ОАО «Гомельстройматериалы»	99
<i>Лукьянович К. В., Соловьева Л. Л.</i> Продвижение Instagram-аккаунта предприятия через SMM-специалиста	102
<i>Пугачева Е. В., Лапицкая О. В.</i> Влияние социальных факторов на платежеспособность предприятия	105
<i>Редюк А. С., Карчевская Е. Н.</i> Новые инструменты и направление в интернет маркетинге	108
<i>Русакова К. А., Шкабарина А. О.</i> Роль современных информационных систем в цифровой трансформации маркетинга: анализ и перспективы для рынка Беларуси ...	111
<i>Сидоркина В. А., Карчевская Е. Н.</i> Архитектура доверия в цифровых каналах промышленных рынков: модель многофакторной верификации поставщика	114
<i>Сидоркина В. А., Лапицкая О. В.</i> Цифровой шум в маркетинговых коммуникациях: экспериментальная оценка когнитивных издержек потребителя	118
<i>Ильющуц К. В., Карчевская Е. Н.</i> ОТ PEST к PEST-MICRO: как усовершенствовать анализ предприятия	121
<i>Богданов А. К., Винник О. Г.</i> Искусственный интеллект в рекламе: репутационные риски для бизнеса	124
<i>Пирковская С. В., Рачкова И. В.</i> Бенчмаркинг и ABC-костинг в управлении затратами предприятия: анализ и направления совершенствования	127
<i>Зборовская Е. В., Редюк А. С., Винник О. Г.</i> Применение теории игр для анализа коммуникаций между людьми на примере сплетен	129
<i>Богданов А. К., Карчевская Е. Н.</i> Партизанский маркетинг: определения, виды, примеры и оценка воздействия	132

<i>Гришкова В. В., Винник О. Г.</i> Экономика в эпоху турбулентности: новые правила игры для бизнеса, труда, управления	135
<i>Еремич Ю. И., Кожеевников Е. А.</i> Влияние цифровизации на международную экономику	138
<i>Буштрук С. И., Варвашевич М. С., Винник О. Г.</i> Перспективы развития цифрового маркетинга в ювелирной отрасли	140
<i>Гришкова В. В., Карчевская Е. Н.</i> Метод убеждения в рекламе	143

Секция VII. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>Кузнецова А. В., Филиппов А. Д., Проскурин С. Г.</i> Разработка программного обеспечения для количественной оценки синусовой аритмии методом сфигморитмографии	146
<i>Любавина М. А., Филиппов А. Д., Евстигнеева Е. П., Фролов С. В.</i> Система непрерывного мониторинга двигательной активности, акустических проявлений и антропометрии для младенцев	148
<i>Кузнецова А. В., Проскурин С. Г.</i> Спектральная характеристика ЭКГ при тригеминии	151
<i>Андреев Д. А., Вертешев С. М.</i> Об инструментах практической реализации онтологической модели образовательной программы подготовки ИТ-специалистов	154
<i>Горелов М. А., Пименов В. И.</i> К вопросу формирования структурной модели прогнозируемого технического обслуживания городских автобусов	156
<i>Никифоров Г. Б., Андреев Д. А.</i> Особенности программной реализации потокового анализа тональности финансовых новостей с повторным обучением на основе пользовательской разметки	158
<i>Хришкевич Г. А., Пименов В. И.</i> Подготовка обучающих масок утрат монументальной живописи на основе экспертной разметки цифровых изображений	161
<i>Короленок К. С., Журавков М. А.</i> Математическое моделирование воздушных потоков в системе рудничной вентиляции как элемент цифровизации горных работ ...	164
<i>Кухаренко В. В., Асенчик О. Д.</i> Архитектура и реализация программного комплекса помощника студента с использованием больших языковых моделей	167
<i>Дубров А. В., Романькова Т. Л.</i> Система контроля санитарного состояния помещений в учреждениях образования	170
<i>Рабкина И. А., Трохова Т. А.</i> Веб-приложение интеллектуального планирования работы сервисных инженеров центра обслуживания офисной техники	173
<i>Морозько И. В., Сутормя И. И.</i> Методы генерации ландшафта для использования в симуляторах беспилотных летательных аппаратов	174
<i>Шаблинский Д. А., Асенчик О. Д.</i> Программное средство автоматизированного создания учебных материалов с использованием больших языковых моделей	177
<i>Пинчукова В. А., Комракова Е. В.</i> Сервис для централизованного хранения изображений, интегрированных в S3-хранилище, реализованный средствами 1С:Предприятие	180
<i>Шинкарук В. Г., Савельев В. А.</i> Аппаратная и программная реализация охранной сигнализации на основе микроконтроллера ATmega	183
<i>Зинчук Т. А., Гуменников Е. Д.</i> Распределенное приложение извлечения речи из больших аудиофайлов	186
<i>Готченя А. А., Асенчик О. Д.</i> Интерактивный программный тренажер по теме информационной безопасности с использованием больших языковых моделей	188
<i>Тимошенко И. Ю., Асенчик О. Д.</i> Интерактивная система планирования и учета индивидуальной учебной нагрузки преподавателя на базе платформы .NET 10	191

<i>Леонович Е. В., Комраков В. В.</i> Система автоматизированного контроля качества FDM-печати на базе компьютерного зрения и анализа G-кода	194
<i>Wang Hao, Zhang Nan, Komrakov V. V.</i> Sensors for intelligent oil condition prediction system	197
<i>Zhang Nan, Wang Hao, Komrakov V. V.</i> Architecture of intelligent wear prediction system	199
<i>Ванюшкин А. Д., Шибeko В. Н.</i> Автоматизированный мониторинг сельскохозяйственных полей с помощью дронов и искусственного интеллекта	202
<i>Телеш И. А., Романькова Т. Л.</i> Веб-приложение для автоматизации управления заказами ОАО «Калинковичский РМЗ»	204
<i>Крючков А. Р., Шибeko В. Н.</i> Web-приложение о заказах для сервисной компании по наладке камнеобрабатывающего оборудования	208
<i>Турович Е. В., Трохова Т. А.</i> Программный комплекс мониторинга работы газового оборудования РПУП «ГомельГаз»	209

Секция VIII. ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

<i>Помаз Д. А., Прач С. И.</i> Использование систем компьютерной алгебры для оптимизации маршрута волочения стальной проволоки	212
<i>Старовойтов А. П., Старовойтов И. П., Столяров А. И.</i> Численное моделирование воздействия стента на стенку артерии	214
<i>Евлаш И. А., Концевой И. А.</i> Дисперсия тепловых волн в системе «материал – источник энергии»	217
<i>Михальчук В. Д., Рюмцев А. А.</i> Оптимизация конструкции лепестка пятилепесткового грейфера	221
<i>Шатон Д. А., Лискович М. И.</i> Магнитно-абразивная обработка: преимущества и ограничения	223
<i>Прядко М. О., Тюрин С. А.</i> Методы ускоренных износоусталостных испытаний и их реализация	225
<i>Ильин А. В., Иноземцева Н. В.</i> Анализ движения точки при вращательном переносном движении с использованием функции комплексного переменного	228
<i>Синегрибов Д. В., Андреев В. В., Серенкова И. А.</i> Статистическое моделирование данных для косвенного поиска Z'-бозона на будущем мюонном коллайдере	232
<i>Зеленковский Д. И., Ланко О. А.</i> Исследование методов моделирования топографии обработанной поверхности	234
<i>Бобр Д. Л., Шибeko В. Н.</i> Web-приложение для автоматизации учета поставок ржи в рамках государственного заказа	238

СЕКЦИЯ V ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. И. Конопелько

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель С. И. Протасеня

Проведен анализ эволюции жилищного строительства в Беларуси трех исторических этапов: в составе Российской империи (1795–1917 гг.), в советский период (1917–1991 гг.) и после обретения независимости (с 1991 г.). Изучены научные источники и статистические данные, позволившие выявить взаимосвязь между типом жилой застройки, характером расселения и господствующими социально-экономическими отношениями. Рассмотрены такие аспекты, как сословное разделение, огосударствление собственности, индустриальное домостроение, урбанизация и миграционные процессы.

Ключевые слова: жилищное строительство, исторические этапы, социально-экономические отношения, урбанизация.

Каждая эпоха истории Беларуси сопровождалась уникальной застройкой, которая является не только памятником архитектуры, но и отражением социально-экономической структуры общества.

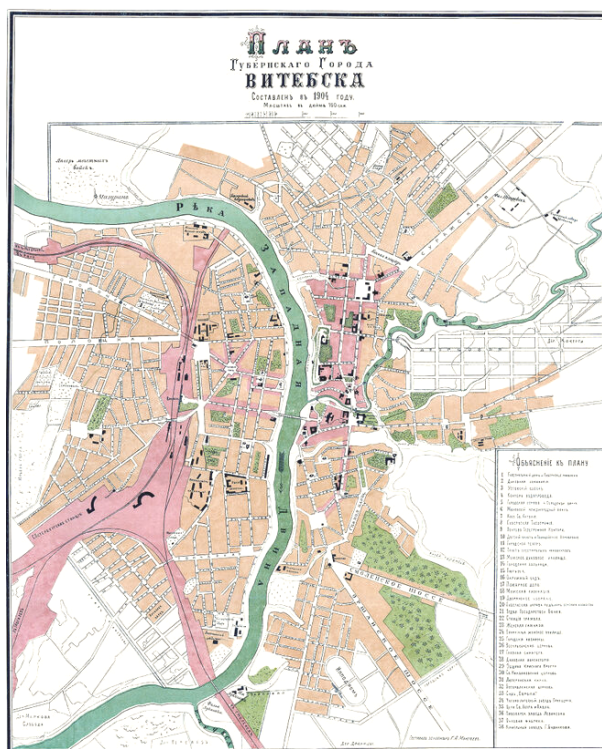


Рис. 1. План г. Витебска (1904 г.) [1]

В период вхождения Беларуси в состав Российской империи (1795–1917 гг.) жилье четко определяло сословную принадлежность: дворянство возводило усадьбы, мещане и чиновники снимали жилье, а крестьяне ставили хаты. Временем стремительного роста строительства на территории нынешней Беларуси пришлось вторая половина XIX в. В результате развития производства, превращения жилья в «товар», роста городов и городского населения возникли новые типы жилых домов. Жилищный вопрос, как и многие другие аспекты общественной жизни, приобрел социальную окраску, обусловленную экономическим неравенством между обеспеченными и малоимущими слоями населения. Конкуренция за ресурсы наиболее отчетливо проявлялась в крупных городах. Миграционные потоки в города формировали повышенный спрос на жилье, что, в свою очередь, вело к росту земельной ренты. В условиях урбанизации наибольшей привлекательностью обладал центр города, в котором сосредоточены банки, офисы, административные и культурные учреждения. Вследствие этого центральные и периферийные зоны города утрачивали однородность: центральная часть заселялась состоятельными гражданами, тогда как окраины становились местом проживания бедных слоев населения. Например, в г. Витебске кварталы состоятельных людей находились между Витьбой и Западной Двиной, вдоль улиц Смоленской, Суворова, Замковой, Вокзальной (рис. 1). Они отличались лучшим благоустройством и были застроены в основном каменными двух и трех-этажными домами [2, с. 49].

Октябрьская революция 1917 г. не просто сменила власть – она свела к нулю саму идею сословного жилья и положила начало массовому индустриальному домостроению. Перед новой властью стоял вопрос о разработке новой жилищной политики, которая должна была не только разрешить жилищный кризис, но и привести расселение в соответствии с социалистическими принципами. Меры определялись идеологией: классовым подходом, курсом на огосударствление собственности, «экспроприацию экспроприаторов», ликвидацию всей капиталистической системы хозяйствования в целом. О необходимости переселения рабочих из переполненных помещений в экспроприированные квартиры богатых после социалистической революции говорили задолго до большевиков. В частности, об этом писал Ф. Энгельс в работе «К жилищному вопросу». Частная собственность на землю и крупные домовладения были упразднены. Усадьбы национализировали, а доходные дома уплотнили. Главным заказчиком и архитектором стало государство, которое пыталось создать бытовую утопию, где у каждого была собственная, пускай и небольшая, квартира. И уже со второй половины 1920-х гг. городские жилые застройки все чаще стали представлять собой простые, без излишеств, кирпичные 2–5-этажные дома-«коробки» – как наиболее экономичные и быстровозводимые. Экономический эффект был колоссальным: крупнопанельные дома были дешевле кирпичных на 12–15 %, требовали на 30–40 % меньше трудозатрат, а строились быстрее в полтора раза. В 1956 г. они были поставлены на поток – коробки стали строиться массово на основе заводских заготовок (панелей, блоков), получив сохраняющееся до сих пор название «хрущевки». Уже к 1958 г. 77 % жилых объектов в СССР возводилось по типовым проектам, а к середине 1960-х этот показатель достиг 95 %. Переселение из коммунального жилья, общежитий и бараков сталинского периода в квартиры с централизованным отоплением, водопроводом и канализацией, а также переориентация с покомнатного заселения семей на поквартирное, доступное более широким слоям общества, сыграли важную роль в улучшении бытовых условий и индивидуализации личной жизни [3, с. 261]. Динамика этого процесса впечатляет: если в середине 1950-х гг. в СССР отдельными семьями заселялось лишь четверть новых квартир, то в первой по-

ловине 1960-х этот показатель достиг 90 %. В Минске в новых домах 1962–1964 гг. постройки отдельное жилье получали уже 95 % семей. Однако оборотной стороной массового строительства стало низкое качество: постоянные недоделки, плохая звукоизоляция и минимальная площадь помещений (кухни около 6 м²) сформировали в народе устойчиво-пренебрежительное отношение к этим квартирам, закрепив за ними название «хрущевки» [4, с. 39].

С обретением независимости в 1991 г. градостроительная сфера вступила в сложный переходный период. Экономический кризис 1990-х гг. сопровождался спадом объемов строительства. Только за год с 1999 по 2000 г. число строительных организаций в стране сократилось с 2940 до 2773. По сравнению с 1991 г. инвестиции в основной капитал уменьшились на 48 %, а ввод в действие общей площади жилых домов сократился на треть. В это время началась разработка новых законодательных и нормативных документов, призванных регулировать развитие городов в изменившихся условиях: был принят Закон «Об основах архитектурной и градостроительной деятельности» (1993), подписана «Градостроительная хартия СНГ» (1999), разрабатывалась «Градостроительная доктрина Республики Беларусь» (2003) [5, с. 129]. Несмотря на спад строительства и общее сокращение населения страны (с 1994 по 2006 г. население Беларуси уменьшилось с 10,24 до 9,75 млн человек), число горожан продолжало стабильно увеличиваться. Данное явление объясняется миграционными процессами: население активно перемещалось из сельской местности в города в поисках работы и лучших социальных условий. За период с 1991 по 2006 г. доля городского населения выросла с 66,8 до 72,4 %. Особенно заметным было стремление в областные центры и Минск. Причины этого переезда из сельской местности носят как экономический, так и социальный характер. Рост крупных городов обусловлен объективными преимуществами, которые создаются при концентрации экономических, финансовых, интеллектуальных ресурсов в этих городах. Они привлекают людей разнообразием предоставляемых услуг, возможностями получения качественного образования, трудоустройства, реализации амбициозных личных планов. Таким образом, рост городского населения происходил не столько за счет нового строительства (которое переживало спад), сколько за счет миграционного оттока из сельской местности и концентрации населения в уже существующих городах, прежде всего – в крупных. За период с 1991 по 2021 г. уровень урбанизации в Республике Беларусь увеличился с 66,3 до 77,5 %. Ожидается, что уровень урбанизации будут увеличиваться и в 2030 г. превысит 80 % [6, с. 29].

Таким образом, жилищное строительство на территории современной Республики Беларусь последовательно отражало смену социально-экономического устройства общества. В Российской империи тип жилья закреплял сословное неравенство. Советский период на основе огосударствления и индустриального домостроения обеспечил массовое поквартирное расселение, но приоритет экономической эффективности обернулся снижением качества жилья. После 1991 г. переход к рыночным отношениям сопровождался спадом строительства и новой дифференциацией населения на фоне устойчивой урбанизации. Из этого следует, что жилищная сфера предстает не просто отраслью хозяйства, а своеобразным «зеркалом» общественного устройства, в котором на каждом историческом переломе отражаются фундаментальные изменения в отношениях собственности, принципах распределения и социальной иерархии.

Литература

1. План Витебска. Составил Г. А. Моисеев. 1904 год. – URL: https://evitebsk.com/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Plan_Vitebska_Moiseev_1904.jpg (дата обращения: 23.03.2026).
2. Асташенок, Л. С. Капитальная жилая застройка в планировочной структуре центров городов Беларуси во второй половине XIX – начале XX века : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., 17–19 нояб. 2010 г. / редкол.: Е. Е. Нитиевская [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 84 с.
3. Упоров, И. В. Перекос в развитии политики жилищного строительства: как «человейники» меняют образ жизни россиян : материалы междунар. науч. конф. Т. 1 / отв. ред. В. А. Веременко, В. Н. Шайдунов. – СПб. : ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2020. – 284 с.
4. Зинченко, М. Ю. Жилищное строительство в городах БССР в середине 1950-х – 1960-е гг. : Працы гістарыч. фак. БДУ. – 2010. – Вып. 5. – 351 с.
5. Бояринцев, Г. А. Гражданское строительство – реальный приоритетный сектор роста в экономике Республики Беларусь / Г. А. Бояринцев, К. В. Лукьянюк // Вестник БрГТУ. Серия: Строительство и архитектура. – 2020. – 161 с.
6. Потаев, Г. А. Градостроительство в Республике Беларусь в XXI веке: ориентиры развития / Г. А. Потаев // Academia. Архитектура и строительство. – 2021. – № 2. – 140 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АУТСОРСИНГА И ИНСОРСИНГА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

К. С. Филиппович

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель И. Н. Кандричина

Рассмотрены основные особенности применения аутсорсинга и инсорсинга в деятельности организаций. Описана сущность данных подходов, их основные формы и направления использования в современных условиях управления. Особое внимание уделено сравнительному анализу преимуществ и недостатков каждой модели на основе SWOT-анализа, а также их влиянию на эффективность организационных процессов.

Ключевые слова: аутсорсинг, инсорсинг, управление организацией, оптимизация затрат.

В настоящее время любая организация стремится выстроить свою организационную структуру таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность выполнения задач и повысить уровень прибыльности, одновременно снижая затраты на содержание персонала. В частности, компании стараются оптимизировать численность сотрудников и избегать излишних расходов. В связи с этим в практике управления можно выделить два подхода: одни компании используют аутсорсинг для сокращения внутреннего штата и экономии ресурсов, другие – инсорсинг, ориентированный на более слаженную и производительную работу внутри организации. Таким образом, цель данной работы заключается в анализе данных подходов, выявлении их особенностей и сравнении эффективности применения в деятельности организаций.

Инсорсинг представляет собой поручение задач сотрудникам или подразделениям внутри организации, то есть традиционное использование внутреннего персонала. Такой персонал состоит в трудовых отношениях с организацией: сотрудники заключают трудовой договор, в соответствии с которым выполняют свои должностные обязанности, получают заработную плату, социальный пакет, а также участвуют в корпоративной жизни компании. При этом внутренние сотрудники могут специализироваться в различных направлениях: как в основных видах деятельности, на которых специализируется бизнес, так и во вспомогательных функциях, без которых

его функционирование невозможно. Все они работают в рамках одной организации, подчиняясь установленным внутренним правилам и распорядку [1].

Для более подробного рассмотрения особенностей использования инсорсинга в деятельности организаций применим метод SWOT-анализа, позволяющий выявить его сильные и слабые стороны, а также определить возможности и угрозы, возникающие во внешней среде. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

SWOT-анализ инсорсинга

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ	СЛАБЫЕ СТОРОНЫ
Высокий уровень контроля выполнения задач на всех этапах. Эффективная система внутренней коммуникации и координации. Возможность оперативно реагировать на изменения. Возможность напрямую контролировать и влиять на качество работы сотрудников. Возможность оценивать вклад каждого сотрудника и подбирать оптимальные способы мотивации	Текучесть кадров и необходимость адаптации новых сотрудников, что увеличивает затраты времени и ресурсов. Ограниченность знаний рамками конкретной организации, что затрудняет решение нестандартных задач. Дополнительные затраты на содержание персонала (обучение, социальные гарантии). Возможная перегруженность сотрудников при расширении объема задач
Наличие накопленного опыта и знаний о деятельности компании, что позволяет быстрее и эффективнее решать задачи	—
ВОЗМОЖНОСТИ	РИСКИ
Рост требований к качеству продукции/услуг на рынке, что делает наличие сильных внутренних команд более ценным. Ужесточение требований к защите данных и конфиденциальности. Увеличение конкурентов в отрасли, требующее досконального погружения в специфику бизнеса	Усиление конкуренции со стороны компаний, использующих аутсорсинг и снижающих издержки. Дефицит квалифицированных специалистов. Быстрое развитие технологий, за которым сложно успевать внутренним командам

Исходя из анализа, применение инсорсинга является наиболее целесообразным в условиях, когда организации необходимо обеспечить высокий уровень контроля над бизнес-процессами и качеством выполняемых работ. Данный подход особенно эффективен в сферах, где важны конфиденциальность информации, глубокое знание специфики деятельности и тесная координация между подразделениями. Инсорсинг также оправдан в тех случаях, когда компания ориентируется на долгосрочное развитие внутренних компетенций и готова нести более высокие затраты на содержание персонала в обмен на устойчивость и управляемость процессов. При этом его использование менее эффективно в условиях высокой необходимости гибкости и быстрого сокращения издержек.

Аутсорсинг – это привлечение внешних ресурсов для решения конкретных задач и целей организации. Чаще всего сторонние подрядчики привлекаются для выполнения непрофильных функций, разовых задач, а также в случаях, когда внутренние сотрудники не обладают необходимой квалификацией или отсутствует соответствующая инфраструктура. Кроме того, аутсорсинг применяется при высокой сезонной нагрузке, когда собственный персонал не справляется с объемом работы.

По степени передачи контроля аутсорсинг подразделяется на полный и частичный. При полном аутсорсинге компания передает подрядчику бизнес-процесс целиком. Такой подход чаще используют крупные компании, а также стартапы и организации с узкой специализацией для передачи второстепенных функций. При частичном аутсорсинге внешний специалист выполняет лишь часть функций, в то время как остальная работа осуществляется сотрудниками компании. Данный формат наиболее распространен в среднем бизнесе.

Также выделяют различные направления аутсорсинга по сфере деятельности. К ним относятся маркетинговый, HR, IT, бухгалтерский, юридический, производственный и логистический, а также сервисный аутсорсинг.

По географическому признаку аутсорсинг подразделяется на оншорный, офшорный и ниащорный. В первом случае заказчик и исполнитель находятся в одной стране. Во втором – компания заказывает услуги у организации из другой страны, как правило, с более низкой стоимостью рабочей силы. В третьем случае сторонний исполнитель находится в соседней стране (например, российские компании передают часть задач белорусским компаниям) [2].

С учетом разнообразия форм и направлений аутсорсинга необходимо рассмотреть его ключевые характеристики более системно, представив SWOT-анализ в табл. 2.

Таблица 2

SWOT-анализ аутсорсинга

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ	СЛАБЫЕ СТОРОНЫ
Снижение расходов на персонал, включая страховые взносы и налоги. Отсутствие необходимости обеспечивать исполнителей оборудованием, материалами и расходными ресурсами. Освобождение времени внутренних сотрудников для выполнения ключевых задач компании. Сокращение затрат на подбор, адаптацию и обучение персонала. Повышение качества выполняемых работ за счет привлечения специалистов с необходимыми навыками, высокой квалификацией и опытом	Ограниченная вовлеченность внешних исполнителей в бизнес-процессы организации. Возможные недопонимания между компанией-заказчиком и подрядчиком; усложненный контроль за ходом выполнения работ

Окончание табл. 2

ВОЗМОЖНОСТИ	РИСКИ
Развитие рынка профессиональных услуг и расширение числа специализированных подрядчиков. Доступ к глобальному рынку труда и удаленным специалистам. Быстрое развитие технологий, позволяющее эффективнее передавать функции на аутсорсинг. Рост конкуренции среди поставщиков услуг, что способствует улучшению качества и снижению стоимости	Риск утечки конфиденциальной информации при передаче данных подрядчику. Зависимость от внешних исполнителей и их стабильности. Снижение качества услуг при изменении рыночной ситуации или смене подрядчика

Аутсорсинг имеет смысл использовать тогда, когда нужно быстро решить задачу и нет необходимости расширять штат сотрудников. Особенно это актуально в ситуациях, когда требуются специалисты с узкими навыками, на поиск и найм которых внутри компании ушло бы слишком много времени и ресурсов. Также этот подход подходит в случаях, когда часть работы не является ключевой для бизнеса, и ее можно передать внешним исполнителям, сосредоточив внутренние ресурсы на более важных направлениях деятельности.

Таким образом, выделить однозначное преимущество одной модели над другой достаточно сложно. Выбор между аутсорсингом и инсорсингом зависит от конкретной ситуации, задач, поставленных перед организацией, и ее стратегических целей.

Для повышения эффективности деятельности на практике часто комбинируют оба подхода, что позволяет одновременно сохранять собственные квалифицированные кадры, обеспечивающие стабильное выполнение ключевых задач, и привлекать внешних специалистов при необходимости, получая доступ к узким компетенциям и снижая затраты ресурсов [3].

Л и т е р а т у р а

1. Аутсорсинг vs инсорсинг: что выбрать. – URL: <https://360.yandex.com/blog/articles/outsourcing-vs-insourcing-cto-vybrat> (дата обращения: 31.03.2026).
2. Аутсорсинг: что это такое, виды, его преимущества и недостатки – URL: <https://www.unisender.com/ru/glossary/cto-takoe-outsourcing/#anchor-1> (дата обращения: 30.03.2026).
3. Инсорсинг или аутсорсинг: какую модель выбрать для компании – URL: <https://qugo.ru/blog/outsourcing-ili-insourcing-cto-vybrat-dlya-kompanii> (дата обращения: 29.03.2026).

КОНЦЕПЦИЯ JUST IN TIME В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

М. И. Жданович

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель С. И. Протасеня

Рассмотрены особенности внедрения системы бережливого производства на примере концепции «точно в срок» в управлении предприятием.

Ключевые слова: бережливое производство, «точно в срок», управление, предприятие, оптимизация.

Бережливое производство (LEAN PRODUCTION или LEAN MANUFACTURING) – система управления предприятием, которая основана на постоянном и неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации производства каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

В Республике Беларусь с 16 апреля 2025 г. введен в действие государственный стандарт СТБ 2672-2025 «Менеджмент качества. Системы бережливого производства. Требования и руководство по применению». Стандарт разработан Белорусским государственным институтом стандартизации и сертификации и устанавливает требования к бережливому менеджменту для оптимизации процессов, качества продукции и сокращения потерь [1].

В рамках системы бережливого производства выделяют множество элементов, каждый из которых представляет собой определенную концепцию. Концепция Just in Time (JIT, «точно в срок») означает производство только того, что необходимо, в нужном количестве и в требуемое время. Применяется данная концепция для гибкого реагирования на изменения объема заказов, что в свою очередь позволяет сократить вложенные в производство средства. Кроме того, наличие малого количества запасов облегчает визуальный контроль за ними. Пополнение остатков продукции по системе «точно в срок» помогает сократить размеры складских помещений, а высвободившееся место использовать для увеличения торговых или производственных площадей. Just in Time делает производство эффективным за счет снижения потерь, например, лишних перемещений товаров по складу или слишком больших запасов, т. е. действий, повышающих цену, но не ценность продукта [2].

Чтобы понять, как работает производство «точно в срок» на практике, рассмотрим пример строительства жилого дома. Бетоносмесители («миксеры») прибывают на объект точно к назначенному времени, когда будет производиться заливка плиты перекрытия (например, арматура пришла в 06 : 00, бетон – в 10 : 00), рабочие принимают в работу бетон без паузы. Окна доставляются напрямую с предприятия на объект, т. е. не на промежуточный склад для хранения, а прямо к моменту монтажа. Бригада выгружает их из машины и сразу устанавливает в проемы, сокращая риск повреждения от неоднократного переукладывания с места на место. Арматурные каркасы производятся и доставляются партиями под конкретный этап работ, что избавляет от необходимости загромождать ограниченное пространство стройплощадки и снижает затраты на хранение. Доставка металлоконструкций или лифтового оборудования происходит в день их подъема и монтажа, что особенно важно в условиях стесненной городской застройки.

Таким образом, концепция «точно в срок» позволяет минимизировать запасы, снижает затраты на хранение и увеличивает гибкость производственного процесса, что в свою очередь способствует повышению удовлетворенности потребителей, снижает объемы запасов и ликвидирует потери, связанные с перепроизводством и ожиданием. Эта концепция управления производственными процессами позволяет предприятиям оптимизировать ресурсы, обеспечивая своевременную доставку материалов и комплектующих. В результате Just in Time способствует повышению эффективности производства и сокращению издержек, что делает его важным инструментом для повышения конкурентоспособности предприятия.

Система управления запасами Just in time основана на принципах «вытягивания», т. е. вместо массового производства «на склад», концепция «точно в срок» ориентирована на то, что каждая последующая операция «вытягивает» необходимые комплектующие из предыдущей стадии только тогда, когда в них возникает необходимость. Таким образом, данная концепция устраняет:

– складские запасы (излишки сырья и готовой продукции);

- производственные потери и простои;
- излишнюю логистику [3].

Концепция «точно в срок», как и любая другая в системе бережливого производства, имеет свои преимущества и недостатки.

Достоинствами являются: отсутствие за складированности; сокращение потерь; высокое качество продукции; возможность быстро реагировать на запросы потребителя.

Среди недостатков можно выделить: высокие затраты на реализацию; неспособность отдельных поставщиков работать в режиме Just in Time; снижение возможности исправить возникший и пропущенный на следующую операцию брак.

Для идеальной работы Just In Time необходимо соблюдение следующих условий:

- стабильное непрерывное производство;
- высококвалифицированные сотрудники предприятия;
- отсутствие поломок, иных форс-мажорных ситуаций на предприятиях;
- надежные поставщики;
- быстрая установка и переустановка механизмов или переоборудование под спрос производства.

Нарушение хотя бы одного из условий может привести к проблемам, поэтому при внедрении системы бережливого производства нельзя механически перенимать подходы концепции «точно в срок». Переход к ней требует строгого планирования и постоянного регулирования производства. Помимо технической подготовки, важную роль играет вовлеченность всего персонала, начиная от рабочего и заканчивая высшим руководством. Обучение сотрудников основам бережливого производства, развитие их навыков самостоятельного выявления и устранения потерь, а также создание атмосферы доверия и поощрения инициатив – это важные шаги для успешной реализации Just in Time. Когда каждый сотрудник понимает свою роль в общей системе и чувствует ответственность за результат, значительно повышается вероятность предотвращения ошибок и быстрого реагирования на возникающие проблемы [4].

Л и т е р а т у р а

1. В Беларуси принят государственный стандарт на системы бережливого менеджмента // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/-novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2025/april/88520> (дата обращения: 01.03.2026).
2. Что такое концепция «Just in Time»? // Центр «Кайдзэн» – URL: <https://center-kaizen.ru/baza-znaniy/cto-takoe-konceptziya-just-in-time> (дата обращения: 01.03.2026).
3. Бережливое производство: 5 ключевых принципов для успеха // Skillbox. – URL: <https://blog.skillbox.by/upravlenie/berezhlivoe-proizvodstvo-5-kljuchevyh-principov-dlja-uspeha> (дата обращения: 01.03.2026).
4. Галямов, С. Система Just in time – управление производством / С. Галямов // Аспро.Cloud. – URL: <https://aspro.cloud/pm/docs/just-in-time> (дата обращения: 01.03.2026).

ASSESSING THE EFFICIENCY OF TAXATION SYSTEMS IN THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO AND BELARUS: A SECTORAL AND GDP-BASED ANALYSIS

Keren Mapendo Marume

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Scientific supervisor M. N. Andrianchikova

This article evaluates and compares the efficiency of taxation systems in the Democratic Republic of the Congo (DRC) and Belarus. The study focuses on three main indicators: tax revenue as a percentage of GDP, the sectoral distribution of tax contributions, and the administrative

capacity of tax institutions. Using a comparative analytical approach and secondary data from international financial reports and government statistics, the research highlights key structural differences between the two countries. The findings show that the DRC has a relatively low tax-to-GDP ratio and relies heavily on revenues from the mining sector, which makes its fiscal system vulnerable to fluctuations in global commodity prices. In addition, informal economies and weak administration hinder tax collection. In contrast, Belarus demonstrates more stable revenue performance supported by a diversified economy and stronger tax administration. Overall, the study concludes that effective taxation depends on diversification, strong institutions and good tax management.

Keywords: revenue performance, equity, administrative capacity, economic impact.

Efficient taxation systems are essential for financing public expenditures, maintaining economic stability, and promoting sustainable development. Governments rely on tax revenues to support infrastructure, social programs, and institutional functioning. However, the effectiveness of tax systems varies significantly across countries depending on economic structures, administrative capacity, and the level of economic formalization. The Democratic Republic of the Congo (DRC) and the Republic of Belarus represent two distinct economic environments with different taxation challenges. The DRC is a resource-rich developing economy whose fiscal revenues depend largely on extractive industries, particularly mining. Despite its vast natural resources, the country faces difficulties in tax collection due to a large informal sector, limited administrative capacity, and institutional constraints. In contrast, Belarus has a more diversified economy characterized by strong industrial and service sectors, along with relatively structured tax administration.

The tax system efficiency is closely linked to the diversification of the economic base and the effectiveness of tax institutions. Countries with broader tax bases and stronger administrative systems tend to generate more stable public revenues.

The purpose of this study is to evaluate and compare the efficiency of taxation systems in the DRC and Belarus. The research focuses on three key aspects: revenue performance measured through tax-to-GDP ratios, the distribution of tax burdens across economic sectors, and the administrative capacity supporting tax collection. By analyzing these factors, the study aims to highlight structural differences between the two systems and identify potential improvements.

This study uses a comparative analytical approach to evaluate the taxation systems of the Democratic Republic of the Congo and Belarus. The analysis is based on secondary data from international financial reports, government statistics, and economic assessments.

Two main indicators are used to evaluate tax system efficiency.

First, tax revenue as a percentage of GDP is used to measure the ability of governments to mobilize fiscal resources relative to the size of their economies. This indicator provides insight into the effectiveness of revenue collection and the overall tax pressure within an economy.

Second, the sectoral contribution to tax revenues is examined. Economic activity is divided into three primary sectors:

- Primary sector (agriculture and natural resources).
- Secondary sector (manufacturing and industry).
- Tertiary sector (services and trade).

The study compares how each of these sectors contributes to government revenues in the two countries. This sectoral analysis helps determine whether tax systems rely on a narrow group of economic activities or benefit from diversified fiscal sources.

Finally, qualitative analysis is used to evaluate the administrative capacity and compliance levels of tax institutions. Factors such as the presence of digital systems, enforce-

ment mechanisms, and the scale of the informal economy are considered when assessing the effectiveness of tax administration.

Results and Discussion Revenue Performance

The analysis shows significant differences in tax revenue performance between the two countries.

In the Democratic Republic of the Congo, the tax-to-GDP ratio has historically been among the lowest worldwide. Between 2020 and 2024, tax revenues increased from approximately 8 % to around 13 % of GDP. This increase reflects fiscal reforms and improved mining revenues during this period. Nevertheless, the overall tax level remains relatively low compared with global standards. The dependence on mineral exports also creates strong volatility in public revenues, as government income fluctuates with international commodity prices.

In contrast, Belarus demonstrates a more stable fiscal performance. The country maintains tax revenues between 11 % and 14 % of GDP in recent years. Although this level is moderate compared with some European economies, it indicates relatively consistent revenue mobilization. The diversified economic structure and stronger administrative systems contribute to this stability.

Sectoral Contribution to Tax Revenues

The sectoral analysis highlights important structural differences between the two taxation systems.

In the Democratic Republic of the Congo, tax revenues are largely driven by the primary sector, particularly mining. Natural resource extraction contributes approximately 30 % of public revenues, making the fiscal system highly dependent on the extractive industry. The secondary sector plays a relatively limited role due to weak industrial development. Meanwhile, the tertiary sector contributes mainly through indirect taxes such as value-added tax (VAT), although the large informal economy significantly limits the effective taxation of services and trade.

Belarus shows a more balanced fiscal structure. The secondary sector, including manufacturing and industrial processing, represents a major contributor to government revenues through corporate income taxes and value-added taxes. Industry accounts for roughly 30 % of GDP, making it a central pillar of the tax base.

The tertiary sector also plays an important role in Belarus, representing approximately 40–48 % of GDP. Services and trade generate stable tax revenues through consumption taxes and payroll contributions. The primary sector, mainly agriculture, contributes a smaller but consistent share of the economy and tax revenues.

Overall, Belarus benefits from a diversified economic base that distributes fiscal contributions across multiple sectors, while the DRC relies heavily on resource-based revenues.

Administrative Efficiency and Compliance

Tax administration is another key factor influencing tax system performance.

In the Democratic Republic of the Congo, tax administration faces significant structural constraints. These include limited digital infrastructure, weak enforcement mechanisms, and insufficient audit capacity. Businesses frequently encounter complex and unpredictable tax procedures, which increases compliance costs and discourages formalization. Additionally, corruption risks and administrative inefficiencies may lead to revenue losses.

Belarus demonstrates relatively stronger administrative capacity. The country has more developed information systems and structured reporting procedures that support tax collection. A larger formal sector allows authorities to enforce tax compliance more effectively, contributing to more reliable fiscal revenues.

Conclusions

This study compared the efficiency of taxation systems in the Democratic Republic of the Congo and Belarus using indicators such as tax-to-GDP ratios, sectoral contributions, and administrative capacity.

The findings indicate that Belarus has a more stable and diversified taxation system supported by a stronger formal economy and effective tax administration. Revenue sources are distributed across industrial and service sectors, reducing dependence on a single economic activity.

In contrast, the Democratic Republic of the Congo faces persistent challenges related to a narrow tax base, heavy reliance on mining revenues, and limited administrative capacity. Although recent improvements have increased tax revenues relative to GDP, the fiscal system remains vulnerable to commodity price fluctuations.

To improve tax efficiency, the DRC should prioritize expanding its tax base, strengthening tax administration through digitalization, and encouraging the formalization of economic activities. Belarus, while relatively stable, could further enhance its tax system by simplifying compliance procedures and exploring new sources of revenue in emerging sectors.

Overall, the comparison demonstrates that economic diversification and institutional strength play critical roles in determining the effectiveness and sustainability of national taxation systems.

Литература

1. International Monetary Fund, 2024. Democratic Republic of the Congo: Selected issues. International Monetary Fund. – Available at: <https://www.imf.org>.
2. Organization for Economic Co-operation and Development, 2025. Revenue statistics in Africa 2025: Democratic Republic of the Congo. OECD Publishing. – Available at: <https://www.oecd.org>.
3. World Bank, 2023. World development indicators: Tax revenue (% of GDP) – Belarus. World Bank. – Available at: <https://data.worldbank.org>.
4. World Bank. 2025. Reassessing tax incentives in the Democratic Republic of the Congo. World Bank Group. – Available at: <https://www.worldbank.org>.
5. World Bank. 2025. Democratic Republic of the Congo economic update. World Bank Group. – Available at: <https://www.worldbank.org>.
6. TheGlobalEconomy.com. 2024. Belarus: Tax revenue as a percentage of GDP. – Available at: <https://www.theglobaleconomy.com>.

INVESTOR SENTIMENT, ASSET PRICING AND INVESTMENT DECISION-MAKING IN CHINA'S STOCK MARKET

Chen Renpeng

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Science supervisor N. V. Sychova

This paper investigates investor sentiment's effects on asset pricing and investment decisions in China's A-share market, integrating traditional financial factors and climate risks. Using behavioral finance and data up to June 2025, we quantify the retail-dominated investor structure, reveal climate risk transmission to sentiment, and build the Climate Risk-Market Sentiment Index (CR-MSI). We provide strategies for investment and regulation to enhance market stability and predictability.

Keywords: Investor Sentiment, China's A-share Market, Climate Risk, Behavioral Finance, CR-MSI.

Market sentiment drives price deviations from fundamentals (Baker & Wurgler, 2006). China's A-share market is retail-dominated, making sentiment a key driver of short-term volatility. Climate risk has become a critical non-traditional factor amplifying market fluctuations.

Table 1

A-Share Investor Quantity, Proportion & Market Cap Holding (As of Jun 2025)

Investor Type	Quantity	Proportion of Total Investors, %	Market Cap Holding, %	Average Single Holding (10.000 CNY)
Total	240 mln	100.00	100.00	—
Individual	239 mln	99.76	31.28	15.86
Institutional	576.000	0.24	68.72	23.857.64

Source. Compiled by authors based on CSDSC (2025) monthly report.

As of June 2025, retail investors account for 99.76 % of investors but hold only 31,28 % of market value, while institutions hold 68.72 % (CSDSC, 2025). This structural mismatch intensifies sentiment-driven volatility, as shown in Table 1.

Behavioral finance theories-bounded rationality, herding, prospect theory-explain retail investors' irrational decisions and persistent mispricing, as illustrated in Fig. 1.

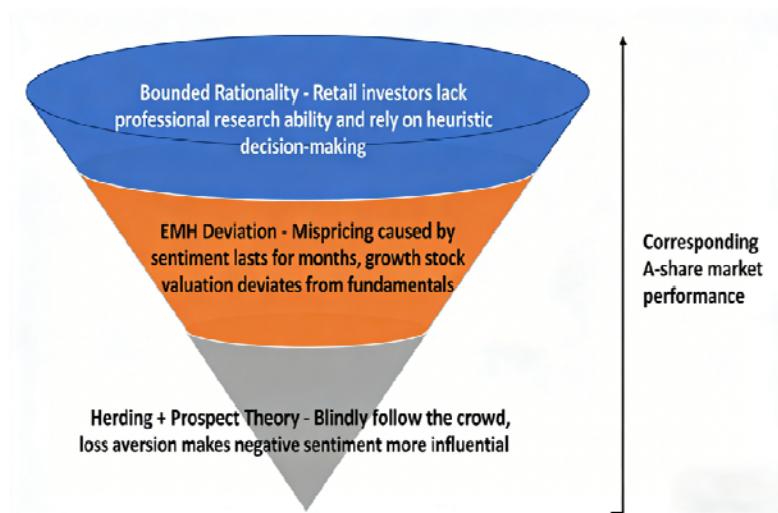


Fig. 1. A theoretical framework of A-share investor sentiment from the perspective of behavioral finance

Source. Compiled by the authors.

Simon's bounded rationality leads retail investors to rely on heuristic decisions, and sentiment causes persistent mispricing that contradicts EMH, as validated by Baker & Wurgler. Herding and loss aversion make negative sentiment more impactful than positive sentiment.

Sentiment is driven by both financial and climate risk factors, with core financial indicators forming a self-reinforcing cycle as presented in Table 2.

Table 2

Performance of Traditional Financial Factors in Different Sentiment Periods

Sentiment Proxy	High Sentiment Period	Low Sentiment Period	Core Signal
CSI 300 Turnover Rate	Peak, continuous rise	Trough, continuous decline	Trading enthusiasm
Closed-end Fund Premium/Discount Rate	Narrow discount (even premium)	Wider discount	Risk aversion level
IPO Activity	High volume, high first-day return	Low volume, low first-day return (break issue risk)	Short-term profit appetite
Trading Volume	Sharp surge, growth sector volume leading	Sharp drop, defensive sector volume leading	Market capital flow direction

Source. Compiled by authors based on A-share market historical data (2020–2025).

Climate risk affects market sentiment through three quantifiable channels, and each type of risk has a unique transmission mechanism to stock prices; traditional sentiment indices have obvious limitations in capturing climate risk, leading to measurement bias and inaccurate timing signals Table 3.

Table 3

Impact Mechanism of Climate Risk on Market Sentiment and Limitations of Traditional Indices

Type of Climate Risk	Core Impact Logic	Key A-share Sector Impact	Limitation of Traditional Sentiment Indices
Physical Climate Risk (Extreme weather)	Operational disruption → emotional panic → synchronized selling	Port, agriculture, hydropower	Fail to capture climate panic, leading to measurement bias
Climate Policy Shocks	Profit expectation reshaping → capital flow guidance	High-energy consumption, clean energy, new energy vehicles	Fail to cover sectoral sentiment differentiation
Climate Policy Uncertainty	Information asymmetry → risk aversion amplification → crash risk rise	All sectors (especially high-carbon sectors)	Ignore risk aversion amplification effect, unable to explain abnormal fluctuations

Source. Compiled by authors based on IPCC (2023) and S&P Global (2024) research reports.

Taking the 2024 typhoon disaster as a case, the correlation between physical climate risk, retail trading behavior and stock price volatility in A-share port sector is verified in Figure 2, and the chart clearly shows the time lag effect of climate risk on sentiment: the typhoon landing (T0) leads to a sharp surge in retail selling volume (T0+1 day), and the port sector stock price volatility index reaches its peak at T0+2 days, reflecting retail investors' overreaction and herding behavior under physical climate risk.

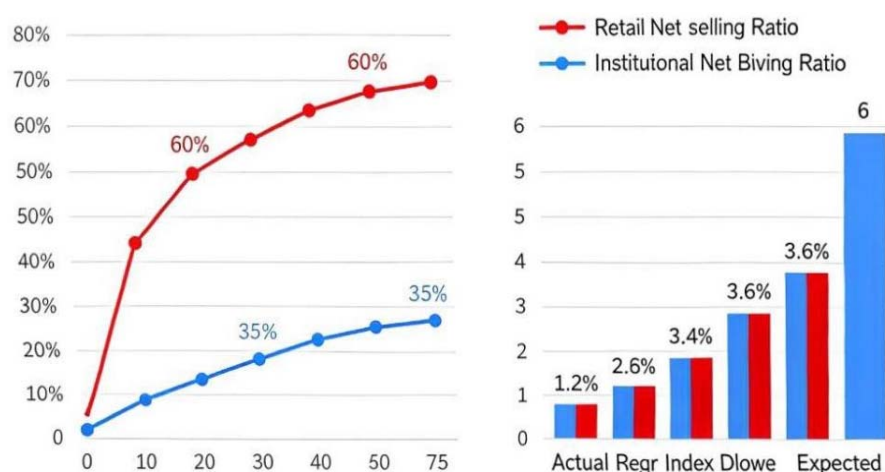


Fig. 2. Retail Trading Volume and Stock Price Volatility of A-Share Port Sectors During the 2024 Typhoon Period

Source. Compiled by the authors based on A-share port sector transaction data (2024) and [7].

The CR-MSI combines climate risk and traditional factors to measure sentiment more accurately, with targeted suggestions for investors and regulators. Findings show sentiment is driven by financial and climate risks in the retail-led A-share market; CR-MSI improves measurement and reduces irrational volatility, with future scope for index optimization.

References

1. Baker M., & Wurgler, J. Investor sentiment and the cross-section of stock returns. *The Journal of Finance*, 2006, no. 61 (1), pp. 1645–1680.
2. China Securities Depository and Clearing Corporation (CSDSC), 2025, June. Monthly report on A-share investor registration statistics: report. – URL: <https://www.chinaclear.cn>.
3. Central University of Finance and Economics, International Institute of Green Finance, 2024. Research on climate risk impact mechanisms and physical risk quantification (e. g., CRIS Method, NATHAN Tool) from climate risk and capital structure (Ginglinger & Moreau, Management Science): report.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023. Climate change 2023: The physical science basis: report. Cambridge University Press.
5. S&P Global, 2024. Climate risk and financial markets: Impact assessment: report. – URL: <https://www.spglobal.com/marketintelligence>.
6. Sina Finance, 2024. Physical climate risk classification and transmission analysis in climate risk analysis: Physical risk quantification case [Webpage]. Sina Finance. – URL: <http://finance.sina.cn/esg/2024-09-27/detail-incqrezp0915650.d.html>.
7. Li H., & Wang Q., 2024. Market sentiment responses to typhoon disasters in China's A-share port sector. *Journal of Climate Risk Management*, 18, 100421. <https://doi.org/10.1016/j.jcrm.2024.100421>
8. Guo N., Wang Z. J. Investor sentiment and the cross-section of stock returns. *Huabei Finance North China Finance*, 2025, no. 61 (1), pp. 1645–1680.
9. Xia X. Y. Climate policy uncertainty and stock price crash risk [Doctoral dissertation]. Shanghai International Studies University, 2024.

ОЦЕНКА КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО»

А. А. Григорян

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. Ф. Марцинкевич

Рассмотрена роль кадрового потенциала учреждения высшего образования как ключевого фактора, определяющего качество образовательных услуг и конкурентоспособность университета на рынке образования. Особое внимание уделено профессорско-преподавательскому составу, опыт и профессионализм которого напрямую влияют на эффективность образовательной и научной деятельности университета.

Ключевые слова: персонал, численность, стаж, возраст, анализ, аккредитация.

Персонал учреждения высшего образования, особенно профессорско-преподавательский состав, представляет собой важный кадровый потенциал, который влияет на общие ресурсы деятельности университета. Опыт и профессионализм сотрудников напрямую сказываются на качестве образовательных услуг, предлагаемых учреждением. Тенденции в развитии кадрового потенциала высших учебных заведений отражают воздействие различных внешних факторов как положительных, так и негативных, что влияет на стабильность их работы на рынке образовательных услуг. Рассматривая индикаторы, характеризующие состояние и движение кадров в ГГТУ им. П. О. Сухого, полагаем целесообразным расставить акценты на некоторых показателях, распределив их на количественные, или экстенсивные (списочная численность, численность ППС), и качественные (интенсивные, такие как структура по острепенности, возрасту и стажу работы).

Высокая доля преподавателей с учеными степенями (кандидат/доктор наук) способствует улучшению научной деятельности, повышению уровня компетентности, развитию методической работы и общей репутации университета [1]. Доля острепенных в структуре ППС на протяжении всех пяти лет составила от 45,5 до 47,2 % от общего количества, что соответствует требованиям статуса университета (табл. 1).

Таблица 1

**Структура персонала ГГТУ им. П. О. Сухого
по уровню острепенности за 2021–2025 гг.**

Показатели	Численность по годам, чел, %				
	2021	2022	2023	2024	2025
Численность ППС, всего	244	232	218	228	233
Из них имеют ученую степень	111(45,5)	108(46,6)	101(46,3)	105(46,1)	110(47,2)
доктора наук	17 (6,9)	18 (7,7)	15 (6,8)	15 (6,5)	16 (6,8)
кандидата наук	94 (38,5)	90 (38,7)	86 (39,4)	90 (39,4)	94 (40,3)
Из них имеют ученые звания	78 (70,3)	76 (70,4)	66 (65,3)	70 (66,7)	75 (68,2)
профессора	11 (64,7)	12 (66,6)	9 (60,0)	9 (60,0)	11 (68,7)
доцента	67 (71,2)	64 (71,1)	57 (66,2)	61 (67,7)	64 (68,1)

Примечание. Разработано автором на основе отчета «Учет профессорско-преподавательского состава учреждений высшего образования» за 2021–2025 гг.

Анализ возрастного состава ППС является важным аспектом в оценке кадрового потенциала и выявления перспектив дальнейшего развития (табл. 2).

Таблица 2

Структура ППС ГГТУ им. П. О. Сухого по возрасту за 2021–2025 гг.

Возраст преподавателей	Численность по годам, человек, %				
	2021	2022	2023	2024	2025
До 29 лет	17 (6,9)	15 (6,4)	12 (5,5)	15 (6,6)	16 (6,9)
30–39 лет	34 (13,9)	31 (13,4)	24 (11,0)	29 (12,7)	24 (10,7)
40–49 лет	79 (32,4)	76 (32,8)	72 (33,0)	66 (28,9)	72 (30,9)
50–54 лет	21 (8,6)	16 (6,9)	12 (5,5)	26 (11,4)	26 (11,2)
55–59 лет	23 (9,4)	22 (9,5)	20 (9,2)	18 (7,9)	16 (6,9)
60–65 лет	25 (10,2)	24 (10,3)	28 (12,8)	23 (10,1)	25 (10,7)
Старше 65 лет	45 (18,4)	48 (20,7)	50 (22,9)	51 (22,4)	54 (23,2)
Всего ППС	244	232	218	228	233

Примечание. Разработано автором на основе отчета «Учет профессорско-преподавательского состава учреждений высшего образования» за 2021–2025 гг.

За анализируемый период в университете наблюдается устойчивая тенденция старения кадров. Значительно возросло количество работников старше трудоспособного возраста, их доля составила около 21,5 %. Выявленная динамика указывает на недостаточный приток молодежи и требует принятия управленческих решений для омоложения кадрового состава.

Продолжительность стажа ассоциируется с глубокими знаниями, методологической зрелостью и способностью обеспечивать высокое качество подготовки выпускников, что критически важно для репутации университета [2].

Таблица 3

Структура ППС ГГТУ им. П. О. Сухого по стажу работы за 2021–2025 гг.

Стаж работы по специальности	Численность по годам, человек, %				
	2021	2022	2023	2024	2025
до 5 лет	21 (8,6)	до 5 лет	21 (8,6)	до 5 лет	21 (8,6)
6–10 лет	15 (6,1)	6–10 лет	15 (6,1)	6–10 лет	15 (6,1)
11–15 лет	42 (17,2)	11–15 лет	42 (17,2)	11–15 лет	42 (17,2)
16–20 лет	49 (20,1)	16–20 лет	49 (20,1)	16–20 лет	49 (20,1)
21–25 лет	44 (18,0)	21–25 лет	44 (18,0)	21–25 лет	44 (18,0)
Больше 25 лет	73 (29,9)	больше 25 лет	73 (29,9)	больше 25 лет	73 (29,9)
Всего ППС	244	Всего ППС	244	Всего ППС	244

Примечание. Разработано автором на основе отчета «Учет профессорско-преподавательского состава учреждений высшего образования» за 2021–2025 гг.

Из табл. 3 следует, что на протяжении всего периода наибольшую долю стабильно занимает группа со стажем больше 25 лет, причем ее численность демонстрирует уверенный рост. Численность молодых специалистов характеризуется нестабильностью и относительно низкими значениями. Это свидетельствует о недостаточном и неустойчивом притоке новых кадров.

Результаты аккредитации университета, проведенной в 2025 г., позволяют сделать выводы о достаточно эффективной кадровой политике учреждения. Укомплектованность педагогическими работниками, для которых УВО является основным местом работы, составила 85,7 % (при нормативе не менее 70,0 %). Соответствуют квалификационным требованиям 100 % педагогических работников, определяемым в квалификационном справочнике должностей служащих, занятых в образовании. Доля лиц из числа ППС, имеющих ученую степень и (или) звание в общем количестве штата ППС составила 46,9 % (при нормативе не менее 40,0 %), что соответствует статусу учреждения высшего образования.

Высокий кадровый потенциал университета обеспечивает необходимый уровень научного руководства выпускными квалификационными работами. Это подтверждается результатами итоговой аттестации (табл. 4).

Таблица 4

Итоги защиты дипломных проектов (работ) за 2021–2025 гг.

Показатели	Годы				
	2021	2022	2023	2024	2025
Количество защитившихся, человек	792	792	928	920	670
Средний балл защиты дипломных работ	7,52	7,52	7,61	7,58	7,51

Примечание. Разработано автором на основании отчета об итогах защиты дипломных проектов (работ) за 2021 – 2025 гг.

Несмотря на колебания количественного состава выпускников, средний балл итоговой аттестации сохраняет устойчивую положительную динамику, находясь в диапазоне от 7,51 до 7,61. Отсутствие резких спадов успеваемости на фоне изменения контингента подтверждает, что высокий кадровый потенциал университета обеспечивает системную и качественную подготовку студентов вне зависимости от ежегодной вариативности числа выпускников.

Таким образом, ГГТУ им. П. О. Сухого на протяжении последних пяти лет демонстрирует устойчивость и полное соответствие аккредитационным требованиям. Однако имеется ряд проблем, которые следует предусмотреть при стратегическом планировании кадровой политики. Наиболее существенной является проблема устойчивой тенденции старения кадров, возникновение серьезного разрыва между поколениями. С целью преемственности кадров на кафедрах университета следует выявлять способных к научной деятельности студентов и вести подготовку их к преподаванию. Кадровая политика должна предусмотреть активное привлечение и удержание молодых преподавателей, а также целенаправленную подготовку кандидатов и докторов наук. Для положительной динамики острепенности ППС необходимо повысить результативность обучения в аспирантуре и докторантуре.

Литература

1. Оценка результативности процесса «Реализация основных образовательных программ» / Е. А. Бадеева // Научная электронная библиотека. – URL: <https://www.monographies.ru/ru/book/section?id=5352> (дата обращения: 13.03.2026).
2. Эффективность преподавательского труда как фактор конкурентоспособности выпускников вуза / Е. Ю. Щербина // Научный диалог. – 2014. – № 3 (27). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-prepodavatelskogo-truda-kak-faktor-konkurentosposobnosti-vypusknikov-vuza> (дата обращения: 13.03.2026).

СОЦИАЛЬНЫЕ ОРИЕНТИРЫ СОВРЕМЕННОЙ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**В. И. Капитанова***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. В. Богуш

Рассмотрены основные понятия и концепции, связанные с формированием кадровой политики, выявлены основные проблемы, возникающие при разработке кадровой политики государства, описаны направления решений этих проблем через призму повышения социальной ответственности.

Ключевые слова: кадры, кадровая политика, формирование кадровой политики, занятость, кадровая безопасность, кадровый потенциал, социальность, социум.

В условиях стремительных социально-экономических изменений, демографических сдвигов и трансформации рынка труда, вопросы эффективного управления человеческим капиталом приобретают первостепенное значение. В целях устойчивого развития Республики Беларусь отмечается стремление к достойной работе для каждого и содействие созданию достойных рабочих мест. Актуальность исследования обусловлена необходимостью переосмысления подходов к кадровой политике, которая все чаще сталкивается с вызовами.

Кадровая политика – это деятельность по созданию эффективной системы для полезного использования и совершенствования потенциала трудовых человеческих ресурсов в различных отраслях производства и сферах общественной деятельности, учитывающая современные тенденции и перспективу будущих изменений структуры, состава или возможностей трудовых ресурсов организаций или государственных органов [1].

Кадровая политика вырабатывается по данным определенного периода и соответствующих ему обстоятельств, она направлена на разработку определенной методики поведения субъектов кадровой политики в сложившейся ситуации и основана на анализе информации и опыта предыдущих периодов, полученных с использованием определенных методов, процедур и инструментов.

Формирование кадровой политики осуществляется на основании исследования возможностей раскрытия кадрового потенциала в текущих обстоятельствах, то есть после изучения существующей на данный момент ситуации, обследования уровня качественных и количественных изменений, произошедших до настоящего времени. В исследование, помимо изучения статистических данных о людях, также включают влияющие на них факторы внешней среды, без изучения влияния которых любые данные не имеют смысла.

После анализа обстоятельств «прошлого» и выяснения их влияния на «настоящее», появляется возможность выдвижения предположений о «будущем» – об об-

стоятельствах, которые могут предсказуемым образом повлиять на результаты политики в отношении кадров в будущих периодах, а также о непредсказуемых аномалиях, предотвращение которых возможно заложить в политику на этапах ее разработки (создание комплекса превентивных мер) для формирования определенного уровня защищенности, кадровой безопасности.

Стоит отметить, что кадры – это в первую очередь люди, поведение которых чаще всего иррационально. Поэтому при формулировании кадровой политики ее субъектами делается упор на снижение влияния факторов окружения. В отношении людей применяются «направляющие» меры, помогающие обеспечить заинтересованность кадра в следовании предписаниям, предложенным в документах по организации труда. Это, в свою очередь, благоприятно влияет на выполнение поставленных кадровой политикой целей и задач.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в 2025 г. уровень занятости населения трудоспособного возраста составил 85,1 %, что в значительной мере превышает уровень занятости двухлетней давности (61 % в 2023 г.). Также стоит отметить снижение уровня безработицы с 3,5 % в 2023 г. до 2,5 % в 2025 г. и небольшое уменьшение времени, необходимого для поиска работы (с 7 месяцев до 6,3). Можно также заметить, что в стране крайне мала доля самозанятых и работодателей, более 95 % составляют именно наемные работники. Из-за небольшого количества индивидуальных предпринимателей, государство вынуждено опираться на существующие немногочисленные предприятия, многие из которых убыточны. Также из-за недостатка работодателей, государство создает около 40 % рабочих мест, что делает его крупнейшим работодателем. При изучении статистических данных также заметно, что средний возраст занятых – 42 года, что является не слишком позитивной тенденцией, учитывая постепенный рост этого показателя с годами [2, 3].

Соответственно, предупреждение повышения среднего возраста занятости, старения рабочей силы является одним из приоритетных направлений белорусской кадровой политики. Среди предложенных направлений упразднения проблемы выделяются идеологические работы по формированию «здорового» коллектива и трудовой атмосферы, что при правильно выстроенной, научно обоснованной и осмысленной стратегии действий в конечном итоге приведет не только к повышению качества работы и заинтересованности работников, но и положительно повлияет на выбор молодых специалистов в пользу коллектива с благоприятной атмосферой и доброжелательными отношениями между участниками. Так как большой проблемой в «омоложении» кадров является сохранение уже существующих молодых работников в стране, упомянутая оздоровительная программа поможет выстроить фундамент взаимодействия с молодежью, как ищущей работу, так и находящейся в процессе получения образования. Молодые специалисты будут видеть комфорт в будущей должности и, соответственно, больше к ней стремиться, а прилагаемые ими усилия будут восприниматься ими не как бремя или отчаяние, а как заинтересованность и возбужденность, что также дает шанс не только на увеличение числа молодежи в коллективе, но и на увеличение заинтересованности в командной работе, научно-исследовательской деятельности и инновационном проектировании.

В «здоровых» коллективах также намного результативнее себя показывает набирающая популярность система адаптации через наставничество, помогающая новому сотруднику не только быстрее влиться в новый коллектив, но также и, при наличии правильного наставника, увлечься работой на занимаемой должности [4]. Это важно в условиях современной информационной перенасыщенности, в которых че-

людеку все труднее задержать внимание на одном занятии при доступе к бесконечному разнообразию. Естественно, что работа, которая занимает значительную долю времени человека, должна быть преподнесена так, чтобы занять в жизни работника интересующую его нишу, в которую он передавал бы силы с большей отдачей и осознанностью. Влияние на людей через повышение заинтересованности также дает возможность стране встать на путь к сокращению трудовой миграции, так как большинство способных сотрудников ищут для себя наиболее комфортное место и дело чаще всего даже не в деньгах, а в условиях, в которых человек чувствует себя уверенно и стабильно. Даже с обывательской точки зрения можно заметить, что в комфортных условиях, даже при более высокой загрузке, человек не так сильно устает и морально «изнашивается». Хорошим примером могут служить обеспечение условий работников в отдаленных районах, например, на Севере или во флоте. Для привлечения кадров создаются в первую очередь социальные удобства (льготы и социальные гарантии, предоставление хорошего жилья и питания), чтобы адаптировать человека к непростым условиям. Таким образом, при предоставлении работнику выгодных социальных условий, можно получить намного более воодушевленного и готового к труду сотрудника, чем при обыкновенном повышении заработной платы. Такая теория подтверждается опытом многих развитых стран, в которых люди годами отдают себя одной должности и выдают на ней максимальную производительность. Например, «пять страховок и один фонд» Китая, популярные среди молодых специалистов гибкие графики компаний США, социальные пакеты Нидерландов – это системы, известные во всем мире и привлекающие в том числе белорусских специалистов.

В защиту метода повышения социального стимулирования можно также отметить, что рост важности социального положения помимо прочего подтверждается ростом значимости сферы услуг и ее востребованности [5].

Также важность повышения социальности можно отметить в огромной роли семьи и повышения рождаемости в современной политике государства. В конце концов сам по себе человек не сможет развиваться без социума, поэтому необходимость закрепления в государственной политике, в том числе кадровой, любых аспектов повышения социальности является необходимостью. Особенно, учитывая длительный период изоляции во время пандемии, который не только вскрыл многие проблемы взрослого трудоспособного населения, но и навредил социальному развитию детей, многие из которых были вырваны из едва сформировавшейся социальной жизни.

В сложившихся обстоятельствах совершенствование кадровой политики тесно связано с улучшением политики социального развития. На почве социальных взаимодействий развиваются рабочие отношения, повышающие производительность, появляются шансы на развитие института семьи вопреки современным тенденциям, повышается осознанность граждан, их понимание своей роли в общественной жизни и непринужденность взаимодействий различных общественных структур и организаций.

Л и т е р а т у р а

1. О Концепции государственной кадровой политики Республики Беларусь : Указ Президента Респуб. Беларусь от 3 янв. 2024 г. № 1 / Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32400001> (дата обращения: 07.03.2026).
2. Труд и занятость в Республике Беларусь : стат. буклет // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2024. – 28 с.
3. Занятость в Республике Беларусь (по данным выборочного обследования) // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2025. – 4 с.

4. Галич, Л. П. Ключевые направления закрепления и профессионального развития молодых кадров: опыт Республики Беларусь / Л. П. Галич // Социальные и гуманитарные науки: теория и практика. – 2025. – № 3 (14). – С. 65–71.
5. Кузнецова, А. Р. Тенденции трудовой занятости в Республике Беларусь / А. Р. Кузнецова, А. В. Гайсина // Уфимский гуманитарный научный форум. – 2025. – № 3. – С. 108–117.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

А. А. Конопелько

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. С. Сталович

Рассмотрена эволюция понятия «качество» – от философских определений до современных трактовок в рамках концепции всеобщего контроля качества. В контексте требований международных стандартов ISO серии 9000 обоснована необходимость совершенствования процессов менеджмента качества посредством программного обеспечения.

Ключевые слова: контроль качества, автоматизация, программное обеспечение, стандарты ISO, система менеджмента качества.

Понятие «качество» было известно еще с древних времен и опиралось на различные суждения о том, что из себя представляет качество как таковое.

Считается, что впервые категория качества была проанализирована еще Аристотелем в III в. до н. э. Он считал, что «качество – устойчивые врожденные способности, претерпеваемые свойства и состояния, «пассивные качества» предмета. Древнегреческий философ представлял качество как «то, благодаря чему предметы называются какими-то» [1].

Позже А. Фейгенбаум вывел понятие качества на новый уровень, представив его как общую совокупность технических, технологических и эксплуатационных характеристик изделия и услуги, посредством которых продукция или услуга будут отвечать требованиям потребителя при эксплуатации.

Основные принципы данной системы сводились к тому, что требуемое качество это в первую очередь то качество, которое нужно потребителю, а для данного уровня необходимо управлять качеством продукта на всех стадиях его производственного цикла и поддерживать вовлеченность всех участников производства в данный процесс.

Исходя из большой доли роли качества в производстве продукции, были приняты концепции контроля качества и его организации, которые до сих пор активно используются и совершенствуются. основополагающей особенностью можно считать один из факторов концепции всеобщего контроля качества, а именно – контроль качества изделия должен совершаться на всех этапах производственного цикла изделия. С этой целью в процесс производства предприятий вводится несколько видов контроля, за которые отвечает отдел менеджмента качества. Данные виды можно обозначить следующим образом [2]:

- входной контроль качества изделия;
- межоперационный контроль качества изделия;
- выходной контроль качества изделия.

Для более глубокого понимания данного процесса в целом можно описать каждый из видов более подробно.

Входной контроль – это, в первую очередь, проверка качества поступающего сырья и материалов, которые используются в производстве. Анализ данных материалов позволяет отсеивать продукты, которые могут повлиять на будущее изделие в негативном ключе и соответственно снизить итоговую выручку от реализации продукции.

Межоперационный контроль, как правило, оказывает влияние на весь технологический процесс. Основная его цель – проверка соблюдения всех надлежащих технологических режимов на производстве. Под эту категорию попадает не только непосредственное производство продукции, но и ее хранение, транспортировка, упаковка и другие операции.

Выходной контроль – конечный этап в производстве продукции. В зависимости от данного этапа продукция либо поступает на последующую продажу, либо отсеивается как брак или недостаточно качественный продукт. Этот вид контроля устанавливает соответствующие характеристики готовых изделий, а также требования и стандарты к ним. Только после того, как изделия проходят данный контроль они могут быть реализованы.

Вместе с этим существует множество факторов, которые напрямую влияют на качество продукции. В зависимости от подхода они могут разделяться как на внешние и внутренние – в зависимости от основной сферы их влияния, так и на субъективные и объективные – по критерию зависимости от человека и его действий [3, с. 141–142].

В связи с установкой международного стандарта особое место в производстве любой продукции начали занимать показатели, которые характеризуют продукт как качественный и соответствующий всем необходимым требованиям, что, в свою очередь, повышает конкурентоспособность любого предприятия. На предприятиях данную функцию выполняет отдел менеджмента качества, опирающийся на стандарты системы менеджмента качества, которые указаны в международных стандартах ISO 9000 и ISO 9001.

Функционирование данного отдела на предприятиях является двигателем процесса совершенствования процесса организации управления качеством и составляет основу методики управления качеством, осуществляющуюся на базе ISO 9004.

Существует несколько направлений совершенствования, которые регулярно используются и дополняются, являются самыми распространенными и широкоизвестными среди специалистов в области качества продукции [4]:

- 1) внедрение метрологической экспертизы технологической документации;
- 2) совершенствование процедуры входного контроля закупаемых материалов;
- 3) перевод конкретных исполнителей на самоконтроль;
- 4) совершенствование процесса соблюдения технологической дисциплины;
- 5) регулярная проверка станков на точность;
- 6) усиление процесса выходного контроля готовой продукции.

Большая часть из этих процедур может быть осуществлена не только благодаря наблюдению квалифицированных специалистов, но и с помощью специализированного программного обеспечения, позволяющего составлять отчетности, совершенствовать процедуры контроля, а также облегчать пользование существующими программами и сокращать время, затрачиваемое на ежедневные работы по наблюдению за качеством поступающих материалов, оборудования, готовой продукции.

Одно из таких решений выпускает НПП «СпецТек Бел» (г. Минск) – программный комплекс TRIM и специальное программное решение на его основе. Решение «TRIM–Quick quality management» (TRIM-Q2M), ориентированное на автоматизацию и информационную поддержку систем менеджмента, созданных в соответствии с указанными выше международными стандартами.

Решение TRIM-Q2M, предназначенное для автоматизации управления процессами и документами при разработке, внедрении и ведении систем менеджмента, включает в себя документацию пользователя и программное обеспечение – модули программного комплекса TRIM с соответствующими настройками [5].

Нужно отметить, что основным рядом преимуществ данной системы является ускорение и внедрение новых направлений в системе менеджмента качества, улучшенная автоматизация для измерений результативности процессов, оценивающих эффективность.

Стоит отметить, что эта система настроена на менеджмент деятельности ОТК, в частности, но также существуют решения, воздействующие на процесс организации контроля качества более комплексно. Такое решение основано на модели MES (Manufacturing Execution System) – специализированном программном обеспечении, предназначенном для решения оперативных задач управления производством [1]. Данная система широко используется по всему пространству СНГ ввиду своей эффективности, благодаря которой процесс организации контроля выходного качества может тщательно анализироваться.

Благодаря такому программному обеспечению факт брака не просто фиксируется, а рассматривается в совокупности больших массивов данных, позволяющих выявить возможные причины возникновения дефектов и в последующем предотвратить их появление.

Основными функциями MES-системы являются:

- сбор информации, связанной с производством;
- планирование;
- ведение контроля качества;
- установление связи между отделами и их персоналом;
- отслеживание изменений компонентов и сырья, применяемых в производстве;
- управление техническим обслуживанием и ремонтом.

В заключение следует подчеркнуть практическую значимость рассмотренных в статье подходов к организации контроля качества. Основой этой системы на производстве остается триада контроля: входной, межоперационный и выходной.

Однако современный уровень развития требует не просто контроля, а управления качеством на основе данных. Рассмотренные программные продукты – решение TRIM-Q2M для автоматизации документооборота ЦМК и MES-системы для комплексного управления производством – доказывают свою эффективность на пространстве СНГ. Их внедрение позволяет предприятиям перейти от простого «отсеивания» брака к его прогнозированию и предотвращению.

Л и т е р а т у р а

1. Гончаров, В. Н. Теоретические подходы к определению понятия «Качество» / В. Н. Гончаров, В. В. Колесникова, И. В. Ширяева // ЭКОНОМИНФО. – 2015. – № 23.
2. Административное управление качеством и элементы системы качества : ИСО 9004–3. – Введ. 01.03.93.
3. Шацких, Е. А. Факторы, влияющие на качество продукции в промышленном производстве / Е. А. Шацких / Альманах современной науки и образования: изд-во «Грамота». – 2014. – № 12. – С. 140–142.
4. Ефимова, К. Е. О способах улучшения контроля качества на производстве / К. Е. Ефимова, А. Г. Куницын // Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции. – Иркутск, 2023. – Ч. 2. – С. 243–246.
5. Решение TRIM – Q2M / СпецТек – СПб. – URL: https://trim.ru/informacionnye-sistemy/sistema-menedzhmenta-kachestva-i-ekologii#quickset-tabs_ecology2 (дата обращения: 07.03.2026).
6. MES-системы: назначение и возможности / Технолога – Казань. – URL: <https://ivctl.ru/barnaul/o-kompanii/blog/mes-sistemy> (дата обращения: 08.03.2026).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОК» ОАО «ГОМЕЛЬСТЕКЛО»

Я. С. Шелупенко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Ермонина

Рассмотрены результаты прогнозирования объемов производства и реализации продукции на филиале «Гомельский ГОК» ОАО «Гомельстекло» с учетом специфики деятельности предприятия.

Ключевые слова: прогнозирование, производство, объем продаж, динамика, сезонность.

В условиях динамично меняющейся экономической среды и высокой конкурентоспособности на рынке, прогнозирование объемов производства и продаж продукции становится одной из ключевых задач для предприятий. Прогнозирование позволяет компаниям эффективно планировать свои ресурсы, минимизировать риски и адаптироваться к изменениям спроса [1].

Прогнозирование – это процесс разработки прогноза, построенный на вероятностном, научно обоснованном суждении о перспективах развития объекта в будущем, его возможном состоянии, а также об альтернативных путях его достижения [2].

Целью исследования является прогнозирование изменения объемов производства и продаж продукции на исследуемом предприятии, а также разработка рекомендаций по их применению для повышения эффективности производственной деятельности.

В качестве объекта исследования был выбран филиал «Гомельский горно-обогатительный комбинат» ОАО «Гомельстекло», который занимается добычей и обогащением кварцевого песка с 1974 г. и является ведущим предприятием по добыче и обогащению кварцевых песков в Республике Беларусь [3]. Филиал входит в состав холдинга «Белорусская стекольная компания», занимает уверенные позиции на рынке, производит и предоставляет продукцию высокого качества, обеспечивая кварцевым песком предприятия холдинга и страну в целом [4].

Из добытого кварцевого песка производятся следующие виды песка: песок формовочный обогащенный; стекольный обогащенный; пылевидный кварцевый песок (пылекварц); сухой песок. Сырые кварцевые и формовочные пески из-за смерзаемости не могут производиться в прежнем количестве. Иными словами, филиал «Гомельский ГОК» ОАО «Гомельстекло» – это сезонная организация. Из-за специфики деятельности в ноябре-декабре останавливается добыча и производство сырого песка, распускаются временные рабочие (водители техники в карьерах и осмотровики вагонов). В связи со смерзаемостью потребляемых песков в зимнее время, потребители создают свои запасы в летний период, поэтому объем продаж сырых кварцевых и формовочных песков филиала увеличивается во 2 и 3 кварталах. Такая тенденция работы повторяется ежегодно. Поэтому очень важно качественно спрогнозировать объемы производства и реализации песка с учетом сезонности.

Для простого прогнозирования объемов производства воспользуемся встроенными функциями Microsoft Excel – «ПРЕДСКАЗ». Принцип работы этой функции несложен: мы предполагаем, что исходные данные можно интерполировать (сгла-

доть) некой прямой с классическим линейным уравнением $y = kx + b$. Построив эту прямую и продлив ее вправо за пределы известного временного диапазона – получим искомый прогноз [5]. Для построения этой прямой Excel использует известный метод наименьших квадратов. Суть этого метода в том, что наклон и положение линии тренда подбирается так, чтобы сумма квадратов отклонений данных от построенной линии тренда была минимальной, т. е. линия тренда наилучшим образом сглаживала фактические данные.

Используя данные об объемах производства предприятия за 2012–2025 гг., рассчитываем темп изменения относительно прошлого года, для каждого из значений. С помощью тренда получаем прогнозируемый объем производства песка на филиале в 2026 г., равный 624663,14 тонн (что на 25,18 % выше, чем в 2025 г.). График динамики и тренда представлен на рис. 1.

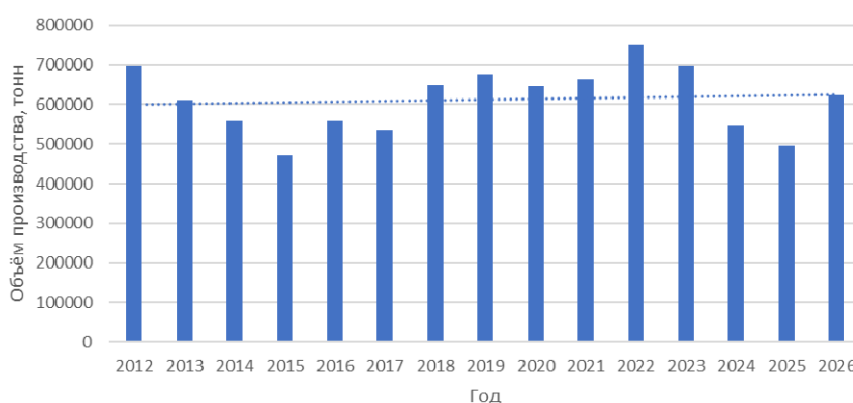


Рис. 1. Прогнозируемая динамика объемов производства песка, тонн

Таким образом, в результате прогноза было предположено, что в 2026 г. объем производства на исследуемом предприятии увеличится на 25 % по сравнению с прошлым годом.

Следующим шагом были спрогнозированы объемы продаж песка на филиале в 2026 г. Для этого сперва проанализируем динамику показателей по месяцам за 2023–2025 гг.

При прогнозировании объемов продаж, следует учитывать характерную для предприятия сезонность. Следовательно, для более верного прогноза необходимо учитывать коэффициенты сезонности. Рассчитаем их по формуле [6]:

$$K_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

где K_c – коэффициент сезонности (месяца); x_i – значение объема продаж на месяц; $\bar{x}$ – среднее значение объемов продаж за год; n – количество периодов.

Рассчитываем объем продаж и коэффициенты сезонности (в том числе средних). Правильность расчета проверяем путем суммирования коэффициентов сезонности по месяцам года. Годовая сумма должна быть равна 12. Таким образом, средний коэффициент сезонности за 2023–2025 гг. принял наибольшее значение в августе (1,38) и наименьшее в январе (0,40).

Используя прежнюю функцию, спрогнозируем объем продаж на 12 месяцев 2026 г. Полученные значения умножаем на средние коэффициенты сезонности по месяцам. Для лучшей наглядности и нахождения тренда представим данные в виде графика (рис. 2).

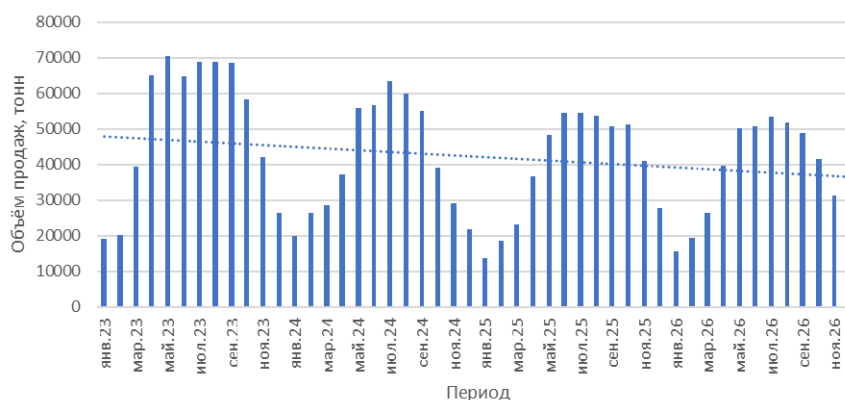


Рис. 2. Динамика объемов продаж песка за 2023–2026 гг., тонн

Таким образом, с учетом прогнозируемого увеличения объема производства на 25 % и одновременного снижения объема реализации песка на 5,1 % из-за сезонности, предприятие может столкнуться с риском избытка продукции на складах и снижением доходов. Рекомендуется провести анализ причин снижения реализации песка, оптимизировать маркетинговую стратегию для привлечения новых клиентов и рынков сбыта, а также рассмотреть возможность диверсификации продуктового ассортимента. Важно также инвестировать в технологии, повышающие эффективность производства и снижающие затраты, что поможет сохранить конкурентоспособность и улучшить финансовые показатели предприятия.

Л и т е р а т у р а

1. Прогнозирование и планирование экономики : учеб.-метод. комплекс для студентов специальностей 1-25 01 08, 1-25 01 07, 1-25 01 04 / авт.-сост. И. В. Зенькова. – Новополоцк : ПГУ, 2005. – 332 с.
2. Прогнозирование и планирование экономики : курс лекций для студентов специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление предприятием», 1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», 1-26 02 02 «Менеджмент», 1-26 02 03 «Маркетинг» / С. А. Касперович. – Минск : БГТУ, 2007. – 172 с.
3. Филиал «Гомельский горно-обогатительный комбинат» ОАО «Гомельстекло» – URL: <http://www.gomelglass.by> (дата обращения: 08.03.2026).
4. Белорусская стекольная компания – 2026. – URL: <https://glassholding.by> (дата обращения: 08.03.2026).
5. Основные методы прогнозирования и планирования. – URL: <https://upr.ru/article/biznes-prognozirovanie-kakoy-metod-vybrat> (дата обращения: 08.03.2026).
6. Сезонные коэффициенты. – URL: <https://smartzapas.ru/sezonnye-koefficienty> (дата обращения: 01.04.2026).

НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ БИЗНЕСА: АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАЛОГОВУЮ НАГРУЗКУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. Д. Котова, П. А. Головки

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Рачкова

Рассмотрены ключевые аспекты налогообложения бизнеса в Республике Беларусь в 2026 г. Особое внимание уделено факторам, которые определяют налоговую нагрузку на предприятия и индивидуальных предпринимателей, а также балансу между фискальными интересами государства и стимулированием предпринимательской активности.

Ключевые слова: налоговая нагрузка, налогообложение бизнеса, единый налог, индексация ставок.

В условиях современной экономической ситуации в Республике Беларусь, которая характеризуется интеграционными процессами, а также внешним санкционным давлением, налоговая система является одним из ключевых факторов, влияющих на конкурентоспособность предприятий. С одной стороны, налоги являются основой выполнения социальных обязательств и источником поступления денежных средств в бюджет страны. С другой стороны, чрезмерная налоговая нагрузка снижает инвестиционный потенциал бизнеса, лишая его оборотных средств. Для Республики Беларусь, которая характеризуется малой открытой экономикой и высокой долей государственного участия, вопросы налогообложения предприятий стоят особенно остро. Поэтому, актуальностью данной работы является необходимость поиска баланса между стимулирующей функцией (развитие предпринимательства) и фискальной функцией государства (наполнение бюджета). Цель представляет собой анализ действующей системы налогообложения бизнеса в Республике Беларусь и анализ основных факторов, влияющих на налоговую нагрузку.

Налог – одно из основных понятий финансовой науки [1, с. 8]. Налогом признается обязательный индивидуальный безвозмездный платеж, взимаемый с организаций и физических лиц в форме отчуждения принадлежащих им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежных средств в республиканский и (или) местные бюджеты (ст. 6 Налогового кодекса Республики Беларусь) [2]. В экономической системе государства налоговые платежи выполняют ряд функций: регулируемую (макроэкономическую), распределительную, фискальную, воспроизводственную, стимулирующую (дестимулирующую), социальную, контрольную. В зависимости от решения конкретных макроэкономических задач отдельные функции могут доминировать. Например, в Беларуси государственный бюджет состоит из 70–80 % налоговых доходов, что говорит о значимости фискальной и регулирующей функции налогов [1, с. 8].

Налоговая система – это взаимосвязанная совокупность налогов, сложившаяся в данном государстве под влиянием социально-политических, экономических и финансовых процессов. Вместе с тем в налоговую систему включается совокупность принципов налогообложения, способов, форм и методов их взимания [1, с. 21]. Налоговая система Республики Беларусь в 2026 г. вступает в очередной этап своего развития. Как отмечает Министр финансов Юрий Селиверстов, основная работа по налоговой консолидации была проведена в предыдущие годы, и особенностью бело-

русской экономики является относительно низкая зависимость от конъюнктурных доходов, что дает определенную устойчивость в период нестабильности [2]. Можно отметить, что в 2026 г. не предлагается кардинальных изменений, однако адаптация к изменяющимся условиям требуют пристального внимания со стороны субъектов хозяйствования. Согласно заявлению Министра по налогам и сборам Дмитрия Кийко, общий уровень налоговой нагрузки в 2026 г. прогнозируется примерно на уровне 25,7 % к ВВП, что не превышает установленный программой социально-экономического развития порог в 26 % и незначительно выше фактического показателя в 2025 г. (25,4–25,5 %) [3]. Это свидетельствует о сохранении макроэкономической стабильности в данной сфере.

Одним из основных факторов, приводящих к росту номинальной налоговой нагрузки, выступает ежегодная индексация ставок налогов, зафиксированных в абсолютных величинах. В 2026 г. индексация ставок земельного, экологического, транспортного налогов, а также налога на недвижимость, будет проведена преимущественно на уровень прогнозируемой инфляции.

Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко подписал Закон «Об изменении законов по вопросам налоговых правоотношений». Что касается граждан, расширяется прогрессивная шкала подоходного налога: базовая ставка 13 % сохраняется для более чем 98% работающих, повышенные ставки 25 % (действует с 2025 г.) и 30 % применяются только к сверхвысоким доходам. При этом порог для применения ставки 25 % увеличен с 220 до 350 тыс. белорусских рублей в год. Для дивидендов сохраняется отдельная шкала – 13 и 25 % [4].

На уровне конкретных предприятий и индивидуальных предпринимателей (далее – ИП) можно отметить, что налоговая нагрузка формируется под влиянием комплекса нормативных изменений 2026 г. Согласно разъяснениям Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь, опубликованным на Национальном правовом интернет-портале, данные изменения направлены на увеличение участия граждан в финансировании государственных расходов в соответствии со ст. 56 Конституции Республики Беларусь. По новым видам деятельности ставки единого налога индивидуальными предпринимателями применяются при уплате налога за январь 2026 г. и последующие месяцы 2026 г. Для самозанятых, работающих на едином налоге, ключевым фактором роста фискальной нагрузки станет повышение ставок и их привязка к базовой величине – ставки будут установлены не ниже 45 белорусских рублей в месяц. Это приведет к дифференцированному росту. Ставка для ремесленников выросла с 7 до 10 белорусских рублей для владельцев агроусадеб – с 42 до 45 белорусских рублей.

Одновременно с ростом ставок произошло расширение сферы применения единого налога. С 1 января 2026 г. он стал доступен для ИП, оказывающих услуги в сфере строительства (по детализированному перечню работ, включая электромонтажные, сантехнические, отделочные) и осуществляющих деятельность такси, в том числе с использованием интернет-сервисов. Однако либерализация доступа сопровождается ужесточением правил исчисления налога: отменен понижающий коэффициент 0,5, ранее применявшийся при осуществлении розничной торговли менее 15 дней в месяц, а также увеличена ставка доплаты с 5 до 6 % при превышении валовой выручки над сорокакратной суммой уплаченного единого налога [5].

Изменения коснулись и ИП, уплачивающих подоходный налог. В целях упрощения учета расходов с 1 января 2026 г. увеличен норматив расходов до 30 % для ИП, осуществляющих розничную торговлю и (или) транспортную деятельность, с сохранением норматива расходов в размере 20 % для иных категорий. Также упро-

щен порядок учета основных средств: теперь физические лица могут применить либо имущественный вычет при реализации имущества, либо включить амортизационные отчисления в состав расходов как ИП, что упраздняет требования о разделении сумм расходов при использовании имущества как в личных, так и в предпринимательских целях. Помимо прямых изменений налоговых ставок, на реальное положение бизнеса существенно влияют и косвенные факторы. В частности, доходы бюджета от административных штрафов на 2026 г. запланированы в объеме около 310 млн руб., что заметно выше уровня предыдущего года. По данным налоговых органов, практически все проверки выявляют нарушения, что делает штрафные санкции важным дополнительным источником поступлений денежных средств в бюджет государства [5].

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод, что налоговая нагрузка на бизнес в Беларуси в 2026 г. формируется под влиянием разнонаправленных факторов. С одной стороны, правительство декларирует и удерживает макроэкономическую стабильность, сохраняя неизменными ключевые ставки и планируя нагрузку на уровне 25,7 % к ВВП. С другой стороны, реальное давление на бизнес увеличивается за счет индексации ставок, усиления прогрессии в налогообложении доходов граждан и имущества, а также роста административного давления через систему штрафов. Для микробизнеса и самозанятых фискальная нагрузка возрастает наиболее ощутимо вследствие прямого повышения ставок единого налога и сбора для ремесленников и владельцев агроусадеб. Таким образом, бизнесу необходимо адаптироваться к новым условиям, где простота администрирования и предсказуемость правил игры становятся не менее важными факторами, чем формальный уровень налоговых изъятий.

Л и т е р а т у р а

1. Мельникова, Н. А. Налоги и налогообложение : ЭУМК для специальности 1-25 01 04 «Финансы и кредит» / Н. А. Мельникова ; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2019. – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/234263/1/%D0%9D%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%20%D0%B8%20%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf> (дата обращения: 06.03.2026).
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Министр финансов – об изменениях в налоговой системе с 2026 г. – URL: <https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2025/november/90914/> (дата обращения: 07.03.2026).
3. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть) : 29 дек. 2009 г., № 71-З : принят Палатой представителей 11 дек. 2009 г. : одобр. Советом Респ. 18 дек. 2009 г. // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/-document/?guid=3871&p0=hk0900071> (дата обращения 07.03.2026).
4. Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь / Утверждены изменения налогового законодательства. – URL: <https://president.gov.by/ru/events/utverzdeny-izmeneniya-nalogovogo-zakonodatelstva> (дата обращения: 07.03. 2026).
5. Министерство по налогам и сборам Республики Беларусь. МНС о налогах-2026. Налогообложение индивидуальных предпринимателей // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – 05.01.2026. – URL: <https://pravo.by/novosti/analitika/2026-january/91709> (дата обращения: 14.03.2026).

**ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ
ЗАО «МОГИЛЕВСКИЙ КОМБИНАТ СИЛИКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ»****К. О. Исаченко***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

Проведено исследование дебиторской задолженности предприятия с целью выявления проблем управления расчетами с покупателями и разработки мер по их оптимизации. Раскрыто влияние задолженности на финансовое состояние, оборачиваемость оборотных средств и платежеспособность организации. Автором даны рекомендации по совершенствованию управления дебиторской задолженностью предприятия.

Ключевые слова: дебиторская задолженность, оптимизация задолженности, управление расчетами, платежная дисциплина, финансовая устойчивость предприятия.

Дебиторская задолженность – задолженность предприятию, организации или учреждению от юридических или физических лиц, являющихся их должниками, дебиторами. В соответствии с Международными стандартами финансовой отчетности, она определяется как сумма, причитающаяся компании от покупателей (дебиторов), и возникает в случае, если услуга (или товар) проданы, а денежные средства не получены [1].

Оптимизация дебиторской задолженности – это процесс управления и регулирования задолженности покупателей и других контрагентов перед организацией с целью **сокращения сроков ее погашения, снижения риска неплатежей и повышения ликвидности предприятия.**

По данным бухгалтерской отчетности ЗАО «Могилевский комбинат силикатных изделий» (см. таблицу), сумма краткосрочной дебиторской задолженности на конец 2024 г. составляет 13710 тыс. руб., что значительно превышает величину кредиторской задолженности. Такая ситуация свидетельствует о том, что значительная часть оборотных средств предприятия отвлечена из хозяйственного оборота и находится в расчетах с покупателями. Это отрицательно влияет на платежеспособность организации, снижает оборачиваемость оборотного капитала и увеличивает риск возникновения кассовых разрывов. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка мероприятий, направленных на оптимизацию дебиторской задолженности и повышение эффективности управления расчетами с покупателями.

Таблица 1

**Информация о состоянии дебиторской и кредиторской задолженности
ЗАО «Могилевский КСИ» на 31.12.2024 г.**

Показатель	Значение на 31.12.2024 г.
Краткосрочная дебиторская задолженность, тыс. руб.	13710
Краткосрочная кредиторская задолженность, тыс. руб.	3888
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	8,03
Срок погашения дебиторской задолженности, дни	45,45
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	16,27
Срок погашения кредиторской задолженности, дни	22,44

Примечание. Разработано автором на основе бухгалтерской отчетности предприятия.

Одним из наиболее эффективных направлений совершенствования управления дебиторской задолженностью является внедрение дифференцированной кредитной политики предприятия, основанной на разделении покупателей на группы в зависимости от уровня их платежной дисциплины, финансовой устойчивости и длительности сотрудничества с предприятием. Такой подход позволяет более гибко регулировать условия предоставления коммерческого кредита и минимизировать риски возникновения просроченных платежей.

В рамках предлагаемого мероприятия рекомендуется сформировать систему классификации покупателей, включающую три основные группы. Критерием отнесения покупателей к той или иной группе выступают показатели своевременности расчетов, продолжительность деловых отношений с предприятием, объем закупаемой продукции, а также наличие или отсутствие просроченной дебиторской задолженности в предыдущих периодах [2].

К первой группе следует отнести надежных и финансово устойчивых покупателей. В данную группу включаются организации, которые на протяжении длительного периода сотрудничают с предприятием, регулярно приобретают продукцию и не допускают просрочек по оплате поставок. Для таких клиентов целесообразно сохранить возможность предоставления коммерческого кредита, однако одновременно следует сократить срок отсрочки платежа. Если ранее предприятие предоставляло отсрочку платежа на срок до 60 дней, то в рамках новой кредитной политики рекомендуется установить срок оплаты в пределах 30 календарных дней с момента отгрузки продукции. Сокращение периода предоставления коммерческого кредита позволит ускорить поступление денежных средств на расчетный счет предприятия, при этом не создавая значительных ограничений для постоянных партнеров.

Ко второй группе предлагается отнести покупателей со средней платежной дисциплиной. Данные клиенты могут периодически допускать незначительные задержки оплаты, однако продолжают сотрудничество с предприятием и обеспечивают стабильный объем продаж. Для этой категории покупателей целесообразно применять комбинированную форму расчетов, предусматривающую частичную предоплату поставляемой продукции. В частности, рекомендуется установить обязательную предоплату в размере 30–50 % стоимости заказа, а оставшуюся часть суммы оплачивать в течение 20 календарных дней после отгрузки продукции. Применение частичной предоплаты позволит предприятию получить часть денежных средств еще до момента реализации продукции покупателем и тем самым снизить объем средств, отвлеченных в дебиторскую задолженность.

В третью группу следует включить новых покупателей, а также клиентов, которые ранее допускали значительные просрочки платежей или имеют неудовлетворительную платежную дисциплину. Для данной категории покупателей рекомендуется применять наиболее жесткие условия расчетов, предусматривающие полную предоплату поставляемой продукции. Отгрузка продукции должна осуществляться только после поступления денежных средств на расчетный счет предприятия. Такой подход позволит минимизировать риск образования новой проблемной задолженности и обеспечит стабильность денежных потоков предприятия.

Важным элементом предлагаемого мероприятия является также внедрение системы штрафных санкций за нарушение сроков оплаты поставленной продукции. В договорах поставки рекомендуется предусмотреть начисление пени за каждый день просрочки платежа. Оптимальным является установление штрафной ставки в размере 0,1 % от суммы задолженности за каждый день просрочки. Применение финансовых санкций способствует повышению платежной дисциплины покупателей и стимулирует своевременное выполнение договорных обязательств.

Дополнительной мерой оптимизации дебиторской задолженности является усиление контроля за состоянием расчетов с покупателями. Финансовая служба предприятия должна регулярно проводить анализ дебиторской задолженности, формируя отчеты о сроках ее возникновения и погашения. Особое внимание необходимо уделять задолженности, срок погашения которой превышает 30 дней. В отношении таких долгов рекомендуется применять претензионную работу, включающую направление официальных уведомлений и требований о погашении задолженности. При длительной просрочке платежей предприятие может использовать правовые механизмы взыскания задолженности в судебном порядке.

Реализация комплекса указанных мероприятий позволит существенно сократить объем дебиторской задолженности за счет ускорения поступления денежных средств и снижения риска возникновения просроченных платежей. Экономический эффект от внедрения предложенной системы управления дебиторской задолженностью можно оценить на основе расчетов [3].

Исходный объем дебиторской задолженности предприятия составляет 13710 тыс. руб. Предполагается, что внедрение дифференцированной кредитной политики, сокращение сроков отсрочки платежей, применение частичной предоплаты и введение штрафных санкций позволит сократить общий объем дебиторской задолженности на 30 %. Снижение задолженности произойдет за счет более быстрого поступления денежных средств и уменьшения доли просроченных платежей.

Расчет прогнозируемого объема дебиторской задолженности после внедрения мероприятия осуществляется по формуле (1):

$$ДЗ_{\text{после}} = ДЗ_{\text{до}} (1 - K), \quad (1)$$

где $ДЗ_{\text{до}}$ – объем дебиторской задолженности до внедрения мероприятия; k – коэффициент снижения задолженности.

Подставляя исходные данные, получаем:

$$ДЗ_{\text{после}} = 13710(1 - 0,30) = 13710 \cdot 0,70 = 9597 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, после внедрения предложенных мероприятий объем дебиторской задолженности сократится до 9597 тыс. руб.

Экономический эффект от реализации мероприятия определяется как разница между величиной дебиторской задолженности до и после внедрения предложенных мер по формуле (2):

$$Э = ДЗ_{\text{до}} - ДЗ_{\text{после}}, \quad (2)$$

$$Э = 13710 - 9597 = 4113 \text{ тыс. руб.}$$

Полученный результат свидетельствует о том, что предприятие сможет высвободить из расчетов с покупателями 4113 тыс. руб. оборотных средств, которые могут быть направлены на финансирование текущей деятельности, закупку сырья и материалов или погашение обязательств перед поставщиками.

Таким образом, внедрение дифференцированной кредитной политики, предусматривающей разделение покупателей на группы, сокращение сроков отсрочки платежей, применение частичной и полной предоплаты, а также использование штрафных санкций за просрочку платежей позволит существенно повысить эффективность управления дебиторской задолженностью предприятия. Реализация пред-

ложенного мероприятия обеспечит ускорение оборачиваемости оборотных средств, повышение платежеспособности предприятия и укрепление его финансовой устойчивости. Кроме того, высвобождение значительного объема денежных средств из дебиторской задолженности создаст дополнительные возможности для развития производственной деятельности и повышения общей эффективности функционирования предприятия.

Л и т е р а т у р а

1. Ибрагимова, Л. Р. Сущность и виды дебиторской задолженности / Л. Р. Ибрагимова // Вестник науки. – 2020. – № 5. – С. 98–100.
2. Козырь, Ю. В. Стоимость компании: оценка и управленческие решения / Ю. В. Козырь. – М. : Альфа-Пресс. – 2019. – № 3. – С. 371–373.
3. Экономическая диагностика деятельности производственного предприятия / Ю. В. Чемоданова, А. Н. Рыбина, И. А. Павлова [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 5 (130). – С. 1412–1420.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ

А. С. Губар

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. С. Сталович

Обоснована необходимость цифровой трансформации поточного производства в Беларуси для достижения ЦУР 9 и роста ВВП к 2040 г. Ключевыми решениями названы MES-системы для синхронизации операций в реальном времени, «цифровые двойники» для виртуальной оптимизации линий и промышленный интернет вещей (IIoT) для предиктивного обслуживания.

Ключевые слова: поточное производство, цифровая трансформация, MES-системы, цифровые двойники, промышленный интернет вещей (IIoT).

В системе стратегических приоритетов Республики Беларусь, закрепленных Национальной стратегией устойчивого развития до 2035 г., достижение Целей устойчивого развития (ЦУР) занимает центральное место. Среди них особое значение имеет ЦУР 9, направленная на создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям. Беларусь, как страна с исторически сложившейся мощной промышленной базой, где поточное производство является основой таких флагманов, как «МАЗ», «БЕЛАЗ», «МТЗ», «Гомсельмаш» и предприятий «Беллегпрома», демонстрирует устойчивый прогресс именно в этой области.

Однако перед промышленностью стоит амбициозная задача: к 2040 г. войти в топ-50 государств с наивысшим уровнем ВВП на душу населения, что требует увеличения производительности труда в промышленности более чем в два раза. Достижение этих показателей невозможно без кардинального пересмотра подходов к организации производственных процессов. В условиях перехода к новому технологическому укладу, активной цифровизации экономики и внедрения принципов экономики замкнутого цикла, просто наличие работающего конвейера перестало быть конкурентным преимуществом.

Инструменты бережливого производства, цифровые технологии Индустрии 4.0 и вовлеченность персонала, позволяет белорусским предприятиям превратить свои

поточные линии из источника издержек в инструмент для роста, соответствующий долгосрочным целям устойчивого развития страны.

Первым шагом к повышению эффективности любой поточной линии является тщательный анализ синхронизации операций. В классическом понимании поточное производство эффективно тогда, когда такт выпуска продукции синхронизирован с временем выполнения каждой операции. Однако на практике на многих предприятиях, доставших в наследство от советской индустриальной эпохи, наблюдается дисбаланс: одни рабочие места перегружены и создают «узкие места», замедляющие весь поток.

Решением данной проблемы выступает внедрение MES-систем – класса программного обеспечения, который занимает промежуточное звено между корпоративным уровнем ERP (планирование ресурсов) и физическим оборудованием цеха.

Для белорусских предприятий машиностроения и легкой промышленности, где поточные линии исторически отличаются высокой протяженностью и количеством единиц оборудования, MES становится синхронизирующим фактором производства. Если традиционное управление было реактивным – мастер реагировал на уже случившийся простой или накопление брака, то MES обеспечивает постоянное отслеживание в реальном времени. Система автоматически собирает данные о такте потока, выполнении процессов, состоянии инструментов и квалификации операторов у каждой единицы оборудования, что позволяет фиксировать узкие места, а также и прогнозировать их возникновение. MES системы позволяют производителям снизить зависимость от субъективных факторов управления и обеспечить прозрачность каждого этапа создания добавленной стоимости.

Однако MES-системы работают с тем, что уже происходит на линии. Чтобы кардинально повысить эффективность поточного производства, необходимо заранее предусмотреть все узкие места, и здесь на помощь приходит компьютерное моделирование производственных процессов, а именно концепция «цифрового двойника».

Современное программное обеспечение позволяет реализовывать динамические виртуальные копии всей поточной линии, которые функционируют синхронно с физическим аналогом. Инженеры получают возможность «виртуального запуска» производственной линии новой модели продукции в виртуальной среде, не останавливая действующий конвейер. С помощью специализированного ПО (такого как AnyLogic, Tecnomatix или отечественных разработок на базе систем автоматизированного проектирования), можно просчитать десятки вариантов компоновки оборудования, оптимизировать логистику подачи материалов и выявить «неэффективности» еще на стадии проектирования. Моделирование позволяет сократить сроки пусконаладочных работ в разы и повышает шансы того, что после физического запуска поточная линия сразу выйдет на расчетную мощность, избежав дорогостоящих ошибок.

Завершающим этапом, объединяющим управленческие решения MES и точность цифровых моделей, является внедрение технологий IoT (промышленных интернет вещей). Поточное производство генерирует колоссальные объемы данных, и ручной сбор этих данных сводит на нет всю ценность цифровизации. IoT – это сеть датчиков, установленных на конвейерах, станках с ЧПУ, оснастке и даже на спецодежде операторов. Для белорусских предприятий, стремящихся к ЦУР 12 (ответственное потребление и производство), IoT открывает возможности, недоступные при традиционной организации труда. Датчики вибрации и температуры на подшипниках конвейера позволяют перейти от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию, что снижает простои на 30–40 %. Сенсоры уровня запасов в зоне конвейера автоматически формируют заявки на пополнение склада, реализуя процессы с крупным риском человеческого фактора без участия человека.

Синергия этих трех компонентов – управленческой точности MES, стратегического предвидения цифрового моделирования и сенсорной проницаемости IoT – создает принципиально новую архитектуру поточного производства. Это уже не просто последовательность операций, а интеллектуальная экосистема, способная к выявлению зависимостей.

Накопленные исторические данные о работе линии, пропущенные через процедуры вычисления и моделирования, позволяют системе самостоятельно предлагать оптимальные режимы работы, предсказывать момент износа инструмента с точностью до часа и адаптировать такт выпуска под изменяющийся спрос без потери качества.

Для Республики Беларусь, где государственная промышленная политика нацелена на достижение технологического суверенитета и создание высокопроизводительных экспортно-ориентированных производств, такой подход сыграет значительную роль в достижении поставленных целей.

Повышение эффективности поточного производства сегодня измеряется не только количеством единиц продукции в час, но и способностью предприятия мгновенно адаптироваться к изменениям внешней среды, минимизировать потери ресурсов и обеспечивать полную прозрачность жизненного цикла изделия. Переход к цифровому управлению потоком – это тот фундаментальный шаг, который позволит белорусской промышленности перейти на следующий этап инновационного развития, полностью соответствующего целям устойчивого развития страны.

Л и т е р а т у р а

1. Харитонов, С. О. Промышленный интернет вещей (IIOT) как инструмент достижения экономического суверенитета / С. О. Харитонов, Э. С. Мубинова, О. И. Гафарова // Материалы Международной научно-технической конференции «Инженерная экономика», 27–28 нояб. 2024 г. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 545–552.
2. Система MES «Металлургия»: цифровая платформа для управления производственными процессами / Северсталь. – URL: <https://it.severstal.com/products/mes/> (дата обращения: 05.04.2026).
3. AnyLogic: создание и внедрение цифровых двойников / AnyLogic. – URL: <https://www.anylogic.ru/features/digital-twin/> (дата обращения: 05.04.2026).
4. «Ленполиграфмаш»: построение системы оперативного управления производством на базе «1C:MES» / 1C:Консалтинг. – URL: <https://consulting.1c.ru/cases/39493.html> (дата обращения: 05.04.2026).

АВТОМАТИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

А. Б. Аникеев

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

В процессе проведенного исследования выявлены текущие проблемы управления закупками на предприятии: разрозненность учетной системы и коммуникаций, задержки согласования заявок и сложность контроля остатков. Предложено решение по созданию единого информационного пространства, позволяющего автоматически проверять остатки в 1С при создании заявки в Битрикс24 и маршрутизировать документы на согласование.

Ключевые слова: автоматизация, интеграция, управление закупками, материальные ресурсы.

В современных условиях эффективность производственного предприятия напрямую зависит от качества управления закупками материальных ресурсов. Его цель состоит в оптимизации затрат, связанных с приобретением и хранением запасов материальных ресурсов. Управление закупочной деятельностью на предприятии представляет собой трудоемкий процесс, требующий высокой квалификации сотрудников и значительных временных затрат. Ключевым инструментом минимизации рисков неэффективного использования ресурсов для этого служат технологии электронного снабжения (E-procurement), которые представляет собой интегрированную информационную систему, построенную на принципах электронной коммерции [1].

Для ОАО «Милкавита» – одного из лидеров молочной промышленности Беларуси – своевременное и экономичное снабжение сырьем и материалами является фактором успеха. В настоящее время на предприятии автоматизация системы управления организована на платформе 1С:Предприятие 8.2. Анализ текущего состояния дел на ОАО «Милкавита» позволяет предположить наличие ряда проблем, характерных для многих производств: разрозненность учетной системы 1С и коммуникационной среды, задержки в согласовании заявок из-за использования электронной почты и бумажного документооборота, отсутствие у менеджеров по закупкам оперативного доступа к данным о реальных остатках на складе, что приводит к ошибкам в заказах, а также сложность контроля прохождения заявок для руководства.

Цель настоящего исследования состоит в разработке проекта автоматизации процесса закупок материальных ресурсов на ОАО «Милкавита» посредством интеграции платформ 1С и Битрикс24 для снижения операционных издержек и повышения прозрачности снабжения.

Для решения вышеназванных проблем предлагается внедрение интеграции между программой 1С, где ведется бухгалтерский учет и хранятся данные об остатках и ценах, и корпоративным порталом Битрикс24, который служит платформой для коммуникаций, постановки задач и согласований. Сотрудники производственного отдела смогут создавать заявку на закупку непосредственно в Битрикс24. Система через интеграцию автоматически проверит фактический остаток сырья в 1С, и при необходимости заявка уйдет на согласование по гибкому маршруту. Руководители увидят задачу у себя в ленте и смогут согласовать ее с любого устройства. После оприходования материалов в 1С инициатор получит уведомление в Битрикс24, а информация о поставщиках будет синхронизироваться между системами, исключая двойной ввод данных [3]. Внедрение такой связки обеспечит значительный управленческий и экономический эффект. С управленческой точки зрения, повысится прозрачность закупок для руководства, усилится дисциплина исполнителей и сократится количество ошибок, связанных с человеческим фактором.

Ниже представлен расчет экономической эффективности внедрения интеграции «1С + Битрикс24» для ОАО «Милкавита» в белорусских рублях (табл. 1).

Таблица 1

Затраты на внедрение интеграции «1С+Битрикс 24» в ОАО «Милкавита»

Статья затрат	Вариант «Минимум»	Вариант «Максимум»
Лицензия Битрикс24 (профессиональная)	4214 BYN	4214 BYN
Работы по интеграции с 1С	4500 BYN	12000 BYN

Окончание табл. 1

Статья затрат	Вариант «Минимум»	Вариант «Максимум»
Настройка Битрикс24 (под ключ)	1500 BYN	4500 BYN
Обучение сотрудников (отдел закупок, бухгалтерия)	900 BYN	2100 BYN
Резерв на непредвиденные расходы (10 %)	1100 BYN	2300 BYN
Итого затраты (1-й год)	12200 BYN	25100 BYN

Примечание. Разработано автором на основе источников [4] и [2].

Из табл. 1 следует, что внедрение интеграции «1С+Битрикс24» на ОАО «Милкавита» требует относительно невысокого уровня первоначальных инвестиций, которые варьируются от 12200 до 25100 белорусских рублей в зависимости от выбранного варианта. Наибольший разброс в затратах наблюдается по статье «Работы по интеграции с 1С» от 4500 до 12000 BYN и «Настройка Битрикс24» от 1500 до 4500 BYN, что связано с возможной сложностью доработок и объемом необходимых работ на предприятии.

Поддержка функционирования созданной системы предполагает регулярные затраты, которые сгруппированы в три категории. Ежегодное продление лицензии на использование корпоративного портала Битрикс24 обойдется предприятию в 1264 BYN. Эта сумма соответствует 30 % от стоимости приобретенной профессиональной лицензии при соблюдении сроков пролонгации. Затраты на техническое обслуживание и доработку системы оцениваются в промежутке от 3000 до 6000 BYN за год. Данный диапазон обусловлен необходимостью привлечения специалиста для решения задач по настройке 1С и Битрикс24. Планируется от 10 до 20 часов работ в год с почасовой оплатой 300 BYN. Также предусмотрены потенциальные затраты на актуализацию интеграционных модулей в случае обновления версий платформы 1С. Такие затраты не являются регулярными и могут составить до 1500 BYN в тот год, когда возникает потребность в обновлении.

Суммарные текущие затраты на содержание и обслуживание интеграции составят от 4300 до 8800 BYN в годовом исчислении.

Далее рассмотрим экономический эффект, который получит предприятие от интеграции 1С и Битрикс24. Первым источником экономии является снижение затрат на закупки, которое достигается за счет проведения конкурентных процедур, углубленного анализа цен и отказа от срочных закупок. Эффект оценивается в диапазоне от 2 до 5 % от общего бюджета закупок, что в денежном выражении составляет от 150000 до 375000 белорусских рублей в год. Вторым источником выступает экономия рабочего времени сотрудников отдела закупок. Снижение доли ручного труда на согласование заявок и ввод данных позволит высвободить от 15 до 30 % времени персонала. Исходя из фонда оплаты труда отдела, это эквивалентно экономии в размере 45000–90000 BYN ежегодно. Третий источник – высвобождение оборотных средств за счет снижения складских запасов на 5–10 % от их среднего объема. Данный эффект рассматривается как косвенный, поскольку он выражается в снижении кредитной нагрузки и улучшении ликвидности, а не в прямой экономии денежных средств.

Суммарная прямая экономия при среднем сценарии внедрения оценивается в 225000 BYN в год.

В табл. 2 представлены затраты на реализацию мероприятия, а также показатели его эффективности.

Таблица 2

Итоговые показатели затрат на внедрение мероприятия и его эффективности

Показатель	Значение показателя	
	при пессимистичном сценарии	при оптимистичном сценарии
Капитальные затраты (внедрение)	25100 BYN	12200 BYN
Текущие расходы (в год)	8800 BYN	4300 BYN
Годовая экономия (в год)	150000 BYN	37500 BYN
Чистый годовой эффект	141200 BYN	370700 BYN
Срок окупаемости	2 месяца	12 дней

Примечание. Разработано автором.

Внедрение интеграции «1С+Битрикс24» на ОАО «Милкавита» является высокоэффективным инвестиционным проектом для белорусского предприятия. При единовременных затратах около 12000–25000 BYN и ежегодных затратах на обслуживание в сумме 4000–9000 BYN, ожидаемый экономический эффект составит от 150 000 до 350 000 BYN в год за счет оптимизации закупочных цен и трудозатрат. Срок окупаемости проекта составит 2 месяца при пессимистичном сценарии и 12 дней при оптимистичном.

Таким образом, автоматизация процесса управления закупками на ОАО «Милкавита» путем интеграции учетной системы программной платформы 1С и коммуникационной платформы Битрикс24 является эффективным направлением повышения его эффективности. Создание единого информационного пространства, где учетные данные напрямую влияют на оперативные коммуникации, позволит ускорить документооборот, повысить прозрачность деятельности отдела снабжения и в конечном итоге снизить издержки предприятия, что крайне важно для поддержания его конкурентоспособности на рынке.

Л и т е р а т у р а

1. Вакулич, Н. А. Оптимизация закупочной деятельности: мировой опыт, тенденции и возможности для предприятий Беларуси / Н. А. Вакулич, Е. Л. Базылюк // NovaInfo. – 2025. – № 147. – С. 93–95.
2. Как мы объединили 1С и Битрикс24 в единую экосистему продаж // РБК Компании. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/nFGWnn3zgv/kak-myi-obedinili-1s-i-bitriks24-v-edinuyu-ekosistemu-prodazh/> (дата обращения: 16.03.2026).
3. Андронов, С. А. Разработка системы поддержки принятия решения предприятия / С. А. Андронов. – Иваново : ИГЭУ, 2025. – 136 с.
4. Тарифы Битрикс24 / ООО «СОФТСЕРВИС». – URL: <https://b24.softservice.by/prices-bitrix24/> (дата обращения: 10.03.2026).

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ФИЛИАЛА «ЖЛОБИНСКИЙ ХЛЕБОЗАВОД» ОАО «ГОМЕЛЬХЛЕБПРОМ»

Д. А. Соколов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

Проведено исследование логистических затрат предприятия с целью выявления потерь в цепи поставок готовой продукции. Рассмотрено влияние технической оснащенности транспорта на экономические показатели предприятия. Предложены мероприятия по внедрению системы GPS-мониторинга и оптимизации маршрутной сети предприятия.

Ключевые слова: логистические затраты, оптимизация потоков, GPS-мониторинг, хлебопекарная промышленность, логистика готовой продукции.

Для предприятий хлебопекарной промышленности логистика готовой продукции имеет особое значение: хлебобулочные изделия относятся к скоропортящимся товарам и требуют оперативной доставки в торговую сеть. Любые нарушения в процессе транспортировки приводят к росту возвратов, увеличению издержек и снижению общей эффективности деятельности предприятия [1, 2].

В целях оценки текущего состояния логистической системы Жлобинского хлебозавода проведем анализ основных показателей эффективности транспортной деятельности (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели эффективности транспортной деятельности Жлобинского хлебозавода в 2024 г.

Показатель	Значение показателя	Комментарий
Средняя загрузка авто-транспорта	70–75 %	Недогруз на отдельных маршрутах, рост удельных затрат
Средний пробег на 1 т продукции	150–600 км	Перерасход средств на направлении Буда-Кошелево
Расход топлива (13,2 л/100 км)	~ 711 л / авто/мес.	Высокие затраты вследствие ручного планирования маршрутов
Возвраты продукции из-за опозданий	До 4 ед./мес.	Прямые потери выручки, снижение качества продукции
Автопарк предприятия	12 ед.	Отсутствие автоматизированного контроля маршрутов

Примечание. Составлено автором на основе анализа данных предприятия.

Как видно из табл. 1, загрузка транспорта составляет 70–75 %, что ведет к росту удельных расходов; значительная вариация пробега (150–600 км/т) свидетельствует о неравномерности маршрутной сети; ручное планирование не позволяет сократить холостые пробеги и своевременно корректировать графики. Ежемесячно фиксируется до четырех возвратов продукции из-за опозданий.

Сравнительный анализ рентабельности маршрутов с учетом транспортных издержек представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Оценка эффективности логистических маршрутов
Жлобинского хлебозавода в 2024 г.**

Маршрут	Количество рейсов	Объем перевезенных грузов, т	Рентабельность продаж с учетом затрат на транспортировку, %	Вывод
Чечерск (ЦРБ, «Цветущий»)	20	18,7	+12,14	Эффективен
Чечерск (Серебрянка, Гадиловичи)	4	4,4	–0,65	Малозагружен, убыточен
Буда-Кошелево (Дубрава, больница)	26	14,6	–3,79	Неэффективен, перегружен затратами

Примечание. Рентабельность рассчитана по формуле: $P = (\text{Выручка от реализации} - \text{Себестоимость реализованной продукции} - \text{Издержки на транспортировку продукции}) / \text{Выручка от реализации} \times 100 \%$.

Из табл. 2 следует, что наиболее эффективен маршрут «Чечерск (ЦРБ, «Цветущий»): рентабельность продаж составляет 12,14 % за счет высокой загрузки и коротких плеч доставки, что минимизирует простои и непроизводительный пробег. Направление Буда-Кошелево является убыточным (уровень убыточности составляет 3,79 %): высокие издержки на транспортировку (6988,8 руб.) при значительной протяженности маршрута полностью перекрывают прибыль от реализации.

В табл. 3 представлена динамика расходов на транспортировку продукции в 2022–2024 гг.

Таблица 3

**Динамика величины и уровня расходов на транспортировку продукции
Жлобинского хлебозавода в 2022–2024 гг.**

Показатель	Значение показателя по годам			Относительное отклонение (2024 к 2022), %
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	1278,4	1325,6	1381,5	+8,1
Расходы на транспортировку, тыс. руб.	88,4	99,7	109,2	+23,5
Доля транспортных расходов в выручке от реализации продукции, %	6,91	7,52	7,90	+0,99

Примечание. Доля транспортных расходов = $\text{Расходы на транспортировку} / \text{Выручка от реализации} \times 100 \%$.

Таким образом, в 2022–2024 гг. выручка выросла на 8,1 %, тогда как расходы на транспортировку увеличились на 23,5 % (почти втрое быстрее). Доля транспортных расходов в выручке возросла с 6,91 до 7,90 %, что свидетельствует о системном характере проблемы.

Для снижения логистических затрат Жлобинского хлебозавода предлагаются следующие мероприятия:

1) внедрение GPS-мониторинга – оснащение пяти наиболее загруженных автомобилей системами навигации для контроля маршрутов и расхода топлива;

2) автоматизация маршрутизации – переход от ручного планирования к специализированному программному обеспечению для оптимизации загрузки автомобилей в реальном времени;

3) оптимизация маршрутной сети – объединение малозагруженных рейсов и пересмотр нерентабельных направлений (Буда-Кошелево).

По оценкам специалистов, внедрение систем спутникового мониторинга позволяет снизить расход топлива на 10–15 % за счет сокращения холостых пробегов [3].

Затраты на внедрение и экономическое обоснование представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Затраты на внедрение системы GPS-мониторинга (пять автомобилей)

Статья затрат	Сумма, руб.	Характер затрат
GPS-трекеры: 5 ед. × 150,00 руб.	750,00	Единовременные
Монтаж и установка: 5 авт. × 30,00 руб.	150,00	Единовременные
Обучение водителей и диспетчера	200,00	Единовременные
Итого единовременные затраты	1 100,00	–
Абонентская плата ПО: 5 ед. × 15,00 руб. × 12 мес.	900,00	Ежегодные
Итого ежегодные затраты	900,00	–

Примечание. Стоимость трекеров и монтажа приведена по данным поставщиков оборудования на 2026 г.

Таблица 5

Экономическое обоснование эффективности внедрения GPS-мониторинга

Показатель	Значение
Среднемесячный расход топлива (5 авт. × 711 л)	3555 л/мес.
Снижение расхода при внедрении GPS (12 %)	426,6 л/мес.
Стоимость дизельного топлива	2,50 руб./л
Ежемесячная экономия	1066,5 руб./мес.
Годовая экономия на топливе	12798,00 руб./год
Единовременные затраты на внедрение	1100,00 руб.
Ежегодные эксплуатационные затраты	900,00 руб./год
Чистая годовая экономия	12798 – 900 = 11898,00 руб./год
Срок окупаемости	1100 / 1066,5 = ~ 1 месяц

Примечание. Составлено автором на основе данных предприятия.

Таким образом, основными факторами роста логистических затрат Жлобинского хлебозавода являются: недостаточная загрузка транспорта (70–75 %), убыточность маршрута Буда-Кошелево (–3,79 %) и отсутствие автоматизированного контроля. За 2022–2024 гг. расходы на транспортировку выросли на 23,5 % при росте выручки лишь на 8,1 %. Внедрение GPS-мониторинга на 5 автомобилях обеспечит чистую годовую экономию 11898 руб. при сроке окупаемости около 1 месяца. Реализация предложенного комплекса мер позволит повысить рентабельность убыточных маршрутов, сократить удельные транспортные расходы и укрепить конкурентные позиции предприятия.

Л и т е р а т у р а

1. Гаджинский, А. М. Логистика : учебник / А. М. Гаджинский. – М. : Дашков и К, 2022. – 484 с.
2. Сергеев, В. И. Логистика в бизнесе: учебник / В. И. Сергеев. – М. : Юрайт, 2023. – 601 с.
3. Бауэрсокс, Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс. – М. : Олимп-Бизнес, 2021. – 640 с.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

К. А. Копачева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

Рассмотрены пути улучшения финансового состояния предприятия, его значение в обеспечении конкурентоспособности и устойчивого развития, а также актуальность системного подхода к управлению финансовым состоянием в современных условиях.

Ключевые слова: финансовое состояние, финансовая устойчивость, оптимизация финансового состояния, финансовые ресурсы, прогнозирование.

Одной из главных характеристик экономической деятельности предприятия в окружающей среде является его финансовое состояние. Оно определяет конкурентоспособность субъекта хозяйствования и его возможности для делового сотрудничества. Кроме того, оно позволяет оценить степень защиты экономических интересов как самого предприятия, так и его партнеров в финансовых и других отношениях. Финансовое состояние предприятий играет ключевую роль в обеспечении экономического развития государства.

Финансовое состояние предприятия – это экономическая категория, которая отражает состояние капитала в процессе его кругооборота и способность субъектов хозяйствования к саморазвитию на фиксированный момент времени. Способность предприятия финансировать свою деятельность, поддерживать свою платежеспособность, своевременно производить платежи говорит о его стабильном финансовом состоянии [1, с. 6].

Улучшение финансового состояния предприятия является одной из основных задач современного менеджмента. В условиях быстро меняющейся экономической среды и усиливающейся конкуренции эффективное управление финансовыми ресурсами становится критически важным для достижения успеха. Современные методы оптимизации финансового состояния сосредоточены на повышении рентабельности, снижении затрат, увеличении прибыли и повышении рентабельности с помощью внедрения инновационных технологий и подходов.

Главная задача оптимизации финансового состояния состоит в обеспечении устойчивого развития предприятия, повышении его конкурентоспособности и формировании условий для увеличения стоимости бизнеса.

Улучшение финансового состояния предприятия является целенаправленным процессом управления его финансовыми ресурсами, который ориентирован на достижение максимальной эффективности их использования для реализации как стратегических, так и тактических целей компании.

Этот процесс включает в себя разнообразные мероприятия, такие как:

- 1) улучшение структуры капитала;
- 2) управление рисками;
- 3) реорганизация инвентарных запасов;
- 4) обеспечение ликвидности;
- 5) получение дополнительных денежных средств от использования основных средств;
- 6) разграничение выплат кредиторам по степени приоритетности для уменьшения оттока денежных средств;
- 7) взыскание задолженностей с целью ускорения оборачиваемости денежных средств;
- 8) пересмотр планов капитальных вложений;
- 9) увеличение объемов производства и продаж;
- 10) прогнозирование финансового состояния и введение эффективной системы прогнозирования движения денежных средств.

Оптимизация структуры капитала базируется на сравнении затрат на привлечение собственного и заемного капитала и анализе влияния различных комбинаций источников финансирования на рыночную оценку. Это обусловлено различной стоимостью собственных и заемных средств, а также их влиянием на финансовую устойчивость предприятия. Следовательно, необходимо выбрать такое соотношение собственных и заемных средств для финансирования активов компании, которое позволит достичь максимально эффективной пропорции между уровнем рентабельности и финансовой устойчивости компании, то есть увеличить ее рыночную стоимость [2, с. 680–681].

Управление риском включает такие стратегии, как уклонение от деятельности, содержащей определенный риск, принятие ответственности за риск с гарантией полной компенсации за счет собственных средств организации (создание страхового фонда), распределение риска среди непосредственных участников бизнеса, продажа и передача ответственности за риск другому лицу, сокращение возможных отрицательных последствий от риска с помощью предупредительных мер [3, с. 83].

Проведение реорганизации инвентарных запасов предполагает их распределение по критериям в зависимости от важности для повышения устойчивости бизнеса. Объемы запасов, которые не являются критичными для развития компании, следует сократить. В то же время необходимо активизировать процессы заказа снабжения, внедряя более эффективные меры контроля, такие как централизация хранения и распределения товаров, перераспределение территорий хранения или совершенствование документооборота.

Для улучшения ликвидности организациям необходимо совершенствовать управление оборотным капиталом и финансированием. Это предполагает изучение как краткосрочных, так и долгосрочных финансовых инструментов. Также стоит оценить новые варианты финансирования, которые могут способствовать стабильности и маневренности в контроле над денежными потоками. Вместо привычных банковских кредитов возможно рассмотреть альтернативные варианты, такие как эмиссия облигаций или привлечение инвесторов [4, с. 231].

Получение дополнительных денежных средств от использования основных средств. Нужно определить более приспособленные каналы связи для результативного доведения до участников рынка предложений о продаже или сдаче в аренду имущества. Имущество, которое не получилось сдать в аренду, нужно законсервировать, составить акт о консервации и предоставить его в налоговую инспекцию, что разрешит исключить это имущество из подсчета налогооблагаемой базы [5, с. 345].

Разделение выплат кредиторам в зависимости от их приоритетности для сокращения оттока денежных средств, подразумевает классификацию поставщиков по степени их значимости. Поставщики, имеющие критическое значение, должны находиться в центре внимания; целесообразно активизировать взаимодействие с ними для укрепления взаимопонимания и стремления к сотрудничеству.

Взыскание задолженностей с целью ускорения оборачиваемости денежных средств. Возвращение задолженностей клиентами сможет стимулироваться путем предоставления особых скидок. Нужно также создать систему оценки клиентов, которая бы складывала все риски, связанные с ними как с деловыми партнерами. Всеобщая зависимость от клиента будет включать его дебиторскую задолженность, товары на складе, приготовленные к отгрузке, продукцию в производстве, изготавливаемую по заказу этого клиента. Необходимо определить формальные лимиты кредита каждому клиенту, которые будут предназначаться общими отношениями с ним, потребностями фирмы в денежных средствах и оценкой финансового состояния определенного клиента [5, с. 346].

Пересмотр планов капитальных вложений служит средством увеличения поступлений денежных средств и основывается на сокращении расходов. Это особенно важно в условиях кризиса, когда целесообразно приостановить инвестиции в капитальное строительство, приобретение новой техники и расширение сбытовой сети, за исключением неотложных случаев. Для определения таких случаев необходимо оценить, какие капитальные инвестиции невозможно отложить на более поздний срок. Также следует отказаться от тех капиталовложений, которые не могут обеспечить немедленную отдачу для предприятия.

Увеличение объемов производства и продаж способствует росту денежных средств от реализации продукции, что в свою очередь повышает абсолютно ликвидные активы и улучшает ликвидность предприятия. Для достижения этой цели необходимо выделить группы продукции с наибольшей прибылью, провести анализ цен и объема продаж, чтобы определить наиболее оптимальный компромисс. Это позволит предприятию, даже при снижении объемов продаж, увеличить поступления денежных средств за счет повышения цен, торговых наценок или объемов реализации.

Прогнозирование финансового состояния и введение эффективной системы прогнозирования движения денежных средств тесно взаимосвязаны между собой. Прогнозирование финансового состояния предприятия всегда должно осуществляться после комплексного анализа с целью определения перспективного финансового состояния в ближайшем будущем и, как следствие, разработки соответствующих мероприятий. Прогнозирование движения денежных средств является важнейшей составляющей прогнозирования финансового состояния в целом [5, с. 347].

Системный подход к управлению финансовым состоянием предприятия основывается на понимании его как комплексной и взаимозависимой структуры, состоящей из различных элементов, которые взаимодействуют друг с другом. Такой подход позволяет более эффективно анализировать и управлять финансовыми ресурсами, а также обеспечивает устойчивое развитие предприятия в условиях изменчивой внешней среды.

Улучшение финансового состояния важно для создания условий, обеспечивающих стабильное и эффективное функционирование деятельности предприятия. Это включает повышение ликвидности, рентабельности и устойчивости, что позволяет предприятию предотвращать финансовые риски.

Литература

1. Электронная библиотека БГУ. – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/238670/1/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BA%D0%BE%20%D0%90.%D0%A1..pdf> (дата обращения: 18.02.2026).
2. Милявская, Е. Я. Оптимизация структуры капитала компании / Е. Я. Милявская // Экономика и социум. – 2019. – № 12(67) – URL: https://a78cf8ac3ef546708fcd900ec94fdff.filesusr.com/ugd/b06fdc_2278eca9a5b0456eb58bd7516942442a.pdf?index=true – (дата обращения: 18.02.2026).
3. Трохов, А. А. Формирование процедур разработки мероприятий по минимизации рисков в системе управления рисками / А. А. Трохов // Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова. – 2017. – № 3 (93). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-protsedur-razrabotki-meropriyatiy-po-minimizatsii-riskov-v-sisteme-upravleniya-riskami/viewer> (дата обращения: 18.02.2026).
4. Агафонова, Н. П. Повышение ликвидности организации для укрепления ее платежеспособности / Н. П. Агафонова // Прикладные экономические исследования. – 2025. – № 1 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-likvidnosti-organizatsii-dlya-ukrepleniya-ee-platyezhe-sposobnosti/viewer> (дата обращения: 18.02.2026).
5. Ишбердина, А. Р. Основные пути по улучшению финансового состояния предприятия / А. Р. Ишбердина // Теория и практика современной науки. – 2018. – № 5 (35). – URL: https://f5f7e10c-a5dd-471b-96cbd1595326738e.filesusr.com/ugd/b06fdc_a711a9f22f3e420f8eef2b0d6f75ad39.pdf. (дата обращения: 18.02.2026).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМ СОСТОЯНИЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «КОМИНТЕРН» ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ЕГО АНАЛИЗА

К. А. Копачева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

Обоснована необходимость использования в аналитической работе ОАО «Коминтерн» специализированного программного продукта «ФинЭкАнализ». Внедрение данного программного обеспечения в работу финансового отдела позволит проводить анализ финансового состояния предприятия по широкому спектру показателей и обеспечить детализированный анализ его платежеспособности, деловой активности, финансовой устойчивости. Это будет способствовать повышению качества и скорости принятия управленческих решений, а также сокращению трудозатрат на проведение анализа.

Ключевые слова: анализ, финансовое состояние, коэффициент, программа «ФинЭкАнализ», управленческие решения.

В ходе исследования организации аналитической работы на ОАО «Коминтерн» было установлено, что анализ финансового состояния проводится начальником финансового отдела раз в год (по окончании отчетного периода). Для проведения анализа используется коэффициентный метод, при котором рассчитываются следующие показатели: коэффициент текущей ликвидности, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициент обеспеченности обязательств активами, коэффициент абсолютной ликвидности, коэффициент общей оборачиваемости капитала, коэффициент оборачиваемости краткосрочных активов, коэффициент

капитализации и коэффициент автономии. Полученные значения коэффициентов сравниваются с их нормативными значениями. Также на основании бухгалтерского баланса проводится анализ структуры и динамики активов, собственного капитала и обязательств. Результаты анализа отражаются в примечаниях к бухгалтерской отчетности.

Анализ финансового состояния предприятия ОАО «Коминтерн» проводится по ограниченному набору коэффициентов, что обеспечивает быструю оценку ликвидности, платежеспособности, деловой активности предприятия и структуры баланса, однако не охватывает все аспекты финансового состояния.

Для детального анализа финансового состояния предприятия целесообразно предложить программный продукт «ФинЭкАнализ». Программа «ФинЭкАнализ» позволяет решать широкий спектр финансовых задач, ускоряет и повышает качество проведения анализа финансового состояния предприятия и делает его комплексным. Это незаменимый помощник для экономиста, финансового специалиста, бухгалтера. На основании бухгалтерской отчетности программа формирует аналитические текстовые отчеты вместе с наглядными графиками, таблицами и рекомендациями для улучшения финансового состояния.

Программа позволяет работать с отчетностью России, Казахстана, Украины, Беларуси, Таджикистана и Узбекистана [2].

В настоящее время в программе реализовано 33 различных аналитических блока анализа для Беларуси, которые позволяют рассчитывать все основные финансово-экономические коэффициенты. Аналитические блоки – отдельные страницы, включающие в себя один или несколько объединенных по смыслу методов анализа [1].

В стоимость программы включена консультационная поддержка по работе с программой в течение года.

В табл. 1 представим расчет времени, которое ежегодно затрачивается на проведение анализа финансового состояния ОАО «Коминтерн».

Таблица 1

Затраты времени на проведение анализа финансового состояния

Этап анализа	Время, мин
Сбор информации и ее подготовка к проведению анализа	360
Анализ структуры и динамики активов, собственного капитала и обязательств, расчет финансовых коэффициентов	180
Сравнение фактических значений финансовых коэффициентов с рекомендуемыми (плановыми) значениями, данными прошлых периодов	120
Построение таблиц, графиков и диаграмм	120
Выявление причин изменения структуры баланса и финансовых коэффициентов	120
Подготовка аналитического отчета	60
Разработка и обоснование мероприятий, направленных на укрепление финансового состояния предприятия	240
Представление, согласование и утверждение мероприятий, разработка плана их реализации	131400
<i>Итого</i>	132600

Примечание. Составлено автором.

Из табл. 1 видно, что полный цикл анализа финансового состояния ОАО «Коминтерн» занимает 132 600 мин. Наиболее трудоемкими этапами являются сбор информации и ее подготовка к проведению анализа и представление, согласование и утверждение мероприятий, так как этот процесс занимает около 3 месяцев (131 400 мин) в зависимости от сложности.

Программа может быть установлена на обычном персональном компьютере. Для установки на компьютер достаточно скачать приложение и выполнить стандартную процедуру установки: пользователь создает учетную запись и получает логин и пароль. После авторизации система предоставляет все необходимые функции для загрузки и анализа данных.

После входа в систему можно загружать файлы с данными отчетности напрямую через интерфейс. Также предусмотрен импорт данных из 1С через xml-файлы и MS Excel, что значительно упрощает интеграцию с существующими учетными системами и ускоряет ввод данных. Такой подход обеспечивает гибкость использования, удобство интеграции с локальными и облачными источниками данных и минимизирует технические барьеры при переходе на автоматизированный анализ финансового состояния.

Затраты на внедрение программы «ФинЭкАнализ» представлены в табл. 2.

Таблица 2

Затраты на внедрение программы «ФинЭкАнализ»

Виды затрат	Сумма, руб.
Затраты на приобретение программы «ФинЭкАнализ» на год (единоразовые затраты, которые включают лицензию на пользование программой на год)	146,21
Затраты на доработку программы с учетом специфики законодательства Республики Беларусь и деятельности предприятия, установку программы (30 % от стоимости программы)	43,86
Затраты на продление лицензии (на год)	80,41
Затраты на обучение сотрудника	Включено в стоимость программы
<i>Итого</i>	270,45

Примечание. Составлено автором на основании источника [1].

Таким образом, затраты на внедрение программы «ФинЭкАнализ» составят 270,45 руб. Для определения экономического эффекта от ее внедрения рассчитаем годовую экономию времени на проведение анализа финансового состояния и эквивалентную ей экономию затрат на оплату труда.

Использование вышеприведенного программного продукта для анализа финансового состояния позволит сократить затраты времени в несколько раз, поскольку при наличии готовых электронных форм (например, из 1С) анализ занимает 5–10 мин. Как результат сэкономленное время составит 1190 мин. Такое сокращение трудозатрат говорит об относительном высвобождении штатных единиц (фонда рабочего времени). Высвобожденный ресурс целесообразно перенаправить на прогнозирование показателей и (или) увеличение периодичности мониторинга финансового состояния предприятия.

Рассчитаем экономию на оплате труда, если высвобожденный ресурс не перенаправлять. Для расчета используем среднемесячную заработную плату начальника финансового отдела ОАО «Коминтерн» за 2023 г., которая составляет 2800 руб. (15,9 руб. в час при условии, что режим работы – 8 часов 22 дня в месяц).

Экономия затрат на оплату труда в год рассчитывается по формуле (1):

$$\text{Экономия ЗП} = \frac{\Delta T}{60} \cdot \text{Периодичность проведения анализа в год} \cdot \text{Стоимость часа}, \quad (1)$$

где ΔT – экономия времени на разовое проведение анализа, мин.

$$\text{Экономия ЗП} = \frac{1190}{60} \cdot 4 \cdot 15,9 = 1261,4 \text{ руб.}$$

Экономия на отчислениях в ФСЗН и Белгосстрах в год рассчитывается по формуле (2):

$$\text{Экономия ФСЗН} = \text{Экономия ЗП} \cdot (\text{Ставка ФСЗН} + \text{ставка Белгосстрах}); \quad (2)$$

$$\text{Экономия ФСЗН} = 1261,4 \cdot 34,6\% = 436,44 \text{ руб.}$$

Экономический эффект рассчитывается по формуле (3):

$$\text{Экономический эффект} = \text{Экономия ЗП} + \text{Экономия ФСЗН}. \quad (3)$$

$$\text{Экономический эффект} = 1261,4 + 436,44 = 1697,84 \text{ руб.}$$

Экономический эффект составит 1697,84 руб. в год.

Главный эффект от программы «ФинЭкАнализ» заключается в снижении трудоемкости работ, рисков принятия неверных управленческих решений, что принесет значительно больший эффект, чем прямая экономия трудовых затрат.

Для повышения оперативности и качества управленческих решений целесообразно внедрить программу «ФинЭкАнализ», что позволит сократить общее время обработки и снизить вероятность ошибок при подготовке аналитических выводов.

Л и т е р а т у р а

1. Online.1fin.ru – URL: <https://online.1fin.ru/> (дата обращения: 23.03.2026).
2. 1fin.ru. – URL: <https://1fin.ru/FinEkAnaliz> (дата обращения: 23.03.2026).

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. В. Пугачева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

Современные вызовы, обусловленные трансформацией цифровой экономики, возрастанием роли нефинансовых факторов, выявляют ограниченность традиционных методов оценки платежеспособности предприятия. В статье обоснована необходимость развития методики оценки платежеспособности предприятия и предложена методика интеграль-

ной оценки платежеспособности, позволяющей преодолеть недостатки существующих подходов к оценке платежеспособности предприятия.

Ключевые слова: платежеспособность, предприятие, методика, ликвидность, денежные потоки, оценка, эффективность.

Платежеспособность выступает ключевым индикатором финансовой устойчивости предприятия, определяющим его способность своевременно и в полном объеме выполнять свои долговые обязательства. От точной ее оценки зависят не только текущая жизнеспособность предприятия, но и инвестиционная привлекательность, доступ к кредитным ресурсам, а в более широком смысле — стабильность всей экономической системы. На сегодняшний день в экономической литературе существует множество различных методик проведения анализа и оценки платежеспособности. Традиционные методики платежеспособности базируются преимущественно на анализе системы финансовых коэффициентов. Однако практика показывает, что использование этих показателей не позволяет в полной мере отразить реальное финансовое положение предприятия. Таким образом исследование методики оценки платежеспособности является актуальным.

Целью данной статьи является обоснование методики интегральной оценки платежеспособности предприятия на основе коэффициентов ликвидности.

Анализ литературных изданий позволяет утверждать, что на современном этапе отсутствует достаточно эффективный методический подход к оценке платежеспособности предприятия. На данный момент для оценки платежеспособности используются такие методы как анализ ликвидности баланса, анализ денежных потоков, анализ коэффициентов ликвидности и прогнозирование рисков банкротства. Эти методики широко используются в практике современных предприятий. Но наиболее перспективными в практическом плане выступают методы оценки платежеспособности, основанные на расчете интегральных показателей. В отличие от традиционных методик, систематизированные по определенным критериям коэффициенты и показатели по различным направлениям в интегральной оценке позволяют совместить негативное влияние одних индикаторов с положительной динамикой других [3, с. 436].

Преимущества использования интегральной оценки обусловлены также тем, что в ней используется небольшое количество значимых показателей, обеспечивающих точность результатов при низкой трудоемкости их использования; интегральный показатель обеспечивает общую оценку и дает возможность сравнить различные объекты; информация для проведения расчетов доступна, поскольку отражается в бухгалтерской отчетности; существует возможность не только оценить платежеспособность, но и спрогнозировать вероятность наступления банкротства, оценить зоны риска, в которых находится предприятие.

В ходе исследования нами был разработан алгоритм определения интегрального показателя платежеспособности предприятия, который предусматривает следующие этапы: определение главной цели оценки; определение главных критериев оценки; ранжирование критериев; определение набора показателей в каждой группе; определение весовости каждого показателя; формирование расчетного интегрального показателя; принятие решения; анализ причин и разработка мер; контроль.

На рис. 1 представлен алгоритм определения интегрального показателя платежеспособности предприятия.

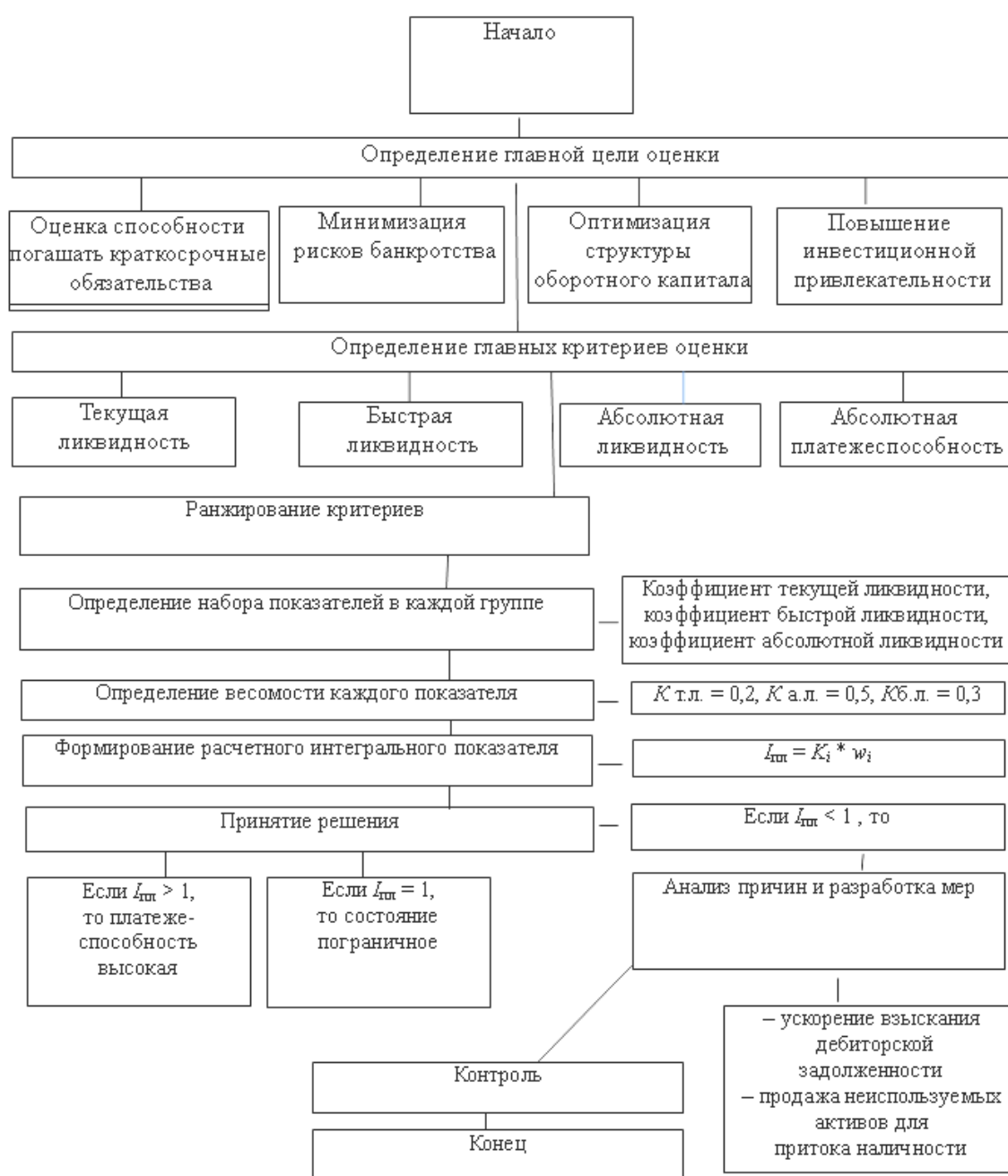


Рис. 1. Алгоритм определения интегрального показателя платежеспособности предприятия

Данный алгоритм позволяет с помощью одного интегрального показателя комплексно оценить платежеспособность предприятия, определить контрольные задачи. Проведение анализа с использованием интегрального показателя позволяет получить достаточную информацию о платежеспособности предприятия на данном этапе и спрогнозировать на будущие периоды [1].

Все данные по расчетам целесообразно свести в матричную таблицу, она позволит в одной сетке увидеть и расчеты, и соответствие нормам, и итоговый вердикт алгоритма. Пример таблицы представлен ниже.

**Пример матричной таблицы для итоговой оценки
платежеспособности предприятия**

Показатель	Вес	Норматив	Значение показателя по годам			Отклонение
			1 год	2 год	3 год	
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,5	$> 0,2$				
Коэффициент быстрой ликвидности	0,3	$> 0,8$				
Коэффициент текущей ликвидности	0,2	> 2				
Интегральный показатель	1	> 1				
Вердикт алгоритма (кризис, группа риска, норма)	–	–				–

Примечание. Разработано автором.

Опираясь на данные таблицы, можно будет отследить зоны риска и провести мероприятия по повышению платежеспособности на предприятии. Если интегральный показатель в «красной зоне» ($I < 0,8$), то необходимо будет проведение реструктуризации долгов, продажи активов и т. д., в «желтой зоне» ($0,8 \leq I \leq 1$) – оптимизация дебиторской задолженности, «зеленая зона» ($I > 1$) – расширение инвестиций [2].

Таким образом, в современных условиях хозяйствования интегральной оценке платежеспособности предприятия должно быть уделено особое внимание. Разработанный алгоритм интегральной оценки платежеспособности на основе коэффициентов ликвидности позволит свести воедино эти показатели и нивелирует риск субъективной оценки. Это будет способствовать повышению точности результатов анализа и повысит эффективность решений в части управления платежеспособностью предприятия.

Л и т е р а т у р а

1. Алгоритм интегральной оценки финансово-экономического положения организации. – URL: <https://vestnik-muiiv.ru/upload/iblock/6e4/6e415be60a0e07e6465f61c7da6738d9.pdf> (дата обращения: 19.03.2026).
2. О совершенствовании оценки платежеспособности субъектов хозяйствования. – URL: <https://journals.psu.by/economics/article/view/6719/6012> (дата обращения: 19.03.2026).
3. Савицкая, Г. В. Экономический анализ : учебник / Г. В. Савицкая. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 536 с.

ПРОЕКТ «BioMeat»

Д. А. Соколов, В. А. Губченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Рачкова

Проект «BioMeat» представляет собой высокотехнологичный стартап по производству культивируемого мяса – натуральной говядины, выращенной из стволовых клеток животных в контролируемой среде биореактора. В отличие от существующих растительных аналогов, этот продукт на молекулярном уровне идентичен традиционному мясу, обладая тем же набором аминокислот, вкусовыми характеристиками и текстурой. Целью проекта является создание первой в Республике Беларусь опытно-промышленной линии по производству стейков будущего, что соответствует стратегии национальной продовольственной безопасности и развитию биоэкономики.

Ключевые слова: культивируемое мясо, биотехнологии, биореактор, продовольственная безопасность, биоэкономика, стартап.

Анализ рынка показывает, что основной целевой аудиторией проекта являются городские жители в возрасте 18–40 лет, ориентированные на осознанное потребление, сторонники ЗОЖ и «этичные» потребители. Потенциальный спрос в Беларуси подогревается глобальным трендом на экологичность: производство культивируемого мяса требует на 95 % меньше земли и на 70 % меньше воды, чем традиционное фермерство [1]. Основными конкурентами выступают крупные мясокомбинаты и зарубежные производители растительных имитаций, однако наш продукт выигрывает за счет натуральности состава и отсутствия соевого привкуса. Статистика указывает на то, что при достижении паритета цен до 30 % потребителей в сегменте «премиум» готовы полностью перейти на лабораторное мясо [2].

Маркетинговый план строится на стратегии постепенного проникновения. На начальном этапе цена составит порядка 55,00 BYN за килограмм, что позиционирует продукт в премиальном сегменте на уровне стейков рибай или филе-миньон. Продвижение будет сфокусировано на B2B-секторе – поставках в гастро-бары и эко-рестораны Минска, а также на активном PR в социальных сетях через инфлюенсеров, пропагандирующих инновации. Сбыт планируется осуществлять через специализированные отделы крупных торговых сетей, таких как «Green» и «Корона», а также через собственный интернет-магазин с акцентом на прозрачность производства. Потребитель сможет увидеть процесс выращивания своего стейка через онлайн-камеры в лаборатории, что повысит доверие к бренду.

Организационный план предполагает формирование компактной междисциплинарной команды из 7–8 ключевых сотрудников. В штат войдут руководитель проекта, два биотехнолога-цитолога для работы с клеточными культурами, инженер по эксплуатации биореакторов, специалист по пищевой безопасности, маркетолог и бухгалтер. График реализации проекта разбит на три этапа: R&D фаза (12 месяцев), запуск пилотного производства (6 месяцев) и выход на промышленные мощности с дистрибуцией по стране. Производственная база требует высокотехнологичного оснащения. Основной статьей расходов станут биореакторы с системами перемешивания, CO₂-инкубаторы, центрифуги и микроскопы. В качестве сырья используются первичные клетки элитных пород КРС и питательная среда, богатая глюкозой, аминокислотами и витаминами [3]. Важным элементом являются скаффолды – биологические каркасы из растительных волокон, которые позволяют клеткам выстраиваться в объемную структуру стейка.

Финансовый план проекта демонстрирует высокую технологичность и потенциальную прибыльность. Первоначальные инвестиции (CAPEX) оцениваются в 450000 BYN. Структура капитальных затрат представлена в табл. 1.

Таблица 1

Структура капитальных затрат

Статья капитальных затрат	Сумма, BYN	Доля, %
Биореакторы с системами перемешивания	280 000	62,2
Лабораторное оборудование	110 000	24,4
Лицензирование и сертификация	35 000	7,8
Подготовка помещений (стандарт GMP)	25 000	5,6
<i>Итого</i>	450 000	100

Ежемесячные операционные расходы) при производстве 500 кг продукции составят 28000 BYN. Детализация статей приведена в табл. 2.

Таблица 2

Структура ежемесячных операционных расходов при объеме 500 кг

Статья ежемесячных затрат	Сумма, BYN	Доля, %
Сырье (клетки, питательные среды, скаффолды)	10000	35,7
Фонд оплаты труда (с налогами)	14000	50
Аренда в технопарке	2500	8,9
Маркетинг и продвижение	1500	5,4
<i>Итого</i>	28000	100

Сравнение финансовых показателей на этапе запуска и при выходе на целевую мощность представлено в табл. 3. При реализации 500 кг мяса по цене 55,00 BYN выручка составит 27500 BYN. С выходом на целевую мощность в 800 кг выручка вырастет до 44000 BYN в месяц, обеспечивая чистую прибыль около 12000 BYN. Рентабельность продаж составит 27 %, а расчетный срок окупаемости проекта – около 3,5–4 лет.

Таблица 3

Финансовые показатели проекта: сравнение этапов

Показатель	Этап запуска (500 кг/мес)	Целевая мощность (800 кг/мес)	Прирост
Объем производства, кг	500	800	+60 %
Цена реализации, BYN/кг	55,00	55,00	–
Выручка, BYN	27 500	44 000	+60 %
Операционные расходы, BYN	28 000	32 000	+14 %
Чистая прибыль, BYN	–500	12 000	Рост
Рентабельность продаж, %	–1,8	27,3	+29 п. п.
Срок окупаемости (CAPEX 450 000 BYN)	3,5–4 года		

Несмотря на перспективы, проект учитывает управляемые риски. Матрица рисков с указанием вероятности, степени влияния и мер снижения приведена в табл. 4.

Таблица 4

Матрица рисков проекта

Риск	Вероятность	Влияние	Меры снижения
Длительная сертификация	Средняя	Высокое	Параллельная работа с институтами гигиены на этапе НИОКР
Сложность масштабирования	Средняя	Среднее	Модульные системы производства без потери качества

Окончание табл. 4

Риск	Вероятность	Влияние	Меры снижения
Высокая себестоимость импортного сырья	Высокая	Среднее	Импортозамещение питательных сред разработками белорусских ученых
Потребительский скептицизм	Средняя	Низкое	Открытые дегустации и образовательный маркетинг

Риск длительной сертификации нивелируется параллельной работой с институтами гигиены уже на этапе НИОКР [4]. Технологическая сложность масштабирования решается использованием модульных систем производства, позволяющих наращивать объемы без потери качества. Высокая себестоимость импортных компонентов планируется к снижению путем постепенного импортозамещения питательных сред разработками белорусских ученых. Наконец, потребительский скептицизм будет преодолеваться через открытые дегустации и образовательный маркетинг, подчеркивающий чистоту и экологические преимущества инновационного мяса перед традиционным [5].

Литература

1. Tuomisto, H. L. Environmental impacts of cultured meat production / H. L. Tuomisto, M. J. Teixeira de Mattos // *Environmental Science & Technology*. – 2021. – Vol. 45, N 14. – P. 6117–6123.
2. Good Food Institute. State of the Industry Report: Cultivated Meat and Seafood. – Washington, D. C. : GFI, 2023. – 85 p.
3. Post, M. J. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects / M. J. Post // *Meat Science*. – 2022. – Vol. 92, N 3. – P. 297–301.
4. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : Закон Респ. Беларусь от 7 янв. 2012 г. № 340-З (с изм. и доп. по состоянию на 2026 год).
5. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года. – Минск, 2021. – 143 с.

РОЛЬ ДИЗАЙНА В ПОВЫШЕНИИ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

А. А. Снякова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Рачкова

Рассмотрена трансформация роли дизайна из статьи расходов в стратегический инструмент повышения рентабельности бизнеса, приведены теоретические и практические аспекты влияния дизайна на ключевые финансовые показатели, а также изложены направления повышения продаж, снижения издержек и формирования клиентской лояльности, капитализации бренда.

Ключевые слова: дизайн, рентабельность, пользовательский опыт, конверсия, визуальная идентичность.

В течение долгого времени в корпоративной среде доминировало мнение, что дизайн – это исключительно статья расходов, необходимая для создания красивой упаковки в конце производственного цикла. Однако глобальная экономика и поведение потребителей претерпели кардинальные изменения.

В эпоху информационного шума и пресыщения рынка дизайн стал тем факто-

ром, который определяет выбор потребителя в пользу того или иного продукта. Сегодня дизайн стал областью, отвечающей за пользовательский опыт, функциональность, эстетику и смыслы. Влияние дизайна на рентабельность можно разделить на стратегические направления, каждое из которых имеет свои метрики и механизмы воздействия на прибыль [1].

Первым выделим влияние дизайна на повышение продаж. Нейромаркетинг и поведенческая психология показывают, что решение о покупке или взаимодействии с объектом принимается в первые 3–7 секунд. Первые впечатления формируются автоматически и подсознательно, и именно дизайн играет ключевую роль в этом процессе [1].

В повышении продаж дизайн выступает как эффект привлекательности. Исследования показывают, что визуально привлекательные интерфейсы воспринимаются пользователями как более простые в использовании (эстетико-функциональный эффект). Если сайт или упаковка выглядят дорого и опрятно, то потребитель автоматически проецирует это качество на содержимое. Многие пользователи признаются, что судят о надежности и авторитетности компании исключительно по визуальному оформлению ее сайта [2].

Повышение конверсии демонстрируется A/B тестами в е-коммерции, а именно: смена цвета кнопки, улучшение типографики или переработка структуры карточки товара могут увеличить конверсию на 10–30 %. Это прямое влияние дизайна на выручку без изменения самого продукта. Исследованиями подтверждается, что современные тренды графического дизайна, такие как минимализм, адаптивность, цветовая психология и микровзаимодействия, напрямую формируют успех стартапов в области электронной коммерции [1].

Дизайн – это единственный инструмент маркетинга, который позволяет продавать не столько товар, сколько ценности и статус. Когда рынок заполнен аналогами с одинаковыми характеристиками, побеждает тот, чей продукт вызывает эмоциональный отклик. Эстетика, материалы, тактильные ощущения (сенсорный маркетинг) позволяет устанавливать наценку, которая не обоснована себестоимостью материалов, а обоснована впечатлением.

Во-вторых, дизайн – это инструмент снижения операционных издержек. Влияние дизайна на рентабельность не ограничивается увеличением выручки. Часто наиболее весомый вклад вносится через сокращение расходов компании.

Ключевой принцип экономики дизайна заключается в том, что исправление ошибки на стадии прототипирования может быть в 10 раз дешевле, чем на стадии тестирования, и в 100 раз дешевле, чем после запуска продукта [3]. Это означает, что инвестиции в UX-исследования на ранних этапах напрямую снижают затраты на разработку.

Плохой дизайн – главная причина обращений в техническую поддержку сервисов, сайтов и приложений. Если пользователь не может разобраться, как включить прибор или оплатить заказ в приложении, он звонит. В некоторых случаях простые интерфейсы и инструкции уменьшают количество обращений на 50 %, что напрямую экономит средства компании [3].

Рентабельность бизнеса в долгосрочной перспективе зависит не только от того, сколько клиентов вы привлекли, но и от того, как долго они остаются с вами и сколько денег приносят за это время. Дизайн формирует поведенческие паттерны. Качественный пользовательский опыт напрямую влияет на финансовые показатели компаний, включая рост посещаемости, коэффициент конверсии и доходов. Интуитивно понятные и визуально привлекательные элементы дизайна способны привлечь и удержать пользователей [4].

Приятная анимация, тактильный отклик, продуманные мелочи вызывают поло-

жительные эмоции. Пользователь возвращается в приложение не только потому, что оно нужно, но и потому, что им приятно пользоваться. Потребители лояльны к брендам, которые их понимают. Первый опыт взаимодействия с продуктом закладывает основу для долгосрочных отношений [1].

Дизайн также выступает как стратегический актив и капитализация бренда. Помимо тактических улучшений продаж и экономии, дизайн работает на стратегическом уровне, увеличивая стоимость компании как актива. В современной гиперконкурентной и цифровой бизнес-среде понятие фирменного стиля претерпело фундаментальную трансформацию. Если еще десятилетие назад фирменный стиль воспринимался как набор формальных атрибутов, таких как логотип, слоган, визитка, то сегодня это комплексная система коммуникаций.

Чем дольше компания использует единый визуальный язык (логотип, цвета, шрифты, паттерны), тем выше ее капитализация. Визуальная идентичность вышла на передний план бизнес-стратегии, определяя восприятие компании на всех точках соприкосновения с клиентом [3].

Уникальные дизайнерские решения (промышленные образцы, шрифты, паттерны) могут быть запатентованы. Исследователи отмечают, что создание конкурентного преимущества продуктов за счет дизайнерских решений и защиты интеллектуальной собственности становится критически важным фактором в современной экономике [5]. Патент на дизайн не дает конкурентам выпускать визуально похожие продукты, которые могли бы вводить потребителя в заблуждение.

Чтобы дизайн воспринимался руководством как инвестиция, его эффективность необходимо измерять. Эксперты в области UX-исследований подчеркивают, что сегодня все больше компаний выделяют роли UX-исследователей, аналитиков и дизайнеров, так как понимают, что это не просто тренд, а важное условие для успеха на рынке [3].

Роль дизайна в повышении рентабельности выходит далеко за рамки эстетики. Сегодня дизайн – это связующее звено между инженерией, маркетингом и стратегическим планированием.

Компании, которые рассматривают дизайн не как расходы на этапе завершения проекта, а как инструмент стратегического планирования на самом старте, получают конкурентное преимущество. Исследования подтверждают, что компании с высоким индексом дизайна показывают значительно лучшие финансовые результаты, и этот эффект работает во всех отраслях – не только в модных брендах электроники, но и в B2B, медицине и банкинге [2].

В долгосрочной перспективе системный подход к дизайну превращает обычную компанию в дизайн-ориентированную корпорацию, акции которой растут быстрее рынка, а рентабельность инвестиций в новые продукты оказывается в разы выше средних показателей по отрасли.

Литература

1. Золотуха, А. А. Эстетика и функциональность: как современные тренды графического дизайна формируют успех стартапов в области электронной коммерции / А. А. Золотуха // Путь в науку. Экономические науки. – 2025. – № 56. – С. 22–26.
2. Дизайн, который приносит деньги: как визуал влияет на выручку и конверсию // WORKSPACE. – URL: <https://workspace.ru> (дата обращения: 09.04.2026).
3. Болатаев, В. Психология интерфейса: как UX-исследования помогают увеличить прибыль бизнеса / В. Болатаев // КОПУС Консалтинг. – 2025. – URL: <https://korusconsulting.ru> (дата обращения: 09.04.2026).

4. Беркали, М. Роль UX-дизайна в достижении бизнес-целей: исследование влияния пользовательского опыта на конверсию и конкурентное преимущество стартапов / М. Беркали // Молодой ученый. – 2025. – № 4 (555). – С. 69–73.
5. Кипкеева, А. М. Современные методы оценки стоимости дизайнерских решений / А. М. Кипкеева, М. Ю. Урусова // Управленческий учет. – 2024.

РЫНОК ОБЛИГАЦИЙ В РАБОТАХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КИТАЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ

М. Е. Шестаков

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. И. Лученок

Рассмотрены основные труды современных китайских ученых-экономистов. Проанализировано возможное использование достижений китайской экономической мысли в условиях национальной экономики Республики Беларусь.

Ключевые слова: облигация, Китай, рынок облигаций, рынок заимствований, экономическое сотрудничество.

Современная научная экономическая мысль Китая в сфере заимствований представлена рядом значимых работ. Проанализируем основные из них.

1. *Джигуо Хе* (в соавторстве с Мэрлен Эмстад) – «Chinese Bond Market and Interbank Market» (2019). В этой работе определена степень важности межбанковского и биржевого рынков и оценена степень либерализации рынка заимствований (китайская модель рынка облигаций строится на балансе контроля и разрешений). Минусами данной работы можно считать недостаточное внимание к рискам, присущим рынку облигаций Китая, и отсутствие сравнительного анализа с аналогичными рынками стран Запада [1].

Для Республики Беларусь из научной работы Д. Хе и М. Эмстад можно использовать китайский подход постепенной либерализации рынка облигаций. Планово, без резких «движений», позволять вход на рынок новым инвесторам (как отечественным, так и зарубежным). Такая либерализация должна сочетаться с государственным контролем, но достаточно «мягким», чтобы игроки рынка облигаций не покинули его из-за чрезмерного давления со стороны контролеров.

2. *Кеппи Лиу* – «The Chinese Government Bond Markets: Foreign Investments and Market Efficiency» (2022). В научной работе определена роль иностранных инвесторов в эффективном функционировании рынка облигаций Китая, а также основные направления его развития. Автор солидарен с Д. Хе и М. Эмстад, считая, что правильный путь – это путь контролируемой либерализации. Со своей стороны, он также добавляет, что либерализация должна носить глобальный характер, используя термин «глобальная либерализация».

Вместе с тем рассмотрен ограниченный перечень инструментов рынка облигаций (фактически нет анализа корпоративного сегмента, только – государственные облигации); недостаточное внимание уделено институциональным регуляторам, основной упор – на статистику;

Для Республики Беларусь подход К. Лиу полезен в вопросе диверсификации инвесторов на отечественном рынке облигаций, что, соответственно, должно обеспечить рост конкуренции (сейчас белорусский рынок заимствований в основном

представлен государством и банками, т.е. является достаточно узким, с низкой конкуренцией). Также, исходя из анализа статьи К. Лиу, можно сделать вывод, что рынку облигаций Республики Беларусь будут полезны дозированное контролируемое привлечение иностранных капиталов и интеграция с рынками заимствований дружественных стран.

3. *Сяо Лиу* (в соавторстве с Юндже Ху и Ронгси Жоу) – «Monetary Policy and Liquidity of the Bond Market – Evidence from the Chinese Local Government Bond Market» (2025).

Интерес представляет доказательство нелинейности и асимметричности развития рынка заимствований Китая; практические рекомендации для государства (избегать резких шоков; комбинировать инструменты воздействия на рынок и др.). Вместе с тем статья перегружена сложными моделями и расчетами, нет подробных объяснений (работа будет хорошо понятна только специалистам по эконометрике и математической статистике); узкая направленность исследования (рассматриваются только «квазигосударственные» облигации местных властей Китая, выпущенные через специальные компании – LGFV-облигации); ограниченная внешняя применимость; упор на политику, а не на рынок (инвесторам в работе отводятся второстепенные роли) [3].

Для белорусских условий из научной работы Сяо Лиу, на наш взгляд, можно использовать следующее: ликвидность не возникает сама – она создается денежной политикой, следовательно, без активной роли Нацбанка Республики Беларусь рынок облигаций не будет эффективно развиваться; не нужно полагаться только на ставку рефинансирования и межбанковские ставки – следует использовать диверсифицированный подбор инструментов регулирования рынка облигаций; избегать политики шоков, а использовать адаптивную политику.

4. *Вей-Йинг Пинг* (в соавторстве с Ю-Вен Ху и Лианг-Кинг Лью) – «Bond market opening, monetary policy, and systemic financial risks» (2025).

В данной работе обеспечен комплексный подход (в отличие от трех предыдущих работ здесь рассмотрены и собственно рынок облигаций, и политика, и риски); показаны плюсы и минусы открытия рынка облигаций для зарубежных инвесторов; выделена важная роль денежной политики в обеспечении эффективного функционирования рынка облигаций; подтверждены изыскания рассмотренных выше авторов относительно контролируемой либерализации.

Из минусов можно отметить следующее: сложность и абстрактность (много теоретических связей, мало конкретных практических предложений); ограниченная эмпирика; отсутствие универсализма (многие методики применимы исключительно для Китая); недостаточная детализация кризисных механизмов [4].

Для Республики Беларусь из научной работы Вей Йинг-Пинга, на наш взгляд, можно использовать следующее. Во-первых, при допуске на рынок облигаций новых игроков необходимо соблюдать баланс открытости и контроля. Нацбанк на рынке заимствований должен играть роль стабилизатора, а также активно управлять ликвидностью. Все реформы следует проводить постепенно и максимально открыто в информационном плане, чтобы не потерять доверие действующих и потенциальных инвесторов.

Таким образом, на основе анализа трудов ученых Китая, занимающихся вопросами эффективности рынка облигаций, можно дать ряд рекомендаций, применимых к Республике Беларусь.

1. Рынок облигаций Республики Беларусь может достаточно эффективно развиваться по китайской схеме баланса либерализации и контроля.

2. Роль Нацбанка на рынке облигаций должна быть достаточно активной в плане стабилизационной политики и управлении ликвидностью.

3. Следует обеспечить диверсификацию инвесторов, что позволит в итоге добиться здоровой конкуренции как в краткосрочном, так и в долгосрочном периодах.

4. Необходимо избегать шоков в проводимой экономической политике, касающейся рынка заимствований. Реформы должны быть постепенными и «мягкими».

5. Вместе с тем простое копирование китайских методик ни к чему положительному не приведет. Необходимо учитывать специфику белорусской экономической модели.

Пример развития рынка облигаций Китая может стать ориентиром для данной сферы в Республике Беларусь, однако пользоваться им надо не в изолированном варианте, а в синтезе с моделями других стран с развивающимися экономиками.

Литература

1. He, Zhiguo. Chinese Bond Market and Interbank Market / Zhiguo He, Marlene Amstad / National Bureau of economic research. – URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w25549/w25549.pdf (дата обращения: 11.04.2026).
2. Liu, Kerry. The Chinese Government Bond Markets: Foreign Investments and Market Efficiency / Kerry Liu. – URL: <https://ideas.repec.org/a/sae/emeeco/v14y2022i1p93-104.html> (дата обращения: 11.04.2026).
3. Liu, Xiao. Monetary Policy and Liquidity of the Bond Market –Evidence from the Chinese Local Government Bond Market / Xiao Liu, Yunzhe Hu, Fang Liu, Rongxi Zhou – URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/13/16/2586/> (дата обращения: 11.04.2026).
4. Ping, Wei-Ying. Bond market opening, monetary policy, and systemic financial risks / Wei-Ying Ping, Yu-Wen Hu, Liang-Qing Luo. – URL: https://www.researchgate.net/publication/397216546_Bond_market_opening_monetary_policy_and_systemic_financial_risks_-_An_empirical_study_based_on_the_TVP-SV-VAR_model/ (дата обращения: 11.04.2026).

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

А. А. Пахоменко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Рачкова

В условиях глобализации и цифровизации эффективное управление персоналом становится ключевым фактором конкурентоспособности промышленных предприятий. В статье проанализированы три основные группы методов: административные (регламенты, контроль), экономические (материальное стимулирование, KPI) и социально-психологические (корпоративная культура, наставничество, цифровые платформы обучения). Особое внимание уделено инновационным подходам – цифровым тренажерам, программам адаптации и гибким системам мотивации.

Ключевые слова: управление персоналом, промышленные предприятия, мотивация, цифровизация, корпоративная культура, производительность труда, HR-стратегия.

В условиях глобальной конкуренции и ускоренной цифровизации промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью постоянного совершенствования систем управления персоналом. Эффективное управление трудовыми ресурсами становится ключевым фактором конкурентоспособности, поскольку напрямую влия-

ет на производительность, инновационность и финансовые результаты компании. Современные методы управления персоналом на промышленных предприятиях можно условно разделить на три основные группы: административные, экономические и социально-психологические, каждая из которых имеет свои особенности, преимущества и ограничения.

Административные методы основаны на прямом воздействии через приказы, инструкции, регламенты и контроль исполнения. Они характерны как для крупных, так и для средних и малых предприятий, где дисциплина и строгое соблюдение технологических процессов критически важны. Например, на предприятиях автомобилестроительной отрасли, таких как Минский тракторный завод (МТЗ) или БелАЗ, административные методы позволяют поддерживать высокий уровень стандартизации производственных операций, минимизировать риски брака и обеспечивать бесперебойную работу конвейерных линий. Однако чрезмерная централизация и жесткий контроль могут приводить к снижению инициативности сотрудников и росту текучести кадров, особенно среди молодых специалистов, которые стремятся к более гибким условиям труда.

Экономические методы управления персоналом включают материальное стимулирование: премии, бонусы, участие в прибыли, социальные пакеты. Эти методы широко применяются на предприятиях металлургической, нефтегазовой и машиностроительной отраслей. Например, Белшина и Нафтан активно используют систему КРІ (ключевые показатели эффективности), связывая размер премий сотрудников с выполнением производственных планов и показателями безопасности. Такие подходы позволяют повысить мотивацию работников, но требуют значительных финансовых вложений и могут приводить к нездоровой конкуренции внутри коллектива, если критерии оценки недостаточно прозрачны.

Социально-психологические методы направлены на формирование корпоративной культуры, развитие командного духа, обучение и адаптацию персонала. В условиях цифровизации промышленные предприятия все чаще внедряют цифровые платформы для обучения, mentor-программы и системы обратной связи. Например, Белорусская железная дорога реализует программы корпоративного наставничества и цифровые тренажеры для обучения сотрудников работе с новым оборудованием. Это позволяет не только повысить квалификацию персонала, но и укрепить лояльность к компании, снизить текучесть кадров и улучшить психологический климат в коллективе.

Сравнительный анализ показывает, что на промышленных предприятиях наиболее эффективным является сочетание всех трех групп методов. Административные методы обеспечивают дисциплину и контроль, экономические – мотивацию и результативность, а социально-психологические – лояльность и вовлеченность сотрудников. Например, на предприятиях Белоруснефть и Гродно Азот успешно применяется комплексный подход: строгие регламенты сочетаются с системой материального стимулирования и программами профессионального развития, что позволяет достичь высоких показателей производительности при минимальной текучести кадров.

Оценка эффективности методов управления персоналом осуществляется по ряду критериев:

- производительность труда;
- текучесть кадров;
- удовлетворенность сотрудников;
- экономические показатели (ROI, затраты на обучение, премирование).

Для комплексной оценки используются как качественные методы (анкетирова-

ние, интервью), так и количественные (анализ KPI, экономические показатели, SWOT-анализ). Например, на предприятиях топливно-энергетического комплекса (ТЭК) внедрение современных методов управления персоналом позволило снизить текучесть кадров на 15–20 % и повысить производительность труда на 10–12 %. Регулярная оценка эффективности позволяет выявлять слабые места и корректировать стратегию управления, обеспечивая устойчивое развитие предприятия.

Таким образом, современные методы управления персоналом на промышленных предприятиях должны быть гибкими, адаптивными и ориентированными на цифровизацию. Эффективное сочетание административных, экономических и социально-психологических методов, а также регулярная оценка их результативности позволяют достичь высоких показателей производительности, конкурентоспособности и устойчивого развития предприятия. Внедрение инновационных подходов, таких как цифровые платформы обучения, системы наставничества и комплексные программы мотивации, становится неотъемлемой частью успешной HR-стратегии промышленных компаний.

Л и т е р а т у р а

1. Современные методы управления персоналом в условиях цифровизации // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-upravleniya-personalom-v-usloviyah-tsifrovizatsii/viewer> (дата обращения: 15.03.2026).
2. Методы управления персоналом: традиционные и современные // StaffCop. – URL: <https://www.staffcop.ru/blog/metody-upravleniya-personalom-traditsionnye-i-sovremennye/> (дата обращения: 15.03.2026).
3. Исследование методов и стратегий управления персоналом в современных условиях // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metodov-i-strategiyupravleniya-personalom-v-sovremennyh-usloviyah/viewer> (дата обращения: 15.03.2026).

IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISMS FOR THE DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL SERVICES MARKET IN NIGERIA

O. A. Morakinyo

*Department of Economics, Faculty of Social Sciences and Humanities,
Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

Scientific supervisor M. N. Andrianchikova

The article examines the current state and prospects of the educational services market in Nigeria. It identifies key organizational and economic constraints hindering market development and proposes evidence-based mechanisms for their improvement. The study analyzes enrollment trends, private sector participation, and financing models. Recommendations include regulatory reform, public-private partnerships, and targeted investment strategies to enhance accessibility and quality of educational services.

Keywords: educational services, Nigeria, organizational mechanisms, economic mechanisms, market development, public-private partnership, higher education.

The educational services market in Nigeria represents one of the most dynamic yet structurally challenged sectors in the country's economy. With a population exceeding 220 million people and a youth demographic accounting for over 60 percent of the total, the demand for quality education continues to outpace supply [1]. The Nigerian educational landscape comprises public universities, polytechnics, colleges of education, and a rapidly expanding private sector that now accounts for approximately 35 percent of all ter-

tiary enrollments. Despite this growth, systemic organizational inefficiencies and inadequate economic mechanisms persist as fundamental barriers to sustainable development.

This paper examines the organizational and economic constraints affecting Nigeria's educational services market and proposes targeted mechanisms for their improvement. Drawing on empirical data from the National Universities Commission (NUC) and the Federal Ministry of Education, the study identifies regulatory fragmentation, funding disparities, and weak institutional coordination as primary impediments to market efficiency [2]. The research framework integrates organizational theory with economic analysis to develop actionable recommendations for policymakers and institutional stakeholders.

Table 1

Key Indicators of the Educational Services Market in Nigeria (2019–2023)

Indicator	2019	2021	2023	Growth, %
University enrollment (millions)	2.1	2.3	2.7	28.2
Private universities	79	99	121	53.2
Public funding (% of GDP)	0.58	0.52	0.49	–15.5
Graduation rate, %	68	71	74	8.8

Table 1 illustrates the consistent growth in Nigeria's educational services market over the five-year period. University enrollment increased by 28.2 percent, while the number of private institutions grew by 62.5 percent, reflecting substantial private sector confidence. However, public funding per student declined in real terms by approximately 15 percent, creating an urgent need for alternative financing mechanisms [3].

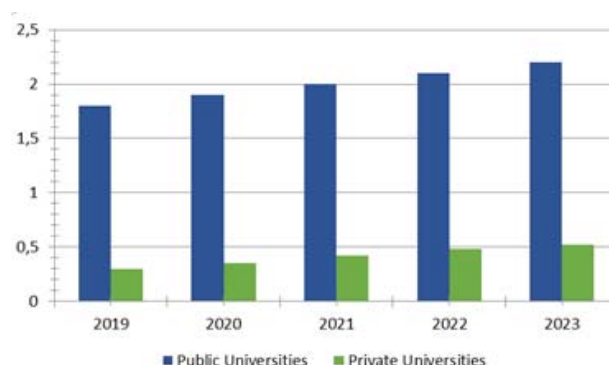


Fig. 1. Dynamics of Public and Private University Enrollment in Nigeria (2019–2023)

Figure 1 demonstrates the divergent growth patterns between public and private university enrollment. While public institutions maintain larger absolute numbers, private universities exhibit higher growth rates, increasing by 73.3 percent compared to 19.0 percent for public institutions. This trend underscores the shifting market structure and the emerging importance of private educational providers in meeting national demand [2].

The organizational framework governing educational services in Nigeria remains characterized by overlapping mandates among federal, state, and local authorities. The National Universities Commission, the National Board for Technical Education, and the National Commission for Colleges of Education operate with limited inter-agency coordina-

tion, resulting in duplicated oversight functions and inconsistent quality standards. Streamlining these institutional arrangements through a unified regulatory body would reduce administrative costs and improve policy coherence [1].

Table 2

**Proposed Organizational and Economic Mechanisms
for Educational Market Development**

Mechanism	Description	Expected Outcome
Regulatory consolidation	Establish unified oversight body for all tertiary institutions	Reduced duplication, improved quality standards
Public-private partnerships	Tax incentives and co-investment frameworks for private education providers	Increased enrollment capacity by 25–30 %
Alternative financing	Education bonds, income-contingent loans, institutional endowments	Diversified revenue, reduced public dependency
Digital transformation	ICT infrastructure investment and blended learning frameworks	Expanded rural access, improved cost efficiency
Performance-based funding	Link public allocations to accreditation and outcome metrics	Improved institutional accountability

Table 2 presents a structured framework of proposed mechanisms designed to address identified constraints. Each mechanism is accompanied by expected outcomes and implementation timelines, providing a practical roadmap for stakeholders. The emphasis on public-private partnerships reflects international best practices, particularly in contexts where public funding alone proves insufficient for universal educational access [4].

Economic mechanisms require particular attention given the persistent underfunding of public education. Current federal allocations to education average 7.4 percent of the national budget, falling short of the UNESCO recommendation of 15–20 percent. Alternative financing models, including education bonds, income-contingent student loans, and institutional endowment funds, offer viable pathways for diversifying revenue streams. The introduction of tax incentives for private educational investment would further stimulate capital inflows into the sector [3].

Digital transformation represents an additional organizational mechanism with substantial economic implications. The accelerated adoption of online and blended learning models during the 2020–2021 period demonstrated Nigeria's capacity for educational innovation. However, persistent infrastructure deficits, including unreliable electricity and limited broadband penetration in rural areas, constrain the equitable distribution of digital educational services. Targeted investments in ICT infrastructure, combined with regulatory frameworks that facilitate private sector participation in educational technology, could significantly expand market reach and operational efficiency [5].

Quality assurance constitutes a cross-cutting concern affecting both organizational and economic dimensions. The current accreditation system, while comprehensive in scope, suffers from irregular implementation cycles and inconsistent enforcement. Strengthening quality metrics and linking them to funding allocations would create performance-based incentives for institutional improvement. Furthermore, establishing trans-

parent ranking systems based on standardized assessments would enhance consumer information and promote healthy competition among educational providers [4].

In conclusion, the development of Nigeria's educational services market requires a coordinated approach that addresses organizational fragmentation alongside economic underinvestment. The mechanisms proposed in this paper—regulatory consolidation, alternative financing, digital transformation, and performance-based quality assurance—offer an integrated framework for sustainable sectoral development. Implementation will require sustained political commitment, stakeholder engagement, and phased execution to ensure institutional absorptive capacity. The potential returns, in terms of human capital formation and long-term economic growth, justify the scale of proposed investments.

References

1. Adeyemi M. B. Higher education reform and the development of human capital in Nigeria / M. B. Adeyemi, E. S. Uko // African Journal of Education and Development, 2019, no. 14 (2), pp. 45–58.
2. Federal Ministry of Education. National education sector analysis: 2019–2023. – Abuja: Government Press, 2023.
3. Okebukola P. A. Quality assurance in Nigerian universities: challenges and prospects / P. A. Okebukola. Journal of Higher Education Policy and Management, 2023, no. 43 (3), pp. 312–328.
4. Salami C. G. E. Funding higher education in Nigeria: alternative strategies / Educational Economics Review, 2020, no. 28 (1). – pp. 78–92.
5. UNESCO. Global education monitoring report: education and digital transformation. Paris, UNESCO Publishing, 2022.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ЭКСПОРТА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н. М. Бобкевич

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск

Научный руководитель Е. Н. Дудко

Развитие экспорта является одним из приоритетных направлений развития экономики страны. В данной статье рассматривается SWOT-анализ и возможность его использования для оценки экспортного потенциала фармацевтической продукции, определения направлений расширения экспорта, совершенствования и диверсификация его структуры.

Ключевые слова: SWOT-анализ, экспорт, фармацевтическая продукция, международная конкурентоспособность, стратегия.

В Республике Беларусь уделяется большое внимание развитию экспорта товаров (работ, услуг) как к одному из ключевых факторов роста национальной экономики.

Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 гг. предусмотрен ряд задач, направленных на развитие экспорта товаров (работ, услуг), одними из которых являются:

- страновая и товарная диверсификация экспорта;
- наращивание объемов поставок продукции на рынки стран Содружества Независимых Государств, развитие торгово-экономических связей с государствами Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока, Африки и Латинской Америки;

– расширение торгово-экономических связей с региональными объединениями и международными экономическими организациями (Евразийский экономический союз, Содружество Независимых Государств, Шанхайская организация сотрудничества, БРИКС и др.);

– совершенствование механизмов экспортной финансовой поддержки организаций для финансирования проектов по созданию на территории иностранных государств предприятий, социальных объектов и инженерной инфраструктуры;

– запуск системы поддержки экспортеров в рамках платформы «Одно окно ВЭД».

Экспорт рассматривается как ключевой драйвер роста экономики. Нарращивание экспортных поставок способствует:

– укреплению международного сотрудничества – торговые отношения способствуют развитию дипломатических связей между странами;

– технологическому развитию – расширяются торговые каналы, по которым происходит передача инноваций и передовых технологий [1];

– созданию конкурентоспособных производств – необходимость наращивания экспорта стимулирует модернизацию и техническое перевооружение производственных мощностей, направленных на выпуск качественной и востребованной продукции;

– повышению загрузки производственных мощностей предприятий и уровня занятости;

– специализации страны – основываясь на принципах международного разделения труда, страны могут специализироваться на производстве тех товаров, в которых обладают сравнительным преимуществом, повышая эффективность и конкурентоспособность на глобальных рынках;

– получению дополнительной прибыли;

– поступлению иностранной валюты, используемой для приобретения импортной продукции и ресурсов, которых не хватает внутри страны;

– привлечению инвестиций – активная внешнеторговая деятельность способствует привлечению инвестиций, усиливающих экономический потенциал страны.

Одним из эффективных инструментов, который может помочь в определении стратегии развития экспорта товаров (работ, услуг) является SWOT-анализ.

SWOT-анализ – аналитический инструмент, представляющий собой матрицу 2 x 2, позволяющую оценить сильные (S – Strengths) и слабые стороны (W – Weaknesses), возможности (O – Opportunities) и угрозы (T – Threats), влияющие на объект анализа.

Использование SWOT-анализа при разработке стратегии развития экспорта позволяет:

– систематизировать результаты изучения рынка;

– выявить конкурентные преимущества и внутренние уязвимости продукции, компании, отрасли;

– определить внешние возможности и потенциальные риски;

– определить приоритеты развития экспортных направлений;

– сфокусировать внимание на наиболее важных и перспективных аспектах наращивания экспортных поставок.

Значимое место во внешней торговле товарами занимает экспорт фармацевтической продукции, так как рынок фармацевтической продукции является одним из стратегических секторов экономики и социального развития любой страны мира, имеет важную социальную составляющую, тесную взаимосвязь с другими отраслями, а также высокую инновационную и инвестиционную привлекательность.

Фармацевтическая промышленность Беларуси сегодня представлена 40 предприятиями как государственной, так и частной формы собственности.

Для дальнейшего развития фармацевтической промышленности сформирован перечень из 17 инвестиционных проектов для реализации на протяжении следующих пяти лет, а общий объем планируемых инвестиций составляет порядка 1 млрд руб.

Также реализуется возможность локализации востребованных лекарственных препаратов из зарубежных компаний (Швейцарии, Российской Федерации, Исламской Республики Иран, Китайской Народной Республики, Кубы и многих других) [2].

География поставок белорусских фармацевтических организаций в 2024 г. насчитывала 26 стран мира. Основная доля отгрузок фармацевтической продукции (94,8 %) приходится на рынки стран Содружества Независимых Государств.

Наибольшую долю в структуре экспорта фармацевтической продукции занимает Российская Федерация – 65 %, Узбекистан – 13 %, Казахстан – 11 %, Азербайджан – 4 %.

География экспортных поставок фармацевтической продукции белорусского производства постоянно расширяется.

В 2024 г. впервые отгружена продукция на рынки Саудовской Аравии, Сомали, ОАЭ и Катар. Ведется работа по освоению новых рынков сбыта: стран Персидского залива, Юго-Восточной Азии, Африки и Латинской Америки [3].

SWOT-анализ экспорта фармацевтической продукции Республики Беларусь

Сильные стороны	Слабые стороны
Значительное количество производителей. Широкий ассортимент производимой фармацевтической продукции. География поставок. Низкая стоимость отечественных лекарственных средств по сравнению с аналогами иностранного производства. Оптимальное соотношение цены и качества. Репутация надежных производителей	Небольшая доля производимых в стране оригинальных препаратов. Высокая зависимость экспорта от одного рынка — Российской Федерации. Получение в Республике Беларусь сертификата GMP не гарантирует его признание в других странах. Государственное регулирование цен
Возможности	Угрозы
Страновая и товарная диверсификация экспорта. Замещение оригинальных препаратов с истекшими патентами (возможность создания дженериков). Создание новых производств, сотрудничество с компаниями мирового уровня с целью локализации лекарственных препаратов, трансфер технологий. Государственная поддержка. Высокий потенциал роста рынка, рост затрат стран на здравоохранение	Политическая нестабильность, введение санкций Стремительное развитие фармацевтической отрасли других стран (напр. Китай, Индия). Нестабильность курсов валют. Рост цен на импортируемые субстанции. Высокая конкуренция на ключевых рынках

Применение SWOT-анализа развития экспорта фармацевтической продукции Республики Беларусь позволило выявить ключевые факторы, определяющие потенциал и риски на мировом рынке фармацевтической продукции. Выявлены сильные стороны: значительное количество производителей фармацевтической продукции, широкий ассортимент выпускаемой продукции, география поставок, а также слабые

стороны, включающие высокую зависимость экспорта от одного рынка (Российской Федерации), небольшую долю производимых в стране оригинальных лекарственных препаратов. Внешние возможности, такие как высокий потенциал роста рынка, сотрудничество с фармацевтическими компаниями мирового уровня, сочетаются с угрозами в виде высокой конкуренции на ключевых рынках, политической нестабильности, усиления конкуренции со стороны других стран (например, Индии и Китая).

Таким образом, SWOT-анализ помогает систематизировать информацию и представить результаты анализа рынка в структурированном виде. Использование SWOT-анализа также будет эффективно при определении стратегии роста экспортных поставок как в целом для отрасли, так и для отдельной фармацевтической компании или рынка сбыта.

Литература

1. Дудко, Е. Н. Повышение эффективности экспортного потенциала Республики Беларусь за счет качественного роста и защиты товарных знаков / Е. Н. Дудко, П. А. Замбрижская // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. Минск : БГЭУ, 2021. – Вып. 14. – С. 133–140.
2. Объем производства фармпродукции в 2024 году составил Br 2,5 млрд, в 2026-м превысит Br 3 млрд – URL: <https://belta.by/economics/view/objem-proizvodstva-farmproduksii-v-2024-godu-sostavil-br25-mlrd-v-2026-m-prevysit-br3-mlrd-742884-2025/> (дата обращения: 22.03.2026).
3. Обзор фармацевтической отрасли Республики Беларусь – URL: <https://bikratings.by/-analitika/obzor-farmaczevticheskoy-otrasli-respubliki-belarus> (дата доступа: 22.03.2026).

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

М. В. Тарасевич

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель П. А. Янович

Рассмотрены способы и инструменты воздействия руководства на коллектив как на одну из составляющих в организации.

Ключевые слова: персонал, управление персоналом, производительность труда, кадры.

Повышение производительности труда является одним из важнейших показателей развития предприятий, будучи основным источником расширенного производства. Оно оказывает значительное влияние на конечные результаты деятельности предприятий, такие как: рост объема продукции (работ, услуг), снижение ее себестоимости, увеличение прибыли, повышение эффективности использования основного и оборотного капитала и ряд других экономических показателей [1, с. 218]. А качество управления персоналом – это главный рычаг для роста производительности труда.

Французский эксперт в области менеджмента Анри Файоль в XX в. положил начало основным принципам управления кадрами, продолжил его путь Лоуренс Питер, канадский педагог. Однако считать это полноценной методологией нельзя, так как стоит учесть специфику отрасли и производственного микроклимата того или иного предприятия, а специалисты наших дней совершенствуют уже существующие методы управления.

Все методы можно разделить на три группы: организационно-распорядительные (административные), экономические, социально-психологические. Стоит отметить, что руководство организаций используют различные виды систем управ-

ления, но методы в них остаются едиными.

Административные характеризуются управленческим воздействием на персонал с целью мотивации, дисциплины, дисциплинарной и административной ответственности, культуры трудовой деятельности. К таким методам относятся распоряжения и требования, уставы и регламенты.

Экономические методы базируются на товарно-денежных отношениях и экономическом интересе государства, коллектива и личности, концентрируются на выработке материального стимулирования, что побуждает работника к труду, которым он формирует свой доход с прибылью предприятия. В этих методах рычаги воздействия, например, выражаются через заработную плату, доплаты, компенсации, надбавки и премии.

Социально-психологическая часть управления базируется на использовании закономерностей психологии и социологии, направлена на рост мотивации. Основой социальных способов является социальное и психологическое планирование. Это две тесно взаимосвязанные составляющие регулируют взаимоотношения внутри коллектива, создают и поддерживают психологический климат.

Ни одна из этих составляющих не даст такого достойного результата, как их комплекс. Методы в совокупности с остальными мерами и способами воздействия на трудовые ресурсы образуют технологию управления, основная задача которой является подробное объяснение служебных обязанностей и путей построения карьеры. Научная организация труда (НОТ) обращает внимание на наиболее рациональное использование труда работников целях увеличения производительности [4, с. 68]. НОТ обеспечивает научно обоснованное разделение труда, рациональную планировку рабочих мест, оптимальные режимы труда и отдыха. Внедрение НОТ напрямую снижает текучесть и движение кадров и обеспечивает устойчивый рост выработки при снижении трудоемкости.

Одним из инструментов в управлении является содействие профессиональному росту работников. Оно может проявляться через официальные беседы руководителя с подчиненным, где первый выражает благодарность или делает критические замечания, выслушивает мнение последнего об условиях труда [3, с. 191]. Для достижения высоких результатов важно балансировать беседы с критикой без цели демотивировать людей, занятых в производстве. С повышением квалификации работников, предприниматель дает гарантию, что знания и производимая ими продукция будет соответствовать высшему уровню. Беседы работают на социально-психологический климат, а обучение – на экономическую отдачу.

Также на качество выполнения функций руководства показывают такие показатели, как выбытие и прибытие, текучесть и движение кадров. В случае высокого коэффициента выбытия предприятие теряет не просто сотрудников, а их навыки и знания процессов. Высокий процент прибытия не позволяет фокусироваться головным отделам на главных задачах, используя уже имеющиеся ресурсы. В результате высокой текучести кадров микроклимат будет подвергаться рискам, почему будет не устойчив. Это работает и в обратную сторону: с высокой текучестью кадров технология управления используется некорректно.

Эффективность управления персоналом выражается через показатели выработки и трудоемкости. А повышение производительности является значимым индикатором развития предприятия, в дальнейшем проявляется в росте объема продукции, снижении ее себестоимости, увеличении прибыли и в других экономических показателях, что и позволяет сохранить конкурентоспособность и укрепить позицию на рынке.

Литература

1. Пелиха, С. А. Экономический механизм развития предприятия : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. I . Экономические методы, рычаги и стимулы / С. А. Пелиха, Е. С. Русак. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2006. – 311 с.
2. Экономика организации : учеб. пособие / О. В. Володько, Р. Н. Грабар, Т. Б. Зглюй; под ред. О. В. Володько. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Выш. шк., 2015. – 399 с.
3. Экономика малого бизнеса: учеб. пособие / М. И. Балашевич, Т. П. Быкова. – Минск : БГЭУ, 2005. – 231с.
4. Экономика предприятий технического сервиса : учеб. пособие / А. В. Королев. – Минск : БГАТУ, 2006. – 224 с.
5. Экономика малого бизнеса : учеб. пособие / М. И. Балашевич, Т. П. Быкова. – Минск : БГЭУ, 2005. – 231с.
6. Тропина, О. И. Управление персоналом : учеб.-метод. пособие для слушателей специальности 1-26 01 76 «Управление персоналом», квалификация «Специалист по управлению персоналом» / О. И. Тропина. – Минск : БНТУ, 2015. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/20959> (дата обращения: 03.04.2026).

**СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ
ЗА СЧЕТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ОАО «БОБРУЙСКТРИКОТАЖ»**

Д. К. Ануфриева

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. П. Пономаренко

Рассмотрены вопросы снижения затрат предприятия за счет рационального использования ресурсов, что обусловлено значительная долей затрат на топливно-энергетические ресурсы в себестоимости продукции. Автором приложены и экономически обоснованы мероприятия, направленные на оптимизацию использования энергетических ресурсов и снижения затрат на примере ОАО «Бобруйсктрикотаж».

Ключевые слова: затраты предприятия, топливно-энергетические ресурсы, энергоэффективность, себестоимость продукции, энергозатраты, снижение затрат.

Затраты – это стоимостная оценка ресурсов, используемых в процессе производства и реализации продукции, а также отражают управление эффективностью потребления материальных, трудовых, финансовых и энергетических ресурсов, в процессе осуществления хозяйственной деятельности.

Эффективность деятельности предприятия во многом определяется уровнем его затрат. Рациональное управление затратами является одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности продукции, роста прибыли, обеспечения устойчивого развития. Оно заключается в планировании и нормировании затрат, организации их учета и анализа, контроле за возникновением затрат, а также в разработке мероприятий по их оптимизации [1].

Чтобы выявить направления поиска путей снижения затрат ОАО «Бобруйсктрикотаж», в таблице 1 рассмотрим структуру затрат с учетом их классификации по экономическим элементам.

Таблица 1

**Структура и динамика затрат ОАО «Бобруйсктрикотаж»
по экономическим элементам**

Показатель	Значение по годам, тыс. руб			Удельный вес, %		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Материальные затраты	1471	1660	2011	33,6	33,8	35,5
Оплата труда	1773	2242	2422	40,5	45,6	42,7
Отчисления на соц. нужды	573	602	846	13,1	12,2	14,9
Амортизация	93	116	119	2,1	2,4	2,1
Прочие затраты	464	295	271	10,6	6,0	4,8
Итого	4374	4915	5669	100	100	100

Примечание. Составлено автором на основе отчета о затратах на производство и реализацию продукции ОАО «Бобруйсктрикотаж».

Анализ структуры затрат предприятия показывает, что наибольшую долю в затратах предприятия занимают затраты на оплату труда. Их удельный вес увеличился с 40,5 % в 2022 г. до 45,6 % в 2023 г., а в 2024 г. составил 42,7 %. Это свидетельствует о высокой трудоемкости производства и значительной зависимости затрат от человеческого фактора. Материальные затраты занимают второе место в структуре расходов. Их доля демонстрирует устойчивую тенденцию к росту: с 33,6 % в 2022 г. до 35,5 % в 2024 г., что указывает на увеличение ресурсоемкости производства и необходимость более рационального использования сырья и материалов [2]. Проведенный анализ подтверждает, что ключевыми направлениями снижения затрат предприятия являются повышение эффективности использования материальных ресурсов, в том числе снижение энергоемкости производства за счет внедрения ресурсосберегающих технологий.

Динамика использования топливно-энергетических ресурсов ОАО «Бобруйсктрикотаж» представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели использования топливно-энергетических ресурсов
ОАО «Бобруйсктрикотаж»**

Основные виды ТЭР	Объем потребления по годам, т у. т.			Изменение, т у. т.	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2023 к 2022	2024 к 2023
Котельно-печное топливо	62	49	60	–13	+11
Электроэнергия израсходовано всего	64	64	64	–	–
Суммарное потребление ТЭР	126	113	124	–13	+11

Примечание. Составлено автором на основе журнала учета ТЭР ОАО «Бобруйсктрикотаж»

Анализ динамики потребления топливно-энергетических ресурсов ОАО «Бобруйсктрикотаж» в 2022–2024 гг. показывает нестабильную ситуацию в области энергосбережения. После снижения суммарного потребления ТЭР в 2023 г. на 13 т у. т. в 2024 г. наблюдается его рост на 11 т у. т., что свидетельствует о возврате к менее эф-

фактивному использованию ресурсов. Основным фактором роста является планируемое увеличение расхода котельно-печного топлива с 49 до 60 т у. т., что может указывать на ухудшение теплоизоляции зданий или неэффективную работу котельного оборудования.

С целью сокращения расхода ТЭР и их удельного веса в затратах предприятия можно использовать мероприятия, представленные в табл. 3.

Таблица 3

**Сравнительная характеристика энергопотребления
при замене ламп и насосов циркуляции ОАО «Бобруйсктрикотаж»**

Показатель	До мероприятия по замене		После мероприятия по замене	
	ламп (ЛБ 40 Вт)	насосов (7,5 кВт)	ламп (LED 18 Вт)	насосов (4,0 кВт)
Мощность единицы оборудования, кВт	0,04	7,5	0,018	4
Количество оборудования, шт.	400	4	400	4
Годовое потребление электроэнергии, тыс. кВт · ч	64	120	28,8	64
Тариф на электроэнергию руб./кВт · ч	0,18	0,18	0,18	0,18
Годовые затраты на электроэнергию, тыс. руб.	11,5	21,6	5,2	11,5
Экономия электроэнергии, тыс. кВт · ч	—	—	35,2	56
Экономия денежных средств (Д), тыс. руб.	—	—	6,3	10,1
Цена за ед. нового оборудования, руб.	—	—	15	750
Объем финансирования (расчет), руб.	—	—	15 · 400 = = 6000	750 · 4 = = 3000

Примечание. Составлено автором на основе журнала учета ТЭР ОАО «Бобруйсктрикотаж».

Объем финансирования мероприятий определяется исходя из стоимости единицы нового оборудования и его количества, что в сумме составляет 9 тыс. руб. Источником финансирования являются собственные средства предприятия. При этом расчеты показывают, что замена 400 люминесцентных ламп ЛБ 40 Вт на светодиодные LED 18 Вт обеспечивает снижение потребления электроэнергии и формирует годовую экономию в размере 6,3 тыс. руб. Замена четырех циркуляционных насосов с 7,5 кВт на энергоэффективные 4,0 кВт позволяет получить более значительный эффект: при затратах 3,0 тыс. руб. экономия достигает 10,1 тыс. руб., а срок окупаемости составляет всего 0,3 года.

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий рассмотрим в табл. 4.

Анализ результатов внедрения мероприятий по энергосбережению показывает, что общий экономический эффект формируется за счет превышения годовой экономии над затратами на реализацию проектов. Так, суммарная экономия от внедрения мероприятий составляет 16,4 тыс. руб., при затратах 9 тыс. руб., что обеспечивает положительный экономический эффект и подтверждает их целесообразность [3].

Таблица 4

Экономический эффект от внедрения ресурсосберегающих мероприятий

Наименование мероприятий, работ	Объем внедрений, шт.	Доход (экономика), тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.	Расчет экономического эффекта ($\Delta = D - Z$), тыс. руб.	Срок окупаемости, лет	Ожидаемый срок внедрения, квартал	Экономический эффект в текущем году, тыс. руб.
Замена люминесцентных ламп ЛБ 40 Вт на LED 18 Вт	400	6,3	6	$6,3 - 6,0 = 0,3$	$6,0 / 6,3 = 0,95$	3	2,8
Замена насосов 7,5 кВт на 4,0 кВт	4	10,1	3	$10,1 - 3,0 = 7,1$	$3,0 / 10,1 = 0,30$	1	3

Примечание. Составлено автором на основе табл. 3.

Таким образом, для ОАО «Бобруйсктрикотаж» снижение затрат за счет более эффективного использования топливно-энергетических ресурсов является одним из наиболее доступных направлений повышения рентабельности производства. Внедрение предложенных мероприятий позволяет снизить затраты, что подтверждает эффективность политики ресурсосбережения.

Литература

1. Архипов, Н. А. Ресурсосбережение как фактор снижения затрат. – 2020. – № 1. – С. 1–8. – URL: <https://tribune-scientists.ru/articles/313> (дата обращения: 07.09.2021)
2. Жипецкий, А. Б. Ресурсосбережение в повышении эффективности деятельности предприятий в условиях нестабильной экономики. – 2016. – № 11 (ч. 5). – С. 1001–1005. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41291> (дата обращения: 21.01.2018).
3. Погуляев, В. В. Влияние ресурсосбережения на производственно-экономические показатели нефтегазовой компании / В. В. Погуляев // Молодой ученый. – 2021. – № 3 (345). – С. 321–323. – URL: <https://moluch.ru/archive/345/77648> (дата обращения: 08.13.2021).

**МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ
НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ЗАТРАТАМИ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
НА ПРИМЕРЕ ОАО «БОБРУЙСКТРИКОТАЖ»**

Д. К. Ануфриева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Рачкова

Исследуется механизм снижения себестоимости продукции ОАО «Бобруйсктрикотаж» на основе инструментов бережливого производства. Обоснована актуальность перехода от традиционных методов сокращения затрат к комплексной оптимизации процессов. В ходе анализа выявлено, что основными резервами предприятия являются высокая трудоемкость и скрытые непроизводительные потери. Предложены мероприятия по внедрению системы 5S, картированию потоков и балансировке линий. Расчеты подтвердили возможность снижения себестоимости, что достигается за счет

сокращения трудоемкости и минимизации брака. Работа имеет практическую значимость для предприятий легкой промышленности.

Ключевые слова: себестоимость продукции, управление затратами, легкая промышленность, бережливое производство, трудоемкость, производственные потери, оптимизация процессов, снижение брака.

Легкая промышленность характеризуется высокой трудоемкостью производства и значительной зависимостью себестоимости продукции от эффективности использования трудовых и материальных ресурсов. Традиционные методы управления затратами, основанные преимущественно на их сокращении по отдельным статьям, постепенно утрачивают свою эффективность [1].

Целью исследования является разработка механизма снижения себестоимости продукции на основе совершенствования управления затратами с использованием инструментов бережливого производства. Объектом исследования является финансово-хозяйственная деятельность ОАО «Бобруйсктрикотаж». Предметом исследования выступает процесс управления затратами предприятия и направления его совершенствования. В ходе исследования использованы экономико-статистические методы, метод сравнения, расчетно-аналитический подход, а также элементы функционально-стоимостного анализа, что позволило выявить ключевые резервы снижения себестоимости продукции.

Актуальность темы подтверждается положениями предприятия, где указано, что на текущем этапе стратегически важным является «формирование производственных программ с учетом компетенций и трудовых ресурсов», а также «непрерывное улучшение процессов через участие всех сотрудников».

На основе данных предприятия на 2024 г. был проведен анализ структуры себестоимости и производственных показателей, представленный в табл. 1.

Таблица 1

Анализ структуры затрат предприятия ОАО «Бобруйсктрикотаж» на 2024 г.

Статья затрат	Значение, тыс. руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	2011	35,48
Оплата труда	2422	42,73
Отчисления на социальные нужды	846	14,93
Амортизация	119	2,10
Прочие затраты	271	4,78

Анализ представленных данных показывает, что наибольший удельный вес занимает фонд оплаты труда, составляющий 42,73 %, что свидетельствует о высокой трудоемкости производства. Значительную долю также занимают материальные затраты — 35,48 %, которые оказывают существенное влияние на формирование себестоимости продукции.

В качестве основного направления совершенствования управления затратами предлагается внедрение инструментов бережливого производства, включающих рациональную организацию рабочих мест, оптимизацию потоков создания ценности, устранение лишних движений и балансировку производственных процессов [2].

Оценка экономической эффективности предложенных мероприятий начинается с расчета снижения трудоемкости продукции:

$$\mathcal{E}_T = (T_1 - T_2)QC_{\text{час}}.$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Прогноз изменения трудозатрат на ОАО «Бобруйсктрикотаж»

Показатель	Единица измерения	До внедрения	После внедрения	Изменение
Трудоемкость	чел.-час	36,23	32,61	-3,62
Годовой объем выпуска	шт.	6307	6307	—
Общие трудозатраты	чел.-час	228490	205 641	-22849
Стоимость часа	руб.	11	11	—
Экономия	руб.	—	251339	+251339

Анализ данных табл. 2 показывает, что снижение трудоемкости продукции на 10 % приводит к сокращению совокупных трудозатрат на 22849 человеко-часов в год. Это обеспечивает экономию фонда оплаты труда в размере 251339 руб., что подтверждает значительное влияние трудовых факторов на уровень себестоимости продукции. Дополнительный эффект достигается за счет сокращения потерь от простоев и брака:

$$\mathcal{E}_П = П_{\text{мес}} \cdot 12 \cdot \%_{\text{сниж}};$$

$$\mathcal{E}_Б = (Б_1 - Б_2)Q \cdot C_{\text{ед}}.$$

Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Экономия на непроизводительных потерях ОАО «Бобруйсктрикотаж»

Источник экономии	Расчет	Сумма, руб.
Снижение потерь от простоев	$41500 \cdot 12 \cdot 0,20$	99600
Снижение брака (с 5 до 3 %)	$(0,05 - 0,03)6307 \cdot 20,0$	2523
Итого по статье «Потери»	—	102123

Анализ результатов показывает, что сокращение простоев и брака обеспечивает экономию в размере 2 523 руб., что значительно превышает эффект от снижения трудоемкости. Это свидетельствует о высокой значимости устранения скрытых потерь в системе управления затратами. Для оценки влияния предложенных мероприятий на себестоимость продукции используется следующая зависимость [3]:

$$C_{\text{нов}} = \frac{Z_{\text{общ}} - \Theta_{\text{общ}}}{Q}.$$

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Анализ изменения себестоимости ОАО «Бобруйсктрикотаж»

Показатель	Ед. изм.	Базовый период	Прогнозный период
Общие годовые затраты	руб.	5 669 000	5 315 538
Годовой объем выпуска	шт.	6307	6307
Себестоимость 1 изделия	руб.	89,89	84,30
Процент снижения	%	–	–6,21%

Анализ данных табл. 4 показывает, что в результате внедрения мероприятий себестоимость единицы продукции снижается на 6,21 %, что является значимым результатом для предприятия. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что внедрение инструментов бережливого производства является эффективным направлением совершенствования управления затратами. Снижение трудоемкости продукции, устранение потерь рабочего времени и сокращение брака обеспечивают достижение значительного экономического эффекта.

Л и т е р а т у р а

1. Афанасьев, Д. А. Бережливое производство / Д. А. Афанасьев // Евразийский научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 48.
2. Бахматова, Т. Г. Тенденции и перспективы внедрения инструментов бережливого производства / Т. Г. Бахматова, М. С. Бахматов // Известия Байкальского государственного университета. – 2022. – Т. 32, № 4. – С. 771–778.
3. Приображенский, С. В. 5S – инструмент бережливого производства / С. В. Приображенский // Методы принятия упр. решений : сб. науч. ст. – Тайга : ТИЖТ, 2016. – С. 138–142.

**СЕКЦИЯ VI
МАРКЕТИНГ
И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА**

**THE HUMAN CAPITAL IN THE FORM OF EDUCATION
AS A FACTOR OF INNOVATIVE DEVELOPMENT
OF THE NATIONAL ECONOMY**

M. Benbiga

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Scientific supervisor T. Savenko

The article focuses on one of the important types of human capital – education as an important element of the innovative development of the economy. According to the study, education promotes the formation of knowledge, expertise, adaptability and creative potential, contributing to economic growth and modernization. The theoretical and analytical research was conducted using data from secondary academic literature, allowing the author to highlight the main areas of influence of education on the economic processes occurring within an organization. It is shown that in order for education to play an innovative role in the development of the country's economy, it is not enough just to provide people with opportunities for higher education, but also the quality and relevance of this education, cooperation with the real economy must be provided.

Keywords: human capital, education, innovation, national economy, productivity, knowledge economy, competitiveness.

Innovative development has become one of the main directions in the economies of modern states. In an environment of technological rivalry, digitalization, and rapid structural transformation, the sustainability of economic growth relies on a nation's capacity for producing, utilizing, and disseminating new knowledge. Hence, economic efficiency is not solely linked to physical and natural resources, but also to the quality of human capital.

Human capital refers to the stock of knowledge, skills, competencies, health, and productive capabilities inherent in people. Human capital is formed by education, professional training, work experience, and lifelong learning. Among these factors, education becomes significant since it forms the intellectual foundation for labor productivity and innovative potential and effective technological adoption. First, education equips the workforce with skills necessary for productive processes, raising individuals' qualifications, improving adaptation to technology, and facilitating social mobility. On the macroeconomic level, education leads to productivity growth, production development, and transformation into a knowledge-based economy. As a result, it is crucial not only to see education as an institutional phenomenon, but also as a valuable economic resource.

Studies conducted earlier regarding the concept of human capital demonstrated that countries where the system of education is highly developed are likely to show greater productivity and stability in their economic growth. Nowadays, however, scientists argue that the quality of education may be even more significant than its duration. In particular, cognitive abilities and practical skills play a very special role in innovation and economic performance. The goal of this work is to investigate the role of education as one aspect of human capital in terms of stimulating the innovative development of the country's economy. It is important to establish how this type of human capital influences innovation

processes and why its development should be regarded as an element of national competitiveness in the long run.

The methodology of this research is theoretical and analytic. The sources for the analysis include both scientific literature and general economic terms concerning the issues of human capital and innovations. Methods of analysis, comparison, synthesis, and generalization are employed. One of the main channels through which education influences innovative development is labour productivity. Educated workers usually perform tasks more efficiently, learn new technologies more quickly, and adapt better to organizational changes. This creates favourable conditions for productivity growth and for the modernization of enterprises. In this sense, education raises not only the quantity of labour input, but also its quality.

Another important channel is the development of scientific and technical potential. Educational institutions, like universities and technical schools, prepare engineers, researchers, managers, economists, and other specialists who participate directly in innovation processes. They create new knowledge, improve existing technologies, and support research and development activities. Without qualified personnel, the national innovation system can't function effectively. Education also stimulates innovation by facilitating technology transfer. Many nations utilize foreign technologies, computers, and manufacturing techniques. But these technologies are capable of creating economic gains only if businesses and employees possess sufficient expertise to comprehend, adjust to, and adopt them. Therefore, education enhances the absorptive power of the economy, which implies that education makes it possible to convert knowledge from outside into economic benefits for a nation.

One more point is related to the impact of education on entrepreneurship and management. Innovation cannot depend exclusively on inventions; rather, it must be organized through production, planning, sales, and innovations. Education fosters analytical skills, communications skills, accountability, and initiative – all indispensable attributes for launching new ventures and implementing innovative projects. The link between education and innovation can be clearly traced within the framework of structural economic change. In a traditional economy, the basis for its growth lies in nature and industry. Conversely, the basis of economic development in the case of knowledge economy consists in information technology, science and the high added-value services. These transformations necessitate highly educated workforce, making the process of modernizing education an indispensable condition for the country's progress.

Nonetheless, the innovatory power of education should meet certain criteria. First of all, it should involve sufficient accessibility, giving birth to a highly trained workforce. Next, education has to be high quality and pertinent to the labour market. Finally, educational facilities should work in close cooperation with scientific centers, business organizations and government bodies. Otherwise, theoretical knowledge will not turn into real innovations. The analysis demonstrates that educational human capital influences innovative development through both direct and indirect factors. Direct factors include specialist training in science, technology, and management. Indirect factors cover higher productivity levels, greater adaptability, higher institutional quality, and increased social support for modernization processes. Altogether, such factors contribute to the competitiveness of the national economy.

Moreover, the results reveal that educational investment should be considered a long-term process rather than an expenditure. While the benefits of educational development can be achieved slowly, they offer a solid foundation for technological advancements, economic stability, and sustainable development. Therefore, countries that allocate resources

toward improving teacher quality, developing relevant curricula, building technical skills, incorporating ICT in education, and promoting lifelong learning are more likely to achieve innovative development.

Conclusion: Human capital in terms of education plays a very important role in innovation and development of the national economy. It provides necessary knowledge, skills, and capabilities for scientific progress, technological modernization, and restructuring processes. In a world based on a knowledge economy, educational policies acquire a special importance. The better educated the country is, the more chances it has to be competitive and to develop sustainably.

References

1. Human capital and educational policies / OECD. – OECD Publishing, 2024.
2. Hanushek, E. A. Education, knowledge capital, and economic growth. Economics of Education Review / E. A. Hanushek, L. Woessmann. – 2020.
3. Wilson, R. The impact of human capital on economic growth: a review / R. Wilson, G. Briscoe. – Cedefop.
4. Tullao, T. S. Education and Human Capital Development to Strengthen R&D Capacity in ASEAN / T. S. Tullao, C. J. Cabuay – ERIA Discussion Paper, 2013.
5. Educational and Innovative Elements of Human Capital and Their Impact on Economic Growth. Economy of Regions. – 2023.

АНАЛИЗ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

К. А. Бриль

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск

Научный руководитель Т. Л. Майборода

Важной составляющей строительной деятельности, обладающей не только экономическим, но и социокультурным значением, является возведение жилых зданий. Рассмотрены основные показатели и тенденции развития жилой застройки в Республике Беларусь.

Ключевые слова: жилищное строительство, жилая площадь, электродома.

Современная государственная жилищная политика, реализованная в рамках программы «Строительство жилья» на 2021–2025 гг. и нормативного регулирования ипотечного кредитования, обеспечивает социальную доступность жилья через механизм привязки стоимости квадратного метра к уровню среднемесячной заработной платы. Программой деятельности Правительства Республики Беларусь на 2025–2029 гг. предусмотрено ежегодное введение в эксплуатацию около 4 млн м² жилья с увеличением доли арендного фонда до 25 % к 2029 г. [1, с. 16–19]. Приоритетами выступают диверсификация финансирования, реновация территорий, развитие индивидуального строительства и упрощение градостроительного регулирования при сохранении государственной поддержки социально уязвимых категорий граждан.

Всего по Республике за 2025 г. введено 4573,6 тыс. м² общей жилой площади, из них 1648,4 тыс. м² (или 36 %) приходится на сельскую местность. На долю индивидуальных жилых домов приходится 49,4 % общего объема. Доля ввода жилья для граждан, стоящих на учете и нуждающихся в улучшении жилищных условий, составила 32,6 % от общего ввода. Для граждан, осуществляющих жилищное строитель-

ство с государственной поддержкой, – 17,7 % [2]. Средняя стоимость строительства квадратного метра жилья (без учета индивидуальных застройщиков) в 2024 г. составила 1931 руб., а номинальная начисленная среднемесячная заработная плата – 2 288 руб. [3, с. 22]. Наибольший ввод жилья по состоянию на 2025 г. осуществлялся в Минской области и г. Минске, наименьший – в Витебской, Могилевской и Гродненской областях. При этом самый высокий ввод жилья с государственной поддержкой оказался в Брестской и Минской областях [2].

Жилищный фонд Республики в 2024 г. оценивался в 276,7 млн м², что на 12,3 млн м² больше, чем показатель 2020 г. На одного жителя страны приходится в среднем 30,4 м² жилой площади, при этом 27,5 м² приходится на городского жителя, 41,1 – на жителя сельской местности [3, с. 27].

Одним из актуальных и приоритетных направлений развития строительства в Беларуси является политика повышения спроса граждан на арендное жилье, в том числе с возможностью его последующего выкупа. В 2024 г. было введено в эксплуатацию 427,4 тыс. м² арендного жилья, или 9,7 % от общего ввода [3, с. 22].

Стоит отметить, что большая часть жилищного фонда Беларуси была построена в период индустриального домостроения 1960–1980-х гг. На настоящий момент многие здания превысили проектные сроки эксплуатации, что сопровождается как физическим, так и моральным износом, увеличением затрат на эксплуатацию и несоответствием современным стандартам энергоэффективности и комфорта. Данная проблема обуславливает необходимость проведения масштабной и ускоренной реновации, в ближайшие 10–20 лет [4, с. 215, 218–219].

Сельское население Республики Беларусь составляет около 20 % от общей численности жителей страны [5, с. 42], однако его жилищные условия остаются недостаточно обеспеченными, лишь 60 % сельских жителей проживают в жилье, соответствующем современным стандартам комфорта. Средний возраст всего жилищного фонда в сельской местности достигает 40 лет, что обуславливает необходимость масштабной реновации, в первую очередь, в сельской местности [6, с. 118–121].

Анализ динамики населения, нуждающегося в улучшении жилья, позволяет оценить эффективность государственной жилищной политики. Снижение показателя свидетельствует об успешной реализации программ обеспечения жильем. На учете нуждающихся в улучшении жилищных условий на конец 2024 г. состояло 558,4 тыс. человек, что на 135,6 тыс. чел. меньше, чем по состоянию на конец 2016 г. [5, с. 130]. Из общего количества состоящих на учете нуждающихся в улучшении жилищных условий в 2024 г. 251 тыс. приходится на молодые семьи (или 44,9 %), 35 тыс. – на многодетные семьи (6,3 %). В 2024 г. получили жилье и улучшили жилищные условия 20,7 тыс. семей, или 3,6 % от общего количества состоявших на учете нуждающихся в улучшении жилищных условий (в 2016 г. – 3,5 %). Из общего количества получивших и улучшивших жилье 7,7 тыс (или 37,2 %) многодетных семей, 5,6 тыс. (27 %) молодых семей [7].

Ключевые ограничения развития строительной отрасли включают дефицит доступного жилья экономкласса, недостаточное финансирование и отставание инженерной инфраструктуры. Для преодоления указанных барьеров реализуются меры государственной поддержки – предоставление субсидий и льготных кредитов, а также формирование программ адресной помощи молодым семьям [6, с. 118–121].

Важным индикатором развития строительной отрасли в Республике Беларусь в области зеленой энергетики является доля электродомов. В стране наблюдается активное развитие строительства жилых домов с электрическими системами теплоснабжения. За 2021–2024 гг. введено в эксплуатацию 1,786 млн м² общей площади

таких объектов, что составляет 89,3 % от пятилетнего планового задания. В 2024 г. объем ввода электродомов достиг 567,6 тыс. м². При этом установлено, что наиболее экономически целесообразным источником электротеплоснабжения в условиях Беларуси является вариант с электрочувствительной [8, с. 259–260]. Энергоэффективный подход особенно актуален в условиях избыточной генерации электроэнергии, обусловленной вводом в строй Белорусской АЭС. Беларусь сегодня полностью обеспечивает себя электроэнергией. Вместе с тем высокий уровень тарифов на электроэнергию ограничивает экономическую доступность электрического отопления для конечных потребителей. Высокий уровень тарифов на начальном этапе обусловлен долгим сроком окупаемости дорогостоящей АЭС. В длительной же перспективе данный проект поможет снизить зависимость от поставок российского газа и сделать упор на зеленое развитие поселений [8, с. 259–260].

Современный рынок жилищного строительства Республики Беларусь характеризуется трансформацией под влиянием ключевых тенденций. Приоритетом становится устойчивое развитие: внедрение энергоэффективных технологий формирует сегмент «зеленой» недвижимости. Структурные изменения спроса проявляются в росте доли малогабаритного жилья, что составляет около 30 % новостроек, и активизации загородного строительства, обусловленного распространением удаленной занятости. Инвестиционная привлекательность сектора поддерживается развитием рынка арендного жилья и переходом к комплексному освоению территорий с созданием самодостаточной инфраструктуры. Строительство же отдельных жилых зданий становится менее популярным. Дополнительным драйвером выступает цифровизация: интеграция технологий «умного» дома и городской среды повышает качество жилищных услуг [9, с. 388–390].

Таким образом, в Республике Беларусь жилищное строительство остается приоритетом государственной политики, направленным на обеспечение населения доступным и качественным жильем, при этом внедрение энергоэффективных технологий, таких как электрические системы теплоснабжения, демонстрирует макроэкономическую целесообразность, но требует дополнительных мер социальной поддержки для повышения их привлекательности на уровне домохозяйств. Вместе с тем устойчивое развитие отрасли сдерживается рядом проблем: физическим и моральным износом жилищного фонда, особенно в сельской местности, дефицитом жилья экономкласса и отставанием инженерной инфраструктуры. Преодоление этих вызовов в сочетании с трансформацией жилищного строительства от сугубо технических задач к формированию комплексной экологически ориентированной городской среды определит качество и доступность жилья в долгосрочной перспективе.

Л и т е р а т у р а

1. Об утверждении программы деятельности правительства Республики Беларусь на 2025–2029 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 8 мая 2025 г. № 254 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&pr=C22500254> (дата обращения: 20.01.2026).
2. Ввод в эксплуатацию жилья в Республике Беларусь за 2025 г. // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь – 2025. – URL: https://www.belstat.gov.by/uploadbelstat/uploadbelstatpdf/oficial_statistika/2025/housing-2512.pdf (дата обращения: 5.02.2026).
3. Инвестиции и строительство в Республике Беларусь : стат. буклет // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2025. – 40 с.
4. Голубова, О. С. Стратегия комплексной реновации жилищного фонда Республики Беларусь: инновационно-инвестиционные аспекты / О. С. Голубова // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты и перспективы : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф.,

- Минск, 13–14 нояб. 2025 г. : в 3 т. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2025. – С. 214–221.
5. Республика Беларусь : стат. ежегодник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2025. – 305 с.
 6. Перспектива сельского строительства в Республике Беларусь / В. В. Великанов, Ю. Н. Дуброва, А. В. Пашкевич [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 118–121.
 7. Жилищный фонд и улучшение жилищных условий населения в Республике Беларусь // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – 2026. – URL: https://www.belstat.gov.by/uploadbelstat/uploadbelstatpdf/official_statistika/2025/Jil_fond-2024.pdf (дата обращения: 20.02.2026).
 8. Онуфрения, Е. И. Исследование перспектив строительства электродомов в Республике Беларусь на основе анализа энергопотребления и выбора оборудования / Е. И. Онуфрения // Наука XXI века: вызовы, становление, развитие : сб. ст. XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 30 июня 2025 г. / Междунар. центр науч. партнерства «Новая Наука». – Петрозаводск, 2025. – С. 255–261.
 9. Фролов, О. Г. Тенденции развития строительства жилых домов и инвестирование в недвижимость Республики Беларусь / О. Г. Фролов // Фотинские чтения–2024 (весен. собрание) : сб. материалов XI Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 23–25 марта 2024 г. / Ижев. гос. техн. ун-т им. М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2024. – С. 386–391.

КРОСС-МАРКЕТИНГ В SMM КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ ЛИДА

Е. И. Гапеева, П. А. Зыбко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель Н. М. Хохлова

Цифровая среда Беларуси последних двух лет демонстрирует устойчивую тенденцию: стоимость привлечения одного целевого контакта в классических каналах продвижения растет в среднем на 18–22 % ежегодно согласно данным аналитических отчетов. Организации сталкиваются с эффектом «рекламного насыщения», когда увеличение бюджетов в таргете и контексте не дает пропорционального прироста конверсий. В этой парадигме особый интерес вызывают интеграционные стратегии, позволяющие распределять маркетинговую нагрузку между несколькими брендами. Кросс-маркетинг в социальных сетях (SMM) перестал восприниматься как второстепенный метод и трансформировался в самостоятельный инструмент оптимизации затрат на генерацию лид-потока, особенно в условиях высокой концентрации малого и среднего бизнеса в Минске и областных центрах. Поэтому целью работы является обосновать и эмпирически подтвердить, что применение кросс-маркетинговых форматов в управлении сообществами (SMM) на белорусском рынке ведет к статистически значимому снижению показателя Cost Per Lead (CPL).

Ключевые слова: кросс-маркетинг, SMM, Cost Per Lead (CPL), коллаборация, лиды.

Ретроспективный анализ эволюции SMM в Республике Беларусь (РБ) показывает, что первоначально социальные сети использовались исключительно как канал односторонней трансляции сообщений о продукте. Однако алгоритмы ранжирования контента (Feed Ranking в Instagram, алгоритмы рекомендаций Telegram) постепенно начали понижать органический охват страниц, не генерирующих интеракций. В ответ на это маркетологи перешли к «методу встречных аудиторий» – когда два неконкурирующих бренда организуют совместное событие в сети, обмениваясь доверием подписчиков. Для белорусского рынка характерной чертой является высокая плотность Telegram-каналов категории «города» (Минск, Гомель, Брест, Витебск, Гродно, Могилев), что создает уникальную среду для кросс-коллабораций между микробрендами и городскими пабликами-агрегаторами [1].

Ключевой теоретический вопрос заключается в природе снижения стоимости лида. Авторская позиция: традиционная формула $CPL = (\text{расходы на рекламу}) / (\text{количество заполненных форм})$ в условиях кросс-маркетинга требует корректировки. Поскольку коллаборация предполагает безвозмездное или условно-безвозмездное использование аудитории партнера, переменные затраты на показ стремятся к нулю. Лид в таком случае возникает не как следствие оплаченного клика, а как результат эффекта «социального доказательства» (доверие к рекомендации от знакомого бренда). В белорусской практике этот эффект усиливается из-за компактности рынка: пользователи из одного региона часто физически пересекаются, что повышает доверие к локальным коллаборациям.

Практическая апробация теоретических моделей на белорусских рынках позволяет выделить три чистых формата:

1. Joint Giveaway (совместный розыгрыш) – пользователь подписывается на аккаунты обоих партнеров, оставляя контакт. Здесь CPL равно только стоимости призового фонда, деленного на количество участников. В Беларуси популярны розыгрыши с призами от 50 до 300 бел. руб.

2. Взаимный гостевой постинг (collaborative post) – бренд А публикует полезный контент от бренда Б, но с призывом перейти по ссылке. Эффект основан на снижении когнитивного сопротивления рекламе.

Совместный челлендж (UGC-коллаборация) – пользователи создают контент с двумя хештегами, а бренды бесплатно получают лиды через виральные охваты. В белорусских реалиях такие челленджи эффективны в Viber-сообществах с высокой вовлеченностью.

В отличие от классического бартера SMM-кросс-маркетинг оперирует не товарными единицами, а вниманием и действием подписчика. Следовательно, стоимость лида снижается не за счет экономии на качестве, а за счет конвертации уже существующего социального капитала партнера в целевое действие. Именно этот механизм ускользает от традиционных моделей атрибуции, которые приписывают конверсию последнему клику, игнорируя предшествующую коллаборационную экспозицию. Для Беларуси важно учитывать, что рекламное законодательство РБ (ст. 9 Закона «О рекламе») требует маркировки совместных постов как рекламных материалов, однако практика показывает, что пользователи все равно воспринимают их как более органичные по сравнению с прямым таргетом [2].

Для проверки гипотезы было проведено полевое исследование на базе двух белорусских компаний, зарегистрированных в Едином государственном регистре юридических лиц и индивидуальных предпринимателей РБ: студии здорового питания «Green Kitchen» (г. Минск, ул. Притыцкого) и сети студий растяжки «Stretch House» (г. Минск, филиалы в Дроздах и Каменной Горке).

Для чистоты анализа из экспериментальной группы исключены лиды, пришедшие по прямым ссылкам из поиска. За лид принято действие «оставить заявку на консультацию через Telegram-бота» (для студии растяжки) и «скачать чеклист ПП-рецептов с промокодом» (для Green Kitchen). Формула для экспериментального периода: $CPL = (\text{прямые расходы на приз} + \text{Затраты на дизайн и модерацию}) / (\text{Сумма лидов с двух аккаунтов})$. Расходы на приз: 3 комплексных обеда по 35 бел. руб. + недельный абонемент на растяжку = 225 руб. Затраты на дизайн поста и модерацию (оплата SMM-менеджеру по ставке 25 руб./ч, 6 ч) = 150 руб. Итого прямые затраты эксперимента = 375 руб. (см. таблицу).

Расчеты стоимости лида

Параметр	Контрольная группа (обычный SMM-таргет, Instagram + VK)	Экспериментальная группа (кросс-маркетинг, без платного продвижения)
Бюджет, бел. руб.	2500	375 (приз + дизайн)
Количество лидов (суммарно, оба бренда), шт.	63	121
Стоимость одного лида (CPL), бел. руб.	39,68	3,10
Органический охват поста, чел.	4 100	19 300 (виральный прирост за счет репостов в Telegram-каналы партнеров)
Дополнительные подписчики на аккаунты, чел.	340	1 870

Примечание. Разработано на основании [3].

Как демонстрируют данные, разница в CPL составила 36,58 бел. руб. Ключевой фактор пользователи не воспринимали коллаборацию как рекламу, поэтому 84 % участников розыгрыша добровольно подписались на оба бренда и выполнили целевое действие без дополнительной стимуляции платным трафиком. При этом важно зафиксировать побочный эффект: в экспериментальной группе лиды показали на 27 % более высокий показатель повторной покупки в последующие 3 недели по сравнению с контрольной группой. Гипотетически это связано с тем, что кросс-маркетинговый лид обладает более высоким уровнем доверия.

Ограничением исследования является то, что формат «совместный розыгрыш» дает резкий всплеск лидов в первые 48 ч, а затем затухает. Однако для целей снижения удельной стоимости лида в краткосрочных кампаниях (например, сезонная акция «Весеннее преображение») этот инструмент признан высокоэффективным.

Для белорусского рынка актуален вариант бартерных партнерств, обмен услугами позволяет полностью исключить затраты на продвижение. В условиях жесткой экономии ресурсов такая стратегия позволяет заместить до 70 % платного трафика в социальных сетях (Instagram, Telegram и др.) за счет кросс-активностей с брендами из смежных сфер, причем фокусироваться стоит на конкретной географической локации (столица, область, областной центр и т. д.). Чтобы партнерство не обернулось просто бесполезным охватом аудитории без роста продаж, следует договоренности фиксировать в медиаплане, с четкими показателями, условиями и сроками. Сократить стоимость привлечения клиента также можно путем цифрового анализа подписчиков в Telegram-каналах с учетом региональных особенностей и их влияния на эффективность коллабораций.

Таким образом, использование кросс-маркетинга в SMM на белорусском рынке выступает мощным рычагом оптимизации бюджета. Интеграция с брендами-сателлитами минимизирует затраты на продвижение, повышает лояльность аудитории, что делает кросс-маркетинг ключевым инструментом масштабирования бизнеса в условиях жесткой экономии.

Литература

1. Цели и возможности кросс-маркетинга для интернет-магазина. – URL: <https://mokka.ru/blog/kross-marketing-dlya-internet-magazina/>. (дата обращения 01.04.2026).
2. О рекламе : Закон Респ. Беларусь от 10 марта 2007 г. № 225-З : с изм. и доп. от 10 июля 2015 г. № 285-З. – Минск, 2015. – 35 с.
3. Как цифровой кросс-маркетинг помогает сэкономить на рекламе. – URL: <https://vc.ru/flood/-39642-kak-cifrovoi-kross-marketing-pomogaet-sekonomit-na-reklame>. (дата обращения: 05.04.2026).

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ И ТРЕНДОВ РЕКЛАМЫ В МАРКЕТИНГЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е. В. Зборовская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Проанализированы современные виды новой рекламы и ключевые тренды 2025–2026 годов, включая генеративный ИИ, гиперперсонализацию, короткоформатное видео, AR-технологии и attention-экономику. Проведен сравнительный анализ рекламных стратегий трех белорусских предприятий сферы ухода за волосами – LIMBA Cosmetics, Tashe Professional и Belita-Vitex. Оценка рекламных средств выполнена по 10-балльной шкале по основным каналам продвижения. Сопоставление с зарубежными компаниями (на примере L'Oréal) выявило преимущества и отставания локальных брендов. Результаты показывают необходимость ускоренного внедрения цифровых технологий для повышения конкурентоспособности на внутреннем и региональном рынках. Объем исследования – анализ реальных практик и прогнозов экспертов.

Ключевые слова: новая реклама, тренды маркетинга в 2026 г., ИИ в рекламе, персонализация, AR-технологии, белорусские бренды косметики, сравнительный анализ, digital-стратегии.

Современный рекламный рынок переживает радикальную трансформацию под влиянием цифровизации и искусственного интеллекта. Классические метрики (показы, клики) уступают место экономике внимания, где ключевым становится удержание внимания потребителя. Основные тренды 2025–2026 гг. включают массовое использование генеративного искусственного интеллекта для создания контента, гиперперсонализацию, короткоформатное видео, сети ритейл-медиа и иммерсивные технологии (дополненная и виртуальная реальность) [1–2]. В условиях высокой конкуренции предприятия вынуждены переходить от массовой рекламы к целевой и этичной коммуникации. Особую актуальность приобретает анализ стратегий локальных производителей на примере сегмента ухода за волосами, где белорусские бренды демонстрируют высокий потенциал благодаря оптимальному соотношению цены и качества [4].

Виды новой рекламы и актуальные тренды. Новая реклама характеризуется интеграцией технологий и фокусом на пользовательском опыте. Ключевые виды:

- контент, созданный генеративным искусственным интеллектом (автоматическое создание видео, изображений, персонализированных сообщений);
- гиперперсонализированные кампании на основе данных о поведении потребителя;
- короткоформатное видео и контент с возможностью мгновенной покупки;
- иммерсивные форматы (примерка через дополненную реальность, интерактивные инсталляции);

– сети ритейл-медиа и программатик-реклама;
– этичная и ориентированная на сообщество коммуникация (искренность вместо идеальности) [2, 3].

По прогнозам экспертов в 2026 г. искусственный интеллект ускорит производство контента в разы, а внимание станет главной метрикой эффективности [1, 5].

Анализ рекламных стратегий трех белорусских предприятий. Рассмотрены три бренда: LIMBA Cosmetics (премиум-профессиональная косметика для реконструкции волос), Tashe Professional (профессиональный уход для салонов и домашнего использования) и Belita-Vitex (крупнейший производитель с широкой линейкой средств по уходу за волосами и профессиональными продуктами для салонов). Все бренды – белорусского производства (г. Минск), ориентированы на славянский тип волос и сочетают профессиональные технологии с доступной ценой [4, 6].

Произведена оценка рекламных средств по 10-балльной шкале (на основе анализа присутствия в цифровой среде, использования технологий и охвата) (см. таблицу).

Оценка рекламных средств белорусских брендов по 10-балльной шкале

Рекламное средство	LIMBA	Tashe Professional	Belita-Vitex	Средний по РБ
Социальные сети и контент-маркетинг	9	9	8	8,7
Короткоформатное видео и презентации	9	8	7	8,0
Инфлюенсер-маркетинг и блогеры	7	7	6	6,7
Персонализация и инструменты искусственного интеллекта	4	4	5	4,3
Технологии дополненной реальности	2	2	3	2,3
Программатик и целевая реклама	6	5	6	5,7
Традиционные каналы (выставки, ритейл, наружная реклама)	8	7	9	8,0

Белорусские бренды лидируют в социальных сетях и видеоконтенте, а также в традиционном ритейле и выставках. Слабые стороны – низкое использование искусственного интеллекта и дополненной реальности из-за ограниченных бюджетов [6].

Приведем сравнительный анализ с зарубежными предприятиями (на примере L'Oréal).

L'Oréal – глобальный лидер в сегменте ухода за волосами. L'Oréal как глобальный лидер рынка ухода за волосами демонстрирует передовой уровень внедрения новых рекламных технологий. Компания активно использует генеративный искусственный интеллект для создания персонализированного контента и рекомендаций (приложение Beauty Genius – 24/7 персональный ассистент красоты на базе агентного ИИ). Технологии дополненной реальности позволяют пользователям виртуально примерить более 200 оттенков краски для волос прямо в смартфоне. Кроме того, L'Oréal применяет ИИ-инструмент AI Max для оптимизации медийных кампаний и платформу CreAItech для массового генеративного создания контента [7]. В результате таких подходов компания достигает гиперперсонализации в масштабе, повышает конверсию и снижает процент возвратов товаров. По той же 10-балльной шкале L'Oréal получает оценки 9–10 баллов практически по всем каналам.

Сравнение показывает:

– преимущества белорусских брендов – высокая вовлеченность в социальных сетях, быстрая адаптация к локальным предпочтениям, выгодное соотношение цены

и качества, сильные позиции в ритейле СНГ, отличное качество продукции, которое значительно превышает L'Oréal;

– отставание – ограниченное применение искусственного интеллекта и дополненной реальности, меньший охват глобальных платформ. Белорусские предприятия успешно конкурируют на региональном уровне, но для выхода на новые рынки им требуется инвестировать в технологии искусственного интеллекта и иммерсивные форматы [4, 7].

Анализ современных видов новой рекламы и ключевых трендов 2025–2026 гг. убедительно показывает, что интеграция генеративного искусственного интеллекта, гиперперсонализации и технологий дополненной реальности становится определяющим фактором конкурентного преимущества на рынке косметики [1, 2]. Белорусские бренды LIMBA Cosmetics, Tashe Professional и Belita-Vitex демонстрируют уверенное владение доступными цифровыми каналами – особенно социальными сетями, короткоформатным видео и традиционным ритейлом. Однако по уровню внедрения сложных технологических инструментов они заметно отстают от глобальных лидеров, таких как L'Oréal [7].

Для дальнейшего устойчивого развития белорусским предприятиям рекомендуется поэтапно внедрять инструменты искусственного интеллекта для создания контента, тестировать решения дополненной реальности (виртуальную примерку и персональные рекомендации) и усиливать гиперперсонализированные кампании. Такие шаги в сочетании с уже подтвержденным высоким качеством продукции (особенно у LIMBA) позволят не только укрепить позиции на внутреннем рынке, но и существенно повысить экспортный потенциал белорусской косметики, сделав ее более конкурентоспособной на международном уровне [4, 6].

Таким образом, грамотное сочетание сильных сторон локального производства с передовыми рекламными технологиями открывает значительные перспективы для белорусских брендов в динамично развивающейся отрасли.

Литература

1. Тренды 2026: как реклама соединяет технологии, данные и человеческий опыт // РБК Компании. – 2026. – 27 марта. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/kPOu7zi5d-W/trendyi-2026-kak-reklama-soedinyayet-tehnologii-dannyie-i-chelovecheskij-opyit/> (дата обращения: 04.04.2026).
2. Тренды рекламы 2026: AI, персонализация, видео и как распределить бюджет // Qmedia. – 2026. – 27 янв. – URL: https://www.qmedia.by/blog/trendy_internet-reklamy_v_2026_godu.html (дата обращения: 04.04.2026).
3. AI в маркетинге: тренды, автоматизация, персонализация // Madgun Agency. – 2026. – 4 фев. – URL: <https://madgun.agency/blog/trendy-ai-marketinga-kak-iskusstvennyj-intellekt-v-digital-izmenjaet-pravila-igry/> (дата обращения: 04.04.2026).
4. Белорусская косметика на третьем месте в мире по популярности у россиян // ThinkTanks. – 2025. – 26 сент. – URL: <https://thinktanks.pro/publication/2025/09/-26/belorusskaya-kosmetika-na-tretem-meste-v-mire-po-populyarnosti-u-rossiyan.html> (дата обращения: 04.04.2026).
5. 7 трендов интернет-маркетинга в 2026 году // Mindbox. – 2026. – 16 янв. – URL: <https://mindbox.ru/journal/education/trendy-internet-marketinga/> (дата обращения: 04.04.2026).
6. Лучшая белорусская косметика 2025 // Onliner.by. – 2025. – 9 фев. – URL: <https://people.onliner.by/2025/02/09/top-belorusskoj-kosmetiki> (дата обращения: 04.04.2026).
7. L'Oréal Digital Marketing Strategy: How Gen AI and AR Personalize Beauty // Digital Agency Network. – 2026. – 16 фев. – URL: <https://digitalagency-net-work.com/loreal-digital-marketing-strategy/> (дата обращения: 04.04.2026).

НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА PR-КОММУНИКАЦИЙ ВУЗА

Я. Р. Карпова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Винник

Рассматриваются направления повышения качества PR-коммуникаций вуза в условиях цифровизации. Особое внимание уделено визуальному стилю, доступности информации и обратной связи с абитуриентами как ключевым факторам эффективного взаимодействия.

Ключевые слова: PR-коммуникации, вуз, абитуриенты, цифровизация, визуальный стиль, доступность, обратная связь.

В условиях стремительной цифровизации и глобальной конкуренции на рынке образовательных услуг качество PR-коммуникаций становится определяющим фактором успеха высшего учебного заведения. Современный университет перестал быть просто местом получения знаний; сегодня это сложная экосистема, которая должна эффективно транслировать свои ценности, миссию и возможности во внешнюю среду.

Основная сложность текущего момента заключается в растущем коммуникационном разрыве между академической средой и «цифровым» поколением абитуриентов (Gen Z и Gen Alpha). Ценности, способы потребления контента и критерии выбора у современных школьников радикально отличаются от тех, что были актуальны еще десятилетие назад. Для них важна не только репутация вуза, но и эстетика его подачи, удобство взаимодействия и скорость получения ответов. Бюрократизированный и сухой стиль общения, зачастую присущий государственным структурам, становится серьезным барьером, мешающим вузу привлечь талантливую молодежь.

В связи с этим возникает острая необходимость в пересмотре традиционных подходов к PR. Актуальность данного исследования обусловлена поиском новых инструментов, которые позволят вузу говорить на одном языке со своей аудиторией.

Целью данной работы является комплексный анализ направлений по повышению качества коммуникаций вуза, выявление наиболее эффективных технологических и эстетических решений, а также разработка практических рекомендаций по их внедрению в информационную политику университета.

Одним из ключевых элементов коммуникации между вузом и абитуриентом является визуальный стиль. Он должен быть единым на всех платформах: сайте, социальных сетях, рекламных макетах, виртуальном туре и чат-боте. Создание визуального образа начинается с разработки айдентики: логотипа, цветовой палитры, шрифтов и композиционных принципов. Университету необходимо стремиться к ясности, современности и визуальной целостности.

Айдентика формирует первое впечатление. Яркие акценты, чистые линии, логичные композиции и легкая воспринимаемость делают материал привлекательным. Непродуманная визуальная часть создает ощущение хаоса, что снижает уровень доверия и профессионализма. Поэтому в дизайне используются современные тренды: минимализм, строгая сетка, крупная типографика, простые геометрические формы.

Особое внимание уделяется созданию медиатеки – набора фотографий, видео, инфографики, которые будут использоваться для продвижения. Фотографии кампуса, лабораторий, мероприятий и студенческой жизни помогают абитуриентам сфор-

мировать реальное представление о вузе. Изображения должны быть профессиональными и аутентичными: постановочные фотографии уступают по эффективности живым моментам, передающим атмосферу.

Доступность информации – один из ключевых критериев качества коммуникации. Абитуриент должен без труда находить ответы на основные вопросы: какие документы нужны, какие сроки подачи, какие проходные баллы, какова стоимость обучения, есть ли льготы. Создавая сайт, необходимо предусмотреть логическую навигацию, крупные заголовки, удобные фильтры и минимизацию лишних действий.

Особое внимание следует уделить доступности для людей с нарушениями зрения. Это предполагает использование адаптивных шрифтов, контрастных цветовых схем, возможность озвучивания текста. Реализация таких инструментов повышает социальную значимость ресурса и делает его соответствующим международным стандартам.

Доступность – это не только физическая возможность прочитать информацию, но и ее понятность. Поэтому необходимо избегать перегруженных предложений, сложных терминов и официальной бюрократической стилистики. Текст должен быть дружелюбным, простым и структурированным.

Обратная связь – это важный инструмент, который позволяет вузу адаптироваться к потребностям аудитории. Формы обратной связи могут быть различными: опросы, онлайн-формы, чат-бот, комментарии в социальных сетях, отзывы на сайте. Каждая форма предоставляет разные данные, поэтому необходимо использовать комплексный подход.

Опросы помогают определить уровень удовлетворенности, выявить трудности и предпочтения абитуриентов. Чат-боты фиксируют популярные запросы, показывая, какие темы вызывают наибольшие сложности. Социальные сети отражают эмоциональную реакцию, позволяя быстро реагировать на вопросы и негативные комментарии.

Важно систематизировать данные: составлять отчеты, выделять ключевые темы, отслеживать динамику. Анализ позволяет корректировать контент, структуру сайта, работу приемной комиссии и даже образовательные программы.

Систематический мониторинг обратной связи обеспечивает стабильное улучшение коммуникации. Для этого создается график регулярного анализа: еженедельный – для социальных сетей, ежемесячный – для сайта, ежеквартальный – для больших опросов. Это позволяет реагировать оперативно и избегать накопления ошибок.

Дополнительно можно привлекать студентов-волонтеров, которые будут тестировать контент и инструменты коммуникации. Молодежная экспертиза помогает создавать материалы, которые реально понятны и привлекательны для целевой аудитории.

Развитие визуального стиля и эстетики – это не просто дань моде, а формирование фундамента доверия. Единая, современная айдентика позволяет вузу выделиться в информационном шуме и транслировать образ профессионального и прогрессивного учебного заведения. В то же время визуальный образ должен подкрепляться принципами доступности. Вузу необходимо стремиться к максимальному упрощению пути пользователя: от интуитивно понятной навигации на сайте до адаптации ресурсов для людей с ограниченными возможностями здоровья. Коммуникация должна быть инклюзивной и понятной, исключая избыточную канцелярскую лексику.

Ключевым же элементом системы непрерывного совершенствования является живая обратная связь. Переход от монолога вуза к открытому диалогу с абитуриентом через чат-боты, социальные сети и молодежную экспертизу позволяет универси-

тету оставаться гибким и актуальным. Анализ данных и привлечение студентов-волонтеров в качестве амбассадоров бренда помогают создавать контент, который вызывает эмоциональный отклик и формирует лояльное сообщество вокруг вуза.

Внедрение предложенных направлений позволит высшему учебному заведению не только повысить эффективность приемных кампаний, но и укрепить свой имидж как открытого, доступного и высокотехнологичного центра, ориентированного на потребности человека. В конечном счете качественная коммуникация превращает абитуриента из стороннего наблюдателя в активного участника жизни университета еще до момента подачи документов.

Литература

1. Котлер, Ф. Маркетинг 4.0. От традиционного к цифровому : пер. с англ. / Ф. Котлер, Х. Картаджайя, А. Сетиаван – М. : Эскмо, 2019. – 224 с.
2. Нильсен, Я. Веб-дизайн: удобство использования web-сайтов : пер. с англ. / Я. Нильсен. – М. : Вильямс, 2010. – 376 с.
3. Министерство образования Республики Беларусь. – URL: <https://edu.gov.by/> (дата обращения: 02.04.2026).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МАРКЕТИНГА В ФОРМИРОВАНИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

Д. А. Кутенко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Винник

Рассмотрены аспекты оценки эффективности экологического маркетинга в формировании потребительского поведения в Республике Беларусь. Обоснована актуальность исследования в условиях перехода к устойчивой модели развития и усиления роли экологических факторов в экономике. Особое внимание уделено анализу механизма воздействия экологического маркетинга на формирование установок и ценностей потребителей, а также проблеме разрыва между экологическими намерениями и фактическим поведением.

Ключевые слова: экологический маркетинг, потребительское поведение, устойчивое развитие, экологическое потребление, эффективность маркетинга.

Современный этап развития мировой и национальной экономики характеризуется усилением воздействия экологических факторов на хозяйственную деятельность и поведение экономических субъектов. Глобальные экологические вызовы, включая изменение климата, истощение природных ресурсов и ухудшение состояния окружающей среды, обуславливают необходимость трансформации существующих моделей производства и потребления. В этих условиях Республика Беларусь, следуя принципам устойчивого развития, ориентируется на внедрение экологически безопасных практик не только в производственной сфере, но и в системе потребления.

Особую значимость в данном контексте приобретает экологический маркетинг, который выступает в качестве инструмента, способного не только адаптировать предложение товаров и услуг к новым требованиям, но и формировать соответствующий потребительский спрос. Его роль выходит за рамки традиционных маркетинговых функций, так как он направлен на изменение ценностных ориентиров и

поведенческих моделей потребителей. Вместе с тем возникает принципиально важный научный вопрос: в какой степени экологический маркетинг действительно способен оказывать влияние на реальные поведенческие практики, а не ограничиваться формированием декларативных установок и положительного отношения к экологическим инициативам.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, в структуре потребительских предпочтений наблюдается постепенное усиление внимания к качественным характеристикам продукции, включая ее безопасность и экологичность. Однако данный тренд не сопровождается радикальной трансформацией моделей потребления. Это свидетельствует о наличии определенного противоречия между декларируемыми ценностями и фактическими действиями потребителей, что требует более глубокого теоретического осмысления [1].

В научной литературе экологический маркетинг рассматривается как интегративная концепция, объединяющая экономические и экологические цели. Его специфика заключается в двойственной направленности: с одной стороны, он ориентирован на удовлетворение потребностей потребителей, а с другой – на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Такое сочетание целей определяет сложный характер его воздействия на потребителя.

Однако важно отметить, что воздействие экологического маркетинга носит опосредованный характер. Оно реализуется через когнитивные механизмы – восприятие информации, формирование установок, а также через эмоциональные реакции, связанные с ответственным потреблением. С этой точки зрения экологический маркетинг не столько напрямую влияет на покупку, сколько формирует предпосылки для ее совершения.

Однако в условиях белорусского рынка данное воздействие сталкивается с рядом ограничений, так как потребительское поведение характеризуется выраженной рациональностью, что проявляется в приоритете ценностных и качественных критериев. Экологические характеристики товара, как правило, рассматриваются как дополнительные и приобретают значение лишь при прочих равных условиях. Подобная модель поведения обусловлена как объективными экономическими факторами, включая уровень доходов населения, так и исторически сложившимися потребительскими практиками.

Важно отметить, что наличие рациональной модели поведения не исключает формирования экологической осознанности. Напротив, современные исследования свидетельствуют о постепенном росте интереса к экологической проблематике. Однако данный интерес не всегда трансформируется в реальные поведенческие изменения. Таким образом, формируется ситуация, при которой потребитель может поддерживать идеи экологического маркетинга на уровне убеждений, но не реализовывать их в процессе принятия покупательских решений.

Данное противоречие находит отражение в феномене разрыва между установками и поведением, который является одной из ключевых проблем в исследовании экологического потребления. Этот разрыв обусловлен совокупностью факторов. С экономической точки зрения существенное значение имеет ограниченность финансовых ресурсов, которая снижает готовность потребителей приобретать более дорогие экологичные товары. С психологической точки зрения важную роль играет уровень доверия к экологическим заявлениям производителей, который в условиях переходной экономики может быть недостаточно высоким.

Дополнительным фактором выступают поведенческие привычки, обладающие высокой устойчивостью. Даже при наличии информации и положительного отноше-

ния к экологическим товарам потребители склонны придерживаться привычных моделей поведения, поскольку их изменение связано с дополнительными издержками и неопределенностью. В совокупности это приводит к тому, что экологический маркетинг, формируя установки, не всегда способен преодолеть барьеры, препятствующие их реализации.

В связи с этим особую значимость приобретает вопрос оценки эффективности экологического маркетинга. Традиционные подходы, ориентированные на такие показатели, как узнаваемость бренда и формирование положительного имиджа, оказываются недостаточными для комплексного анализа. В современных условиях эффективность следует рассматривать как многомерную категорию, включающую как когнитивные, так и поведенческие компоненты.

С теоретической точки зрения можно выделить несколько уровней проявления эффективности экологического маркетинга. Во-первых, это формирование экологической осведомленности, отражающей уровень знаний потребителей о соответствующих характеристиках продукции. Во-вторых, изменение отношения к товарам и брендам, выражающееся в повышении их привлекательности. В-третьих, формирование доверия, которое является ключевым фактором принятия решений. И, наконец, изменение поведенческих практик, включая реальные покупки.

При этом необходимо учитывать, что данные уровни не находятся в прямой линейной зависимости. Повышение осведомленности не гарантирует изменения поведения, что подтверждается результатами многочисленных эмпирических исследований. Следовательно, оценка эффективности экологического маркетинга должна учитывать не только конечные результаты, но и промежуточные эффекты, связанные с трансформацией восприятия и установок.

Дальнейший анализ позволяет сделать вывод о том, что повышение эффективности экологического маркетинга в Республике Беларусь возможно лишь при условии комплексного воздействия на потребителя. Одним из ключевых факторов является обеспечение прозрачности и достоверности информации, поскольку именно доверие определяет готовность воспринимать экологические характеристики продукции как значимые. Существенную роль играет и институциональная среда, включая развитие систем сертификации и государственного регулирования, которые способствуют снижению неопределенности.

Не менее важным является экономический аспект. Без снижения ценовых барьеров экологический маркетинг не сможет оказать значительного влияния на массовое потребление, поскольку рациональные факторы сохраняют доминирующее значение. В дополнение к этому необходимо развитие экологической грамотности населения, что позволит сформировать более устойчивые модели потребительского поведения.

В целом можно констатировать, что экологический маркетинг в Республике Беларусь представляет собой значимый, но ограниченный по своей эффективности инструмент формирования потребительского поведения. Его влияние проявляется преимущественно на уровне формирования установок, восприятия и имиджа, тогда как реальные поведенческие изменения зависят от более широкого комплекса факторов, включая экономические условия, поведенческие привычки и социальные практики.

Таким образом, экологический маркетинг следует рассматривать не как самостоятельный механизм трансформации потребления, а как элемент более широкой системы социально-экономического регулирования, направленной на достижение устойчивого развития. Это означает, что его эффективность напрямую зависит от интеграции с другими инструментами, такими как государственное законодательство, экономические стимулы, технологические инновации и общественные инициати-

вы. Сам по себе экологический маркетинг не способен кардинально изменить устоявшиеся потребительские привычки, которые часто определяются факторами цены, доступности и удобства. Кроме того, существует риск скептицизма потребителей по отношению к заявлениям об экологичности из-за явлений «гринвошинга». Поэтому, чтобы экологический маркетинг стал действенным катализатором перемен, он должен функционировать в синергии с мерами, которые создают благоприятную среду для экологически ответственного потребления и производства, такими как субсидии для «зеленых» технологий, образовательные кампании и запреты на использование вредных для окружающей среды материалов. Конечная цель всей этой комплексной системы – переход к модели развития, обеспечивающей экономическое процветание, социальную справедливость и экологическую безопасность одновременно, т. е. достижение устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

Л и т е р а т у р а

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2023 / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/publications/izdania/public_compilation/index_78550/ (дата обращения: 04.04.2026).
2. Горчаков, П. А. Экологический маркетинг / П. А. Горчаков ; науч. рук. Ю. И. Енин // Экология. Человек. Бизнес : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 нояб. 2024 г. / Белорус. гос. экон. ун-т, фак. маркетинга и логистики ; редкол. : С. Н. Лапина (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – С. 108–111.

ЭКОНОМИКА И МАРКЕТИНГ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ПРИМЕР ОАО «ГОМЕЛЬСТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

М. П. Лихторович

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель С. И. Протасеня

Исследована роль маркетинговых стратегий и отраслевой экономики в обеспечении эффективности предприятий промышленности строительных материалов. На примере ОАО «Гомельстройматериалы» проанализирована взаимосвязь между технологической модернизацией производства и ростом финансовых показателей. Особое внимание уделено экспортному потенциалу и сегментации целевой аудитории в условиях современного строительного комплекса Республики Беларусь.

Ключевые слова: строительная отрасль, маркетинг, технологическая модернизация, прибыль, рентабельность, экспорт строительных материалов.

В современной экономической системе Республики Беларусь маркетинг и отраслевая экономика находятся в состоянии тесной синергии. Актуальность данных понятий в промышленном секторе значительно возросла по сравнению с концом XX ст., что обусловлено переходом к рыночным механизмам хозяйствования. Маркетинг в сфере производства строительных материалов представляет собой не просто инструмент сбыта или рекламы, а интегрированную систему управления всеми бизнес-процессами организации. Данная система охватывает полный цикл – от научно-технических исследований и оценки сырьевой базы до автоматизированного производства, логистики и сервисного сопровождения, – преследуя стратегическую цель наиболее полного удовлетворения потребностей строительного комплекса для обеспечения рентабельности предприятия [1].

Эффективность маркетинговой стратегии в промышленности напрямую зависит от точности сегментации целевой аудитории. В строительной отрасли целевая аудитория представляет собой сложную структуру, включающую государственных заказчиков, крупные подрядные организации и розничных потребителей. Идентификация данного сегмента позволяет производителю выделить группу лиц с общими техническими требованиями и поведенческими моделями, которые с наибольшей вероятностью станут потребителями конкретных видов продукции (например, теплоизоляционных плит или стеновых блоков). Маркетинговые исследования в данной области сосредоточены на анализе дефицитных ниш и предложений конкурентов, что позволяет своевременно модернизировать производственные линии и информировать рынок о выпуске инновационных материалов. В условиях высокой конкуренции на внутреннем и внешнем рынках стратегической задачей предприятия является стимулирование спроса через оптимизацию соотношения «цена – качество – эффективность» [2].

Процесс создания востребованных строительных материалов базируется на анализе рыночной конъюнктуры и запросов проектных институтов. Для обеспечения устойчивых продаж необходима презентация физико-механических свойств продукции, позволяющая потребителю убедиться в ее эксплуатационных преимуществах перед аналогами. Успех реализации продукции в промышленном секторе во многом определяется качеством подтверждения технических характеристик товара. Продукция должна соответствовать актуальным требованиям энергоэффективности и экологической безопасности, поскольку динамичное развитие строительных технологий диктует новые стандарты; в противном случае предприятие рискует утратить конкурентоспособность и рыночное лидерство в пользу более инновационных производителей [3].

Строительный комплекс Республики Беларусь является фундаментом национальной экономики и включает более 10 тыс. организаций различных форм собственности. В отрасли задействовано более 189 тыс. сотрудников. Результатом их деятельности стали знаковые объекты: Национальная библиотека, Белорусская АЭС, Дворец Независимости и современная спортивная инфраструктура. Ключевым внешнеторговым партнером в сфере строительных услуг и материалов остается Российская Федерация. Согласно данным Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, по итогам 2025 г. отрасль достигла значимых макроэкономических показателей: доля строительства в ВВП составила 6,6 %, а экспортный потенциал достиг \$ 2,4 млрд. Важным социальным достижением стало обеспечение доступности жилья: стоимость квадратного метра в домах с господдержкой на 20 % ниже среднереспубликанского уровня заработной платы [4].

Одним из ведущих субъектов отрасли является ОАО «Гомельстройматериалы». Предприятие специализируется на выпуске минераловатных плит (доля на рынке Республики Беларусь – 73,8 %), изделий из ячеистого бетона (17,1 %), а также кирпича и силикатного камня. Свыше 30 % производимой продукции (около 60 тыс. т ежегодно) поставляется на экспорт.

В 2024 г. объем зарубежных поставок ОАО «Гомельстройматериалы» составил \$ 7,2 млн. Предприятие активно сотрудничает с крупнейшими государственными и коммерческими строительными компаниями Беларуси, обеспечивая материалами знаковые строительные объекты. Партнерами выступают застройщики жилых комплексов, включая проекты типа «Minsk World». Оптимизация логистических цепочек, реализация маркетинговой стратегии и диверсификация рынков сбыта позволили не только сохранить стабильность экспортных потоков, но и обеспечить рост

совокупного объема внешних поставок. Несмотря на наличие устойчивого спроса со стороны государств дальнего зарубежья (в частности, Болгарии, Молдовы и Армении), существенное влияние на конечную стоимость продукции оказывает географическая удаленность, увеличивающая удельные транспортные издержки. Вследствие этого ключевыми векторами реализации остаются рынки Минска и Москвы, характеризующиеся наиболее благоприятными логистическими условиями. Подтверждением успешной адаптации к рыночной конъюнктуре служит динамика биржевой торговли: предприятия Гомельской области увеличили объем реализации продукции собственного производства на рынок Российской Федерации в 7 раз – с \$ 45,8 млн в январе–мае 2024 г. до \$ 76,5 млн за аналогичный период 2025 г. [5].

Прибыль – это положительная разница между доходами (выручкой) от продажи товаров/услуг и всеми затратами на их производство и реализацию (прибыль = выручка – расходы – НДС). Чистая прибыль – это итоговый остаток средств для производства после вычета абсолютно всех расходов, включая налоги, проценты по кредитам (чистая прибыль = выручка – себестоимость – операционные расходы – налоги – проценты по кредитам). Это реальный доход собственника, который можно направить на дивиденды или развитие. За 2021 г. ОАО «Гомельстройматериалы» получила 4491 тыс. руб. чистой прибыли. За 2022 г. прибыль выросла в два раза – до 8310 тыс. руб., что свидетельствует о темпах роста продаж. В 2022 г. выполнена модернизация автоклавов и линий производства, был приобретен новый автоматический пресс на 150 т., что улучшало производительность труда, скорость производства и качество продукции. За 2023 г. чистая прибыль возросла до 12860 тыс. руб., увеличив прибыль на 4500 тыс. руб. По итогам работы за январь–декабрь 2024 г. ОАО «Гомельстройматериалы» выполнила показатели социально-экономического развития: рентабельность продаж составила 8,8 % при доведенном задании в 3,5 %; чистая прибыль составила 10691 тыс. руб. при заданном значении в 1003 тыс. руб.; выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг на одного среднесписочного работника составила 221648 тыс. руб., при заданном значении в 194 тыс. руб. (темп роста к 2023 г. – 114,4 %); инвестиции в основной капитал составили 12599 тыс. руб. при задании в 6525 тыс. руб. (темп роста к 2023 г. в действующих ценах – 224,7 %, в сопоставимых ценах – 194,0 %). Удельный вес затрат на приобретение машин, оборудования и транспортных средств составил 74,7 %. Средняя выручка на одного работника выросла до 110 тыс. руб. Также на предприятии в настоящее время работает более 800 сотрудников. Доля предприятия в строительной отрасли Республики Беларусь по видам выпускаемой продукции составляет: минераловатных плит – 73,8 %, камня и кирпича силикатного – 11,2 %, блоков из ячеистого бетона – 17,1 %, камня и кирпича керамического – 6,4 % [6].

Таким образом, успешное функционирование предприятий строительной сферы в Республике Беларусь обеспечивается синергией маркетинга и технологического обновления. На примере ОАО «Гомельстройматериалы» показано, что фокус на инновациях и глубокая сегментация рынка позволяют не только выполнять плановые показатели, но и повышать финансовый результат. Для дальнейшего развития предприятиям отрасли необходимо сосредоточить усилия на технологическом обновлении, расширении присутствия на рынках СНГ и цифровизации маркетинговых стратегий.

Л и т е р а т у р а

1. Котлер, Ф. Основы маркетинга. Краткий курс / Ф. Котлер. – М. : Вильямс, 2007. – 647 с.
2. Дорожкина, Н. А. Целевая аудитория: найти и завоевать / Н. А. Дорожкина. – М. : Аверсэв, 2024. – 53 с.

3. Электронная библиотека студента / Библиофонд. – М., 2003–2025. – URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=904994#text> (дата обращения 03.03.2026).
4. Президент Республики Беларусь/Строительство / Пресс-служба Президента Респ. Беларусь. – 2026. – URL: <https://president.gov.by/ru/belarus/economics/osnovnye-otrasli/stroitelstvo> (дата обращения: 13.03.2026).
5. Драйвер роста экономики. Как сработала строительная отрасль в 2025 году / БЕЛТА. – Минск, 1999–2026. – URL: <https://belta.by/economics/view/drajver-rosta-ekonomiki-kak-srabotala-stroitelnaja-otrasl-v-2025-godu-763778-2026/> (дата обращения: 10.02.2026).
6. К Национальному стандарту бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» : [подписан в Гомел. обл., г. Гомель, ул. Могилевская, 14 ; 19.02.2025]. – URL: <https://oaogsm.by/godovoj-otchyot-emitenta-2024-god/> (дата обращения: 17.03.2026).

ПРОДВИЖЕНИЕ INSTAGRAM-АККАУНТА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРЕЗ SMM-СПЕЦИАЛИСТА

К. В. Лукьянович

Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Обоснована необходимость привлечения SMM-дизайнера для развития Instagram-аккаунта предприятия «Мозырские молочные продукты». Рассмотрены современные тенденции цифровизации бизнеса и возрастающая роль социальных сетей как ключевого канала коммуникации с потребителем.

Ключевые слова: SMM-специалист, Instagram, визуальный контент, вовлеченность аудитории, узнаваемость бренда, Stories.

С каждым годом число людей, которые пользуются Интернетом, растет. Увеличивается число пользователей в социальных сетях. Многие предприятия, осознавая этот факт, начинают активно публиковать информацию о новой линейке продуктов, делать интересную рекламу, коллаборации с блогерами, чтобы привлечь и заинтересовать потребителя. Однако предприятие «Мозырские молочные продукты» не имеет возможности публиковать и создавать красивые публикации из-за отсутствия должной квалификации.

Основной целью данной статьи является обоснование необходимости введения в штат предприятия «Мозырские молочные продукты» должности SMM-специалиста, а также показать, как профессиональное ведение социальных сетей и создание качественного визуального контента могут решить текущие проблемы компании в области цифрового маркетинга [1].

Сегодня быть в социальных сетях – это уже не просто опция, а необходимость. Для бизнеса это мощный инструмент, который позволяет напрямую общаться с клиентами, укреплять бренд и даже совершать продажи. Продукция предприятия «Мозырские молочные продукты» – это то, что люди покупают каждый день, то, что с детства знакомо многим и вызывает теплые, ностальгические эмоции. Именно поэтому Instagram для предприятия является идеальной площадкой для развития: здесь можно не просто продавать, а выстраивать долгосрочные отношения с потребителем, делиться историей бренда, показывать то, что скрыто от глаз обычного покупателя, – производственные процессы, заботу о качестве, людей, которые стоят за каждым продуктом. Но чтобы по-настоящему использовать эти возможности, недостаточно время от времени выкладывать случайные фотографии, сделанные на телефон. Нужен продуманный стратегический план, а главное – качественный

и привлекательный визуальный контент, который будет его основой и станет тем самым «лицом» бренда в цифровом пространстве. Именно поэтому предприятию так нужен свой SMM-дизайнер – специалист, который займется этим профессионально, системно и с пониманием специфики молочной отрасли [2].

Первое и самое заметное изменение, которое произойдет с приходом такого специалиста, коснется визуального оформления аккаунта. Вместо разрозненных фотографий разного качества, которые зачастую не передают всей полноты вкуса и свежести продукции, появится единая стилистика, выверенная до мельчайших деталей. SMM-дизайнер подберет гармоничную цветовую палитру – например, свежие, молочные, натуральные тона, ассоциирующиеся с чистотой, природой и домашним уютом. Он разработает фирменные шрифты, которые будут использоваться во всех публикациях, создаст узнаваемые шаблоны для постов и Stories. Все это в совокупности создаст ощущение профессионализма, порядка и уверенности. Пользователь, пролистывая ленту, будет безошибочно узнавать пост от «Мозырских молочных продуктов», даже не видя названия аккаунта, – настолько сильным станет визуальный образ бренда. Такая узнаваемость – первый шаг к формированию лояльности и доверия.

Отдельного внимания заслуживает работа со Stories – форматом, который сегодня является главным инструментом для ежедневного живого общения с аудиторией. Именно в Stories пользователи ждут не отретушированной картинке, а искренности, актуальности и интерактива. SMM-дизайнер создаст целый набор шаблонов для разных целей: анонсы новых продуктов, опросы о вкусовых предпочтениях, викторины на знание бренда, рецепты с использованием продукции, забавные гифки и анимации, которые добавляют легкости и современности. Это позволит полностью избавиться от однообразия и хаотичности в публикациях. Каждый день подписчики будут видеть разнообразный, продуманный контент, который побуждает к действию. Интерактивные функции – опросы, слайдеры, вопросы – перестанут использоваться от случая к случаю и превратятся в системный инструмент сбора обратной связи, изучения потребностей аудитории и даже генерации идей для новых продуктов. Такой подход не просто повышает вовлеченность, но и дает предприятию ценную информацию о том, что на самом деле хочет потребитель.

Красивый, профессиональный и разнообразный контент принципиально по-другому воспринимается аудиторией. Его не просто бегло пролистывают в ленте, а останавливаются, чтобы внимательно рассмотреть, вчитаться, получить эстетическое удовольствие. Эмпирически доказано, что эстетически приятные посты получают значительно больше лайков, комментариев и сохранений. Полезные и красиво оформленные рецепты пользователи сохраняют в свои закладки, чтобы вернуться к ним позже, а это для алгоритмов Instagram – мощный сигнал о ценности контента. Интерактивные и веселые сторис провоцируют больше взаимодействий: люди охотнее участвуют в опросах, отвечают на вопросы, делятся своими мнениями. Алгоритм Instagram, который построен на анализе пользовательского поведения, мгновенно замечает этот рост вовлеченности. Чем больше лайков, комментариев, просмотров Stories и сохранений, тем выше алгоритм оценивает качество контента. В результате он начинает показывать посты аккаунта большему количеству людей – как существующим подписчикам в их ленте, так и новым пользователям, которые пока не подписаны на бренд. Таким образом, профессиональный подход к дизайну и контенту запускает естественный механизм органического продвижения без дополнительных вложений в рекламу [3].

Когда контент становится по-настоящему качественным, у него появляется еще одно важнейшее свойство – им начинают делиться. Люди устроены так, что им нра-

вится открывать что-то ценное и рекомендовать это своим близким. Пользователь с гораздо большей вероятностью сохранит и перешлет другу или родственнику красивый, аппетитный рецепт сырников от «Мозырских молочных продуктов», чем просто невзрачную фотографию пачки творога. Визуально привлекательный контент становится носителем эмоций, и именно эмоции побуждают к действию. Этот «сарафанный эффект», усиленный цифровыми возможностями, превращается в мощнейший источник органического – т. е. бесплатного – прироста подписчиков. Каждый репост, каждый сохраненный рецепт или отправленная Stories работает как личная рекомендация, а такая рекомендация ценится потребителем гораздо выше любой прямой рекламы. В долгосрочной перспективе это формирует вокруг бренда сообщество лояльных потребителей, которые не просто покупают продукцию, но и становятся ее неформальными амбассадорами, распространяя информацию о качестве и вкусе «Мозырских молочных продуктов» в своих кругах общения.

Присутствие SMM-дизайнера в команде «Мозырских молочных продуктов» – это не просто создание красивой картинки ради эстетики. Это стратегическое решение, которое переводит взаимодействие бренда с потребителем на совершенно новый уровень. Профессиональный подход к визуальному контенту позволяет выстроить системную работу, где каждый пост, каждая Stories и каждое интерактивное взаимодействие работают на достижение конкретных бизнес-целей: повышение узнаваемости, рост лояльности, увеличение спроса и, в перспективе, расширение доли рынка. Когда у бренда появляется свой SMM-дизайнер, он получает не просто исполнителя, а полноценного партнера, который погружен в специфику продукта, понимает ценности компании и умеет транслировать их через визуальный язык, понятный современному потребителю. Такой специалист становится связующим звеном между производством и конечным покупателем, переводя технические характеристики и производственные достижения на язык эмоций, образов и простых человеческих историй [4].

Инвестиции в качественный SMM и дизайн сегодня окупаются многократно. В отличие от классической рекламы, которая действует точно и ограничена во времени, профессионально выстроенный аккаунт работает на бренд 24 ч 7 дней в неделю. Он становится витриной, которая всегда открыта, и местом встречи с клиентом, которое не требует дополнительных затрат на аренду или персонал. Красиво оформленный профиль, насыщенный полезным и интересным контентом, продолжает привлекать внимание, вызывать доверие и стимулировать продажи даже тогда, когда бюджет на продвижение временно сокращен. Для «Мозырских молочных продуктов» это означает не просто присутствие в Instagram, а наличие долгосрочного цифрового актива, ценность которого будет только расти со временем. Более того, качественный контент остается в профиле навсегда, продолжая работать на бренд спустя месяцы и даже годы после публикации, в отличие от разовой рекламной кампании, эффект от которой быстро угасает.

В современном динамичном мире тренды в питании, потребительские привычки и даже сезонные запросы меняются стремительно. Наличие SMM-дизайнера позволяет «Мозырским молочным продуктам» быть гибкими и быстро адаптироваться к этим изменениям. Например, если в обществе возникает повышенный интерес к безлактозной продукции или к рецептам для здорового питания, специалист может в кратчайшие сроки разработать серию публикаций, которая отразит этот запрос и покажет, что бренд идет в ногу со временем. Такая оперативность дает серьезное конкурентное преимущество перед теми производителями, которые реагируют на изменения с большим опозданием или вовсе остаются в стороне от актуальных повесток.

Литература

1. Обязанности SMM-специалиста в Instagram. – Гомель, 2026. – URL: <https://smmbox.-com/blog/> (дата обращения: 03.04.2026).
2. Чем занимается SMM-специалист?. – Гомель, 2026. – URL: <https://www.vitbichi.by/> (дата обращения: 03.04.2026).
3. Продвижение в Instagram. – Гомель, 2026. – URL: <https://livedune.com/> (дата обращения: 03.04.2026).
4. SMM продвижение. – Гомель, 2026. – URL: <https://medianation.ru/> (дата обращения: 03.04.2026).

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. В. Пугачева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. В. Лапицкая

В условиях современной экономики, характеризующейся глобальной нестабильностью, учащением кризисных явлений, вопросы обеспечения финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия приобретают первостепенное значение. Традиционно анализ платежеспособности основывался на оценке финансовых коэффициентов, однако изменения внешней среды и усиление роли нематериальных факторов требуют расширения исследовательского инструментария. Все большее признание получает точка зрения, согласно которой финансовая результативность предприятия не может рассматриваться в отрыве от его социального контекста.

Ключевые слова: платежеспособность, предприятие, социальные факторы, управление, внешняя и внутренняя среда.

Особую актуальность влияния социальных факторов на платежеспособность предприятия приобрела в свете растущего внимания к концепции устойчивого развития и корпоративной социальной ответственности. Инвесторы и кредиторы все чаще учитывают не только финансовые показатели, но и социальные характеристики деятельности предприятия при принятии экономического решения. В этих условиях понимание механизмов влияния социальных факторов на платежеспособность становится необходимым условием для разработки эффективных стратегий управления предприятием и минимизацией рисков его несостоятельности.

Целью статьи является изучение влияния социальных факторов на платежеспособность предприятия. Объектом исследования выступает финансово-хозяйственная деятельность предприятия в контексте его взаимодействия с социальной средой. Предметом исследования является совокупность теоретических вопросов, связанных с оценкой влияния социальных факторов на платежеспособность предприятия.

В контексте деятельности предприятия социальные факторы – это элементы внешней и внутренней среды, связанные с обществом, персоналом и социальными отношениями, которые оказывают влияние на финансово-хозяйственную деятельность организации.

На основе анализа научной литературы, социальные факторы можно разделить на следующие группы:

– внутренние социальные факторы (управляемые предприятием): кадровый состав и его квалификация, социально-психологический климат в коллективе, система мотивации и оплаты труда и т. д.;

– внешние социальные факторы (неуправляемые или частично управляемые предприятием): социальные условия в регионе присутствия, уровень и качество жизни населения, поведение и предпочтение потребителей, репутация компании в обществе и т. д. [2].

Влияние социальных факторов на платежеспособность предприятия может быть прямым и косвенным. Прямое влияние может оказывать фонд оплаты труда и социальные выплаты непосредственно на денежные потоки, также прямо оказывают влияние штрафы и санкции за нарушение трудового законодательства, норм безопасности, прав работников.

Косвенное влияние оказывают следующие факторы, отраженные в таблице.

Как видно из таблицы, косвенное влияние социальных факторов на платежеспособность предприятия значительно. На практике существуют примеры влияния социальных факторов на деятельность предприятия.

Таблица 1

Социальные факторы косвенного влияния на платежеспособность предприятия

Канал влияния	Механизм воздействия	Влияние на платежеспособность
Производительность труда	Благоприятный социально-психологический климат, мотивация, лояльность персонала повышают эффективность работы	Повышение денежного потока за счет роста выручки и прибыли
Текучесть кадров	Высокая текучесть увеличивает затраты на подбор и обучение персонала	Снижение чистой прибыли из-за роста расходов
Репутационный капитал	Позитивная репутация социально ответственной компании привлекает клиентов и партнеров	Рост продажи и лояльности
Доступ к финансированию	Социальная ответственность может улучшить условия кредитования и привлечения инвестиций	Снижение стоимости заемного капитала
Общественное доверие	Высокий уровень доверия в обществе влияет на финансовую политику и доступность заемного финансирования	Более гибкая финансовая политика, доступ к кредитам

Источник: [1], [3].

В 2024 г. было проведено исследование связи социальной ответственности и риска дефолта. Китайские исследователи провели комплексный эмпирический анализ 4988 публичных компаний в 2011–2020 гг. и обнаружили нелинейную зависимость между корпоративной социальной ответственностью и риском дефолта. На начальном этапе увеличение активности в сфере корпоративной социальной ответственности может приводить к росту риска дефолта из-за отвлечения ресурсов. По-

сле достижения определенного порога дальнейшее повышение уровня корпоративной социальной ответственности начинает снижать риск дефолта. Для наглядного примера на рис. 1 представлена диаграмма нелинейной связи.

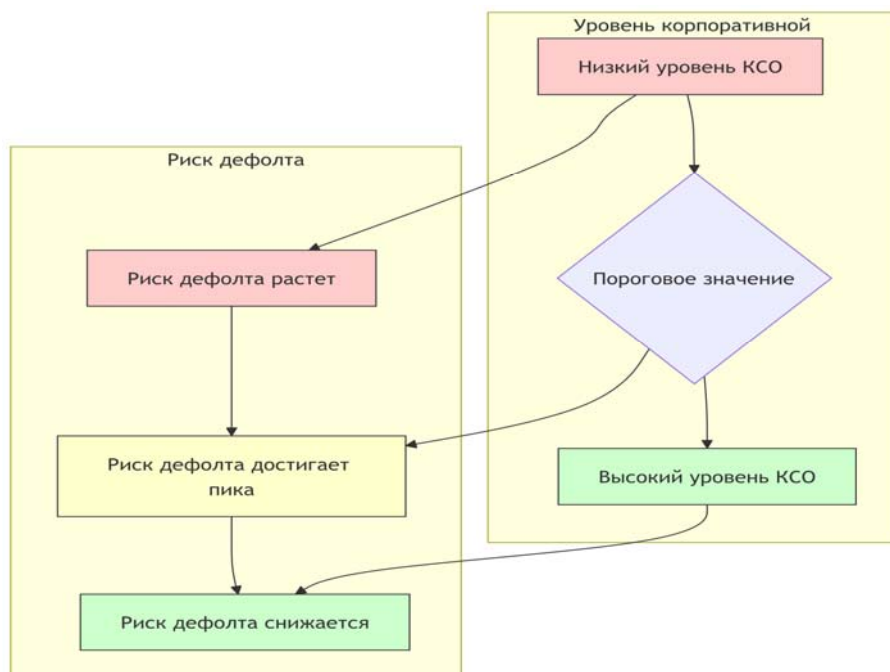


Рис. 1. Связь корпоративной социальной ответственности и риска дефолта

Другое исследование на данных китайской программы «Адресной помощи бедным» показало, что компании, участвующие в социально значимых государственных программах, демонстрируют более низкий риск дефолта. Эффект сильнее выражен у компаний с высоким вниманием СМИ, рыночных аналитиков и сильным корпоративным управлением [4].

Менеджерам важно понимать, что социальные инвестиции требуют времени для окупаемости.

Еще одно исследование итальянских малых и средних предприятий показало, что близость к стейкхолдерам является критически важным активом в кризисных ситуациях. Компании, инвестировавшие в отношения с заинтересованными сторонами, с большей вероятностью успешно проходят реструктуризацию долгов и избегают банкротства.

На основе анализа можно сформулировать следующий вывод: необходимо рассматривать социальные инвестиции не как благотворительность, а как долгосрочные вложения в снижение рисков и повышение репутационного капитала.

Влияние социальные факторы на платежеспособность предприятия – сложный и многоаспектный процесс. Современные исследования подтверждают, что социальная ответственность, доверие и отношения со стейкхолдерами играют значимую роль в финансовом здоровье предприятия. Хотя на начальном этапе социальные инвестиции могут создавать дополнительную нагрузку. Таким образом, учет и грамотное управление социальными факторами становится не просто этическим выбором, а необходимым элементом современной стратегии обеспечения платежеспособности и конкурентоспособности предприятия.

Литература

1. Методические особенности оценки платежеспособности и ликвидности предприятия. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-osobennosti-otsenki-likvidnosti-i-platezh-esposobnosti-predpriyatiya>. (дата обращения: 15.03.2026).
2. Пономаренко, М. А. Классификация факторов, влияющих на финансовое состояние предприятия / М. А. Пономаренко // Инновационная экономика : материалы I Междунар. науч. конф., Казань, окт. 2014 г. – Казань, 2014. – С. 169–172.
3. Gama, P.M. Does societal trust matter for the conservative financing policy puzzle? European SMEs evidence / P. M. Gama, E. F. Vieira // Managerial Finance. – 2024. – P. 187–189.
4. Wang, Z. Sociopolitical activity and corporate default risk: Evidence from the targeted poverty alleviation program in China / Z. Wang, , W. Zhang, X. Zhang // International Review of Financial Analysis. – 2024. – P. 103.

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И НАПРАВЛЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГЕ

А. С. Редюк

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Республике Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Проведен сравнительный анализ инструментов интернет-маркетинга трех белорусских кондитерских фабрик: «Спартак», «Коммунарка» и «Слодыч». Рассмотрены теоретические основы интернет-маркетинга, его ключевые инструменты и направления – performance-маркетинг, работа с целевой аудиторией, контент-стратегия, присутствие на маркетплейсах и использование новых технологий. На основе авторской методики выполнена оценка каждого бренда по 10-балльной шкале по пяти показателям: присутствие на маркетплейсах, качество ведения соцсетей, официальный сайт, контент-стратегия, использование новых инструментов. Сформулированы практические рекомендации по развитию интернет-маркетинга, включая внедрение AI-чатботов, усиление вертикального видео (TikTok, Reels) и развитие ивент-маркетинга.

Ключевые слова: интернет-маркетинг, performance-маркетинг, целевая аудитория, маркетплейсы, социальные сети, контент-стратегия, SMM, TikTok, Instagram, AI-чатботы, вертикальное видео, ивент-маркетинг, брендинг.

Интернет-маркетинг – это набор инструментов и стратегий для повышения привлекательности товаров и услуг в цифровой среде, продвижения и роста продаж, особенно востребованный в IT и финансовых технологиях. Современные инструменты интернет-маркетинга решают задачи улучшения позиций сайта в поиске, роста трафика и клиентской базы, анализа рынка и спроса, а также оценки потенциала онлайн-среды. Они помогают разрабатывать визуальную концепцию и контент сайта, создавать рекламу и размещать ее через подходящие каналы. Интернет-маркетинг работает на внешние задачи (формирование имиджа продукта) и внутреннее (оптимизация контента, дизайн, скорость загрузки, адаптивность под устройства) [1]. Ключевые отличия от традиционного маркетинга: интерактивность для прямого взаимодействия с пользователями, таргетинг для точного нацеливания на аудиторию и веб-аналитика для оценки эффективности.

Направления использования инструментов интернет-маркетинга. Основная цель интернет-маркетинга – максимизация дохода. Меры, способствующие этому, делятся на два больших направления, и только интеграция обоих подходов обеспечивает достижение лидерских позиций в выбранной нише на рынке.

Performance-маркетинг. Сосредоточен на прямых продажах – именно ради этого бизнес и использует лучшие инструменты интернет-маркетинга. Основные функции включают генерацию видов, оптимизацию продаж и рост среднего чека.

Одним из самых важных шагов в интернет-маркетинге является точное определение целевой аудитории. Зная, кому нужен ваш продукт, легче подобрать эффективные маркетинговые инструменты для масштабирования клиентской базы.

К числу бизнес-задач, решаемых в рамках *performance-маркетинга*, относятся следующие направления [5].

- *Взаимодействие с продуктом.* Иногда бизнесу приходится вводить на рынок новые продукты, менять дизайн и имидж старых, а также расширять точки продаж. Маркетолог проводит анализ рынка и сегментирует аудиторию, на основе чего формируются стратегия и план запуска нового продукта.

- *Рост объемов продаж.* В ряде случаев требуется оптимизация среднего чека и увеличение объема или рыночной доли выбранного товара в ассортименте. Маркетолог должен подобрать подходящие каналы рекламы и подготовить сценарии для ответов на возможные возражения покупателей.

- *Бренд-маркетинг* отвечает за репутацию компании, помогает увеличить доходы и занять прочное место на рынке. Его задачи: рост узнаваемости бренда через корпоративный имидж (дизайн, одежда сотрудников, сценарии общения, участие в событиях, встречи с экспертами), а также контроль и поддержка имиджа в интернете. Важно вызывать доверие, обеспечивать удобную связь с командой и быстро решать вопросы. Репутация в сети уязвима: отрицательные отзывы появляются чаще позитивных, поэтому нужно мониторить комментарии, оперативно реагировать, решать проблемы и стимулировать клиентов оставлять обратную связь.

- *Контент-маркетинг.* Данный инструмент способствует продвижению и привлечению целевой аудитории за счет создания полезного и релевантного контента. Стратегия предполагает уклонение от конкуренции в сегментах с устоявшимся спросом, где покупатели ориентируются преимущественно на цену (им нужно просто узнать, кто продает этот продукт дешевле).

Главная идея заключается в том, чтобы начать взаимодействие с клиентом на этапе формирования его потребности и сопровождать этот процесс.

Максимальный профессионализм проявляется в умении установить контакт еще до того, как потребность появилась, находясь на ранних стадиях принятия решения. Такой подход значительно экономичнее и результативнее прямых продаж, которыми перегружено множество компаний и поставщиков.

Допустим, фирма предлагает газовые котлы для частных домов. Нужно помогать людям, когда они только выбирают фундамент. Потом давать дельные рекомендации по строительству и постепенно подводить к подбору системы отопления. В итоге логично будет предложить газовый котел. Покупатель, скорее всего, будет уже настолько лоялен, что вопрос о том, у кого покупать, у него даже не возникнет.

- *Сайт.* Собственники бизнеса, стремящиеся развивать свое дело, интересуются вопросом: «Какие инструменты нужны для интернет-маркетинга?». Веб-сайт – наиболее востребованный инструмент, предоставляющий владельцу неограниченные рекламные возможности. Специалисты утверждают, что бизнес, функционирующий исключительно в офлайн-формате, рискует столкнуться с убытками.

Для уверенного выхода на рынок и закрепления позиции в своей нише необходимо максимально ответственно подойти к разработке, наполнению и эффективному использованию корпоративного ресурса.

Единственным значимым недостатком данного инструмента являются высокие расходы, связанные с разработкой и последующим обслуживанием сайта.

Приведем анализ интернет-маркетинга на примере трех белорусских брендах. Рассмотрены три белорусских производителя: кондитерская фабрика «Спартак», кондитерская фабрика «Коммунарка», кондитерская фабрика «Слодыч». Оценка интерне-маркетинга по 10-балльной шкале дана в таблице.

Оценка интерне-маркетинга предприятий по 10-балльной шкале

Показатель	СП ОАО «Спартак»	СОО «Коммунарка»	ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч»
Присутствие на маркетплейсах	8	9	8
Качество ведение соцсетей	6,5	6	10
Официальный сайт	8	9	7
Контент стратегия	7	8	9
Использование новых инструментов	6,5	7,5	8

Представим общие наблюдения по анализу. Все три фабрики активно используют Instagram для акций, скидок и визуального показа продукции. ОАО «Слодыч» выглядит наиболее адаптированным к новым трендам: они проводили комплексные кампании по выводу продуктов, имеют вирусный потенциал в TikTok и фокусируются на расширении аудитории, что привлекает более молодую аудиторию. Также у них – фокус на печенье и мучных изделиях, экскурсии на производство, материалы для партнеров [4]. Можно отметить креативность, работу с новой аудиторией, фокус на доступность («по вкусу и по карману»).

Предприятия «Коммунарка» и «Спартак» – сильнее в эмоциональном брендинге («вкус детства», патриотизм, натуральность) и опираются на большую фирменную розницу [2]. Их целевая аудитория больше поддерживает оффлайн-покупки. Ни одна из компаний пока не демонстрирует глубокого внедрения полноценных AI-чатботов. Реклама здесь в основном контекстная к тому же органический контент. Социальная коммерция используется частично (прямые ссылки на покупки).

СОО «Коммунарка» грамотно выстраивает контент вокруг ценностей: натуральность, качество, традиции. Публикуются статьи о производстве, интервью с технологами, сезонные коллекции [3]. Используется эмоциональный брендинг («вкус детства», патриотизм). Однако контенту не хватает легкости, юмора и виральности, которые есть у ОАО «Слодыч».

Сайт СП ОАО «Спартак» выполнен на платформе 1С-Битрикс, работает стабильно, есть интернет-магазин с возможностью заказа. Навигация – понятная, сайт адаптирован под мобильные устройства. Однако по сравнению с сайтом ОАО «Коммунарка» здесь меньше интеграций: нет Telegram-бота с играми, нет ИИ-подбора товаров, нет единой карты лояльности с офлайн-магазинами.

Представим некоторые рекомендации по развитию. Внедрить ИИ – генерировать персонализированные рецепты («что приготовить с печеньем Слодыч»), изображения продуктов в разных сценариях, автоматизировать ответы в мессенджерах. Усилить вертикальное видео – короткие Reels/TikTok. С рецептами, юмором (особенно выгодно для ОАО «Слодыч»). Также можно развивать инвент-маркетинг, проводить различные мероприятия, что позволит повысить узнаваемость бренда.

В работе был проведен анализ интернет-маркетинга трех белорусских кондитерских фабрик: «Спартак», «Коммунарка» и «Слодыч». Оценка проводилась по пяти показателям: присутствие на маркетплейсах, ведение соцсетей, качество сайта, контент-стратегия и использование новых инструментов. Лучшие результаты показало ОАО «Слодыч», который активно использует TikTok, быстро реагирует на тренды и привлекает молодую аудиторию. Предприятия «Коммунарка» и «Спартак» делают упор на традиции, эмоциональный брендинг и розничную торговлю, их интернет-маркетинг более консервативен.

Укажем общие недостатки всех трех брендов: отсутствие AI-чатботов, слабое использование социальной коммерции и мало коротких вертикальных видео (кроме ОАО «Слодыч»). Рекомендовано внедрять ИИ, активнее снимать Reels и TikTok, а также развивать ивент-маркетинг.

Л и т е р а т у р а

1. Чарльзуорт, А. Интернет-маркетинг: стратегия и практика / А. Чарльзуорт. – М. : Эксмо, 2019. – 368 с.
2. Официальный сайт ОАО «Кондитерская фабрика «Спартак». – URL: <https://spartak.by> (дата обращения: 02.04.2026).
3. Официальный сайт ОАО «Коммунарка». – URL: <https://kommunarka.by> (дата обращения: 02.04.2026).
4. Официальный сайт ОАО «Бабушкина крынка» (бренд «Слодыч») – URL: <https://babushkinakrynka.by> (дата обращения: 02.04.2026).
5. Федоров, В. А. SMM: продвижение в социальных сетях / В. А. Федоров. – М. : Лаб. знаний, 2020. – 192 с.
6. Котлер, Ф. Основы маркетинга : учебник / Ф. Котлер, Г. Армстронг, Д. Сондерс. – М. : Вильямс, 2020. – 752 с.

РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МАРКЕТИНГА: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РЫНКА БЕЛАРУСИ

К. А. Русакова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. О. Шкабарина

Проанализирована роль современных информационных систем (ИС) в цифровой трансформации маркетинга на примере белорусского рынка. Исследование охватывает эволюцию маркетинговых ИС (МИС) от автоматизации к стратегическому активу с использованием CRM, Big Data и ИИ. Особое внимание уделено локальным трендам: росту интернет-аудитории до 91,5 %, внедрению agentics AI и барьерам (финансы, кадры). Предложены рекомендации – локализованные платформы, акселераторы ПВТ и обновление образования.

Ключевые слова: цифровая трансформация, маркетинговые ИС, ИИ в маркетинге, Big Data, CRM-системы, Беларусь, agentics AI.

Цифровая трансформация маркетинга обретает стратегическое значение в контексте ускоренной цифровизации экономики Республики Беларусь (РБ). Согласно отчету Digital 2025, уровень проникновения интернета составил 91,5 % (8,26 млн пользователей), а доля мобильного трафика достигла 94,6 % от общего объема [1]. При этом 80 % компаний активно используют искусственный интеллект (ИИ) в соз-

дании контента и аналитике, однако полноценные CRM-системы внедрены лишь у 45 %, что свидетельствует о значительном потенциале роста. Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг. способствует формированию экосистемы данных, а Парк высоких технологий обеспечивает развитую IT-инфраструктуру. Данное исследование актуально для анализа ключевых барьеров (финансовые ограничения, кадровый дефицит, регуляторные требования) и разработки обоснованных рекомендаций.

Целью работы является анализ роли современных информационных систем (ИС) в цифровой трансформации маркетинга и определение перспектив развития для белорусского рынка. Основные задачи: изучение структуры маркетинговых информационных систем (МИС), оценка влияния CRM, Big Data и ИИ, выявление трендов 2026 г., разработка мер по внедрению технологий. В исследовании применен системный анализ научной литературы, изучение кейсов, статистический анализ данных, сравнительный анализ технологических трендов и барьеров внедрения.

Маркетинговая информационная система (МИС) представляет собой комплекс взаимосвязанных элементов, включающий персонал, оборудование, процедуры сбора и анализа данных для поддержки принятия управленческих решений в маркетинге. Как отмечает Ф. Котлер: «МИС – это постоянно действующая система взаимосвязи людей, оборудования и методических приемов, предназначенная для сбора, классификации, анализа, оценки и распространения актуальной, своевременной и точной информации» [2].

Структурно современная МИС включает четыре ключевых подсистемы (табл. 1).

Таблица 1

Структурные компоненты МИС

Подсистема	Функции	Источники данных
Внутренняя отчетность	Анализ продаж, контроль запасов, мониторинг затрат	ERP-системы, базы данных 1С
Маркетинговая разведка	Мониторинг конкурентов, отслеживание рыночных тенденций	Социальные сети, отраслевые отчеты, news API
Маркетинговые исследования	Проведение опросов, фокус-группы, A/B тестирование	Анкетирование, веб-аналитика, CRM
Аналитическая поддержка	Прогнозное моделирование, симуляции, what-if анализ	Big Data-платформы, ML-модели

За последнее десятилетие технологический стек маркетинга претерпел радикальные изменения. Если в 2010-х гг. основу составляли CRM-системы и простые инструменты аналитики, то к 2025 г. сформировался многоуровневый экосистемный подход.

Системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) эволюционировали от простых баз данных до интеллектуальных платформ. Современные решения, такие как Vitrix24, 1С и другие платформы, обеспечивают не только хранение информации, но и прогнозную аналитику. Исследование Harvard Business Review показывает, что компании, внедрившие AI-enhanced CRM, сокращают цикл продаж на 25–35 % при повышении конверсии на 18–27 % [3].

Обработка больших данных позволяет выявлять паттерны поведения потребителей, недоступные при традиционном анализе. Технологии Hadoop, Spark и облачные

ные решения Yandex Cloud и Google Cloud Platform обеспечивают обработку данных в реальном времени из разнородных источников: социальных сетей, транзакционных систем, датчиков IoT (рис. 1).



Рис. 1. Архитектура Big Data-решения для маркетинга

ИИ-технологии наиболее радикально трансформируют маркетинг. Генеративные модели (GPT-4, Midjourney) создают персонализированный контент, предиктивные алгоритмы прогнозируют LTV (Lifetime Value) клиентов, а чат-боты обеспечивают круглосуточную поддержку (табл. 2).

Таблица 2

Эффективность внедрения ИИ в маркетинговые процессы

Технология ИИ	Экономия времени	Улучшение качества
Генеративный ИИ	55 %	+ 40 % релевантности
Предиктивная аналитика	45 %	Точность – 87 %
Компьютерное зрение	60 %	Распознавание – 95 %
NLP-обработка	70 %	Снижение ошибок – 65 %

Эти технологии определяют ключевые тренды 2026 г. (табл. 3).

Таблица 3

Тренды ИС в маркетинге на 2026 г.

Тренд	Содержание	Применение
Автономный ИИ (Agentic AI)	ИИ-помощники, которые сами ставят задачи и выполняют их почти без участия человека	Система сама планирует и запускает рекламные кампании, анализирует результаты и вносит правки
Умный геотаргетинг	Точная реклама не просто по местоположению, а с учетом поведения и привычек людей в этом месте	Покупатель возле ТЦ получит не просто скидку, а персональное предложение на основе своих прошлых покупок
Работа со своими данными (First-party data)	Фокус на информации, которую клиенты добровольно отдают компании (через опросы, подписки), а не на отслеживании через cookies	Создание базы лояльных клиентов для прямого и доверительного общения, независимо от запретов на cookies
Интерфейсы нового поколения	Взаимодействие с клиентом через голос, видео, AR (дополненную реальность) и даже нейротехнологии	Примерка одежды через AR в приложении, управление голосом в умном доме с предложением товаров, сайты, адаптирующиеся под внимание пользователя

Для реализации потенциала цифровых технологий в маркетинге белорусскому рынку необходимы системные преобразования. В первую очередь, требуется модернизация образовательных программ ведущих вузов с акцентом на data science и ИИ, а также создание при Парке высоких технологий акселераторов для поддержки малых и средних предприятий в освоении новых технологий [4]. Особо востребованы локализованные CRM-системы, адаптированные под белорусскую и русскоязычную среду и специфику национального законодательства, дополненные облачными хранилищами, соответствующими международным стандартам защиты данных.

Внедрение ИС сталкивается с комплексом барьеров: высокие финансовые затраты для МСП, кадровый дефицит квалифицированных специалистов, сложность интеграции с устаревшими системами и повышенные требования Закона РБ «О защите персональных данных». Комплексный подход предполагает переход на облачные подписочные модели, корпоративные программы переподготовки кадров в партнерстве с университетами, поэтапную цифровизацию и использование сертифицированных решений с юридическим сопровождением.

Современные ИС трансформируют маркетинг из интуитивного искусства в точную data-driven науку. CRM, Big Data и ИИ эволюционируют из вспомогательных инструментов в стратегическое оружие конкурентного превосходства. На белорусском рынке компании, внедряющие эти технологии, обеспечат лидерство в среднесрочной перспективе. Как справедливо отмечал П. Друкер: «Цель маркетинга – познать клиента настолько хорошо, чтобы продукт продавался самостоятельно». Современные информационные системы делают эту парадигму практически достижимой.

Л и т е р а т у р а

1. О развитии цифровых технологий в Беларуси. – Минск, 2009–2026. – URL: <https://www.mpt.gov.by/ru/o-razvitii-cifrovyykh-tekhnologiy-v-belarusi> (дата обращения: 01.03.2026).
2. Harvard Business School Publishing. – 2000–2026. – URL: <https://store.hbr.org/product/the-impact-of-ai-on-sales-and-marketing/10540> (date of access: 06.02.2026).
3. Kepios. – 2000–2026. – URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2025-belarus> (date of access: 06.02.2026).
4. Парк высоких технологий. – Минск, 2007–2026. – URL: <https://www.park.by/press-center/publications/adoption-of-ai-technologies-in-belarusian-enterprises/> (дата обращения: 06.02.2026).

АРХИТЕКТУРА ДОВЕРИЯ В ЦИФРОВЫХ КАНАЛАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЫНКОВ: МОДЕЛЬ МНОГОФАКТОРНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ ПОСТАВЩИКА

В. А. Сидоркина

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Рассмотрен процесс формирования доверия в B2B-секторе с учетом цифрового взаимодействия. Интернет-маркетинг рассмотрен не только как коммуникационный инструмент, но и как механизм снижения транзакционных издержек. Введена «матрица цифровой верификации», которая классифицирует инструменты промышленного интернет-маркетинга по направлениям функциональной полезности и визуальной привлекательности.

Ключевые слова: промышленный маркетинг, B2B, доверие, цифровая верификация, утилитарность, аттрактивность, матрица.

В современных реалиях промышленный рынок (B2B) отличается сложностью товаров и длительным циклом принятия решений. На рынке стройматериалов это усугубляется информационной асимметрией: застройщик или проектировщик не могут полноценно оценить качество материала и надежность поставщика до заключения контракта и запуска объекта. В таком контексте сайты компании превращаются не просто в «витрину», а в институциональный инструмент верификации. Доверие здесь становится когнитивным – оно строится на интерпретации сигналов, идущих через цифровые каналы фирмы.

Для проведения исследования выделяются основные классификации оценки цифровых активов:

- Функциональная утилитарность – набор информационно-технологических свойств ресурса, обеспечивающих верификацию технических характеристик продукции (например, BIM-моделей, протоколов испытаний, динамических калькуляторов).
- Визуальная привлекательность – совокупность эстетических и технических характеристик (UI/UX, производительность, адаптивность), интерпретируемых контрагентом как маркеры рыночной состоятельности, инновационности и инвестиционной надежности компании.

Цифровая верификация – многослойное подтверждение компетенций и стабильности поставщика на основе аудита его цифровой экосистемы (рис. 1).

На основании проведенного анализа построена матрица, классифицирующая инструменты интернет-маркетинга по осям «стимулирование рационального выбора» (утилитарность) и «формирование первичного доверия» (аттрактивность) (рис. 1).



Рис. 1. Квадранты матрицы цифровой верификации поставщика

Для внедрения понятий «степень влияния на рациональный выбор» (утилитарность) и «степень влияния на первичное доверие» (аттрактивность) разработана система количественных индикаторов (табл. 1–3). Оценка проводится экспертным методом по бинарной или трехуровневой шкале (0 – отсутствует; 0,5 – частично; 1 – полностью). Итоговый балл фактора рассчитывается как сумма взвешенных оценок.

Таблица 1

Показатели оценки цифровой верификации поставщика

Критерий	Индикатор	Вес
<i>Утилитарность</i>		
Техническая документация	Сертификаты, протоколы, ГОСТы в открытом доступе (≤ 2 кликов)	30 %
Инженерные форматы	BIM-модели, Revit, IFC, DWG для скачивания	25 %
Калькуляторы и подбор	Расход материала, подбор по параметрам	20 %
Логистическая полезность	Загрузка транспорта, остатки складов	15 %
Поиск и навигация	Поиск по артикулу, фильтрация, сравнение	10 %
<i>Аттрактивность</i>		
UI/UX и современность	Адаптивность, визуальный шум, типографика	35 %
Скорость загрузки	< 3 с (PageSpeed Insights)	20 %
Визуализация продукта	3D-модели, рендеры узлов, фото объектов	20 %
Социальные доказательства	Референс-лист, видео-кейсы, отзывы специалистов	15 %
Интерактивность	Онлайн-чат, быстрый заказ, личный кабинет	10 %

Научная новизна подхода заключается в выявлении нелинейного влияния факторов аттрактивности и утилитарности на различных этапах B2B-процесса закупки. На этапе идентификации визуальная привлекательность снижает психологический барьер при взаимодействии с новым поставщиком. Во время технического аудита внимание смещается к утилитарности: отсутствие подробных технических характеристик и сертификатов в открытом доступе в 80 % случаев прерывает процесс верификации. Эти данные согласуются с исследованием bsense и анализом Gartner, показывающими, что 81–85 % B2B-покупателей определяют требования и принимают решение до прямого контакта с продавцом [1, 2]. На стадии легитимизации решения оба фактора взаимодействуют, создавая образ «современного и надежного лидера отрасли» [3].

Таблица 2

Оценка утилитарности ресурса

Критерий	Оценка (0–1)	Обоснование
Техническая документация	1,0	Прямой доступ к сертификатам, протоколам, пожарным сертификатам
Инженерные данные	0	BIM-библиотеки, Revit-семейства отсутствуют
Калькуляторы и подбор	0,5	Детальное описание свойств, но нет интерактивного калькулятора
Логистическая полезность	0,5	Нормы загрузки (вагоны/машины) есть, остатков склада нет
Поиск и навигация	0,5	Фильтрация частичная, сравнение товаров отсутствует
Итого	0,61	$(1,0 \times 0,30 + 0 \times 0,25 + 0,5 \times 0,20 + 0,5 \times 0,15 + 0,5 \times 0,10)$

Таблица 3

Оценка аттрактивности ресурса

Критерий	Оценка (0–1)	Обоснование
UI/UX и современность	0,5	Консервативный дизайн, адаптивность есть, но стиль устаревший
Скорость загрузки	0,5	3–4 с, требуется оптимизация
Визуализация продукта	0	Только стандартные фото, 3D-узлы отсутствуют
Социальные доказательства	0,5	Референс-лист текстовый, без визуализации
Интерактивность	0	Онлайн-чат не работает, личного кабинета нет
Итого	0,32	$(0,5 \times 0,35 + 0,5 \times 0,20 + 0 \times 0,20 + 0,5 \times 0,15 + 0 \times 0,10)$

Выявленный «разрыв верификации»:

$$\Delta = \text{утилитарность} - \text{аттрактивность} = 0,61 - 0,32 = 0,29. \quad (1)$$

Предприятие подтверждает качество продукта (экспертный базис), но недостаточно демонстрирует современность сервиса, что ограничивает привлечение новых партнеров. Для перемещения в квадрант III (высокая утилитарность/аттрактивность) предложены следующие меры:

- 1) интеграция BIM-библиотек продукции BELTER в цифровые модели зданий (повышение инженерных форматов с 0 до 1);
- 2) запуск личного кабинета дилера для цифровизации документооборота и отслеживания заказов (увеличение интерактивности);
- 3) создание визуального репозитория реализованных объектов с фото и видео (укрепление социальных доказательств);
- 4) разработка 3D-визуализаций узлов конструкций типовых решений (улучшение визуализации продукта).

Таким образом, практическое применение модели на примере ОАО «Гомельстройматериалы» подтвердило гипотезу о доминировании утилитарности для удержания контрагентов. Однако сравнительная оценка выявила значительный дефицит визуальных и сервисных сигналов (аттрактивность 0,32 против утилитарности 0,61). Для лидеров в строительной отрасли стратегическим направлением интернет-маркетинга должна стать трансформация информационных ресурсов в сервисные экосистемы, которые минимизируют риски клиента на всех этапах проекта. Предложенная матрица и система критериев обеспечивают воспроизводимый аудит цифровых каналов и обоснование инвестиций в инструменты верификации.

Литература

1. 2024 Buyer Experience Report // 6sense. – URL: <https://6sense.com/science-of-b2b/2024-buyer-experience-report/> (дата обращения: 02.04.2026).
2. Buyer Intent Data: Strategic Currency Redefining B2B Sales (цит. по Denave) // LinkedIn. – URL: <https://ru.linkedin.com/pulse/buyer-intent-data-strategic-currency-redefining-b2b-sales-denave-an6tc> (дата обращения: 02.04.2026).
3. B2B Buying Mayhem (Podcast Episode) // Forrester. – URL: <https://www.forrester.com/what-it-means/ep431-b2b-buying-networks/> (дата обращения: 02.04.2026).
4. ОАО «Гомельстройматериалы». – URL: <https://oaogsm.by/> (дата обращения: 02.04.2026).

ЦИФРОВОЙ ШУМ В МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЯХ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОГНИТИВНЫХ ИЗДЕРЖЕК ПОТРЕБИТЕЛЯ

В. А. Сидоркина

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. В. Лапицкая

Рассмотрено влияние «цифрового шума» на экономическую эффективность интернет-маркетинга. В 2026 г. избыточное рекламное воздействие выявляется как фактор, вызывающий когнитивные затраты, что снижает конверсию и усиливает раздражение у потребителей. Лабораторный эксперимент с применением айтрекинга демонстрирует нелинейную связь между количеством информации и качеством решений.

Ключевые слова: цифровой шум, интернет-маркетинг, экспериментальная экономика, когнитивные издержки, баннерная слепота, поведение потребителей.

К 2026 г. развитие цифровых каналов привело к предельному насыщению информационно-маркетинговой среды. Традиционная модель маркетинга, ориентированная на охват, вступает в конфликт с ограниченными когнитивными ресурсами человека. В терминах поведенческой экономики это формирует «налог на внимание», т. е. неявные издержки потребителя при фильтрации контента.

Цель работы – количественно измерить влияние этого шума на маркетинговые показатели.

Теория ограниченного внимания (ресурсная теория, популяризированная Д. Канеманом) утверждает: внимание – это ограниченный ресурс, который можно распределять между различными задачами в зависимости от их сложности и важности. Эта теория помогает понять, почему мы иногда не можем сконцентрироваться на нескольких вещах одновременно и почему сложные задачи требуют больше усилий [1]. В условиях информационной перегрузки потребитель вынужден применять эвристики упрощения, одной из которых является «баннерная слепота» – психологический феномен, который побуждает посетителей игнорировать баннеры или любые другие элементы рекламного характера на сознательном или подсознательном уровне (Джен Бенвей и Дэвид Лейн, 1998 г.) [4].

В свою очередь, Дэн Ариэли как видный представитель поведенческой экономики утверждает, что экономистам необходимо проводить больше экспериментов для понимания истинных, часто иррациональных мотиваций людей, а не полагаться только на модель рационального агента. Он исследует, почему люди принимают нелогичные решения, следуя принципу «предсказуемой иррациональности» [2].

В контексте интернет-маркетинга выдвигаются следующие гипотезы: во-первых, между уровнем цифрового шума (количеством рекламных сообщений) и вероятностью целевого действия существует нелинейная связь, где умеренный шум повышает осведомленность, а при превышении порога конверсия резко снижается.

Во-вторых, высокий уровень шума увеличивает когнитивную нагрузку, что выражается в удлинении времени принятия решения и ухудшении восприятия рекламы.

В-третьих, стратегии снижения шума, такие как информационный минимализм и этическое трение, могут способствовать восстановлению доверия и росту готовности к взаимодействию.

Для проверки гипотез был проведен лабораторный эксперимент с участием добровольцев (58 % женщины, средний возраст – 24,3 года). Испытуемые случайным

образом распределялись на три группы по уровню цифрового шума в имитированной интернет-среде: группа низкого шума ($n = 40$) с одним баннером, группа среднего шума ($n = 40$) с тремя баннерами, появлявшимися каждые 10 с, и группа высокого шума ($n = 40$), где демонстрировались семь рекламных элементов, включая всплывающие окна и видео с автозапуском. Испытуемым предлагалось выполнить следующее задание: найти на сайте информацию о заданном товаре, а после перейти к покупке.

В ходе исследования регистрировались следующие параметры: время выполнения задания, факт клика по рекламному баннеру, запоминание бренда, уровень раздражения по 10-балльной шкале и готовность к покупке, представленная в виде бинарной переменной.

Дополнительно фиксировались движения глаз с помощью айтрекера «WebGazer» для оценки распределения внимания [3].

Полученные данные обрабатывались с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и апостериорных тестов Тьюки (см. таблицу). Уровень значимости принят $\alpha = 0,05$.

Таблица 1

Средние значения показателей по группам

Показатель	Низкий шум	Средний шум	Высокий шум	F-статистика	p-уровень
Время выполнения, с	42,3	48,7	67,2	12,45	< 0,001
Клики на баннеры, %	18 %	22 %	9 %	5,67	0,005
Запоминание бренда, %	63 %	71 %	34 %	8,23	< 0,001
Раздражение, баллы	2,1	4,5	7,8	21,36	< 0,001
Готовность к покупке, %	55 %	48 %	21 %	9,74	< 0,001

На основе проведенного исследования можно сформулировать комплекс выводов, отражающих взаимодействие цифрового шума и показателей эффективности маркетинговых коммуникаций. Во-первых, время, затрачиваемое на выполнение задания, демонстрирует статистически значимый рост с увеличением уровня шума ($p < 0,001$), что указывает на усиление когнитивной нагрузки у испытуемых. Такой рост временных затрат свидетельствует о том, что при усилении внешних раздражителей усиливается необходимость обработки информации, что отражается на замедлении реакции.

Во-вторых, анализ кликов на рекламные баннеры выявляет сложный паттерн поведения: при переходе от низкого к среднему уровню шума наблюдается умеренное повышение доли кликов, с 18 до 22 % ($p = 0,21$), однако при дальнейшем росте шума до высокого уровня этот показатель резко снижается до 9 % ($p < 0,01$ относительно среднего шума). Данная динамика указывает на наличие порогового эффекта, при котором избыточное количество рекламных элементов приводит к уменьшению внимания к ним. Подобный результат подкрепляется данными по запоминанию бренда, которое также характеризуется инвертированной U-образной зависимостью: максимальный уровень запоминания (71 %) приходится на средний шум, тогда как высокий шум приводит к существенному снижению показателя до 34 % ($p < 0,001$). Можно предположить, что умеренное рекламное воздействие способствует форми-

рованию более устойчивых ассоциаций с брендом, в то время как слишком высокая нагрузка вызывает интерференцию, затрудняющую усвоение информации.

Дополнительным подтверждением влияния шума служит повышение степени раздражения, которое растет по мере увеличения уровня шума и достигает максимума в группе с высоким шумом (7,8 балла по шкале саморегистрации). Параллельно заметно снижается готовность к приобретению продукта: в группе с высоким уровнем шума этот показатель составляет лишь 21 %, что существенно ниже по сравнению с низким (55 %) и средним (48 %) уровнями шума. Данный аспект указывает на отрицательное влияние гиперстимуляции на поведенческие намерения потребителей.

Данные методики айтрекинга дополнительно проясняют характер восприятия рекламы при повышенной шумовой нагрузке: в условиях высокого шума фиксируется сокращение продолжительности фиксаций взгляда на рекламных блоках и увеличение времени до первого визуального контакта с целевым содержанием. Эти эффекты могут быть интерпретированы как проявление «баннерной слепоты», феномена избирательного игнорирования рекламных материалов вследствие перенасыщения информацией.

Суммируя результаты, можно констатировать подтверждение гипотезы о нелинейном влиянии цифрового шума на эффективность маркетинговых коммуникаций. Следует подчеркнуть, что умеренный уровень рекламы способствует улучшению узнаваемости бренда и запоминанию, однако превышение определенного порога – в рамках данного эксперимента это количество наблюдаемых одновременно свыше трех баннеров – приводит к когнитивной перегрузке, росту раздражительности и снижению конверсии. Такие наблюдения согласуются с концепцией «когнитивного трения», отражающей дополнительные издержки, возникающие у потребителя при обработке избыточного объема информации. В совокупности эти данные расширяют понимание границ оптимального рекламного воздействия в цифровой среде и подчеркивают необходимость тонкой настройки баланса между информированием и перегрузкой пользователя.

Практическая значимость данного исследования состоит в обосновании необходимости перехода от экстенсивной модели охвата к модели, ориентированной на качество взаимодействия. Снижение уровня информационного шума может быть реализовано посредством внедрения Zero-Party Data, что позволяет демонстрировать пользователям исключительно релевантные объявления. Кроме того, применением принципов информационного минимализма в дизайне, выражающихся в сокращении числа элементов, достигается повышение запоминаемости. Важным аспектом выступает также использование «этического трения», обеспечивающего пользователю возможность контроля за частотой и форматом поступающих сообщений.

Ограничения исследования обусловлены лабораторным характером эксперимента, который не воспроизводит поведение пользователей в естественной среде. В дальнейшем представляется целесообразным проведение полевого исследования с привлечением реальных рекламных кампаний и расширенной выборки.

Таким образом, экспериментальный экономический анализ подтверждает значимость цифрового шума как фактора, влияющего на поведение потребителей. Превышение оптимального уровня информационной нагрузки влечет за собой снижение эффективности маркетинговых мероприятий и увеличение транзакционных издержек. Для обеспечения устойчивого развития брендам рекомендуется сместить акцент с количественных показателей в сторону когнитивной эргономики.

Литература

1. Теория внимания Д. Канемана // Skorodum. – URL: <https://skorodum.com/daniel-kaneman-avtor-teoriy-kognitivnoy-deyatelnosti/> (дата обращения: 01.04.2026).
2. Основной водораздел в экспериментальных исследованиях // GTmarket. – URL: <https://gtmarket.ru/library/articles/1750> (дата обращения: 01.04.2026).
3. WebGazer.js: демократизация веб-камеры для исследований восприятия // Brown University. – URL: <https://webgazer.cs.brown.edu/> (дата обращения: 01.04.2026).
4. Почему маркетологам не стоит бояться баннерной слепоты // LPGnerator. – URL: <https://lpgenerator.ru/blog/2015/10/21/pochemu-marketologam-ne-stoit-boyatsya-banner-noj-slepoty/> (дата обращения: 01.04.2026).

ОТ PEST К PEST-MICRO: КАК УСОВЕРШЕНСТВОВАТЬ АНАЛИЗ ПРЕДПРИЯТИЯ

К. В. Ильющич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Рассмотрена авторская методика интегративного анализа PEST-MICRO, в которой традиционный PEST-анализ дополнен блоком MICRO, включающим ключевые элементы микросреды. В отличие от традиционных методов, изучающих макро- и микросреду раздельно, PEST-MICRO объединяет их в единой матрице. Методика позволяет выявить внешние воздействия, классифицировать их как угрозы или возможности, оценить степень влияния и разработать конкретные управленческие решения. Она универсальна и применима к предприятиям любой отрасли.

Ключевые слова: PEST-MICRO, макросреда, микросреда, анализ предприятия, методика анализа.

Деятельность любого предприятия сопряжена с рисками и возможностями как внутри него, так и снаружи [1]. Макросреда – это совокупность внешних факторов, оказывающих косвенное влияние, на которые компания не может напрямую воздействовать [2]. Микросреда, напротив, включает непосредственное окружение: покупателей, поставщиков, конкурентов, посредников и контактные аудитории [3].

Для анализа макросреды применяются следующие методы: матричные методы: PEST-анализ, PESTEL-анализ, SWOT-анализ [2]; аналитические методы: факторный анализ, сравнение, индексный метод; прогнозные и модельные методы, имитационное моделирование, прогнозирование отдельных тенденций; экспертные методы, методы опроса и наблюдения за рынком.

Для анализа микросреды используются методы, которые позволяют оценить влияние непосредственных факторов, таких как клиенты, конкуренты, поставщики и партнеры [4]. К числу основных методов относятся: SWOT-анализ; анализ пяти сил; SNW-анализ [5].

Методы анализа макросреды слишком общие, субъективны и перегружены данными. Методы микросреды требуют постоянного сбора информации, достоверных данных о конкурентах мало, а результаты быстро теряют актуальность.

Поэтому возникает необходимость объединить анализ макро- и микросреды, сочетая традиционные и новые подходы. Это даст более полную и объективную картину и поможет компании адаптироваться к изменениям и использовать их в свою пользу.

В рамках исследования предлагается авторская методика PEST-MICRO. Традиционный PEST-анализ дополнен блоком MICRO, включающим ключевые элементы

микросреды: конкуренты, поставщики, потребители, посредники, контактные аудитории.

В структуре PEST-MICRO выделены следующие блоки:

1. Блок PEST: Оценка факторов макросреды:

- *P* (Political & Legal), политико-правовые факторы (политическая стабильность, налоги, торговые ограничения, экологические нормы);
- *E* (Economic), экономические факторы (инфляция, курсы валют, цены на сырье);
- *S* (Sociocultural) – социальные факторы (демография, стиль жизни, культурные ценности, образование);
- *T* (Technological) – технологические факторы: автоматизация, новые открытия и их применения в отрасли.

2. Блок MICRO: Оценка ключевых агентов микросреды.

- *M* (Market & Customers): потребители, их поведение и предпочтения;
- *I* (Intermediaries): посредники: дистрибьюторы, дилеры, логистика
- *C* (Competitors): прямые и косвенные конкуренты, новые игроки;
- *R* (Resources): поставщики сырья;
- *O* (Observers): государственные органы, СМИ, контактные аудитории.

Далее составляется поэтапный план анализа.

Этап 1: создание таблицы, где по вертикали – PEST, по горизонтали – MICRO; «+» – возможность (плюс для развития): «–» – угроза (риск).

Таблица в рамках объединенного способа анализа PEST-MICRO имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1

PEST-MICRO анализ предприятия ОАО «Гомельский химический завод»

Факторы	<i>P</i> (ужесточение экологического законодательства)	<i>E</i> (рост цен на энергоносители)	<i>S</i> (рост внимания к экологии и безопасности)	<i>T</i> (развитие «зеленых» технологий)
<i>M</i> (фермеры, с/х сельхозпредприятия)	– Требуют подтверждения экобезопасности продукции. Ужесточение требований к качеству и экологичности удобрений	– Не готовы к значительному росту цен на удобрения	– Растет спрос на органические и безопасные удобрения	– Интересуются «умными» удобрениями – Отставание от технологичных конкурентов
<i>I</i> (транспортные компании)	– Ужесточение правил перевозки хим. продукции. Усложнение логистических цепочек	– Повышают тарифы на перевозки	– НЕТ ПРЯМОГО ВЛИЯНИЯ, так как для логиста важен объем, а не «экологичность» груза	– Внедряют системы онлайн-отслеживания грузов

Окончание табл. 1

Факторы	<i>P</i> (ужесточение экологичес- кого законода- тельства)	<i>E</i> (рост цен на энергоноси- тели)	<i>S</i> (рост внимания к экологии и безопасности)	<i>T</i> (развитие «зеленых» технологий)
<i>C</i> («УралХим» и другие химические предприятия)	+	–	+	+
	Используют «зе- леные» сертифи- каты для про- движения	Начинают ценовую войну за рынок	Активно используют тему экологии в рекламе	Внедряют энер- гоэффективные и безотходные технологии
<i>R</i> поставщики сырья)	–	–	+	+
	Повышают цены из-за своих эко- логических из- держек.	Повышают цены на сырье и тре- буют предопла- ты.	Начинают предлагать более экологичные виды сырья и упаковки	Предлагают новое энергосбере- гающее оборудование
<i>O</i> (экологи, госорганы)	–	–	–	+
	Ужесточают проверки, увеличивают штрафы	НЕТ ПРЯМОГО ВЛИЯНИЯ, так как их вол- нует экология, а не себестои- мость	Активность эко-активистов, негативные публикации в СМИ	Госпрограммы поддержки «зеленой» модернизации

Этап 2: определение положительных («+») и отрицательных («–») факторов, чтобы выявить возможности и угрозы для предприятия:

«+» – возможность. Это то, что можно использовать для развития. Главная возможность: переход на «зеленые рельсы». Это требование и потребителей, и государства, и общества. Завод может получить поддержку и завоевать рынок, если инвестирует в экологичные и энергоэффективные технологии;

«–» – угроза (риск). Это то, что может создать проблемы. Главная угроза: одновременный рост затрат (энергия, сырье, штрафы) и давление со стороны покупателей, не готовых платить больше.

Пустые ячейки («нет прямого влияния») означают, что данная комбинация факторов не является стратегически значимой. Задача анализа – выявить только значимые связи.

Этап 3: ранжирование угроз и возможностей по степени их влияния.

Угрозы и возможности оцениваются по 3-балльной шкале: 3 – критическое влияние; 2 – значительное; 1 – умеренное. Определяются приоритеты, делаются выводы.

Этап 4: разработка корректирующих мероприятий.

Создается таблица корректирующих мероприятий по итогам PEST-MICRO анализа для нейтрализации угроз и использования возможностей (табл. 2).

Разработка корректирующих мероприятий по итогам PEST-MICRO анализа

Угроза/Возможность	Мероприятие
(-) Давление контролирующих органов	Внедрение системы экомониторинга
(+) Спрос на «зеленые» продукты	Разработка линейки экоудобрений; получение международной экосертификации; запуск рекламной кампании

Таким образом, традиционный PEST-анализ изучает только макросреду, но не показывает, как именно внешние факторы влияют на конкретных потребителей, конкурентов или поставщиков. Чтобы усовершенствовать анализ предприятия, в статье предложена авторская методика PEST-MICRO, которая объединяет макро- и микросреду в одной матрице. На примере ОАО «Гомельский химический завод» доказано, что переход от PEST к PEST-MICRO позволяет не просто перечислить угрозы и возможности, а увидеть их пересечения, оценить степень влияния и разработать конкретные мероприятия. Этот подход делает анализ более наглядным и практичным для принятия решений. Методика универсальна и подходит для предприятий любой отрасли.

Литература

1. Среда предприятия и ее факторы. – URL: <https://moluch.ru/archive/491/107236> (дата обращения: 28.12.2025).
2. Макро- и микросреда предприятия. – URL: https://spravochnik.ru/mikro-_makroekonomika/-makro-_i_mikrosreda_predpriyatiya/?ysclid=mg10tze1ez672106256#mikrosreda-predpriyatiya-i-ee-struktura (дата обращения: 28.12.2025).
3. Что такое микросреда и макросреда маркетинга? – URL: <https://zaochnik-com.com/spravochnik/marketing/marketingovaya-sreda/factory-mikrosredy-marketinga/?ysclid=mg10usx5m1617411459> (дата обращения: 28.12.2025).
4. Анализ конкурентов. – URL: <https://www.unisender.com/ru/glossary/chto-takoe-analiz-konkurentov/?ysclid=mg6x0h2pr7518565219#anchor-1> (дата обращения: 28.12.2025).
5. 5 сил Портера. – URL: <https://lectera.com/info/ru/articles/5-sil-portera> (дата обращения: 28.12.2025).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РЕКЛАМЕ: РЕПУТАЦИОННЫЕ РИСКИ ДЛЯ БИЗНЕСА

А. К. Богданов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Винник

Рассмотрены репутационные риски, возникающие при использовании искусственного интеллекта в рекламе. Проанализированы причины отторжения синтезированного контента потребителями. Рассмотрен китайский опыт обязательной маркировки ИИ-контента как сигнал о формировании запроса на прозрачность. Сформулированы рекомендации для бизнеса по минимизации репутационных потерь.

Ключевые слова: искусственный интеллект, реклама, репутационные риски, инфлюенсеры, маркировка, прозрачность, доверие потребителей.

За последние несколько лет искусственный интеллект (ИИ) прочно вошел в маркетинговую практику: нейросети генерируют изображения, пишут тексты, создают видео и даже заменяют реальных блогеров виртуальными аватарами. Для бизнеса это выглядит идеальным решением – быстро, дешево и масштабируемо. Однако у этой медали есть обратная сторона, которую компании часто недооценивают.

В социальных сетях, особенно в TikTok, нарастает волна негатива в адрес брендов, использующих сгенерированную рекламу. Пользователи высмеивают «стеклянные глаза» и неправильные пальцы на ИИ-картинках, возмущаются увольнением живых моделей и фотографов, призывают к бойкоту компаний, которые экономят на людях. И это не просто единичные выпады хейтеров, а системный запрос на человечность и прозрачность.

Согласно глобальному исследованию Edelman Trust Barometer 2024, только 30 % респондентов положительно воспринимают внедрение ИИ, тогда как 35 % относятся к нему отрицательно. При этом уровень доверия к самим технологическим компаниям значительно выше – 76 % [1]. Этот разрыв показывает: проблема не в технологии как таковой, а в том, как именно бизнес ее внедряет и коммуницирует с обществом.

Цель работы – проанализировать репутационные риски ИИ в рекламе, выявить причины отторжения контента и на примерах показать, где бренды ошибались, а где нашли баланс между эффективностью и доверием.

Прежде чем переходить к анализу рисков, необходимо понять, почему компании вообще активно внедряют ИИ в рекламу. С точки зрения бизнеса это выглядит экономически рациональным решением по нескольким причинам. Во-первых, снижение затрат на производство контента. Создание изображения или видео с помощью нейросети не требует оплаты целого штата специалистов: фотографов, моделей, копирайтеров, дизайнеров, художников. Во-вторых, скорость: рекламные кампании можно запускать практически мгновенно, без длительных подготовительных этапов. В-третьих, масштабируемость – ИИ способен генерировать тысячи персонализированных вариантов креативов под разные сегменты аудитории.

Особого внимания заслуживает феномен виртуальных инфлюенсеров – полностью синтезированных персонажей, которые сотрудничают с брендами. Такие аватары не стареют, не участвуют в скандалах и полностью управляемы. Глобальный объем рынка виртуальных инфлюенсеров в 2023–2024 гг. оценивается в 6–7 млрд долл., а к 2030 г. прогнозируется рост до 37–38 млрд [2]. Исследование Высшей школы экономики подтверждает, что виртуальные инфлюенсеры становятся новым типом лидеров мнений, открывающим новые возможности для продвижения брендов [3].

Потребители воспринимают ИИ-контент противоречиво. С одной стороны, в развлекательном контексте виртуальные персонажи могут давать высокую вовлеченность. Например, в кейсе первого российского виртуального инфлюенсера «Мира», созданного для сети «Магнит», уровень вовлеченности (*ERR*) составил аномально высокие 10,4 % [4]. Но этот эффект работает преимущественно в развлекательном контексте.

Когда же речь заходит о рекламе продуктов, особенно потребительских товаров, отношение может кардинально меняться. Немецкие ученые провели исследование восприятия сгенерированных ИИ-изображений еды и выявили, что такие картинки воспринимаются как более неприятные и «зловещие» по сравнению с реальными фотографиями. Причем наибольшее отторжение вызывают именно «почти реалистичные» изображения с мелкими искажениями – они попадают в так называемую «зловещую долину» (чем больше нечеловеческий объект похож на человека,

тем сильнее он вызывает неприязнь и страх, если сходство не идеально) [5]. Применительно к ИИ-рекламе это означает: сгенерированные лица с неестественными глазами, искаженными пропорциями или «пластиковой» кожей подсознательно воспринимаются как нечто чужеродное, вызывая дискомфорт, который бессознательно переносится на бренд. Например, Vodafone в Германии выпустила ролик с ИИ-блогершей – пользователи сразу заметили неестественные движения волос и «зловещую долину», возмущившись, почему не сняли живого человека [6].

Еще один громкий случай – новогодняя реклама Coca-Cola 2024 г., полностью созданная с помощью ИИ. Ролики подверглись жесткой критике из-за неестественной визуализации, быстрого темпа и отсутствия лица Санта-Клауса [7].

Таким образом, можно выделить два основных аспекта отторжения ИИ-рекламы: этический (экономия на людях формирует образ «жадного» бренда) и психологический (эффект «зловещей долины» вызывает дискомфорт, который бессознательно переносится на компанию).

Данные Edelman Trust Barometer подтверждают: запрос на прозрачность растет. Потребители хотят понимать, где контент создан человеком, а где – нейросетью [8]. Чтобы увидеть, как эти ожидания реализуются на практике, обратимся к конкретным примерам.

Один из самых показательных провалов случился у McDonald's в конце 2025 г. Компания представила ролик, полностью созданный с помощью ИИ. Пользователи резко раскритиковали его за неестественные движения персонажей – нейросеть не справилась с человеческой анатомией [9]. Ирония в том, что создание «быстрой и дешевой» рекламы заняло у студии семь недель и потребовало больше человеко-часов, чем традиционная съемка.

Эксперты отмечают: использование ИИ в создании контента допустимо, но скрывать это неправильно. Прозрачность критически важна, поскольку ИИ-контент становится практически неотличимым от реального, и аудитория должна получать достоверную информацию о его происхождении. Многие соцсети уже позволяют добавлять такие отметки при публикации, и этот инструмент стоит использовать.

Анализ кейсов позволяет сделать промежуточный вывод: успех или провал ИИ-рекламы зависит не столько от качества генерации, сколько от честности бренда перед аудиторией и правильного позиционирования. Там, где компании пытаются выдать синтезированный контент за настоящий, они получают волну хейта. Там, где честно признают использование ИИ и выстраивают вокруг этого коммуникацию, результат может быть вполне успешным.

Проблема доверия к синтезированному контенту осознается не только бизнесом, но и государством. Самый системный подход демонстрирует Китай: с 1 сентября 2025 г. там вступили в силу правила обязательной маркировки ИИ-контента. Документ «Методы идентификации контента, генерируемого и синтезируемого искусственным интеллектом» требует двойной маркировки (видимой и скрытой) для текстов, изображений, видео и аудио [10].

Для Беларуси такое регулирование пока не актуально, но китайский опыт – сигнал рынку: прозрачность рано или поздно станет не добровольным выбором, а требованием.

Проведенный анализ показывает, что использование ИИ в рекламе создает репутационные риски, обусловленные этическими (экономия на людях) и психологическими (эффект «зловещей долины») причинами. Ключевой фактор успеха – прозрачность: попытки выдать ИИ за реальность проваливаются, честное признание работает. Китайский опыт обязательной маркировки подтверждает запрос на прозрачность.

Для бизнеса это означает: не обманывать (маркировка повышает доверие), учитывать нишу (для человеческих категорий минимизировать ИИ), использовать нейросети как помощников, а не замену людям, и избегать «зловещей долины» – либо идеальное качество, либо стилизация.

ИИ в рекламе – инструмент, а не цель. Компании, которые ставят эффективность выше доверия, рискуют потерять главное – лояльность аудитории. Прозрачность и уважение к потребителю остаются важнее любых технологий.

Литература

1. Edelman, M. Technology's tipping point: Why now is the time to earn trust in AI / M. Edelman // World Economic Forum. – 2024. – URL: <https://www.weforum.org/stories/2024/03/technology-tipping-point-earn-trust-ai/> (date of access: 13.03.2026).
2. AI-Influence 2048: Эмоции, бренды и роботы // Adindex. – 2025. – URL: <https://adindex.ru/publication/analytics/search/2025/04/10/332651.phtml> (дата обращения: 13.03.2026).
3. Иванюта, Е. И. Виртуальные инфлюенсеры: особенности коммуникации с поколением Z / Е. И. Иванюта. – Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2025. – URL: <https://www.hse.ru/edu/vkr/1048611104?vision=enabled> (дата обращения: 13.03.2026).
4. Парфун, А. В. Виртуальный инфлюенсер как новый медиаактив: анализ бизнес-модели и стратегии продвижения / А. В. Парфун. – ФГАОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского», 2025. – URL: <https://com-studies-journal.omsu.ru/issues/381/13965.php> (дата обращения: 13.03.2026).
5. Гандрабура, Ю. Исследование: ИИ-фото продуктов приносят людям дискомфорт! И вот почему это так / Ю. Гандрабура // Techinsider. – 2025. – URL: <https://www.techinsider.ru/news/news-1684509-issledovanie-ii-foto-produktov-prinosyat-lyudyam-diskomfort-i-vot-pochemu-eto-tak/> (дата обращения: 13.03.2026).
6. The Verge: Vodafone начала тестировать ИИ-блогера в своих рекламных роликах // Газета.ру. – 2025. – URL: https://mt.gazeta.ru/blog/43824879965/The-Verge-Vodafone-nachala-testirovat-II-blogera-v-svoih-reklamnyh-rolikah?utm_referrer=mirtesen.ru (дата обращения: 13.03.2026).
7. Новогодняя реклама Coca-Cola разочаровала зрителей // Esquire. – 2024. – URL: <https://esquire.kz/novogodniaia-reklama-coca-cola-razocarovala-zritelei> (дата обращения: 13.03.2026).
8. 2024 Edelman Trust Barometer // Edelman. – 2024. – URL: <https://www.edelman.com/sites/g/files/aatuss191/files/2024=03/Trust%20Tech%20Sector%20Top%20Findings.pdf> (дата обращения: 13.03.2026).
9. Мискевич, Ю. И. И снова неудача: McDonald's тоже создала рекламу с помощью нейросети / Ю. Мискевич // Techinsider. – 2025. – URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/1719323-iii-snova-neudacha-mcdonald-s-toje-sozdala-reklamu-s-pomoshchyu-neiroseti/> (date of access: 13.03.2026).
10. Власти Китая выпустили директиву по маркировке созданного искусственным интеллектом онлайн-контента // Russian.china.org. – 2025. – URL: http://russian.china.org.cn/china/txt/2025-03/15/content_117767687.htm (дата обращения: 13.03.2026).

БЕНЧМАРКИНГ И АВС-КОСТИНГ В УПРАВЛЕНИИ ЗАТРАТАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ: АНАЛИЗ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

С. В. Пирковская

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Рачкова

Рассмотрены теоретические и прикладные аспекты применения бенчмаркинга и АВС-костинга (функционально-стоимостного анализа) в системе управления затратами предприятия. Проведен анализ данных методов как инструментов повышения конкурентоспособности. Особое внимание уделено проблемам и перспективам их внедрения на

белорусских предприятий в контексте интеграции в международные экономические процессы. Предложены направления совершенствования практики управления затратами с использованием интеллектуального анализа данных и адаптации зарубежного опыта.

Ключевые слова: управление затратами, бенчмаркинг, ABC-костинг, функционально-стоимостной анализ, себестоимость, конкурентоспособность, инновации в учете.

В условиях современной экономики, характеризующейся высокой волатильностью рынков и ужесточением конкуренции, эффективное управление затратами становится критическим фактором выживания и развития предприятия. Традиционные методы учета и снижения издержек зачастую перестают отвечать требованиям стратегического менеджмента, так как не позволяют достоверно оценить рентабельность отдельных продуктов, процессов или клиентов. В этой связи особую актуальность приобретают инновационные подходы, такие как бенчмаркинг и ABC-костинг (Activity Based Costing). Как отмечается в белорусской экономической литературе, применение современных методов управления затратами в соответствии с международной практикой позволяет предприятиям не только оптимизировать текущие расходы, но и выстраивать долгосрочные стратегии развития [3]. Для Республики Беларусь, чьи предприятия проходят этап адаптации к рыночным условиям и интеграции в ЕАЭС, поиск новых инструментов управления себестоимостью является одной из приоритетных задач.

Основная проблема. Несмотря на очевидные преимущества, внедрение бенчмаркинга и ABC-костинга на постсоветском пространстве, в том числе в Беларуси, сталкивается с рядом системных проблем. Главным препятствием является укоренившаяся ориентация предприятий на нормативный учет и традиционные методы распределения косвенных затрат (например, пропорционально зарплате основных производственных рабочих). Это искажает реальную картину себестоимости в условиях высокотехнологичного производства, где доля косвенных расходов постоянно растет.

Кроме того, анализ научных работ белорусских авторов показывает, что бенчмаркинг зачастую воспринимается не как непрерывный процесс стратегического анализа, а как разовое мероприятие по сравнению технико-экономических показателей. В. П. Бояр подчеркивает, что новые подходы, такие как бенчмаркинг и косткилинг, требуют не только изменения учетной методологии, но и трансформации корпоративной культуры и мышления менеджмента [1]. Проблема усугубляется недостаточной цифровизацией белорусских предприятий, так как для полноценного функционирования ABC-костинга необходима мощная информационная система, способная обрабатывать большие массивы первичных данных. Таким образом, основная проблема заключается в разрыве между современными западными методами управления затратами и существующей практикой на белорусских предприятиях, а также в отсутствии адаптированных методик их внедрения с учетом местной специфики.

Предлагаемое решение. Для преодоления сложившихся противоречий и повышения эффективности управления затратами на предприятиях РБ предлагается комплексный подход, основанный на симбиозе методологии ABC-костинга и инструментов бенчмаркинга, усиленных современными информационными технологиями.

1. *Внедрение ABC-костинга с элементами интеллектуального анализа.* Необходимо отойти от упрощенного понимания функционально-стоимостного анализа. Современный ABC-костинг должен базироваться на системах сбора данных, интегрированных с MES и ERP-системами предприятия. Как показывают современные исследования, использование интеллектуального анализа в учете производственных

затрат позволяет не только точнее идентифицировать драйверы затрат, но и прогнозировать их поведение при изменении объемов или технологий [2]. Это превращает учет из пассивного регистратора в активный инструмент прогнозирования.

2. *Функциональный бенчмаркинг процессов.* Вместо простого сравнения цен или рентабельности с конкурентами, белорусским предприятиям следует перейти к бенчмаркингу процессов. На первом этапе с помощью ABC-костинга выявляются ключевые бизнес-процессы (снабжение, настройка оборудования, логистика). Далее показатели стоимости и качества этих процессов (например, стоимость одного заказа, время переналадки) сравниваются с аналогичными показателями лидеров рынка (внутри отрасли или смежных отраслях) [1].

3. *Адаптация через отраслевые центры компетенций.* Учитывая высокую затратность внедрения таких систем, целесообразно создание отраслевых центров компетенций при Министерстве экономики или ведущих вузах (БГЭУ, БНТУ). Эти центры могли бы разрабатывать типовые адаптированные методики перехода на ABC-костинг для предприятий конкретной отрасли (машиностроение, легкая промышленность, АПК), а также формировать базы данных для проведения бенчмаркинга среди белорусских производителей без раскрытия коммерческой тайны [3].

Предлагаемое решение позволит белорусским предприятиям не только точнее рассчитывать себестоимость, но и выявлять скрытые резервы эффективности, опираясь на лучшие отечественные и зарубежные практики.

Л и т е р а т у р а

1. Бояр, В. П. Бенчмаркинг и кост-киллинг - новые подходы к управлению затратами организации / В. П. Бояр // Социально ориентированная экономика Республики Беларусь: проблемы и перспективы развития : материалы IX Республ. науч.-практ. конф., Минск, 2024 г. / РИВШ. – Минск, 2014. – С. 49–51.
2. Дорошев, Д. В. Use of the intellectual analysis in the account of production costs / Д. В. Дорошев, П. Шанг // Форум молодых ученых. – 2023. – № 3 (79). – С. 3–6.
3. Корватовская, Л. В. Современные методы стратегического управления затратами в соответствии с международной практикой / Л. В. Корватовская, Н. К. Довнар // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, март–июль 2016 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2016. – С. 226–228.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ АНАЛИЗА КОММУНИКАЦИЙ МЕЖДУ ЛЮДЬМИ НА ПРИМЕРЕ СПЛЕТЕН

Е. В. Зборовская, А. С. Редюк

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Винник

Рассмотрено применение теории игр к моделированию человеческих коммуникаций с особым вниманием к сплетням как механизму распространения репутационной информации в социальных группах. Сплетни рассмотрены как стратегическая форма непрямого взаимодействия (реципрокности), которая способствует поддержанию кооперации, сдерживанию эгоистического поведения и стабилизации социальных норм. На основе эволюционных моделей, транзакционного анализа и исследований кризисных коммуникаций показано, как сплетни помогают укреплять доверие между людьми, снижать вероятность обмана и эксплуатации, а также давать преимущество в выживании и развитии тем, кто активно делится информацией о репутации других. Использованы теоретические модели и реальные данные, подчеркнуто, что сплетни — это вполне разумный и полезный способ

поведения в ситуациях, когда информации недостаточно и интересы людей сталкиваются, а также подчеркнута их важная роль в том, как со временем развивалось социальное поведение человека.

Ключевые слова: теория игр, сплетни, коммуникации, репутация, кооперация, транзакционный анализ, стратегические взаимодействия, эволюционные модели, непрямая реципрокность.

Теория игр представляет собой математический аппарат для изучения оптимальных стратегий в ситуациях стратегического взаимодействия, где результат зависит от решений всех участников, ведь они действуют в условиях частичной неопределенности, поскольку не обладают полной информацией о возможных действиях соперника [1]. В сфере человеческих коммуникаций сплетни выступают как форма непрямої реципрокности: информация о поведении индивидов распространяется без их прямого участия, влияя на последующие взаимодействия и ограничивая эгоистичные стратегии [2]. Этот механизм эволюционно развивался для поддержания кооперации в группах, аналогично процессам в биологических системах [7]. В обычной жизни мы постоянно находимся в таких ситуациях: стоит ли доверять человеку, помогать ему, делиться информацией? Сплетни здесь играют важную роль — они позволяют узнать о чужом поведении, не спрашивая напрямую. Благодаря сплетням мы избегаем тех, кто обманывает, и чаще помогаем тем, кто ведет себя честно [2]. Именно поэтому сплетни не исчезают веками: они помогают группе оставаться сплоченной и безопасной. Настоящая работа анализирует сплетни через призму теории игр, включая транзакционный анализ, модели кризисных коммуникаций и эволюционные подходы, раскрывая их значение для стабилизации социальных систем.

Теория игр трактует коммуникации как игры с неполной информацией, где агенты выбирают стратегии, максимизирующие собственный выигрыш с учетом рациональности других участников [1]. Сплетни представляют собой стратегическую коммуникацию, направленную на разрешение конфликта интересов: они обеспечивают анонимное распространение репутационной информации, снижая риски прямого противостояния [1].

В эволюционных моделях сплетни формируют цикл распространения репутации и сдерживания эгоизма: индивиды, передающие точные сведения, получают преимущество, поскольку другие предпочитают сотрудничать именно с ними, избегая нарушителей норм [7].

Транзакционный анализ Э. Берна классифицирует сплетни как времяпрепровождение или скрытую игру с психологическими мотивами: внешне — обмен сведениями на уровне «взрослый — взрослый», внутренне — проекция вины или укрепление статуса через осуждение (родитель — ребенок) [2]. Классический пример — игра «Нынешние» группа обсуждает социальные проблемы, достигая выигрыша в виде самооправдания и превосходства; сплетни здесь усиливают конформизм, наказывая отклонения без открытого конфликта. Отказ от участия разрушает такую игру, обнажая ее мотивы [2].

В кризисных коммуникациях сплетни (слухи) действуют как асимметричная стратегия: они самораспространяются, трудно опровергаются и заполняют информационный вакуум, нарушая равновесие [3]. По модели Почепцова слухи делятся на желаемые, пугающие и агрессивные; в пропаганде они служат «мягкой силой» для дестабилизации оппонента [3]. В политических кризисах (например, распад СССР) сплетни усиливают спираль молчания: меньшинство замыкается, большинство доминирует через конформизм. Стратегическое преимущество достигается через блеф или сигнализацию, минимизируя потери в игре с ненулевой суммой [4].

Социальные отношения моделируются платежными матрицами: сплетни снижают риски эксплуатации, повышая эффективность доверия на 10–15 % в играх доверия [5]. В управленческих коммуникациях сплетни искажают информацию, нарушая общее знание и рациональность, но одновременно способствуют координации в группах, подобно кооперативным играм [4]. Непрямая коммуникация, включая сплетни, эволюционно оправдана как «гандикап», повышающий социальную привлекательность и выживаемость в конфликтных условиях [1].

Минимальный объем сплетен для достижения консенсуса зависит от затрат: при низкой ошибке передачи достаточно 10–20 % активных распространителей для стабилизации норм [6]. В сетевых структурах сплетни оптимизируют выбор партнеров, минимизируя дистанцию до надежных индивидов и избегая эгоистов, что соответствует эволюционным вычислениям в мозге [5]. В терминах теории игр такие коммуникации нарушают информационное равновесие, создавая преимущество для стороны, контролирующей или инициирующей поток слухов.

В эволюционных моделях непрямой реципрокности сплетни выступают не только каналом передачи репутационной информации, но и катализатором отбора на просоциальное поведение: индивиды, получающие положительную оценку через точные сплетни, формируют более устойчивые сети сотрудничества, что дает им определенное преимущество в длительной перспективе [7]. Этот процесс создает положительную обратную связь – рост достоверности и объема распространяемой информации усиливает кооперативные тенденции в группе, а усиление кооперации, в свою очередь, повышает ценность репутации как социального ресурса и мотивирует дальнейшее участие в обмене сплетнями [1, 7]. В результате сплетни эволюционируют совместно с социальными нормами, обеспечивая самоподдерживающуюся стабилизацию кооперации даже при умеренном уровне ошибок передачи (до 10–15 %) и в группах, значительно превышающих лимит непосредственного [6, 7]. Таким образом, сплетни превращаются в децентрализованный механизм групповой саморегуляции, где страх потери репутации становится доминирующим внутренним стимулом к честному поведению, заменяя необходимость внешнего принуждения.

Сплетни – это разговоры «за глаза» о поведении, характере или поступках других людей. На первый взгляд кажется, что это просто пустая болтовня или даже вредная привычка. Но если посмотреть глубже, сплетни – очень древний и полезный механизм человеческого общения.

Теория игр показывает, что сплетни – это не случайность, а очень умный адаптивный механизм: они делают честное поведение выгодным, а эгоистичное – дорогим. Эволюционные модели подтверждают: те группы, где активно и точно распространялась репутационная информация, выживали и размножались лучше. Транзакционный анализ добавляет, что сплетни часто скрывают глубокие психологические мотивы – от самоутверждения до защиты группы.

Конечно, у сплетен есть и темная сторона: они могут быть несправедливыми, искаженными, обидными, использоваться для манипуляции или травли. Но в целом их польза для выживания и сплоченности группы перевешивает вред.

Именно поэтому сплетни существуют во всех человеческих обществах – от маленьких деревень до огромных городов и социальных сетей. Они – один из ключевых инструментов, который помог людям перейти от жизни маленькими семьями к большому, сложному сообществам, где миллионы людей каким-то образом доверяют друг другу.

Литература

1. Вильданова, Г. А. Теоретико-игровой подход к исследованию коммуникации / Г. А. Вильданова // CyberLeninka. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoretiko-igrovoy-podhod-k-issledovaniyu-kommunikatsii>.
2. Берн, Э. Игры, в которые играют люди. Психология человеческих взаимоотношений : пер. с англ. / Э. Берн. – Минск : Попурри, 2001. – 432 с. – URL: <https://spbguga.ru/files/05-5-01-008.pdf>.
3. Почепцов, Г. Г. Теория коммуникации / Г. Г. Почепцов. – М. : Рефл-бук ; К. : Ваклер, 2001. – 656 с. – URL: <http://sodium.ge/downloads/komunikaciisteoria/pochepcov%20teoria%20komuni-kacii.pdf>.
4. Теория игр в управленческих коммуникациях // Аудитор. – 2013. – № 2. – URL: https://www.cfin.ru/management/strategy/classic/game_theory.shtml.
5. Субхангулов, Р. Э. Возможности применения теории игр при исследовании социальных отношений / Р. Э. Субхангулов // CyberLeninka. – 2014. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-teorii-igr-pri-issledovanii-sotsialnyh-otnosheniy>.
5. Панфилова, А. П. Теория и практика общения / А. П. Панфилова. – М. : Академия, 2007. – 368 с. – URL: https://bgtobrazovanie38.ru/images/cms/data/obrazovanie_1/psihologiya_socialno-pravovoi_deyatelnosti/uchebnik/teoriya_i_praktika_obsheeniya.pdf.
6. Сплетни дали эволюционные преимущества их переносчикам // Naked Science. – 2024. – URL: <https://naked-science.ru/article/anthropology/spletni-dali-evolyutsionnye-preimushchestva-ih-perenoschikam>.

ПАРТИЗАНСКИЙ МАРКЕТИНГ: ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ВИДЫ, ПРИМЕРЫ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ

А. К. Богданов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Рассмотрен партизанский маркетинг как современный инструмент продвижения товаров и услуг. Раскрыты основные особенности и преимущества данного подхода. Также предложена система оценки воздействия партизанской рекламы на потребителя, основанная на анализе внимания, эмоциональной реакции и запоминаемости рекламного сообщения. Полученные результаты позволяют определить силу воздействия рекламных кампаний и оценить эффективность использования партизанского маркетинга.

Ключевые слова: партизанский маркетинг, реклама, маркетинговые коммуникации, воздействие рекламы, потребительское поведение.

В условиях высокой конкуренции предприятиям необходимо искать новые способы привлечения внимания потребителей. Традиционные рекламные методы постепенно теряют свою эффективность, поскольку аудитория сталкивается с большим количеством рекламных сообщений ежедневно. В результате компании начинают использовать альтернативные способы продвижения товаров и услуг, одним из которых является партизанский маркетинг.

Партизанский маркетинг представляет собой стратегию продвижения, основанную на использовании нестандартных, креативных и малобюджетных методов рекламы. Основной целью данного подхода является привлечение внимания потребителей и создание сильного эмоционального впечатления при минимальных затратах на рекламную кампанию [1].

Актуальность темы исследования заключается в том, что современные компании стремятся повысить эффективность маркетинговых коммуникаций при ограниченных финансовых ресурсах.

Термин «партизанский маркетинг» был предложен американским маркетингологом Джемсом Левинсоном. Под данным понятием понимают совокупность малобюджетных методов продвижения, которые позволяют эффективно привлекать клиентов и формировать интерес к продукту без значительных затрат на рекламу [2].

Главной особенностью партизанского маркетинга является использование креативных решений и неожиданных рекламных форматов. Такие методы позволяют выделяться среди конкурентов и привлечь внимание потенциальных потребителей.

Исследователи отмечают, что партизанский маркетинг особенно эффективен в условиях перенасыщения рекламного пространства, когда потребители перестают реагировать на стандартные рекламные сообщения.

К основным характеристикам методов партизанского маркетинга можно отнести следующее:

- они эмоциональны, и передаваемые с их помощью маркетинговые сообщения запоминаются;
- они способны вызвать волну повторных позитивных упоминаний;
- они поддаются точному финансовому контролю с точки зрения учета расходов;
- они воздействуют на подсознание, т. е. не продают, но учитывают, как человек принимает решение о покупке [3].

Благодаря данным особенностям партизанский маркетинг широко используется как крупными компаниями, так и небольшими предприятиями.

Существует несколько основных видов партизанского маркетинга, которые различаются по каналу и формату воздействия. Ниже приведена классификация с определениями и типичными примерами для каждого вида (табл. 1).

Таблица 1

Классификация видов партизанского маркетинга

Вид маркетинга	Описание (особенности)	Пример кампании
Ambient (окружающий)	Размещение рекламы в необычных местах или на предметах инфраструктуры (тротуары, эскаляторы, фасады). Эффект «популярной подсказки» в реальном пространстве	Реклама банка в виде уличного скамейки с встроенным зарядным устройством (акцент на мобильности)
Вирусный	Создание эмоционального или юмористического контента для распространения в сети. При этом затраты минимальны за счет органического распространения	Оригинальное видео о продукте, активно распространяемое в YouTube и социальных сетях (например, забавные ролики с неожиданным финалом)
Эпатажный	Провокационные, часто шокирующие действия или изображения, призванные взбудоражить аудиторию и вызвать обсуждение	Уличная инсталляция: фигуры людей в необычной позе с логотипом благотворительной организации (переплетаются искусство и призыв к действию)

Окончание табл. 1

Вид маркетинга	Описание (особенности)	Пример кампании
Life Placement	Подогрев интереса через рекомендации, тест-драйвы, амбассадоров бренда. Включает в себя «тайных покупателей», инфлюенсеров или необычные промоакции	Тайные дегустации нового напитка на улице, участники сами рассказывают о впечатлении друзьям и в соцсетях
Нативная (скрытая реклама)	Незаметное внедрение бренда в контент или среду (например, стендап-комик, упоминающий продукт; граффити-художник невзначай оставляет логотип)	Рекламная надпись на велосипедной дорожке в виде бренда спортивного напитка; при этом она выглядит как артрисунок
Коллаборации / фьюжн	Партнерские акции при совпадении событий или площадок без официального спонсорства	Марка одежды раздает бесплатные футболки участникам крупного спортивного мероприятия без официального разрешения организаторов

Источник: [4].

Эта классификация сочетает как уличные техники (ambient, эпатажный), так и цифровые (вирусный контент, сарафанное радио). Часто в одной кампании используются сразу несколько приемов. Так, реклама может стартовать с вирусного ролика в сети, а затем стать частью городского перформанса (Ambient + Viral).

Для анализа эффективности партизанского маркетинга необходимо оценить степень воздействия рекламного сообщения на потребителя. В маркетинговых исследованиях часто используются модели, описывающие психологический процесс восприятия рекламы. Одной из таких моделей является модель *DIBABA*, которая рассматривает рекламу как последовательный процесс формирования интереса и убеждения потребителя [5].

На основе данной модели можно предложить систему оценки воздействия рекламы, включающую несколько ключевых критериев (табл. 2).

Таблица 2

Система оценки воздействия рекламы

Критерий	Содержание	Баллы
Внимание	Способность рекламы привлекать внимание аудитории	1–5
Эмоциональная реакция	Степень эмоционального отклика потребителя	1–5
Запоминаемость	Насколько хорошо реклама запоминается	1–5
Понимание сообщения	Ясность и понятность рекламной идеи	1–5
Интерес к продукту	Желание узнать больше о товаре или услуге	1–5

Источник. Собственная разработка.

Максимальное количество баллов составляет 25.

На основе предложенной системы оценки можно определить силу воздействия рекламного сообщения на потребителя (табл. 3).

Таблица 3

Сила воздействия рекламного сообщения на потребителя

Баллы	Уровень воздействия
0–10	Низкое воздействие
11–18	Среднее воздействие
19–25	Высокое воздействие

Источник. Собственная разработка.

Данная шкала позволяет анализировать эффективность различных примеров партизанской рекламы и сравнивать их между собой. Чем выше итоговый балл, тем сильнее рекламное сообщение влияет на восприятие потребителя и формирование интереса к продукту.

Партизанский маркетинг является эффективным инструментом продвижения товаров и услуг в современных условиях. Его основное преимущество заключается в возможности достижения значительного рекламного эффекта при минимальных финансовых затратах.

Использование нестандартных рекламных решений позволяет компаниям привлекать внимание аудитории и формировать положительное отношение к бренду. Предложенная система оценки воздействия рекламы может быть использована для анализа эффективности партизанских рекламных кампаний и определения силы их влияния на потребителей.

Таким образом, применение методов партизанского маркетинга способствует повышению эффективности маркетинговых коммуникаций и формированию конкурентных преимуществ компании.

Л и т е р а т у р а

1. Липсиц, И. Маркетинг для топ-менеджеров / И. Липсиц. – 2007.
2. Котлер, Ф. Маркетинг менеджмент. Экспресс-курс / Ф. Котлер ; пер. с англ. под ред. С. Г. Божук. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 464 с.
3. Тимофеев, И. Ю. Партизанский маркетинг как современный инструмент привлечения потребителей / И. Ю. Тимофеев, Е. Г. Старцева // Экономика и социум. – 2015. – № 3–2 (16). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/partizanskiy-marketing-kak-sovremennyy-instrument-privlecheniya-potrebitelley> (дата обращения: 13.03.2026).
4. Партизанский маркетинг // SendPulse. – 2025. – URL: <https://adindex.ru/publication/analytics/search/2025/04/10/332651.phtml> (дата обращения: 13.03.2026).
5. DIBABA // Wikipedia. – 2025. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/DIBABA?utm_source=chatgpt.com#cite_note-1 (дата обращения: 13.03.2026).

ЭКОНОМИКА В ЭПОХУ ТУРБУЛЕНТНОСТИ: НОВЫЕ ПРАВИЛА ИГРЫ ДЛЯ БИЗНЕСА, ТРУДА, УПРАВЛЕНИЯ

В. В. Гришкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Г. Винник

Проанализировано состояние современной мировой экономики, характеризующееся как постоянная турбулентность, вызванная совокупностью глобальных кризисов. Рассмотрено

рены ключевые группы рисков: финансово-экономические, социальные и технологические. Показано, что в этих условиях меняются правила ведения бизнеса: на первый план выходят гибкость, адаптивность, цифровизация и сокращение горизонта планирования. Сделан вывод, что экономическая турбулентность становится новой нормой, в условиях которой побеждают наиболее адаптивные компании и специалисты, готовые к постоянным изменениям.

Ключевые слова: экономическая турбулентность, нестабильность, неопределенность, глобальные риски, адаптивность, гибкость бизнеса, цифровизация, сокращение горизонта планирования, трансформация рынка труда.

Экономическая турбулентность представляет собой состояние экономики, при котором нарушается устойчивость привычных процессов. В таких условиях становится сложно прогнозировать развитие рынков, поведение потребителей и эффективность управленческих решений. Экономическая среда перестает быть стабильной и требует от всех участников постоянной адаптации.

Важной особенностью являются быстрые изменения. Технологии, формы занятости, финансовые рынки и даже потребительские предпочтения трансформируются за короткие промежутки времени. То, что было актуально вчера, сегодня может оказаться неэффективным или устаревшим, что вынуждает организации постоянно пересматривать свои стратегии.

Кроме того, в условиях турбулентности компании и государства сталкиваются с большим количеством рисков. Можно выделить несколько ключевых групп рисков. Во-первых, финансово-экономические риски, связанные с ростом инфляции, нестабильностью валютных курсов, снижением платежеспособного спроса и ограничением доступа к инвестиционным ресурсам. Во-вторых, социальные риски, включающие рост безработицы, усиление социальной напряженности и снижение уровня жизни населения. В-третьих, технологические риски, обусловленные ускоренным развитием цифровых технологий, требующих постоянного обновления инфраструктуры и компетенций. Риски становятся более сложными и взаимосвязанными, что затрудняет их оценку и управление. Таким образом, экономическая турбулентность сама по себе не является кризисом, но существенно повышает вероятность его возникновения и характеризуется глобальностью и системностью по сравнению с предыдущими периодами нестабильности [1].

Для минимизации вероятности возникновения указанных рисков, а также снижения их негативных последствий субъекты экономики применяют комплекс управленческих и стратегических мер. Эти меры направлены на повышение устойчивости, адаптивности и способности функционировать в условиях неопределенности.

В условиях экономической турбулентности существенно меняются правила ведения бизнеса. Одним из ключевых факторов выживания компаний становится гибкость и адаптивность. Организации больше не могут полагаться на стабильность внешней среды и заранее выстроенные планы на долгие годы. Вместо этого они вынуждены постоянно подстраиваться под изменения, быстро реагировать на новые вызовы и корректировать свои решения в реальном времени.

Важную роль в новых условиях играет цифровизация и автоматизация. Внедрение цифровых технологий позволяет компаниям повышать эффективность процессов, снижать издержки и быстрее принимать управленческие решения. Использование искусственного интеллекта, больших данных и онлайн-платформ становится неотъемлемой частью конкурентной борьбы. Те компании, которые игнорируют технологические изменения, рискуют утратить свои позиции на рынке [2].

Еще одной характерной чертой современной экономики является сокращение горизонта планирования. Если раньше стратегии разрабатывались на 5–10 лет вперед, то сегодня многие компании ограничиваются краткосрочным и среднесрочным планированием. Высокий уровень неопределенности делает долгосрочные прогнозы менее надежными и увеличивает вероятность ошибок. Компании разрабатывают несколько возможных вариантов развития событий и готовятся к каждому из них. Такой подход позволяет снизить риски и повысить устойчивость бизнеса в условиях постоянных изменений и нестабильности.

Экономическая турбулентность также оказывает значительное влияние на рынок труда, приводя к его глубокой трансформации. Одним из наиболее заметных изменений становится рост нестабильных форм занятости. Все больше людей работают на условиях фриланса, совмещают офисную и удаленную работу или участвуют в краткосрочных проектах. Постоянная занятость с фиксированным графиком постепенно уступает место более гибким форматам, которые позволяют работодателям быстрее адаптироваться к изменениям спроса.

В новых условиях меняются и требования к работникам. На первый план выходит обучаемость, т. е. способность быстро осваивать новые навыки и перестраиваться под изменяющиеся задачи. Также возрастает значение мультискиллов – умения выполнять несколько функций и работать на стыке разных профессий. Все большую роль играет эмоциональный интеллект, включающий навыки коммуникации, саморегуляции и работы в команде, особенно в условиях стресса и неопределенности. Возрастает значение способности принимать быстрые решения при ограниченной информации, а также умения работать с рисками. Менеджеры вынуждены учитывать множество факторов одновременно и быть готовыми к корректировке своих действий в любой момент.

Отдельного внимания заслуживает автоматизация, которая одновременно несет в себе как угрозы, так и возможности. С одной стороны, развитие искусственного интеллекта и роботизации может привести к сокращению рабочих мест в ряде отраслей. С другой стороны, автоматизация создает новые профессии, повышает производительность труда и освобождает человека от рутинных задач, позволяя сосредоточиться на более творческой и аналитической деятельности [3].

В заключение можно сделать вывод, что экономическая турбулентность перестала быть временным отклонением и все больше воспринимается как новая норма развития мировой экономики. Современный мир характеризуется постоянными изменениями, нестабильностью и высокой неопределенностью, к которым невозможно полностью подготовиться заранее.

В этих условиях выигрывают прежде всего адаптивные компании, способные быстро перестраивать свои процессы, внедрять инновации и гибко реагировать на внешние вызовы. Также в более выгодном положении оказываются обучающиеся специалисты, которые готовы постоянно развивать свои навыки, осваивать новые профессии и принимать изменения как неотъемлемую часть профессиональной жизни. В эпоху турбулентности побеждает не самый сильный и не самый крупный участник рынка, а самый гибкий, открытый к изменениям и способный эффективно действовать в условиях неопределенности.

Литература

1. Система факторов и причин возникновения турбулентности как меры хаотичности и неопределенности развития экономики / Е. Д. Щетинина, С. А. Кучерявенко, Т. Б. Климова, А. В. Коннова // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В. Г. Шухова. – URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/-article/29225/view> (дата обращения: 08.02.2026).

2. «Делай хорошо – и будет хорошо»: как вести бизнес в эпоху турбулентности и «черных лебедей». // biz360.ru. – URL: <https://biz360.ru/materials/delay-khorosho-i-budet-khorosho-kak-vesti-biznes-v-epokhu-turbulentnosti-i-chyernykh-lebedey/> (дата обращения: 08.02.2026).
3. Как оперативно адаптировать бизнес-процессы к изменениям // GUSAROV. – URL: <https://gusarov-group.by/kak-operativno-adaptirovat-biznes-protsessy-k-izmeneniyam/> (дата обращения: 08.02.2026).

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА МЕЖДУНАРОДНУЮ ЭКОНОМИКУ

Ю. И. Еремич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. А. Кожевников

Цифровизация международной экономики рассмотрена как современное направление трансформации мирохозяйственных связей, ориентированное на повышение эффективности глобальных цепочек создания стоимости, снижение транзакционных издержек и развитие устойчивых форм международного обмена. Раскрыта ее сущность, особенности и роль в обеспечении конкурентных преимуществ государств в условиях цифровой глобализации. Особое внимание уделено практическим механизмам внедрения цифровых технологий (блокчейн, большие данные, искусственный интеллект, платформенная экономика) в структуру международной торговли, движения капитала и финансовых рынков.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая торговля, электронная коммерция, цифровой разрыв, международная экономика, Республика Беларусь.

Одной из ключевых проблем изучения цифровизации является отсутствие единого понятийного аппарата. Официального общепринятого термина «цифровая торговля» до сих пор не существует. Разные международные организации трактуют его по-разному, что создает трудности для сбора статистики и сравнительного анализа [1]. Наиболее практичный подход – считать цифровой торговлей любые покупки через Интернет (включая товары с курьерской доставкой) и любые услуги, доставленные по сети.

Цель статьи – анализ влияния цифровизации на международную экономику, выявление ключевых тенденций 2025–2026 гг., а также определение стратегического значения цифровой трансформации для Республики Беларусь.

К ключевым эффектам цифровизации международной торговли можно отнести следующие.

- Во-первых, *новые бизнес-модели и рост сектора услуг*. Дизайн, разработка ПО, инженерия становятся полноценными объектами международной торговли. По данным ЮНКТАД, в 2025 г. сектор услуг вырос на 9 %, обогнав торговлю товарами, и составил 27 % всей мировой торговли [2].

- Во-вторых, *новые возможности для развивающихся стран*. Информационно-коммуникационные услуги (ИКТ) снижают операционные издержки, позволяют удаленную доставку услуг и открывают доступ к глобальным платформам. Однако реализация потенциала напрямую зависит от преодоления «цифрового разрыва» – пробелов в инфраструктуре, доступности интернета и квалификации кадров [3].

- В-третьих, *трансформация глобальных цепочек поставок*. Цифровизация облегчает управление производственными сетями. По оценкам ОЭСР, рост внутренней цифровой связанности на 1 % ведет к увеличению внешней торговли на 1,5 % [2].

- В-четвертых, *изменение структуры товарооборота*. Традиционные товары частично переходят в цифровой формат, а границы между товарами и услугами размываются. Появляются новые рынки высокотехнологичной продукции, искусственного интеллекта, электромобилей и робототехники.

- В-пятых, *новые вызовы и противоречия*. Возникают проблемы налогообложения цифровых компаний, риски монополизации платформ, необходимость переквалификации кадров и противоречия в национальных регуляциях.

Актуальные тенденции 2025–2026 гг. включают взрывной рост электронной коммерции (объем мировой торговли впервые превысил 35 трлн долл., показав рост около 7 %, при этом Китай остается безусловным лидером розничной онлайн-торговли — около 50 % мировых продаж) [2]; бурный рост торговли ИКТ-услугами, которые достигли 56 % мирового экспорта услуг (в развитых странах их доля составляет около 61 %, в наименее развитых — лишь 16 %) [3]; обострение «цифрового разрыва», в результате которого наименее развитые страны рискуют навсегда отстать в глобальной цифровой экономике [3]; трансформацию платформ (лидерство сохраняют Alibaba и Amazon, однако китайские платформы Temu и AliExpress стремительно вошли в тройку глобальных лидеров по трафику); снижение издержек за счет использования искусственного интеллекта (ИИ), Интернета вещей и блокчейна, оптимизирующих логистику и таможенные процедуры [2]; появление новых рынков и технологий (открытые модели ИИ демократизируют доступ для малого бизнеса, быстро растут рынки онлайн-образования и игр, особенно в Африке и Латинской Америке); а также усложнение регулирования, поскольку мир движется к фрагментации правил: США ужесточают контроль данных, ЕС вводит жесткое регулирование ИИ, Китай либерализует потоки данных.

Цифровизация представляет собой качественно новый этап развития мировой торговли. Она кардинально меняет ее архитектуру: стимулирует появление инновационных бизнес-моделей, ускоряет рост сектора услуг, трансформирует глобальные цепочки поставок и размывает границы между товарами и услугами. Сегодня цифровая торговля – это не периферийное дополнение, а центральный элемент глобальной экономики, формирующий новые рынки на основе ИИ, Интернета вещей, больших данных, блокчейна и робототехники [1–3].

Процесс имеет две стороны. С одной стороны, он открывает значительные возможности: снижение издержек, доступ к глобальным платформам, рост экспорта услуг (в 2025 г. *digitally deliverable services* составили уже 56 % мирового экспорта услуг) и новые шансы для развивающихся стран [3]. С другой стороны, возникают серьезные риски: углубление цифрового разрыва между развитыми и наименее развитыми странами, фрагментация международных правил регулирования, проблемы налогообложения цифровых гигантов и необходимость массовой переквалификации кадров.

Для Республики Беларусь цифровизация имеет стратегически важное значение. В условиях санкционного давления и высокой зависимости экономики от экспорта (около 60 % ВВП) она становится ключевым инструментом обеспечения технологического суверенитета, повышения конкурентоспособности и устойчивого экономического роста. Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг. (утверждена постановлением Совета Министров № 793 от 30.12.2025 г.) направлена на формирование отечественной экосистемы цифровых решений, развитие экономики данных, «цифрового государства» и обеспечение цифрового суверенитета [4]. Парк высоких технологий в 2025 г. показал рост экспорта IT-услуг на 12 % (превысив 2 млрд долл.), а проникновение Интернета в стране превышает 94 % [5]. Без ак-

тивной цифровой трансформации Беларусь рискует отстать в глобальных цепочках поставок и потерять конкурентные преимущества.

Таким образом, главный вызов ближайших лет – превратить цифровизацию из источника новых разногласий и неравенства в мощный инструмент международного сотрудничества и инклюзивного развития. Успех будет зависеть от способности стран договариваться о единых правилах цифровой торговли и совместно преодолевать цифровой разрыв [6].

Литература

1. Global Trade Update (January 2026): Top trends redefining global trade in 2026 // UNCTAD. – 2026. – 15 Jan. – URL: <https://unctad.org/publication/global-trade-update-january-2026-top-trends-redefining-global-trade-2026> (дата обращения: 03.04.2026).
2. UNCTAD. Global Trade Update (December 2025) // UNCTAD. – 2025. – 9 Dec. – URL: <https://unctad.org/publication/global-trade-update-december-2025-global-trade-poised-record-breaking-2025-flows> (дата обращения: 03.04.2026).
3. Global Digital Trade Development Report 2025 // Intracen. – 2025. – URL: <https://intracen.org/resources/publications/global-digital-trade-development-report-2025> (дата обращения: 03.04.2026).
4. О Государственной программе «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30 дек. 2025 № 793 // Правительство Респ. Беларусь. – URL: <https://government.gov.by/solutions?page=20> (дата обращения: 03.04.2026).
5. Экспорт услуг Парка высоких технологий Беларуси вырос на 12 % в 2025 году // БелТА. – 2026. – 10 марта. – URL: <https://www.belta.by> (дата обращения: 03.04.2026).
6. WTO / OECD / IMF. Handbook on Measuring Digital Trade (updates 2025–2026) / World Trade Organization, OECD, International Monetary Fund. – 2025. – URL: <https://www.wto.org> (date of access: 03.04.2026).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В ЮВЕЛИРНОЙ ОТРАСЛИ

С. И. Буштрук, М. С. Варвашевич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республики Беларусь

Научный руководитель О. Г. Винник

Рассмотрены ключевые тренды и перспективы развития цифрового маркетинга в ювелирной отрасли в современных условиях, а также вызовы, с которыми сталкиваются игроки рынка при переходе в онлайн. Рассмотрены возможности внедрения инновационных технологий для персонализации предложений, а также использования маркетинговых и гибридных форматов продаж (phygital). Рассмотрена роль инфлюенс-маркетинга и визуального контента в социальных сетях для формирования спроса и лояльности. Сделан вывод о необходимости цифровой трансформации отрасли с целью объединения эмоций и роскоши офлайн-покупок с удобством и технологичностью цифровых каналов.

Ключевые слова: цифровой маркетинг, ювелирная отрасль, искусственный интеллект, маркетинговые, SMM, потребительское поведение.

Ювелирная отрасль исторически считалась консервативным сегментом рынка, где ключевую роль играли тактильные ощущения, особый статус ряда товаров, личное обаяние продавца, престиж, доверие и репутация бренда, формируемая десятилетиями. Однако пандемия COVID-19 и стремительная цифровизация всех сфер жизни кардинально изменили потребительское поведение. Сегодня такой продукт, как ювелирное украшение, требует инновационных подходов к продвижению [1].

Ювелирная отрасль обладает рядом особенностей, которые накладывают отпечаток на стратегии цифрового маркетинга:

1. Высокая стоимость товара: покупка украшения часто является эмоциональным и дорогостоящим событием, требующим высокого уровня доверия к продавцу.

2. Привязка покупки к значимым событиям: спрос на ювелирные изделия тесно связан с праздниками, годовщинами, свадьбами и другими жизненными событиями, что требует от маркетологов точного планирования рекламных кампаний во времени.

3. Необходимость визуализации: для покупателя критически важны детали: блеск камня, фактура металла, игра света. В онлайн передать это сложно.

4. Эмоциональный фактор: украшения часто покупаются как подарки или символы статуса (обручальные кольца).

5. Проблема подделок: в онлайн высок риск столкнуться с мошенниками, что требует от брендов дополнительных усилий по подтверждению подлинности [2].

В связи с этим целью цифрового маркетинга в ювелирной отрасли становится не просто продажа, а формирование у потребителя восприятия бренда как воплощения роскоши и надежности.

Анализ текущего состояния рынка и последних технологических новинок позволяет выделить следующие перспективные направления развития цифрового маркетинга в отрасли [1–5].

1. AR-технологии (дополненная реальность). Одним из главных барьеров при покупке украшений онлайн является невозможность примерить изделие. Технология дополненной реальности решает эту проблему. Крупные ритейлеры, такие как Pandora и российский бренд Sokolov, уже интегрировали AR-примерку в свои мобильные приложения и сайты. Покупатель может через камеру смартфона «надеть» кольцо или серьги и оценить, как они сидят. Перспектива развития – улучшение точности наложения моделей и распознавания размеров пальцев.

2. Маркетплейсы и гибридные форматы (Phygital). Ювелирные бренды активно осваивают крупные маркетплейсы (Wildberries, Ozon, Lamoda), что позволяет им получить доступ к огромной аудитории. Однако перспектива связана не только с продажами, но и с концепцией Phygital (physical + digital). Пример: заказ украшения онлайн с возможностью получить консультацию стилиста по видеосвязи или забрать заказ в физическом шоу-руме, где можно оценить товар в реальности. Это стирает границы между офлайн- и онлайн-опытом.

3. Инфлюенс-маркетинг и микро-инфлюенсеры. Традиционная реклама уходит на второй план. Бренды все чаще сотрудничают с блогерами (инфлюенсерами). Особенно эффективными становятся микро-инфлюенсеры (аудитория до 50 тыс. человек), у которых высокая степень доверия со стороны подписчиков. Перспективным является интеграция украшений в повседневные образы и свадебные блоги, что создает естественный спрос без навязчивой рекламы.

4. Персонализация и ИИ (искусственный интеллект). Современные покупатели хотят уникальности. Перспективное направление – использование ИИ для создания персонализированных предложений. Анализируя историю просмотров и покупок, нейросети могут предлагать клиенту украшения, которые ему точно понравятся. Кроме того, набирают популярность конструкторы украшений на сайтах, где покупатель сам выбирает металл, камень и тип гравировки.

5. SMM и визуальный контент (TikTok, Pinterest, Telegram). Так как ювелирные изделия – это «визуальный» продукт, ключевую роль играют качественный фо-

то- и видеоконтент. Короткие видео (Reels, TikTok) с процессом создания украшений, распаковками и идеями подарков набирают миллионы просмотров. Telegram-каналы становятся площадкой для эксклюзивных предложений и закрытых распродаж для лояльной аудитории, минуя алгоритмы Instagram.

Несмотря на широкие перспективы, развитие цифрового маркетинга в ювелирной отрасли сталкивается с рядом проблем [2], [5]:

- высокая стоимость привлечения клиента: В нише дорогих товаров трафик стоит дорого, а конверсия в покупку происходит не быстро;

- доверие и безопасность: необходимо инвестировать в сертификаты безопасности сайта, удобные способы оплаты и возврата;

- контент: создание качественного видеоконтента с макросъемкой требует профессионального оборудования и студий, что повышает затраты;

- борьба с контрафактом: высокая доля подделок в сети вынуждает бренды внедрять дополнительные инструменты верификации подлинности (сертификаты, NFT, блокчейн-метки), чтобы защитить репутацию и доверие покупателей.

Адаптация стратегий под поколенческие категории. Успех цифрового маркетинга будет напрямую зависеть от понимания психологии разных возрастных групп. Поколение Z (до 27 лет) – будущие платежеспособные клиенты, которые уже сейчас делают первые покупки. Для них важны ценности устойчивого развития (переработанные материалы, лабораторные бриллианты). Миллениалы (30–45 лет), напротив, являются ядром текущих онлайн-продаж и ценят удобство, персонализацию и программы лояльности. Дифференцированный подход к этим аудиториям через разные каналы (TikTok, Telegram) открывает новые горизонты для роста.

Таким образом, перспективы развития цифрового маркетинга в ювелирной отрасли выглядят многообещающе. Технологии дополненной реальности, ИИ и гибридные форматы продаж позволяют преодолеть главный барьер – невозможность «прикоснуться» к роскоши онлайн. Успех будущего за теми брендами, которые смогут объединить тактильную роскошь офлайн-бутиков с удобством и технологичностью цифровых каналов, сохранив при этом эмоциональную составляющую покупки. Ювелирный рынок ждет не просто автоматизация продаж, а глубокая цифровая трансформация маркетинга.

Литература

1. Ювелирный ритейл в 2025 году: тренды и цифровизация / Retail.ru. – URL: <https://www.retail.ru/articles/> (дата обращения: 08.03.2026).
2. Всемирный ювелирный совет. Отчет «Digital Trends in Jewelry Industry 2025» / Jewelry.org. – URL: <https://www.jewelry.org/> (дата обращения: 08.03.2026).
3. Sokolov.ru : офиц. сайт. Раздел «Технологии и инновации». – URL: <https://sokolov.ru/> (дата обращения: 08.03.2026).
4. Pandora Group. Investor Relations / Digital Strategy Overview. – URL: <https://pandoragroup.com/> (date of access: 08.03.2026).
5. Как продавать дорогие украшения через TikTok и Instagram / vc.ru. Платформа для предпринимателей. – URL: <https://vc.ru/marketing/> (дата обращения: 08.03.2026).

МЕТОД УБЕЖДЕНИЯ В РЕКЛАМЕ**В. В. Гришкова***Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Рассмотрен метод убеждения как ключевой психологический инструмент в рекламе, направленный на формирование у потребителя решения о покупке через сочетание логических доводов и эмоциональных образов. Подробно проанализированы четыре основных приема: использование интересов и потребностей аудитории, новизна товара, проблемная ситуация и эффект соучастия. На основе проведенного исследования с участием экспертов показано, что наиболее эффективными являются приемы, основанные на учете потребностей аудитории и эффекте соучастия, тогда как новизна товара без эмоциональной поддержки демонстрирует наименьшие результаты. Сделан вывод о том, что метод убеждения остается ключевым элементом современного маркетинга.

Ключевые слова: метод убеждения, психология рекламы, эмоциональное воздействие, потребности аудитории, прием новизны, проблемная ситуация, эффект соучастия, убедительность рекламы, запоминаемость, вовлеченность потребителя.

Метод убеждения является одним из ключевых психологических инструментов в рекламе. Его суть заключается в том, чтобы убедить потенциального покупателя в уникальности и необходимости товара или услуги, что в конечном итоге должно привести к решению о покупке. В отличие от простого информирования метод убеждения воздействует на сознание человека и сочетает логические доводы с эмоциональными образами. Он помогает сформировать у потребителя ощущение, что продукт решает его проблему, удовлетворяет потребность и является лучшим выбором среди альтернатив.

Основной принцип метода убеждения заключается в акценте на положительных качествах товара. Реклама показывает преимущества продукта, выделяет его уникальные свойства и демонстрирует его пользу для конкретной аудитории. Однако важно понимать, что данный метод эффективен только тогда, когда человек уже проявляет интерес к категории товара или к его конкретным характеристикам. В этом случае реклама служит своего рода подтверждением правильного выбора, а не навязыванием покупки [1].

Метод убеждения реализуется через различные приемы, каждый из которых воздействует на определенные психологические механизмы и потребности человека. Рассмотрим основные из них:

1. Использование интересов и потребностей людей. Этот прием считается одним из самых простых и одновременно эффективных способов убедить потребителя. Он строится на анализе интересов, желаний и проблем целевой аудитории. Для этого рекламодатель изучает, что важно для людей: их ценности, страхи, стремления и привычки. После выявления этих факторов они становятся основой для рекламного сообщения, включаются в слоганы, визуальные образы и сценарии роликов. Такой подход делает рекламу максимально близкой и понятной потребителю, вызывая доверие и эмоциональный отклик.

В качестве примера можно рассмотреть рекламу компании Dove «Real Beauty Sketches». В основе кампании лежит демонстрация различий между самооценкой женщин и восприятием их внешности окружающими людьми.

Действенность данного приема обусловлена тем, что реклама обращается к базовой потребности человека в принятии, социальной значимости и положительной самооценке. Это способствует формированию устойчивой эмоциональной связи с брендом и повышает лояльность к продукту.

2. Прием новизны товара или услуги. Новизна привлекает внимание и стимулирует интерес к продукту. Этот прием основывается на демонстрации инновационности, уникальности и отличительных особенностей товара, что помогает выделить его среди множества аналогов на рынке [2].

Ярким примером являются рекламные кампании белорусского телекоммуникационного оператора А1. При запуске новых тарифных линеек и цифровых сервисов в рекламных материалах делается акцент на внедрение новых возможностей, таких как расширенные пакеты Интернета, цифровые платформы и дополнительные сервисы для пользователей.

Эффективность данного подхода связана с тем, что акцент на новизне формирует у потребителя представление о модернизации услуг и стимулирует интерес к их использованию.

3. Прием проблемной ситуации. Этот прием строится на создании узнаваемой проблемы, с которой сталкивается потребитель, и демонстрации продукта как решения этой проблемы. Он эффективен, потому что человек легко идентифицирует себя с ситуацией и автоматически начинает искать выход.

Примером может служить реклама Rexona «Невидимая защита», в которой визуализируется проблема следов дезодоранта на одежде и предлагается ее решение в виде специальной формулы, не оставляющей следов.

Эффективность данного приема обусловлена тем, что потребитель идентифицирует себя с представленной ситуацией, что усиливает восприятие продукта как практичного и необходимого решения повседневной задачи.

4. Прием соучастия. Прием соучастия создает эффект присутствия, вовлекая зрителя в происходящее на экране. Человек ощущает себя участником событий, а не просто наблюдателем. Такой подход усиливает эмоциональный отклик и формирует более сильную связь с брендом [3].

Примером является рекламный проект Red Bull Stratos, в рамках которого транслировался прыжок Феликса Баумгартнера с высоты 39 км. В видеоматериале последовательно показаны подготовка, подъем в стратосферу, сам прыжок и этапы свободного падения. За счет реалистичной съемки и длительного формата трансляции у зрителя формируется ощущение личного присутствия при историческом событии.

Данный прием является действенным благодаря тому, что эффект соучастия усиливает эмоциональное вовлечение и создает у аудитории переживание уникального опыта, что повышает запоминаемость рекламного сообщения и усиливает ассоциацию с брендом.

Для оценки эффективности различных приемов метода убеждения в рекламе было проведено исследование. В эксперименте приняли участие 5 экспертов. Участникам были показаны рекламные ролики, относящиеся к четырем различным приемам убеждения: использование интересов и потребностей аудитории, новизна товара, проблемная ситуация и прием соучастия. После просмотра респонденты оценили каждую категорию рекламы.

Оценка рекламных роликов проводилась по нескольким критериям. Эксперты определяли, насколько реклама вызывает интерес, насколько она эмоциональна, насколько убедительно демонстрирует преимущества продукта, насколько хорошо за-

поминается, а также вызывает ли она желание приобрести товар. Оценивание проводилось по пятибалльной шкале, где 1 – очень низкая оценка, а 5 – очень высокая.

Таблица 1

Оценка рекламных роликов экспертами

Вид рекламного приема	Интерес	Эмоциональность	Убедительность	Запоминаемость	Желание купить	Средний балл
Использование интересов и потребностей	4,8	4,7	4,5	4,6	4,4	4,6
Новизна товара	4,2	3,5	3,6	3,7	3,2	3,6
Проблемная ситуация	4,3	4,1	4,6	4,2	4,5	4,4
Соучастие	4,7	4,8	4,4	4,6	4,3	4,6

Источник. Собственная разработка.

Результаты исследования (см. таблицу) показывают, что наиболее эффективными оказались рекламные сообщения, основанные на использовании интересов и потребностей аудитории, а также на эффекте соучастия. Данные приемы получили наивысший средний балл, что свидетельствует о высоком уровне эмоционального воздействия и вовлеченности аудитории. Реклама, построенная на демонстрации проблемной ситуации, также показала высокую эффективность, поскольку наглядно демонстрирует решение проблемы потребителя. Наименьший результат получила реклама, основанная на новизне товара, так как она привлекает внимание, но не всегда формирует сильную эмоциональную связь с брендом.

Метод убеждения является мощным инструментом в рекламной деятельности. Он позволяет не только донести информацию о продукте, но и сформировать у потребителя устойчивое чувство необходимости его покупки. Использование приемов работы с потребностями аудитории, демонстрации новизны, создания проблемных ситуаций и эффекта соучастия делает рекламу более убедительной, эмоционально насыщенной и запоминающейся. Именно поэтому метод убеждения остается ключевым элементом современного маркетинга и активно применяется ведущими брендами в мире.

Литература

1. Техники убеждения в маркетинге и рекламе // Рекламная компания «Ви́раж». – URL: <https://www.viraj-spb.ru/o-kompanii/stati/marketing-i-reklama/tekhniki-ubezhdeniya-v-marketinge-i-prodazhakh.html> (дата обращения: 08.02.2026).
2. Убеждение как способ воздействия в рекламе // Язык. Культура. Коммуникации. – URL: <https://journals.susu.ru/lcc/article/view/376/581> (дата обращения: 08.02.2026).
3. Приемы убеждения в рекламе // Телерадиокомпания «Рекламная Империя». – URL: <https://rek-imp.ru/novosti/221-priemy-ubezhdeniya-v-reklame/> (дата обращения: 08.02.2026).

СЕКЦИЯ VII ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СИНУСОВОЙ АРИТМИИ МЕТОДОМ СФИГМОРИТМОГРАФИИ

А. В. Кузнецова, А. Д. Филиппов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тамбовский государственный
технический университет», Российская Федерация*

Научный руководитель С. Г. Проскурин

Рассмотрены особенности разработки программного обеспечения для автоматизированной количественной оценки синусовой аритмии. Программа реализует метод сфигморитмографии, основанный на анализе пульсовых волн, получаемых с оптического датчика. Описана архитектура программы, алгоритм выделения кардиоинтервалов и расчет ключевых статистических характеристик вариабельности сердечного ритма (BCP), включая ЧСС, SDNN, RMSSD, pNN50 и pNN40.

Ключевые слова: синусовая аритмия, сфигморитмография, SDNN, RMSSD, pNN50, микроконтроллер, цифровая обработка сигналов.

Количественная оценка аритмии имеет ключевое значение для диагностики различных дисфункций, мониторинга терапевтической динамики и оценки уровня стресса. Однако стандартное электрокардиографическое оборудование и тонометры оснащены лишь индикатором появления/отсутствия нарушений синусового ритма. Сфигморитмография в свою очередь использует данные, полученные методом сфигмографии (сигнал с датчика пульса), но для последующего анализа не формы волны, а временных интервалов между пульсовыми ударами, что аналогично записи R-R интервалов с ЭКГ [1].

Разработанное программное обеспечение предназначено для работы на микропроцессорной платформе, что обеспечивает его компактность и автономность. Язык разработки – C++. Программа получает данные с оптического датчика пульса, подключенного к аналоговому входу [2].

Алгоритм работы программы состоит из нескольких последовательных этапов:

1. *Калибровка.* В течение первых 5 секунд программа определяет максимальную амплитуду сигнала оптического датчика для автоматической установки порога детектирования пульсовой волны. Это позволяет адаптироваться к индивидуальным особенностям кровотока пользователя.

2. *Регистрация.* Основной этап измерения длится 15–60 секунд. Программа непрерывно считывает значение с датчика. Превышение установленного порога при условии соблюдения временного «холодного» периода ($\text{pulseCooldown} = 250$ мс) регистрируется как сердечное сокращение. Время наступления каждого удара фиксируется в массиве данных.

3. *Расчет показателей.* По окончании регистрации программа производит вычисление следующих параметров:

– ЧСС рассчитывается путем умножения количества зарегистрированных ударов на 4 (для перехода от 15 секунд к минуте);

– на основе записи массива временных данных вычисляются кардиоинтервалы. Производится их фильтрация для исключения артефактов (интервалы вне физиологического диапазона 200–1500 мс). Процент аритмии определяется как доля интервалов, отклоняющихся от среднего более чем на 15 %;

– pNN50 и pNN40 рассчитывается как процент последовательных нормальных интервалов (R–R), разность между которыми превышает 40–50 мс, соответственно. Он является важным маркером высокой частоты вариабельности сердечного ритма (BCP). Программа также может задавать и другие pNN параметры.

4. *Визуализация.* Результаты отображаются на OLED-дисплее. Интерфейс циклически (с заданным периодом) показывает ЧСС, процент аритмии и значение pNN.

Для реализации вычислений в программе реализованы специализированные функции calculate % Arrhythmia и calculate % pNN, что обеспечивает модульность и простоту модификации кода.

Разработанная программа реализует полный цикл от сбора первичных данных до выдачи пользователю диагностической информации. В результате работы программы пользователь получает комплекс статистических характеристик сердечного ритма:

- средняя частота сердечных сокращений (ЧСС);
- процент аритмии, SDNN, отражающий общую нестабильность ритма;
- показатели pNN50 и pNN40, характеризующие высокочастотные колебания ритма, связанные с дыхательными циклами и парасимпатической активностью.

Программа использует 3540 байт памяти, что оптимизировано для микроконтроллерных систем. Интерфейс вывода данных представлен на рис. 1. Описательно: на дисплей выводятся режимы измерения, значения ЧСС, % аритмии и pNN с указанием текущей страницы.



Рис. 1. Экспериментальный прототип прибора

Разработанное ПО позволяет автоматизировать процесс количественной оценки синусовой аритмии, исключая субъективный фактор при визуальном анализе пульсограммы. Использование адаптивной калибровки порога срабатывания повышает помехоустойчивость измерений при различных физиологических состояниях. Выбор временного интервала регистрации является компромиссом между оперативностью измерения и достаточной статистической достоверностью для расчета кратковременных показателей BCP таких, как pNN50, pNN40, ЧСС, SDNN, RMSSD.

В отличие от стандартных пульсоксиметров, отображающих только ЧСС, данная программа предоставляет расширенную информацию о вариабельности ритма, что значительно повышает ее диагностическую ценность. Возможность расчета как

pNN50, так и pNN40 позволяет более точно оценивать вклад парасимпатической нервной системы в регуляцию работы сердца. Программа может быть использована не только в клинической практике, но и в спортивной медицине для оценки восстановления спортсмена, а также в физиологических экспериментах [3–6].

В результате работы создано функциональное программное обеспечение для микроконтроллерной платформы, позволяющее в автоматическом режиме проводить количественную оценку синусовой аритмии методом сфигмомитмографии. Программа обеспечивает расчет ключевых показателей variability сердечного ритма, включая ЧСС, процент аритмии, pNN, и отображает их на дисплее. Разработка ориентирована на применение в научных исследованиях, клинической диагностике и системах персонального мониторинга здоровья.

Литература

1. Аветисян, А. Р. Количественное определение характеристик variability сердечного ритма человека : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2025687482 / А. Р. Аветисян, А. В. Кузнецова, С. Г. Проскурин ; правообладатель ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». – Заявка № 2025686555 ; заявл. 03.10.2025 ; опублик. 10.10.2025. – 1 с.
2. Количественное определение синусовой аритмии человека методом сфигмомитмографии : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2026614209 / Филиппов А. Д., Кузнецова А. В., Проскурин С. Г. ; правообладатель ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». – Заявка № 2026612170 ; заявл. 02.02.2026 ; опублик. 13.02.2026. – 1 с.
3. Шевалдова, О. В. Механизмы нарушений variability сердечного ритма у пациентов с врожденными пороками сердца / О. В. Шевалдова, А. В. Ковалева // Трансляционная медицина. – 2025. – Т. 12, № 4. – С. 310–329.
4. Использование функции распределения для анализа variability сердечного ритма / О. В. Попова, В. Б. Русанов, А. М. Носовский, О. И. Орлов // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2025. – Т. 59, № 3. – С. 31–36.
5. Судаков, Д. Е. Определение критического состояния сердечно-сосудистой системы с врожденным пороком сердца на основании отношения кровотоков / Д. Е. Судаков // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития : сб. тр. X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. «Дню радио и связи» и 80-летию победы в Великой Отечественной войне, Тамбов (7 мая 2025 г.). – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2025. – С. 275–276.
6. Фролов, С. В. Система поддержки принятия врачебных решений в кардиологии на основе цифрового двойника сердечно-сосудистой системы / С. В. Фролов, А. А. Коробов, А. Н. Ветров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 1 (40). – С. 3–4.

СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ, АКУСТИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ И АНТРОПОМЕТРИИ ДЛЯ МЛАДЕНЦЕВ

М. А. Любавина, А. Д. Филиппов, Е. П. Евстигнеева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Российская Федерация

Научный руководитель С. В. Фролов

Разработан комплекс, включающий систему мониторинга и анализа сна младенца, в целях оптимизации режима сна, а также автоматизацию процесса измерения, регистрации и анализа веса и роста детей. В основе приложения лежит комплексный подход, объединяющий ручной ввод данных о дневном сне с автоматизированным ночным

мониторингом, контроль физического развития ребенка производится путем сравнения полученных в ходе взвешивания данных с нормативными эталонными значениями (центильными таблицами), а также для ведения цифрового журнала измерений.

Ключевые слова: приложение, ребенок, сон, микроконтроллер, весы.

Современные цифровые технологии и сенсорика предоставляют широкие возможности для построения интеллектуальных программно-аппаратных комплексов, предназначенных для отслеживания состояния здоровья человека [1–4]. Подобные решения особенно востребованы при наблюдении за детьми младенческого возраста, где требуется непрерывный, но при этом щадящий и неинвазивный контроль ключевых физиологических показателей. В рамках данной работы представлен комплекс для мониторинга сна и физического развития ребенка, объединяющий фиксацию двигательной активности, акустический анализ и измерение антропометрических параметров.

Необходимость повышения уровня безопасности ребенка в период сна и потребность в инструментарии для раннего обнаружения отклонений физического развития определяют актуальность проекта. Сон играет важнейшую роль в гармоничном развитии детского организма. Параллельно с этим систематический контроль веса и роста позволяет вовремя заметить несоответствия возрастным нормативам и скорректировать режим питания или распорядок дня. Разработанная система объединяет перечисленные направления в рамках единого интеллектуального решения.

Аппаратная часть построена на базе модуля, который размещается в матрасе детской кроватки. В его конструкцию входят микрофон, улавливающий звуки и плач ребенка, а также датчик движения, отслеживающий общую подвижность.

В основе устройства лежит микроконтроллер NodeMCU с ядром ESP8266. Применение именно этого контроллера обусловлено наличием встроенного Wi-Fi, позволяющего организовать надежную беспроводную передачу информации без дополнительных коммуникационных компонентов. Вычислительных ресурсов достаточно для оперативной обработки данных с датчиков в реальном масштабе времени.

Ключевой элемент для контроля движений – модуль MPU6050, содержащий трехосевой акселерометр и гироскоп. В ходе разработки была выполнена тщательная калибровка чувствительности с учетом особенностей моторики младенца во сне.

За акустический контроль отвечает аналоговый микрофонный модуль KY-037, оснащенный регулируемым усилителем низкой частоты. Отличительной чертой системы является адаптивный порог срабатывания, который автоматически подстраивается под уровень фонового шума в помещении. Анализ сигнала включает частотную фильтрацию с выделением диапазона 200–600 Гц, типичного для детского плача. Структура аппаратной части показана на рис. 1.

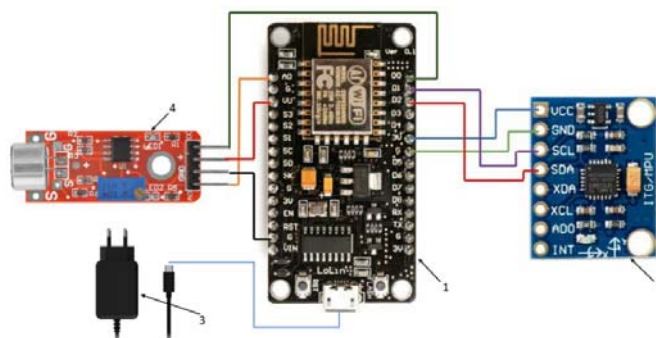


Рис. 1. Схема аппаратной составляющей:

1 – ESP8266; 2 – MPU6050; 3 – питание системы; 4 – KY-037

Алгоритмическое обеспечение для анализа сна определяет момент засыпания по запуску таймера в интерфейсе приложения. Пробуждение фиксируется при превышении заданных порогов активности или уровня звука. Система ведет учет общей продолжительности сна, числа и длительности ночных пробуждений, формирует суточную и недельную статистику, а также отображает графики распределения сна по часам.

В педиатрической практике для оценки физического развития детей широко используются центильные таблицы, позволяющие определить соответствие веса и роста ребенка его возрасту (табл. 1 и 2) [5]. Однако традиционный процесс сбора данных – ручная запись показателей с весов с последующим внесением в журналы или электронные таблицы – является трудоемким и сопряжен с риском ошибок, что может снижать достоверность анализа. Для решения этой проблемы был разработан программный комплекс, обеспечивающий автоматизированный сбор антропометрических данных с электронных весов и последующую оценку динамики физического развития ребенка с использованием центильных таблиц.

Таблица 1

Распределение длины тела, см, по возрасту

Возраст, месяц	Мальчики		Девочки	
	Центили			
	25	75	25	75
0 месяцев	50,6	53,9	51,0	55,0
1 месяц	54,0	56,1	53,6	56,0
2 месяца	55,4	58,5	54,6	58,0

Таблица 2

Распределение массы тела, кг, по возрасту

Возраст, месяц	Мальчики		Девочки	
	Центили			
	25	75	25	75
0 месяцев	3,2	4,0	2,9	3,5
1 месяц	4,0	4,8	3,8	4,6
2 месяца	4,5	5,3	4,2	4,9

Программный комплекс реализован в среде MATLAB и состоит из двух функциональных частей. Первая часть отвечает за сбор данных и взаимодействие с измерительным устройством через последовательный порт. При нажатии кнопки «Фикс» на весах формируется пакет данных, содержащий закодированные значения веса и роста. Программа принимает этот пакет, декодирует его, преобразуя сырые данные в килограммы и метры, и выполняет проверку на соответствие допустимым диапазонам для детей. Перед началом измерений пользователь вводит дату и фамилию пациента, на основе которых автоматически формируется имя выходного файла. Все успешные измерения сохраняются в текстовый файл в формате «вес рост».

Вторая часть комплекса предназначена для аналитической обработки накопленных данных. Программа запрашивает начальную дату наблюдения и автоматически формирует список ожидаемых файлов с шагом в семь дней, что соответствует традиционному недельному циклу мониторинга. Для каждой недели производится загрузка данных и их усреднение, после чего рассчитываются ключевые показатели динамики: абсолютные изменения веса и роста за весь период наблюдения, средне-недельные приросты, а также динамика между последовательными измерениями. Особенностью разработанной системы является встроенная база центильных таблиц для детей от 0 до 12 месяцев, содержащая значения 25-го и 75-го перцентилей, принятые за границы нормы. Сравнение показателей последнего измерения, соответствующего четвертой неделе наблюдения, с эталонными значениями позволяет автоматически классифицировать состояние ребенка как соответствующее норме, либо как отклонение выше или ниже установленного диапазона.

Разработанное решение полностью автоматизирует процесс сбора антропометрических данных и данных о сне, исключает ошибки ручной записи, снижает временные затраты медицинского персонала и предоставляет объективную цифровую основу для оценки развития ребенка.

Литература

1. Коновалова, К. Н. Информационные технологии и медицинские роботизированные системы / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов : материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 5 т. Т. 1 / Междунар. науч.-практ. конф., 7–9 июня 2016 г., г. Тамбов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 132–138.
2. Фролова, Т. А. / Проектирование биомедицинских информационных систем / Т. А. Фролова, А. Н. Ряшенцева // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2019. – С. 419–421.
3. Конструирование приложения для молодых матерей / Т. А. Фролова, Е. П. Евстигнеева, Е. В. Сеченева, Н. Р. Моргунов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 21–22 окт. 2024 г. – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2024. – С. 349–351.
4. Приложение для учета и мониторинга сна младенцев / М. А. Любавина, Н. Р. Журавлев, Е. П. Евстигнеева, Т. А. Фролова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых : в 2 ч. Ч. 2, Гомель, 24–25 апр. 2025 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – С. 175–178.
5. Участковый педиатр : справ. рук. / М. Ф. Рзынкина, В. П. Молочный, В. Г. Дьяченко, Е. Н. Андриюшкина. – Ростов н/Д. : Феникс, 2005. – С. 313.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКГ ПРИ ТРИГЕМИНИИ

А. В. Кузнецова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тамбовский государственный технический
университет», Российская Федерация*

Научный руководитель С. Г. Проскурин

Представлены результаты исследования ЭКГ с аллоритмией типа тригеминии с использованием метода декомпозиции во временной области (DMTD) и последующего спектрального анализа. Применение цифровой фильтрации позволило снизить уровень шумов на 10–20 %. Для минимизации влияния высокочастотных зубцов QRS на спектр они были удалены, что дало возможность проанализировать плавно меняющуюся часть сигнала (Р и Т волны). В спектре регулярной части сигнала выявлены три характерных пика

на частотах 1,6, 3,2 и 4,7 Гц. Показано, что анализ гладкой составляющей ЭКГ позволяет выявить предпосылки к возникновению экстрасистол даже при отсутствии их видимых проявлений на момент обследования.

Ключевые слова: цифровая обработка ЭКГ, электрокардиосигнал, аллоритмия, тригеминия, спектральный анализ, гармоники ЭКС.

Аллоритмия представляет собой нарушение сердечного ритма, при котором экстрасистолы чередуются с нормальными синусовыми сокращениями в строгой последовательности. Тригеминия характеризуется появлением экстрасистолы после каждого второго нормального комплекса QRS.

Стандартные методы анализа ЭКГ во временной области хорошо зарекомендовали себя для диагностики явных нарушений. Однако они не всегда позволяют обнаружить скрытые паттерны, предшествующие аритмии. Классический спектральный анализ всего сигнала малоинформативен из-за наличия острых пиков комплекса QRS, которые вносят широкополосный шум в спектр электрокардиосигнала (ЭКС).

В данном исследовании представлен разработанный и экспериментально проверенный алгоритм спектрального анализа сигналов ЭКГ при тригеминальном режиме сердечного ритма, включающий разделение кардиосигнала на гладкую и импульсную компоненты. Применение метода DMTD обеспечивает снижение уровня шумовых артефактов и уменьшение числа ложноположительных гармонических составляющих.

В данной работе применен метод декомпозиции сигнала во временной области (DMTD) [1], который разделяет ЭКГ на высокочастотную (QRS комплексы) и низкочастотную (Р и Т волны) составляющие. Это позволяет изучить спектр гладкой части кардиосигнала и выявить гармонические компоненты, соответствующие работе предсердий и реполяризации желудочков при скрытой патологии [2].

Исходным материалом для исследования являлся оцифрованный сигнал первого отведения стандартной системы ЭКГ, содержащий фрагменты с регулярным синусовым ритмом и последующей тригеминией. Кроме того, на этапе предварительной обработки сигнала применялась процедура сглаживания, реализованная с помощью интерполяции полиномами Лагранжа, с целью подавления высокочастотных помех. Основным этапом обработки заключался в декомпозиции исходного сигнала. С этой целью выполнялась идентификация и последующее удаление остроконечных компонентов — QRS-комплексов, включая экстрасистолы. Соответственно оставшиеся гладкие сегменты, соответствующие волнам Р и Т, подвергались интерполяционной аппроксимации. К полученному массиву данных применялось БПФ (1), описываемое следующим выражением:

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{\frac{-j\pi nk}{N}}, \quad (1)$$

где N — число отсчетов; $x(n)$ — значение сигнала; $X(k)$ — комплексная амплитуда спектра.

Верификация полученных результатов включала применение полосового фильтра с полосой пропускания 0,2–5 Гц, а также выполнение обратного преобразования Фурье для реконструкции сигнала и его последующего сопоставления с исходным. На первом этапе анализировался участок ЭКГ, соответствующий стабильному синусовому ритму (первая половина записи), предшествующий появлению

экстрасистолии. Однако спектр полного сигнала характеризовался множеством выраженных пиков, что усложняло его интерпретацию. После применения алгоритма DMTD и удаления фрагментов, содержащих QRS-комплексы, количество значимых гармонических составляющих сократилось с 23 до 5.

В полученном спектре наблюдались три выраженных максимума на следующих частотах: $\omega_1 = 1,6$ Гц, $\omega_2 = 3,2$ Гц, $\omega_3 = 4,7$ Гц. Данные частоты обнаруживают приближенную кратность ($\omega_2 \approx 2\omega_1$, $\omega_3 \approx 3\omega_1$), что согласуется с ранее полученными экспериментальными данными о характере произвольной мышечной активности и может указывать на наличие нелинейных свойств проводящей системы сердца.

Таким образом, применение полосовой фильтрации позволило установить соответствие между выделенными частотными диапазонами и морфологическими элементами ЭКГ:

- Частоты ω_1 и ω_2 соотносятся с волнами *P* и *T*.
- Наличие зубцов *Q* и *S* объясняется вкладом спектральных компонентов, близких по частоте.

Реконструированный сигнал, полученный путем суммирования трех доминирующих гармоник (ω_1 , ω_2 , ω_3) с последующим обратным преобразованием Фурье, продемонстрировал высокую степень сходства с предварительно сглаженным исходным сигналом. Коэффициент детерминации R^2 составил 0,92, что подтверждает адекватность предложенного подхода.

Ключевым результатом исследования явилось обнаружение трех характерных частотных составляющих в спектре регулярного участка ЭКГ у пациентов с подтвержденной тригеминией.

В физиологических условиях спектр гладкой составляющей ЭКГ содержит, как правило, две основные гармоники, соответствующие волны *P* и *T*. Наличие третьей гармоники (ω_3) может рассматриваться как маркер скрытой миокардиальной нестабильности и предрасположенности к последующему развитию экстрасистолии. Таким образом, применение метода динамического моделирования временных зависимостей к анализу фрагментов ЭКГ, свободных от видимых аритмических проявлений, позволяет выявлять специфические признаки аллоритмии, что расширяет диагностические возможности прогнозирования нарушений ритма в условиях стандартных краткосрочных исследований и снижает необходимость в длительном холтеровском мониторинге.

Спектральный анализ гладких компонентов ЭКГ (волн *P* и *T*) у пациентов с диагностированной тригеминией выявил три доминирующие частоты – 1,6, 3,2 и 4,7 Гц. Присутствие трех значимых гармоник в структуре регулярного синусового ритма может быть ассоциировано с субклинической кардиальной патологией и повышенным риском возникновения экстрасистолии. Численная реконструкция сигнала на основе выделенных спектральных характеристик подтвердила клиническую значимость указанных частот [3–6].

Дальнейшие исследования предполагают применение методов вейвлет-анализа для уточнения спектральной структуры ЭКГ-сигнала при наличии экстракардиальных комплексов, а также изучение связи выявленных спектральных компонентов с конкретными формами сердечно-сосудистых заболеваний.

Л и т е р а т у р а

1. Proskurin, S. G. Trigeminy electrocardiogram spectral characteristics study / S. G. Proskurin // *Cardiometry*. – 2023. – iss. 27. – P. 75–79.

2. Фролов, С. В. Система поддержки принятия врачебных решений в кардиологии на основе цифрового двойника сердечно-сосудистой системы / С. В. Фролов, А. А. Коробов, А. Н. Ветров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 1 (40). – С. 3–4.
3. Мигель, А. С. Анализ дифракционных спектров периодических решеток, профиль которых описывается электрокардиограммами / А. С. Мигель, С. В. Малый // Журнал Белорусского государственного университета. Физика. – 2025. – № 1. – С. 49–56.
4. Концепция гибридного интеллектуального анализа сердечных ритмов: применение спектральных методов и машинного обучения / В. В. Евдокимова, С. В. Колесников, Л. С. Афанасов, А. Г. Масловская // Информатика и системы управления. – 2024. – № 1. – С. 121–123.
5. Diaz-Maue, L. Unraveling cardiac arrhythmia frequency: comparative analysis using time and frequency domain algorithms / L. Diaz-Maue, A. Witt, L. Elshareif, H. Nobach // Frontiers in Signal Processing. – 2026. – Vol. 5. – Article ID 1707422. – DOI 10.3389/frsip.2025.1707422
6. Wang, T. Multi-window temporal analysis for enhanced arrhythmia classification: leveraging long-range dependencies in electrocardiogram signals / T. Wang, W. Haverkamp, N. Strodthoff // Physiological Measurement, 2026. – Vol. 47, № 1. – Article ID 015010. – DOI 10.1088/1361-6579/ae3937

ОБ ИНСТРУМЕНТАХ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

Д. А. Андреев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Псковский государственный университет»,
Российская Федерация

Научный руководитель С. М. Вертешев

Обсуждена концепция практической реализации онтологической модели образовательной программы направления подготовки бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии», с использованием стека RDF/OWL/SHACL для формального описания и автоматизированного аудита структуры подготовки. Модель объединяет основные сущности образовательной программы в единый граф знаний, и поддерживает автоматическую валидацию средствами SHACL и выполнение аналитических запросов SPARQL. Апробация на учебно-методической документации Псковского государственного университета показала применимость подхода для выявления структурных разрывов, контроля логической согласованности образовательной программы и повышения прозрачности учебного плана.

Ключевые слова: онтология, образовательная программа, компетенция, пререквизиты, учебный план.

Подготовка ИТ-специалистов ведется в условиях быстрого обновления технологий, поэтому образовательные программы должны регулярно пересматриваться не только содержательно, но и структурно. Как правило, учебный план существует как набор таблиц и текстовых документов, в которых связи между дисциплинами, компетенциями, результатами обучения и оценочными средствами заданы фрагментарно и плохо поддаются машинной проверке. В результате трудно быстро ответить на вопросы, критичные для учебно-методической работы и процедуры государственной аккредитации: какая дисциплина действительно формирует заявленную компетенцию, чем подтверждается результат обучения, нет ли «бесхозных» дисциплин и логических разрывов в последовательности освоения содержания образовательной программы в целом. Для направления подготовки бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль «Информационные системы и техноло-

гии», реализуемой отделением информационно-коммуникационных технологий образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, данная проблема особенно заметна из-за высокой плотности междисциплинарных зависимостей между математической, программно-инструментальной и инженерной подготовкой. Цель работы состоит в практической реализации онтологической модели образовательной программы [1], которая позволяет переводить учебный план из табличного представления в вычислимый граф знаний и способствует проведению автоматизированного аудита его согласованности.

Ядро модели образуют классы *Program*, *Module*, *Course*, *Competency*, *LearningOutcome* и *Assessment*. Такая структура позволяет представить образовательную программу как систему взаимосвязанных сущностей, а не как перечень дисциплин с формальными пометками о компетенциях. Ключевым элементом выступает паттерн *FormationEvidence*, реализующий n-арную связь между дисциплиной, компетенцией, результатом обучения и оценочным средством. В отличие от прямой связки «дисциплина формирует компетенцию», этот узел фиксирует доказуемое основание формирования: система должна знать, какой именно результат обучения обеспечивается курсом и каким видом контроля он подтверждается. В модель также вводятся связи пререквизитов между дисциплинами и краткое описание уровней освоения результатов обучения по таксономии Блума [2]. В итоге формирование конкретной компетенции становится не декларацией в таблице, а вычислимым отношением, которое можно автоматически проверять и анализировать на уровне всего учебного плана.

Источниками данных для наполнения онтологии служат основная профессиональная образовательная программа, учебный план и рабочие программы дисциплин. После нормализации терминов сведения о дисциплинах, компетенциях, результатах обучения, формах контроля и пререквизитах переводятся в граф RDF/OWL [3, 4]. Для представления уровней освоения используется словарь SKOS [5], а правила структурной и семантической корректности задаются на языке SHACL [6]. Это позволяет автоматически контролировать наличие у каждой компетенции как минимум одного результата обучения и одного оценочного средства, наличие у каждой дисциплины вклада в формирование компетенций, а также отсутствие циклов в графе пререквизитов. Дополнительная аналитика выполняется SPARQL-запросами [7], которые выявляют дисциплины без подтвержденного вклада в компетентностную модель, оценивают полноту покрытия компетенций и помогают проверять баланс трудоемкости по семестрам. Таким образом, онтология выступает одновременно моделью данных, механизмом валидации и основой для регулярного аудита структуры подготовки.

Апробация модели выполнена на корпусе данных, сформированном по учебно-методической документации вышеуказанной образовательной программы по направлению подготовки бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии», и включающем 62 дисциплины, 29 компетенций и свыше 350 семантических связей. Анализ графа показал, что дисциплина «Веб-программирование» существенно зависит от курса «Базы данных», хотя в исходном табличном представлении эта связь не была выражена явно, а онтологическое описание позволило зафиксировать ее через пересечение индикаторов и результатов обучения. SPARQL-проверка также выявила структурный разрыв между курсом «Высшая математика», изучаемым на ранних курсах, и дисциплиной «Интеллектуальные системы и технологии» с существенным временным лагом, что указывает на риск утраты необходимых математических основ. Полученные результаты показывают, что практическая реализация описанной модели повышает прозрачность учебного плана, упрощает подготов-

ку к аккредитационному мониторингу и проверяет согласованность образовательной программы на уровне формальных правил. Прикладная значимость подхода заключается в переходе от статической документации к поддерживаемому графу знаний, пригодному для регулярной актуализации. Использование модели для построения индивидуальных образовательных траекторий представляется перспективным направлением для проведения дальнейших исследований.

Литература

1. Андреев, Д. А. Исследование и разработка онтологической модели образовательной программы подготовки IT-специалистов / Д. А. Андреев // Новые информационные технологии в научных исследованиях : материалы XXX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Т. 1. – Рязань : Рязан. гос. радиотехн. ун-т им. В. Ф. Уткина, 2025. – С. 14–15.
2. Султанова, Г. С. Таксономия Блума как инструмент интеллектуально развивающего обучения студентов / Г. С. Султанова // Высшее образование сегодня. – 2019. – № 1. – С. 14–19. – DOI: 10.25586/RNU.HET.19.01.P.14
3. RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax. – URL: <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/> (дата обращения: 22.03.2026).
4. OWL 2 Web Ontology Language: Document Overview (Second Edition). – URL: <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/> (дата обращения: 22.03.2026).
5. SKOS Simple Knowledge Organization System: Reference. – URL: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/> (дата обращения: 22.03.2026).
6. Shapes Constraint Language (SHACL). – URL: <https://www.w3.org/TR/shacl/> (дата обращения: 22.03.2026).
7. SPARQL Query Language for RDF. – URL: <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (дата обращения: 22.03.2026).

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРУЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

М. А. Горелов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Псковский государственный университет»,
Российская Федерация*

Научный руководитель В. И. Пименов

Рассмотрена задача формирования периодичности технического обслуживания городских автобусов в условиях неоднородной эксплуатации. Проведена систематизация различных подходов к техническому обслуживанию и предложена структурная модель принятия решений по определению сроков и состава работ. Методика исследования включала анализ публикаций по методам технического обслуживания на основе состояния элементов и прогнозируемой периодичности технического обслуживания, анализ факторов эксплуатации автобусного парка и сопоставление подходов по информационной базе, точности учета индивидуального состояния и пригодности для производственного планирования. Результатом является многоуровневое представление объекта и логический контур перехода от эксплуатационных и диагностических данных к индивидуальному плану технического обслуживания.

Ключевые слова: периодичность технического обслуживания, структурная модель, прогнозируемое техническое обслуживание, городской автобус.

В практике эксплуатации автобусного парка периодичность технического обслуживания обычно задается нормативным межсервисным пробегом, календарным интервалом или их сочетанием [1]. Такой подход удобен для планирования загрузки зон обслуживания, потребности в персонале и запасных частях, однако опирается на усредненную модель эксплуатации. Городские автобусы даже одной модели в пре-

делах одного предприятия работают на маршрутах с различной длиной перегонов, частотой остановок, временем движения в заторах и пассажирской загрузкой. Цель работы – систематизировать факторы, влияющие на периодичность технического обслуживания, сравнить основные подходы и определить практические основания для прогнозируемого планирования.

Методика проведения исследования включала анализ публикаций о техническом обслуживании на основе состояния элементов и прогнозируемой периодичности технического обслуживания [2–6], анализ эксплуатационных особенностей городских автобусов и сопоставление подходов по составу входных данных, точности учета индивидуального состояния и пригодности для производственного планирования.

Для описания условий эксплуатации отдельного городского автобуса b используется следующий вектор факторов:

$$X_b = \{L_b, I_b, T_b, Q_b, \Theta_b, R_b\},$$

где L_b – накопленная наработка; I_b – интенсивность остановочно-пусковых режимов; T_b – время холостого хода; Q_b – средняя загрузка; Θ_b – температурный режим; R_b – интегральные дорожные и сезонные воздействия.

Такой набор учитывает индивидуальную чувствительность элементов: для тормозной системы – частота торможений и масса, для двигателя – холостой ход и температурные условия, для подвески и рулевого управления – профиль дороги и динамические нагрузки, для дверных механизмов и электрооборудования – количество циклов срабатывания и влажность.

Сравнение подходов к формированию периодичности технического обслуживания

Подход	Основа принятия решения	Практическое ограничение
По наработке	Нормативный пробег, календарный интервал, регламент предприятия	Удобен для планирования, но не отражает индивидуальную выработку ресурса
По состоянию	Диагностика, измерения, признаки деградации элементов	Повышает адресность операций, зависит от полноты данных, не решает согласование сроков
Прогнозируемое техническое обслуживание	Статистика эксплуатации, диагностика, история воздействий	Позволяет выбирать окно технического обслуживания и группировать операции по ожидаемому горизонту ресурса

Ключевым условием перехода к прогнозируемому техническому обслуживанию является совместное использование диагностических данных и статистики эксплуатации в едином контуре принятия решений. Для каждого городского автобуса на основе эксплуатационной информации и результатов диагностики оценивается текущее состояние элементов и прогнозируется допустимый горизонт их безопасной работы. Далее выбирается рациональное техническое окно обслуживания и формируется индивидуальный состав операций технического обслуживания, включающий технологически совместимые работы с близким сроком потребности.

С учетом вышеизложенного структурная модель прогнозируемого технического обслуживания городских автобусов может быть представлена в виде:

$$S = \langle B, E, O, U, Z, H, F, \Phi, \Omega \rangle, \quad (2)$$

где B – множество городских автобусов; E – контролируемые элементы; O – набор возможных технических воздействий; U – факторы эксплуатации; Z – диагностические данные; H – история выполненных работ и отказов; F – модели оценки остаточного ресурса; Φ – процедуры группировки операций; Ω – критерии и ограничения планирования.

Таким образом, эффективная периодичность технического обслуживания городских автобусов определяется не единым усредненным интервалом, а сочетанием эксплуатационных, диагностических и организационных данных. Дифференцированный подход позволяет уменьшить преждевременные вмешательства, снизить внеплановые простои и рационально использовать ресурсы депо. Структурная модель прогнозируемого технического обслуживания служит основой для разработки алгоритмов автоматизированного планирования периодичности и состава операций.

Литература

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта : утв. протоколом концерна «Росавтотранс» от 07.08.1991 № 3. ОНТП-01-91. РД 3107938-0176-91. – URL: <https://neo-park.ru/wp-content/uploads/2021/08/ontp-01-91.-rd-3107938-0176-91.-obshhesoyuznye-normy-tehnologicheskogo-proektirovaniya-atp.pdf> (дата обращения 20.03.2026).
2. Ahmad, R. An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application / R. Ahmad, S. Kamaruddin // Computers & Industrial Engineering. – 2012. – Vol. 63, N 1. – P. 135–149. – DOI 10.1016/j.cie.2012.02.002
3. Jardine, A. K. A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance / A. K. Jardine, D. Lin, D. Banjevic // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2006. – Vol. 20, N 7. – P. 1483–1510. – DOI 10.1016/j.ymssp.2005.09.012
4. Machinery health prognostics: A systematic review from data acquisition to RUL prediction / Y. Lei, N. Li, L. Guo [et al.] // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2018. – Vol. 104. – P. 799–834. – DOI 10.1016/j.ymssp.2017.11.016
5. Explainable AI Using On-Board Diagnostics Data for Urban Buses Maintenance Management: A Study Case / B. Tormos, B. Pla, R. Sanchez-Marquez, J. L. Carballo // Information. – 2025. – Vol. 16, N 2. – Article 74. – P. 1–24. – DOI 10.3390/info16020074
6. Dimensioning reserve bus fleet using life cycle cost models and condition-based/predictive maintenance: a case study / H. Raposo, J. Torres Farinha, L. Ferreira, D. Galar // Public Transport. – 2018. – Vol. 10. – P. 169–190. – DOI 10.1007/s12469-017-0167-x

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТОКОВОГО АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ФИНАНСОВЫХ НОВОСТЕЙ С ПОВТОРНЫМ ОБУЧЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ РАЗМЕТКИ

Г. Б. Никифоров

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Псковский государственный университет»,
Российская Федерация*

Научный руководитель Д. А. Андреев

Предложена архитектура программного комплекса потокового анализа тональности финансовых новостей, ориентированного на функционирование в условиях ограниченного объема размеченных данных. Комплекс реализует автоматический сбор новостных сообщений, первичную оценку их тональности и накопление пользовательской разметки в форме попарных сравнений. Результаты сравнений агрегируются в количественные оценки

тональности, используемые для формирования обучающей выборки. Предусмотрены процедуры первичного и повторного обучения моделей анализа тональности по мере накопления разметки, а также оценка качества моделей на основе стандартных метрик. Для учета изменения распределения данных новостного потока обучение осуществляется на скользящем временном окне с исключением устаревших наблюдений. Предложенный подход обеспечивает последовательное формирование обучающей выборки и обновление моделей анализа тональности в процессе эксплуатации программного комплекса.

Ключевые слова: анализ тональности, финансовые новости, потоковый режим обработки данных, попарные сравнения, пользовательская разметка.

Информационный поток финансовых новостей влияет на динамику фондовых рынков и инвестиционные решения участников рынка. Публикации о корпоративных событиях, макроэкономических показателях и регуляторных изменениях формируют информационный фон, воздействующий на ожидания инвесторов и краткосрочные колебания цен активов [1].

Анализ тональности финансовых новостей используется в системах мониторинга информационного пространства и может служить источником сигналов для моделей прогнозирования динамики финансовых активов [2].

Разработка систем анализа тональности в финансовой предметной области сталкивается с рядом ограничений. Основным из них является недостаток размеченных данных для обучения моделей анализа тональности. Формирование размеченных наборов данных требует значительных затрат времени и экспертных ресурсов [3]. Дополнительную сложность представляет изменение распределения данных новостного потока во времени, связанное с изменением экономического контекста и содержания публикуемых новостей [4].

В этих условиях актуальной является разработка программного комплекса, позволяющего постепенно формировать и обновлять обучающую выборку непосредственно в процессе эксплуатации и использовать ее для первоначального и повторного обучения моделей анализа тональности по мере накопления пользовательской разметки.

Целью работы является разработка архитектуры программного комплекса потокового анализа тональности финансовых новостей, обеспечивающего накопление пользовательской разметки и повторное обучение моделей анализа тональности по мере ее накопления.

Архитектура программного комплекса. Программный комплекс ориентирован на обработку непрерывного потока новостных сообщений, получаемых из интернет-источников. Сбор данных осуществляется автоматически путем извлечения финансовых новостей из открытых интернет-источников, таких как RSS-ленты информационных агентств и специализированные новостные агрегаторы.

Архитектуру комплекса определяют следующие функциональные модули (рис. 1):

1) модуль сбора новостных данных, предназначенный для автоматического получения финансовых новостей из интернет-источников и извлечения из них текста, временных меток и дополнительных метаданных публикаций;

2) модуль автоматического анализа тональности, формирующий первичную количественную оценку тональности финансовой новости на основе используемых моделей анализа тональности;

3) модуль пользовательских попарных сравнений, обеспечивающий сбор пользовательской разметки в форме выбора более положительной или более отрицательной финансовой новости из предложенной пары;

4) модуль построения обучающей выборки, предназначенный для преобразова-

ния результатов попарных сравнений в количественные оценки тональности, используемые для обучения моделей анализа тональности;

5) модуль обучения моделей анализа тональности, предназначенный для первичного и повторного обучения моделей по мере накопления пользовательской разметки и расширения обучающей выборки;

6) модуль оценки качества и управления обновлением моделей, предназначенный для вычисления метрик качества моделей анализа тональности и принятия решения о замене используемой модели на новую при улучшении значений выбранных метрик.



Рис. 1. Архитектура программного комплекса потокового анализа тональности финансовых новостей

Модульная архитектура предполагает возможность использования различных моделей анализа тональности и их метрик качества. В качестве моделей анализа тональности могут использоваться как традиционные методы машинного обучения, так и современные нейросетевые модели. В качестве метрик качества могут использоваться коэффициент детерминации, средняя квадратичная ошибка или корреляционные метрики.

Процесс обработки новостного потока. Программный комплекс функционирует в потоковом режиме обработки данных. Новостные сообщения автоматически извлекаются из интернет-источников и обрабатываются в порядке их публикации.

На начальном этапе обработки новостей, до накопления достаточного объема пользовательской разметки, используются методы анализа тональности, не требующие обучения на размеченных данных, включая предварительно обученные большие языковые модели. Одновременно с этим осуществляется сбор пользовательской разметки. Так как назначение пользователями количественных оценок тональности может быть затруднительно, для разметки используется процедура попарных сравнений финансовых новостей.

Пользователь выбирает новость с более положительной или более отрицательной тональностью из предложенной пары. По мере накопления сравнений одной и той же новости в различных парах определяется ее относительная позиция на шкале тональности. На основе накопленных результатов попарных сравнений формируются количественные оценки тональности, пригодные для обучения моделей анализа тональности.

После накопления достаточного объема пользовательской разметки выполняется первоначальное обучение модели анализа тональности, а затем – ее периодическое повторное обучение по мере накопления новых размеченных пользователями данных.

Для повышения устойчивости программного комплекса к изменению распределения данных новостного потока предполагается использовать механизм исключения устаревших данных из обучающей выборки. Обучение модели выполняется на скользящем временном окне новостных сообщений, что позволяет учитывать актуальный информационный контекст и снижать влияние устаревших данных в обучающей выборке.

Решение о повторном обучении модели по мере накопления пользовательской разметки принимается на основе сравнения метрик качества моделей анализа тональности. Новая модель используется только в случае улучшения значений выбранных метрик по сравнению с текущей моделью. В противном случае программный комплекс продолжает использовать ранее обученную модель.

Ключевой особенностью реализации программного комплекса потокового анализа тональности финансовых новостей является преобразование пользовательских попарных сравнений в количественные оценки тональности, используемые для формирования обучающей выборки. Такой подход позволяет формировать пользовательскую разметку непосредственно в процессе эксплуатации программного комплекса и выполнять повторное обучение моделей по мере ее накопления.

Архитектура также предусматривает механизмы управления повторным обучением моделей и исключения устаревших данных из обучающей выборки, что позволяет учитывать изменение распределения данных новостного потока во времени.

Перспективами дальнейших исследований являются разработка методов отбора наиболее информативных пар финансовых новостей для пользовательской разметки, а также исследование эффективности различных моделей в условиях потокового анализа финансовых новостей.

Литература

1. Integrating sentiment analysis with graph neural networks for enhanced stock prediction: A comprehensive survey / N. Das, B. Sadhukhan, R. Chatterjee, S. Chakrabarti // Decision Analytics Journal. – 2024. – Vol. 10. – Article 100417. – P. 1–21. – DOI 10.1016/j.dajour.2024.100417
2. Market-Derived Financial Sentiment Analysis: Context-Aware Language Models for Crypto Forecasting / H. Moradi-Kamali, M.-H. Rajabi-Ghazlou, M. Ghazavi [et al.] // arXiv preprint. – 2025. – arXiv:2502.14897. – P. 1–13. – DOI 10.48550/arXiv.2502.14897
3. Liu, J. A Survey of Financial AI: Architectures, Advances and Open Challenges / J. Liu // arXiv preprint. – 2024. – arXiv:2411.12747. – PP. 1–19. – DOI 10.48550/arXiv.2411.12747
4. Quantifying Semantic Shift in Financial NLP: Robust Metrics for Market Prediction Stability / Z. Sun, C. Xiao, A. Harit, J. Yu // arXiv preprint. – 2025. – arXiv:2510.00205. – P. 1–8. – DOI 10.48550/arXiv.2510.00205

ПОДГОТОВКА ОБУЧАЮЩИХ МАСОК УТРАТ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОЙ РАЗМЕТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Г. А. Хришкевич

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Псковский государственный университет»,
Российская Федерация*

Научный руководитель В. И. Пименов

Рассмотрен технологический подход по подготовке обучающих масок утрат монументальной живописи на основе экспертной разметки цифровых изображений. В отличие от работ, где основной акцент делается на анализе уже сегментированных дефектов, в настоящем сообщении центральной задачей является формирование воспроизводимого набора пар «изображение – маска» для дальнейшего обучения нейросетевых моделей. Предлагаемый подход включает загрузку исходного изображения в Label Studio, многоклассовую экспертную разметку утрат, экспорт растровых масок по классам, их бинаризацию, контроль ошибок и организацию файловой структуры датасета. На примере размеченного изображения фрески показано получение бинарных масок по классам: «трещины», «пятна» и «лакуны». Полученные результаты подтверждают, что

даже единичная экспертная разметка может быть преобразована в корректный и пригодный для обучения набор масок при соблюдении фиксированного протокола постобработки и контроля качества.

Ключевые слова: монументальная живопись, экспертная разметка, бинарные маски, Label Studio, датасет, цифровое документирование.

Монументальная живопись относится к числу наиболее уязвимых объектов культурного наследия. При цифровом документировании фресок и настенных росписей возникает задача подготовки исходных данных для алгоритмов сегментации утрат. На практике качество обучения модели определяется не только числом изображений, но и корректностью масок: полупрозрачные границы, смешение классов, случайные артефакты и разрывы контуров ухудшают устойчивость обучения и снижают достоверность последующего выделения дефектов [1, 2].

Цель работы – разработать и апробировать краткий воспроизводимый протокол подготовки бинарных обучающих масок утрат монументальной живописи из экспертной многоклассовой разметки. В работе рассматривались классы дефектов, наиболее характерные для фресок: трещины, пятна и лакуны. Итогом обработки должен стать набор файлов, пригодный для обучения нейросетевой модели сегментации и последующего контроля качества разметки.

Исходное изображение загружалось в среду Label Studio, где эксперт выполнял разметку по вышеназванным классам утрат. Далее для каждого класса экспортировалась отдельная растровая маска. Поскольку при экспорте на границах областей могут появляться полутоновые пиксели, маски дополнительно преобразовывались в строго бинарный вид по фиксированному порогу 128: белый цвет соответствовал области утраты, черный – фону. После бинаризации выполнялись контроль совпадения с исходным изображением, проверка отсутствия очевидных разрывов и единичных шумовых элементов, а также сопоставление бинарных масок с цветной оверлей-разметкой.

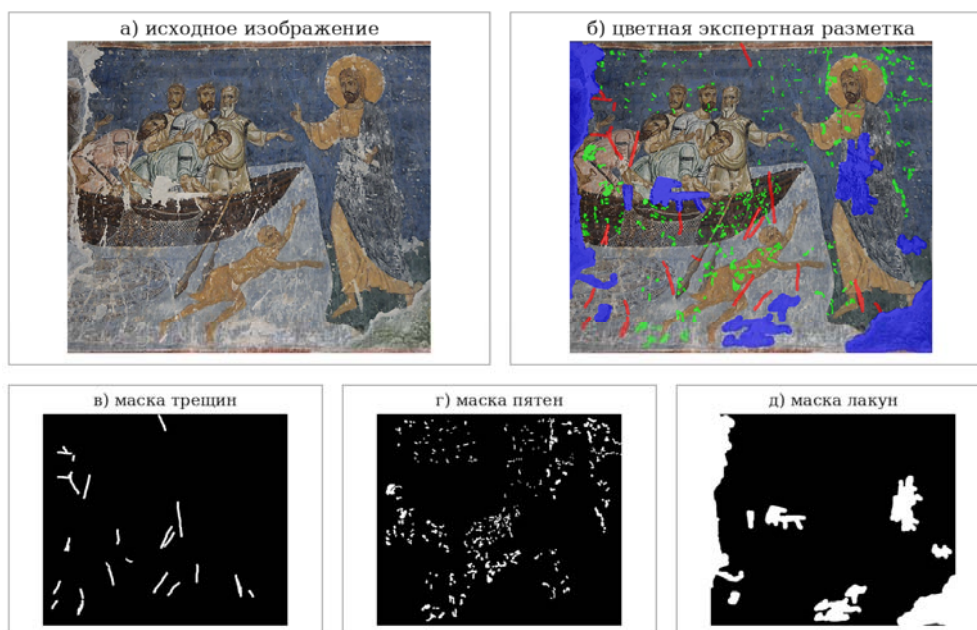


Рис. 1. Пример подготовки обучающих данных: исходное изображение, цветная экспертная разметка и бинарные маски классов утрат

Для организации датасета каждая сцена представляется набором из одного исходного изображения и трех отдельных масок классов. Такая структура упрощает последующее чтение данных в скриптах обучения, а также позволяет независимо анализировать дисбаланс классов [3]. На рис. 1 приведен пример получаемого комплекта обучающих данных, исходный фрагмент фрески, цветная экспертная разметка и бинарные маски по каждому классу дефектов.

Экспериментальный пример построен на изображении размером 1610×1390 пикселей. После бинаризации масок были рассчитаны площади классов и число связных областей. Результаты представлены в табл. 1. Видно, что по площади доминируют лакуны, тогда как класс трещин занимает минимальную долю изображения, но требует наиболее аккуратной ручной трассировки границ. Суммарное покрытие утрат на данном примере составило около 18,57 % площади изображения, что подтверждает выраженный дисбаланс классов и необходимость его учета при обучении [4].

Таблица 1

Количественные параметры подготовленных бинарных масок

Класс утрат	Площадь, px	Доля, %	Связные области
Трещины	40 835	1,82	20
Пятна	88 910	3,97	309
Лакуны	285 994	12,78	9

Для практического применения важен не только сам экспорт масок, но и типовые ошибки разметки. Их систематизация позволяет сократить ручные правки и получать единообразные обучающие данные при работе с серией изображений. Наиболее характерные ошибки и способы их исправления приведены в табл. 2.

Таблица 2

Типичные ошибки разметки и способы их исправления

Ошибка	Способ исправления
Полутонные пиксели на границе маски	Пороговая бинаризация и повторная проверка оверлея
Смещение классов в одной зоне	Сверка с исходным изображением и ручное уточнение класса
Единичные шумовые точки	Удаление малых компонент и повторный экспорт маски
Разрывы длинных трещин	Коррекция контура экспертом до формирования бинарной маски

Таким образом, описанный подход позволяет перейти от экспертной цветной разметки к строго бинарным маскам, пригодным для обучения моделей сегментации утрат монументальной живописи. Практический результат работы состоит в формировании воспроизводимого протокола подготовки данных, который может использоваться для последовательного наращивания датасета и сравнения различных моделей сегментации на единой основе.

Литература

1. Методика автоматизированного восстановления изображений с использованием сверточных нейронных сетей / Г. А. Хришкевич, Д. А. Андреев, Л. В. Мотайленко [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2024. – № 6 (242). – С. 65–76. – DOI 10.18522/2311-3103-2024-6-65-76
2. Хришкевич, Г. А. Вариационная модель цифровой реставрации монументальной живописи [Электронный ресурс] / Г. А. Хришкевич // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 12. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2025/10627>.
3. Mishra, M. Artificial intelligence-assisted visual inspection for cultural heritage: State-of-the-art review / M. Mishra, P. B. Lourenço // Journal of Cultural Heritage. – 2024. – Vol. 66. – P. 536–550. – DOI: 10.1016/j.culher.2024.01.005
4. Yeung, M. Unified Focal loss: Generalising Dice and cross entropy-based losses to handle class imbalanced medical image segmentation / M. Yeung, E. Sala, C. B. Schönlieb, L. Rundo // Computerized Medical Imaging and Graphics. – 2022. – Vol. 95. – Article 102026. – P. 1–53. – DOI 10.1016/j.compmedimag.2021.102026

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМЕ РУДНИЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРНЫХ РАБОТ

К. С. Короленок

Белорусский государственный университет, г. Минск

Научный руководитель М. А. Журавков

Рассмотрены вопросы математического моделирования аэродинамических процессов в системе рудничной вентиляции в условиях подземных калийных рудников. Приведен анализ существующих подходов к расчету распределения воздушных потоков в разветвленных сетях подземных выработок. Обоснована необходимость разработки комбинированного подхода, сочетающего классические методы теории вентиляционных сетей с алгоритмами адаптации к конкретным условиям производства. Определены направления дальнейших исследований, включающие создание эффективных численных методов и интеграцию разрабатываемых моделей в корпоративные информационные системы.

Ключевые слова: рудничная вентиляция, CFD-моделирование, воздухораспределение, математическая модель, аэродинамическое сопротивление.

Система вентиляции является критически важным элементом инфраструктуры любого подземного рудника или шахты. От ее надежности и эффективности напрямую зависят безопасность труда горнорабочих, предотвращение аварийных ситуаций, связанных с накоплением взрывоопасных газов, а также энергетическая эффективность всего горнодобывающего предприятия в целом. Согласно статистике, до 30–40% всей потребляемой шахтой электроэнергии приходится именно на работу вентиляторных установок главного и местного проветривания [1].

Современные тенденции развития горной отрасли неразрывно связаны с процессами цифровизации и внедрения элементов Индустрии 4.0. Крупные горнодобывающие компании переходят к использованию корпоративных информационных систем, которые объединяют в себе геологическое моделирование, планирование горных работ, диспетчеризацию и контроль безопасности. В этих условиях система рудничной вентиляции не может оставаться изолированным элементом — она должна быть интегрирована в общую цифровую экосистему предприятия, чтобы обеспечивать актуальными данными смежные подразделения и получать от них информацию для корректировки своих параметров.

Вместе с тем, на практике зачастую имеет место ситуация, когда существующие подходы к моделированию вентиляции и проветриванию выработанного пространства либо носят узкоспециализированный характер (рассчитаны на решение какой-то одной локальной задачи), либо представляют собой слишком сложные CFD-модели (вычислительная гидродинамика), которые, в свою очередь, требуют огромных вычислительных ресурсов и не могут работать в режиме реального времени для оперативного управления.

Анализ литературных источников показывает, что исторически сложилось несколько подходов к моделированию рудничной вентиляции [2, 3].

Первый и самый простой подход – аналитические методы, основанные на законах сохранения массы и энергии для отдельных ветвей сети. Так, например, уравнение Бернулли для шахтных вентиляционных сетей имеет вид:

$$h = RQ^2,$$

где h – депрессия (потери давления) на участке; R – аэродинамическое сопротивление участка, Q – расход воздуха. Для последовательного и параллельного соединения выработок применяются правила «сложения сопротивлений». Однако такой подход применим только для простейших схем и не позволяет рассчитывать сложные разветвленные сети с большим количеством узлов и перемычек.

Второй подход – метод узловых потенциалов. Суть метода заключается в составлении системы уравнений для каждого узла сети на основе первого закона Кирхгофа (алгебраическая сумма расходов воздуха в узле равна нулю) и последующем решении построенной системы относительно неизвестных давлений в узлах. Достоинство метода – относительная простота программной реализации. Недостаток – возникновение трудностей при наличии в сети вентиляторов с нелинейными характеристиками.

Третий подход – метод контурных расходов (или метод Харди Кросса), который широко применяется при расчете гидравлических и вентиляционных сетей. Для каждого независимого контура записывается уравнение баланса депрессий (второй закон Кирхгофа), и затем итерационным путем уточняются значения расходов в ветвях. Этот метод хорошо зарекомендовал себя при расчете кольцевых сетей, но его сходимость сильно зависит от начального приближения и топологии сети.

Четвертый подход – использование CFD-моделей, которые решают полные уравнения Навье-Стокса для турбулентных течений. Такие модели дают наиболее детальную картину распределения скоростей и давлений, позволяют учитывать локальные особенности геометрии выработок. Но, CFD-моделирование требует построения качественной конечно-элементной или конечно-объемной сетки, задания большого количества граничных условий и обладает высокой вычислительной трудоемкостью [4]. Для оперативного управления горными работами такой подход малопригоден.

Таким образом, наиболее перспективным для решения задач оперативного управления и оптимизации представляется комбинированный подход, сочетающий в себе методы теории вентиляционных сетей (методы узловых потенциалов и контурных расходов) с элементами адаптации под конкретные условия горнодобывающего предприятия.

Одной из ключевых особенностей реальных вентиляционных систем является их динамичность. По мере отработки запасов полезного ископаемого появляются новые выработки, старые участки могут погашаться или изолироваться. Соответственно, топология сети меняется.

Для учета этих изменений в модели предлагается использовать модульный принцип построения. Согласно данному подходу, вся вентиляционная сеть разбивается на типовые элементы (ствол, квершлаг, штрек, орт, восстающий и т.д.), для каждого из которых задаются аналитические зависимости сопротивления от геометрических параметров. В этом случае, при изменении конфигурации сети перестраивается не вся модель целиком, а лишь соответствующий набор элементов.

Наиболее важными для практики являются две задачи оптимизации:

Оптимизация по критерию энергоэффективности. Требуется найти такие режимы работы вентиляторов главного проветривания и регулирующих устройств (перемычек, дверей, шлюзов), чтобы при обеспечении требуемых расходов воздуха во всех забоях суммарное энергопотребление было минимальным. Это задача нелинейного программирования с ограничениями, для решения которой могут быть использованы градиентные методы или методы случайного поиска.

Оптимизация по критерию безопасности. В аварийных ситуациях (например, при возникновении пожара или выброса метана) требуется быстро перераспределить воздушные потоки таким образом, чтобы максимально быстро удалить опасные газы из рабочих зон и не допустить их попадания в места нахождения людей. Здесь уже требуется решать обратную задачу: по желаемому распределению концентраций найти необходимое управляющее воздействие.

Современные тенденции развития горной отрасли, связанные с цифровизацией и внедрением корпоративных информационных систем, диктуют необходимость интеграции вентиляционных расчетов в единую цифровую экосистему предприятия. Это требует разработки новых подходов, способных сочетать достаточную точность с возможностью быстрой адаптации к изменяющимся условиям. Поэтому, направления дальнейших исследований включают разработку эффективных численных методов решения больших систем нелинейных уравнений, создание алгоритмов оптимизации режимов работы и реализацию программных модулей для интеграции в корпоративные информационные системы.

Литература

1. Козырев, С. А. Управление вентиляционными потоками в горных выработках подземных рудников на основе математического моделирования аэродинамических процессов / С. А. Козырев, А. В. Осинцева, П. В. Амосов. – Апатиты : Кол. науч. центр Рос. акад. наук, 2019. – 114 с.
2. Левин, Л. Ю. Увеличение энергоэффективности систем вентиляции калийных рудников путем реализации последовательного проветривания камер служебного назначения / Л. Ю. Левин, А. Е. Суханов, А. Г. Исаевич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2023. – № 4. – С. 93–106.
3. Мальцев, С. В. Разработка способов повышения эффективности проветривания рудников со сложными системами вентиляции / С. В. Мальцев, Б. П. Казаков, М. А. Семин // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2019. – № 4. – С. 283–291.
4. Кашников, А. В. Нечеткое управление главной вентиляторной установкой и автоматическими регуляторами в системах проветривания рудников / А. В. Кашников, Л. Ю. Левин // XXII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2019) : сб. докл. – СПб. : ЛЭТИ, 2019. – С. 128–131.
5. Оценка влияния динамики движения воздушных потоков в шахтном стволе на параметры движения элементов шахтного подъемного комплекса / М. А. Журавков, М. А. Николайчик, И. Н. Карпович // Разрушение горных пород и минералов : сб. материалов второй всерос. конф., Екатеринбург, 1–2 апр. 2025 г. – Екатеринбург : Урал. гос. гор. ун-т, 2025. – С. 31–32.

АРХИТЕКТУРА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПОМОЩНИКА СТУДЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

В. В. Кухаренко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Д. Асенчик

Рассмотрены архитектурные и программные решения, реализованные в комплексе поддержки студентов на основе больших языковых моделей. Комплекс предназначен для сопровождения лабораторных работ по IT-дисциплинам и объединяет управление курсами, прием и интеллектуальный анализ отчетов и программного кода, генерацию персонализированных учебных материалов и формирование проверочных тестов.

Ключевые слова: большие языковые модели, LLMs, персонализированное обучение, программный комплекс, автоматическая проверка работ, анализ программного кода, генерация учебных материалов, адаптивное тестирование.

Активно развивающиеся большие языковые модели (LLMs) в последнее время рассматриваются не только как средство диалогового взаимодействия, но и как инструмент подготовки учебного контента [1]. Применение больших языковых моделей при создании материалов по учебным дисциплинам может обеспечивать высокое качество. Данный вывод важен для разработки образовательных программных систем, поскольку подтверждает возможность включения больших языковых моделей в методически контролируемый контур обучения. Одновременно обзор современных исследований фиксирует значительный потенциал таких моделей в персонализации образования и указывает на необходимость их интеграции в системы с понятной архитектурой, прозрачными ограничениями и механизмами контроля качества [2].

Для дисциплин IT-профиля особое значение имеет оперативная и содержательная обратная связь по лабораторным работам, отчетам и программному коду. При традиционной организации учебного процесса такая обратная связь формируется с задержкой и зависит от текущей загрузки преподавателя. Существующие интеллектуальные сервисы, например платформа *Khanmigo* от *Khan Academy*, демонстрируют полезность языковых моделей в учебном диалоге, однако они не решают задачу комплексного сопровождения курса, включающего управление заданиями, прием студенческих материалов, автоматический анализ результатов и формирование индивидуальных рекомендаций в единой информационной среде [3].

В связи с этим целью работы является разработка программного комплекса помощника студента, объединяющего анализ представленных работ, генерацию компенсирующих учебных материалов и формирование проверочных тестов на основе больших языковых моделей.

Разработанный программный комплекс реализован как веб-приложение с ролевой моделью доступа и построен по принципам многослойной архитектуры. В состав системы входят доменный слой, фиксирующий основные сущности учебного процесса, прикладной слой с бизнес-логикой и сценариями обработки, инфраструктурный слой, обеспечивающий доступ к данным и интеграцию с внешними сервисами, а также слой представления, реализующий пользовательский интерфейс. Такое разделение позволило локализовать ответственность компонентов и упростить мо-

дификацию отдельных подсистем без изменения всей системы. На уровне доменной модели выделены сущности курса, лабораторной работы, студенческой сдачи, результата анализа, результата проверки кода, набора тестов, конфигурации языковой модели и шаблонов запросов. Для пользователей предусмотрены роли студента, преподавателя и администратора, что обеспечивает разграничение операций создания курсов, настройки моделей, отправки работ и просмотра результатов.

Функционирование комплекса организовано вокруг асинхронного конвейера обработки работы студента. Схема процесса приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема обработки работы студента

После загрузки файла или указания адреса репозитория создается запись о сдаче, а материал помещается в очередь фоновой обработки. Если студент отправляет отчет в формате *TXT*, *DOCX* или *PDF*, система автоматически выбирает соответствующий модуль извлечения текста. Далее фоновая служба последовательно выполняет четыре этапа. На первом этапе формируется рецензия на отчет по шаблонам запросов и вычисляется оценка за содержание работы. На втором этапе, если студент предоставил адрес репозитория *GitHub*, выполняется проверка программного кода с использованием внешнего инструмента анализа *OpenCode*, а ее результат сохраняется отдельно. На третьем этапе по совокупности замечаний автоматически генерируются дополнительные учебные материалы, направленные на устранение выявленных пробелов. На четвертом этапе на основе сформированных материалов создается проверочный тест в формате *GIFT*, после чего вопросы сохраняются в структуре, при-

годной для последующего прохождения внутри системы и для интеграции с *Moodle*. Итоговая оценка рассчитывается как среднее значение результатов анализа отчета и проверки кода при наличии обоих компонентов.

Существенной особенностью реализации является гибкий механизм взаимодействия с *LLMs*. На уровне курса преподаватель или администратор может назначить конкретную конфигурацию модели с параметрами генерации, включая температуру, значение *top-p* и максимальный размер ответа. Система поддерживает как облачные провайдеры, так и локальные *OpenAI*-совместимые *Ollama* интерфейсы, что позволяет использовать комплекс в средах с повышенными требованиями к конфиденциальности. Для унификации вызовов применяется адаптерный слой, скрывающий различия между провайдерами, а шаблоны запросов собираются из системных заготовок, редактируемых параметров курса и переменных, подставляемых во время выполнения. Такой подход обеспечивает предметную адаптацию без изменения программного кода. Дополнительно в системе реализованы шифрование ключей доступа к внешним сервисам, учет квот использования моделей и журналирование операций, связанных с обработкой студенческих работ.

Одной из ключевых инноваций комплекса является интеграция агентной системы *OpenCode* [4] как специализированного средства глубокого анализа программного кода. В отличие от подхода, при котором языковая модель оценивает только переданный в запрос фрагмент текста, *OpenCode* работает с набором файлов репозитория: формирует отдельную сессию анализа, учитывает структуру проекта и взаимосвязи между файлами, после чего возвращает развернутое заключение о качестве архитектурных решений, корректности реализации и потенциальных дефектах. Благодаря синхронизации конфигурации *OpenCode* с параметрами моделей, назначенных в программном комплексе, достигается единообразие интеллектуального анализа текстовых отчетов и исходного кода. Это повышает полноту автоматической проверки и делает персональные рекомендации студенту более содержательными.

Практическая реализация комплекса ориентирована на реальные сценарии использования в учебном процессе. Преподаватель может создавать курсы и лабораторные задания, импортировать состав учебной группы из *CSV*-файла, просматривать отправленные материалы и результаты их проверки. Студент получает возможность загрузить отчет, отслеживать статус обработки и после завершения анализа ознакомиться с рецензией, замечаниями по коду, дополнительными материалами и индивидуальным тестом. Администратор управляет поставщиками и конфигурациями языковых моделей, шаблонами запросов и учетными записями пользователей.

В результате выполнения работы создан и протестирован программный комплекс, который охватывает полный учебный цикл: от публикации задания преподавателем до получения студентом развернутой обратной связи и прохождения проверочного теста. Система успешно работает с несколькими языковыми моделями; среднее время формирования рецензии на лабораторный отчет составляет от нескольких секунд до одной минуты в зависимости от выбранной модели и объема работы. Реализована выгрузка оценок в форматах, совместимых с *Moodle*, что позволяет встроить комплекс в существующую инфраструктуру учебного заведения. Значимым результатом является объединение в одной системе нескольких функций, которые обычно реализуются разрозненно: анализа отчета, проверки кода, генерации учебных материалов и формирования тестов.

Перспективами развития являются интеграция механизма контекстного поиска по учебным материалам (для более точных ответов относительно содержания курса),

расширение поддерживаемых форматов загружаемых файлов, а также интеграция тренажеров по недостаткам работ.

Литература

1. Асенчик, О. Д. Использование больших языковых моделей для создания учебных материалов по дисциплине «Базы данных» / О. Д. Асенчик // Цифровая трансформация. – 2025. – Т. 31, № 4. – С. 5–14. – DOI <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-4-5-14>
2. Yan L. [et al.] Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review // British Journal of Educational Technology. – 2024. – Vol. 55, N 1. – P. 90–112. – DOI 10.1111/bjet.13370
3. Khanmigo/Khan Academy. – URL: <https://www.khanacademy.org/khan-labs> (дата обращения: 12.03.2026).
4. OpenCode. – URL: <https://opencode.ai> (дата обращения: 26.03.2026).

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ

Д. О. Дубров

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. Л. Романькова

Рассмотрены вопросы проектирования и реализации системы мониторинга качества воздуха в помещениях. Описан стек технологий (Go, React, PostgreSQL) и архитектурные решения.

Ключевые слова: мониторинг, качество воздуха, автоматизация, микроклимат, программный комплекс.

В современном мире автоматизация процессов играет ключевую роль в обеспечении комфортных условий жизнедеятельности, а также в оптимизации работы различных организаций и инфраструктурных объектов. Особенно актуально это для образовательных учреждений, где необходимо обеспечить не только высокий уровень организации учебного процесса, но и безопасные санитарно-гигиенические условия. Современные школы, колледжи и университеты предъявляют повышенные требования к качеству воздушной среды, стабильности температурного режима, уровню влажности и корректной освещенности. Эти параметры напрямую воздействуют на самочувствие обучающихся, их концентрацию внимания, способность усваивать материал и общую работоспособность. Несоблюдение санитарных норм может приводить к снижению продуктивности учебного процесса, росту числа жалоб на состояние здоровья, а в долгосрочной перспективе – к ухудшению качества образовательной среды.

Традиционный подход к контролю санитарного состояния аудиторий основывается на периодических измерениях параметров окружающей среды и ручной фиксации полученных результатов. Обычно подобные измерения проводятся сотрудниками учреждения по заранее установленному графику – например, один или два раза в день. Однако такой подход имеет целый ряд существенных ограничений, которые снижают его эффективность в условиях современных требований к обеспечению безопасности и комфорта в образовательных учреждениях.

Целью работы является создание полноценной системы для непрерывного контроля параметров микроклимата в учебных помещениях. Разрабатываемый про-

граммный комплекс должен обеспечивать удобное и централизованное ведение базы данных измерений, гибкое управление установленными датчиками, визуализацию текущих и исторических данных, а также формирование аналитической информации, необходимой для своевременного принятия мер по улучшению санитарных условий. Такой комплекс позволит получать данные о состоянии воздуха в режиме реального времени, хранить полную историю наблюдений и оперативно выявлять любые отклонения от нормативных значений.

Для реализации программного комплекса используется современный технологический стек, обеспечивающий высокую производительность, масштабируемость и надежность решения:

- **Go (Golang)**, основной язык серверной части, отличающийся высокой скоростью выполнения и встроенной поддержкой многопоточности;
- **PostgreSQL**, реляционная база данных, предназначенная для хранения истории измерений, данных о датчиках, событиях и инцидентах;
- **Docker**, система контейнеризации, позволяющая удобно разворачивать и масштабировать компоненты приложения;
- **React**, современная *JavaScript*-библиотека, обеспечивающая создание удобного веб-интерфейса и, при необходимости, мобильного приложения.

Для взаимодействия с аппаратной частью применяется протокол **WebSocket**, который позволяет организовать двусторонний обмен данными между сервером и датчиками в режиме реального времени. Это обеспечивает своевременную передачу телеметрических данных и позволяет интегрировать датчики различных типов, включая температурные, влажностные, газовые и световые.

При проектировании архитектуры приложения была выбрана чистая архитектура, обеспечивающая четкое разграничение логики, разделение ответственности между слоями и слабую связанность компонентов системы. Такой подход значительно упрощает дальнейшее сопровождение, тестирование и масштабирование программного комплекса. Архитектурная схема представлена на ри. 1.



Рис. 1. Архитектура программного комплекса

Традиционный подход к контролю санитарного состояния аудиторий основывается на периодических измерениях параметров окружающей среды и ручной фиксации результатов. Однако такой способ имеет существенные недостатки и не обеспечивает надлежащего уровня контроля в условиях современного образовательного процесса. Помимо отсутствия непрерывности наблюдений и высокой зависимости от

человеческого фактора, традиционный подход не предполагает распределения ролей между участниками процесса, что усложняет организацию систематического контроля и анализа данных.

В образовательных учреждениях задействованы различные участники, каждый из которых выполняет свои задачи в рамках обеспечения надлежащего микроклимата. В автоматизированной системе мониторинга эти задачи формализуются через **ролевую модель**, которая позволяет разграничить права доступа и ответственность.

Администратор системы отвечает за настройку инфраструктуры, управление данными о датчиках, конфигурирование серверной части, обновление и сопровождение системы. Он имеет доступ ко всем управленческим функциям.

Технический специалист контролирует корректность работы датчиков, обслуживает оборудование, следит за состоянием коммуникационных каналов. В его обязанности входит диагностика неисправностей и их оперативное устранение.

Сотрудник образовательного учреждения (например, сотрудник отдела охраны труда или инженер по эксплуатации) имеет доступ к просмотру данных мониторинга, анализу отклонений и формированию отчетности, но не может изменять конфигурацию системы.

Руководство учреждения может просматривать обобщенные отчеты, статистику, графики изменений и использовать эти данные для принятия управленческих решений.

Внедрение ролевой модели делает процесс контроля более организованным и прозрачным, позволяя четко распределить ответственность и исключить некорректные изменения данных или конфигурации системы.

Для обеспечения корректного хранения данных в системе используется централизованная база данных. Ее структура позволяет хранить всю необходимую информацию для полного цикла мониторинга. В базе данных выделяются несколько ключевых сущностей: датчики, измеряемые параметры, телеметрические данные, пользователи, события и аварийные уведомления.

Такая структура обеспечивает масштабируемость, гибкость и удобство при разработке аналитических инструментов. Разделение сущностей упрощает выполнение выборки, построение графиков, анализ динамики и формирование отчетов.

Автоматизированная система мониторинга также предполагает интеграцию между компонентами. Сбор данных осуществляется через протокол *WebSocket*, благодаря чему серверная часть получает данные в режиме реального времени. Логика системы организована в соответствии с принципами чистой архитектуры: каждый уровень выполняет строго определенную функцию. На уровне приложения реализуется обработка данных, их валидация и преобразование, а на уровне инфраструктуры – работа с базой данных, внешними сервисами и датчиками. Презентационный слой отвечает за визуализацию результатов в веб-интерфейсе, где пользователи с разными ролями могут получать доступ только к тем функциям, которые для них предназначены.

Недостатки традиционного контроля санитарного состояния заключаются не только в ручном характере измерений, но и в отсутствии системности, распределения ролей, механизмов аналитики и централизованного хранения данных. Автоматизированная система решает эти проблемы, создавая единую цифровую среду, в которой каждый участник процесса имеет четко определенные функции, а данные собираются, анализируются и визуализируются автоматически. Это повышает эффективность мониторинга, улучшает качество управления и обеспечивает соблюдение санитарных норм в образовательных учреждениях.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ СЕРВИСНЫХ ИНЖЕНЕРОВ ЦЕНТРА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОФИСНОЙ ТЕХНИКИ

И. А. Рабкина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. А. Трохова

Рассмотрена разработка специализированного веб-приложения для автоматизации планирования выездной работы сервисных инженеров центра обслуживания офисной техники «Корну КопиА офистех». Обоснована необходимость перехода от ручного формирования маршрутов к интеллектуальному управлению логистическими процессами. Описана архитектура системы, базирующаяся на паттерне MVC, и математическая модель решения задачи маршрутизации транспортных средств с временными окнами (VRPTW). Интеграция разработанного программного комплекса позволяет минимизировать топливные издержки и повысить эффективность использования рабочего времени персонала.

Ключевые слова: интеллектуальное планирование, сервисный центр, оптимизация маршрутов, VRPTW, архитектура MVC, веб-приложение, база данных.

Одной из наиболее приоритетных задач в рамках совершенствования деятельности современных сервисных предприятий является оптимизация планирования выездной работы специалистов. В условиях высокой интенсивности поступающих заявок и необходимости оперативного реагирования на сбои в работе оборудования заказчиков качество логистики напрямую определяет рентабельность бизнеса.

Центр обслуживания офисной техники «Корну КопиА офистех» ежедневно обрабатывает значительный поток заявок на заправку картриджей, ремонт оборудования и настройку программного обеспечения. Традиционно формирование маршрутов инженеров осуществлялось вручную, что не позволяло в полной мере учитывать совокупность факторов: приоритетность вызовов, территориальную удаленность объектов, графики работы клиентов и расход топлива. Такой подход приводил к неоправданному увеличению времени выполнения работ и росту материальных затрат.

Разрабатываемое веб-приложение интеллектуального планирования обеспечивает комплексную автоматизацию процесса формирования оптимального графика на рабочий день. Система реализует интеллектуальное распределение выездов, основываясь на решении задачи маршрутизации транспортных средств с временными окнами (VRPTW).

Программный продукт разработан с использованием современного стека технологий, обеспечивающего кроссплатформенность и безопасность. В качестве основного языка программирования выбран Java, обладающий высокой производительностью и развитыми механизмами многопоточности. Серверная часть реализована на базе фреймворка *Spring Boot*, что позволило ускорить процесс развертывания и настройки зависимостей.

Архитектура приложения базируется на паттерне MVC (*Model-View-Controller*), что обеспечивает четкое разделение бизнес-логики, пользовательского интерфейса и управления данными:

1. *Model* (Модель) определяет структуру данных и реализует логику взаимодействия с базой данных *PostgreSQL* через фреймворк *Hibernate (JPA)*;

2. *View* (Представление) отвечает за визуализацию информации и реализовано с помощью серверного шаблонизатора *Thymeleaf*, обеспечивающего динамическое формирование *HTML*-страниц.

3. *Controller* (Контроллер) интерпретирует действия пользователей, управляет маршрутизацией запросов и координирует работу модели и представления.

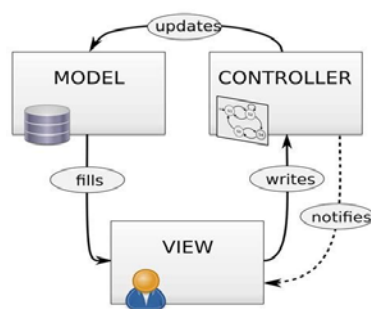


Рис. 1. Схема архитектуры программного комплекса

Информационная модель системы включает в себя семь ключевых сущностей базы данных, декомпозированных до третьей нормальной формы для обеспечения целостности и исключения избыточности: *users*, *clients*, *employees*, *orders*, *order_logistics*, *order_execution* и *acts*. Данная структура позволяет эффективно хранить технические характеристики оборудования, историю обслуживания и навигационные параметры. Безопасность данных и разграничение прав доступа для различных ролей (клиент, менеджер, директор, инженер, водитель) обеспечивается модулем *Spring Security*.

При проектировании системы особое внимание уделено автоматизации документооборота. После завершения работ инженером и фиксации статуса выполнения в мобильном интерфейсе, система автоматически генерирует акт выполненных работ. Клиенту в личном кабинете предоставляется возможность верификации документа и постановки простой электронной подписи.

Внедрение специализированной системы интеллектуального планирования позволяет существенно повысить эффективность работы сервисных инженеров за счет:

- группировки объектов по территориальному признаку, что сокращает нецелевой пробег транспорта;
- строгого учета временных окон и обеденных перерывов заказчиков, исключая простои персонала;
- автоматизации контроля статусов заявок в режиме реального времени.

Таким образом, разработанный программный продукт представляет собой системное решение для автоматизации бизнес-процессов сервисного предприятия, сочетающее в себе математически обоснованную оптимизацию логистики и современную многоуровневую архитектуру веб-приложения.

МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ ЛАНДШАФТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИМУЛЯТОРАХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

И. В. Морозько

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. И. Суторьма

Рассмотрена процедурная генерация ландшафта для использования в симуляторах БПЛА, алгоритмы процедурной генерации, преимущества их использования в разработке

программного обеспечения, области их применения, существующие подходы и методы их оптимизации.

Ключевые слова: алгоритмы, процедурная генерация, разработка программного обеспечения, оптимизация, БПЛА, симуляторы.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно применяются в военной, гражданской и научной сферах. Ключевым этапом их разработки и тестирования является моделирование полетов в симуляторах. Эффективность симуляции напрямую зависит от достоверности виртуального окружения, в частности, ландшафта. Однако создание вручную больших, разнообразных и физически корректных 3D-сцен требует огромных ресурсов. В связи с этим возникает задача подбора оптимальных методов процедурной и полупроцедурной генерации ландшафта, способных обеспечить баланс между реализмом, производительностью и вариативностью для задач симуляции БПЛА.

Генерация виртуального ландшафта – это совокупность алгоритмов, данных и инженерных решений, направленных на автоматическое или полуавтоматическое создание трехмерных моделей рельефа и окружающей среды для визуализации, симуляции и интерактивного взаимодействия. В контексте компьютерных тренажеров задача генерации выходит за рамки «красивой картинки»: требуется обеспечить согласованность с физикой, предсказуемость поведения, масштабируемость, возможность интеграции с моделями сенсоров и сетевыми сценариями, а также соответствие эксплуатационным требованиям [1].

Для процесса генерации виртуального ландшафта можно выделить два основных этапа с их алгоритмами: генерация виртуальной поверхности и трехмерная визуализации (представление) генерируемой виртуальной поверхности. Алгоритмы генерации виртуальной поверхности объединяют методы, с помощью которых можно получить данные (координаты в трехмерном пространстве, высота в определенной точке, биом и т.п.), которые уже могут быть представлены в виде трехмерной плоскости через алгоритмы трехмерной визуализации. Методы делятся на несколько категорий, отличающиеся по принципам работы и областям применения:

Среди классических алгоритмов генерации можно выделить процедурные шумы (градиентные, клеточные, волновые) и фрактальные методы. Шум Перлина, Simplex, алгоритм Diamond-Square, фрактальная сумма шумов (fBm) – эти методы генерируют естественно выглядящие формы рельефа с контролируемой статистикой (спектральным составом) и масштабируемостью. Их используют как базовый слой для создания горных хребтов, холмов и равнин. Процедурные шумы удобны для генерации больших областей с малыми затратами памяти (хранится лишь сид генерации и параметры), однако при использовании «чистого» шума часто требуется постобработка (эрозия, сглаживание, добавление геоморфологических признаков или добавление фрактального броуновского движения) для достижения правдоподобия [2].

Диаграммы Вороного (относится к алгоритмам клеточного шума) и алгоритмы на их основе применяют для генерации плато, распределения биомов и структур ландшафта, особенно в сочетании с процедурными правилами (L-systems) для растительности и гидрографии. Эти методы удобны для создания контролируемых, но разнообразных карт рельефа и распределения объектов [3].

Вышеперечисленных алгоритмов генерации часто может быть недостаточно для генерации реалистичных ландшафтов, поэтому часто используются эрозионные и физические модели формирования рельефа. Эрозионные модели имитируют ре-

альные геоморфологические процессы: гидравлическая эрозия (сток воды, перенос осадков), термическая эрозия (осыпание склонов), ветровая эрозия и седиментация. Эти модели применяют как методы постобработки шумовых карт или как отдельные модули в научных симуляторах. Подобными моделями достигается высокая степень реализма форм рельефа и возможность моделирования сценариев изменения ландшафта во времени (оползни, образование долин), однако вычислительная стоимость (особенно при высокой разрешающей способности), сложность параметризации и необходимость калибровки под реальные данные часто ограничивает их использование [4]. Для реального времени применяют упрощенные или GPU- ускоренные версии, либо выполняют расчеты офлайн и затем визуализируют результаты.

В случае достижения максимального реализма создаваемых ландшафтов используют фотограмметрию и ортофототекстуры: фотограмметрия и ортофото дают максимально реалистичную визуализацию за счет использования спутниковых и аэрофотоснимков, а также реконструкции 3D-моделей по множеству снимков. В крупных коммерческих авиасимуляторах применяется стриминг фотограмметрии для визуализации всей планеты. Высокий визуальный реализм и соответствие реальным объектам – основные преимущества данного метода, однако даже для создания относительно небольшой площади необходимы большие объемы данных, также существует неоднородность качества по регионам, необходимость предобработки и корректировки (артефакты, несоответствие высот), юридические и лицензионные ограничения на использование данных.

После генерации виртуальной поверхности наступает этап ее визуализации. Для визуализации генерируемого виртуального ландшафта часто используются карты высот, которые представляют рельеф как двумерную сетку значений высоты. Это наиболее простая и широко используемая форма представления рельефа в тренажерах. Преимущества данного подхода заключаются в компактности хранения, простоте рендеринга и интеграции с физическими моделями движения (авиация, автотранспорт), легкости создания LOD (уровней детализации) и стриминга чанков, однако в данном подходе невозможно представление вертикальных нависаний и подземных структур, возникают трудности с моделированием сложных геометрий (пещеры, тоннели), артефакты при сильной дискретизации. В практических системах карты высот часто комбинируют с текстурными слоями, нормальными и картами материалов для повышения визуального качества [5].

В случаях, когда для генерации необходимо объемное представление создаваемой поверхности, могут использоваться воксели (трехмерные пиксели). Воксели позволяют описывать объемную структуру среды, включая подземные объекты, тоннели и разрушаемую геометрию. Воксельные миры дают высокую интерактивность, позволяя реализовывать динамическое разрушение, модификацию местности, симуляцию подземных работ, однако подобная воксельная реализация представления генерируемого ландшафта имеет свои ограничения: большие требования к памяти и вычислениям, необходимость сложных структур LOD и компрессии, сложность интеграции с традиционными рендерерами и физическими движками. В практических военных и инженерных тренажерах воксели применяют локально (в зонах интереса) в гибридных архитектурах [6].

Подбор метода генерации ландшафта для симуляторов БПЛА должен осуществляться исходя из конкретных целей тренажера. Для задач первичного обучения пилотов визуальному пилотированию достаточно процедурных методов. Для отработки тактических сценариев или испытания навигационных систем требуется

гибридный подход с интеграцией реальных данных, обеспечивающий необходимый уровень достоверности и интерактивности.

Литература

1. Процедурная генерация / Wikipedia. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Процедурная_генерация (дата обращения: 09.03.2026).
2. Малышев, И. А. Методы динамической процедурной генерации ландшафта / И. А. Малышев, К. А. Кивва // Вектор научной мысли. – 2025. – № 5 (22).
3. Диаграмма Вороного и ее применения. – URL: <https://habr.com/ru/articles/309252/> (дата обращения: 30.03.2026).
4. Симуляция эрозии в 3D-рельефе. – URL: <https://habr.com/ru/articles/533990/> (дата обращения: 30.03.2026).
5. Андриевский, Т. Э. Некоторые вопросы генерации реалистичных ландшафтов / Т. Э. Андриевский, Б. Г. Мирвелов // Научный Лидер. – 2022. – № 20 (65).
6. Цветков, В. Я. Технология генерации виртуальных ландшафтов с применением метода вокселизации и волюметрических данных / В. Я. Цветков, В. А. Мордвинов, В. Т. Матчин // Образовательные ресурсы и технологии. – 2023. – № 1 (42). – С. 91–99.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Д. А. Шаблинский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Д. Асенчик

Представлено программное средство для автоматизированного формирования учебных материалов на основе больших языковых моделей с интеграцией извлеченных знаний по технологии Retrieval-Augmented Generation. Описаны архитектура оркестрации в виде графа состояний, многоуровневая верификация ответов и результаты апробации. В ходе экспериментов по дисциплине «Нереляционные базы данных» подтверждено преимущество атомарной декомпозиции задач над монолитной генерацией.

Ключевые слова: большие языковые модели, Retrieval-Augmented Generation, RAG, автоматизация образовательного контента, многоэтапная верификация, рекурсивная генерация, семантические метрики.

Современные образовательные процессы требуют регулярного обновления и расширения учебных материалов. Развитие больших языковых моделей (LLM) и подхода генерации, дополненной извлечением (Retrieval-Augmented Generation, RAG), открывает возможности для автоматизации генерации образовательного контента [1].

Однако прямое применение LLM может приводить к галлюцинациям, несогласованности разделов и отсутствию встроенных механизмов верификации. В работе предложено программное средство, минимизирующее эти риски за счет многоуровневой оркестрации, интеграции внешних знаний через RAG и рекурсивного структурирования материалов.

Научная новизна заключается в методике адаптивной рекурсивной генерации, направленной на сохранение семантической последовательности и снижение дублирования определений в смежных главах. Разработанная архитектура на базе ориентированных графов состояний позволяет уменьшить проявления галлюцинаций за счет контура обратной связи и автоматизированной кросс-верификации знаний.

Система построена по модульному принципу и включает веб-интерфейс, серверную часть на асинхронном фреймворке, подсистему RAG, оркестратор процессов и движок рекурсивной генерации структурированных пособий.

Конвейер генерации ответа реализован как ориентированный граф состояний (с использованием библиотеки LangGraph), состоящий из пяти узлов: подготовка запроса, генерация, оценка качества, доработка и финализация. Переход к этапу доработки осуществляется условно (при оценке ниже 7,0 балла), а цикл ограничен тремя итерациями для предотвращения заикливания.

Графический интерфейс реализован как веб-приложение с тремя функциональными модулями: «Генерация», «База знаний RAG» и «Управление моделями». Вкладка генерации позволяет выбирать модель, настраивать тип верификации, вводить вопросы или загружать файлы, а также отслеживать прогресс выполнения задач в реальном времени с возможностью экспорта результатов в форматы Word/TXT. Модуль RAG обеспечивает загрузку и индексацию источников (PDF, DOCX, TXT, MD), просмотр статистики и очистку базы. Вкладка управления моделями позволяет динамически настраивать провайдеров и параметры LLM через интерактивные формы.

Подсистема RAG обеспечивает семантическое извлечение знаний из эталонных источников различных форматов. Процесс включает извлечение текста, предобработку, разбиение на фрагменты размером 800 символов с перекрытием 100 символов, векторизацию моделью sentence-transformers/all-MiniLM-L6-v2 (выбор обусловлен балансом качества и вычислительной эффективности для русскоязычных текстов) и хранение в векторной базе с метрикой косинусного сходства. Поиск контекста выполняется с пороговой фильтрацией релевантности.

Верификация реализована на двух уровнях:

- экспертная оценка языковой моделью (LLM-as-a-judge) по критериям точности, полноты, терминологии и наличия примеров;
- поисковая проверка: генерация уточняющих вопросов и кросс-проверка по внешним источникам с последующим синтезом результатов [2].

Итоговый индекс достоверности рассчитывается как взвешенная сумма оценок, где приоритет отдается результатам поисковой кросс-проверки по внешним источникам. Такой приоритет уменьшает зависимость итоговой оценки от возможных систематических ошибок, связанных с оцениванием ответа той же языковой моделью.

Для создания полноценных учебных пособий реализована рекурсивная генерация. Процесс включает:

- анализ перечня вопросов и формирование плана структуры пособия;
- рекурсивную генерацию глав с автоматическим разбиением на подзадачи при превышении лимита объема;
- управление терминологией для исключения дублирования объяснений;
- агрегацию результатов и формирование единого документа в формате Markdown.

Рекурсия ограничена двумя уровнями; по результатам апробации такой предел обеспечивает баланс качества текста и вычислительных затрат.

В ходе апробации системы была проведена генерация материалов по дисциплине «Нереляционные базы данных» на основе 22 тематически связанных вопросов. Для оценки эффективности предложенного метода выполнено сравнительное тестирование с контрольной группой, где генерация осуществлялась единым запросом (Single-shot) ко всему перечню вопросов.

Экспериментально подтверждено, что атомарная декомпозиция задач в рамках агентного графа обеспечивает более высокую семантическую точность по сравнению с генерацией единым запросом.

Для количественной оценки использованы семантические метрики: *BERTScore* (*F1*), вычисляемая по сходству контекстных представлений токенов, а также *Embedding Similarity* и *S-BERT Similarity*, определяемые как косинусное сходство векторных представлений текстов. Более высокие значения метрик соответствуют большей близости к эталонному источнику. На рис. 1 представлены результаты сравнительного анализа: метрики *BERTScore* (*F1*) и *Embedding Similarity* составили 0,99, тогда как при генерации единым запросом эти показатели составили 0,67 и 0,69 соответственно. Аналогичный разрыв зафиксирован по метрике *S-BERT Similarity* (рост с 0,72 до 0,99), что согласуется с гипотезой о снижении эффекта потери фокуса (*Lost in the Middle*) при перегрузке контекстного окна модели.

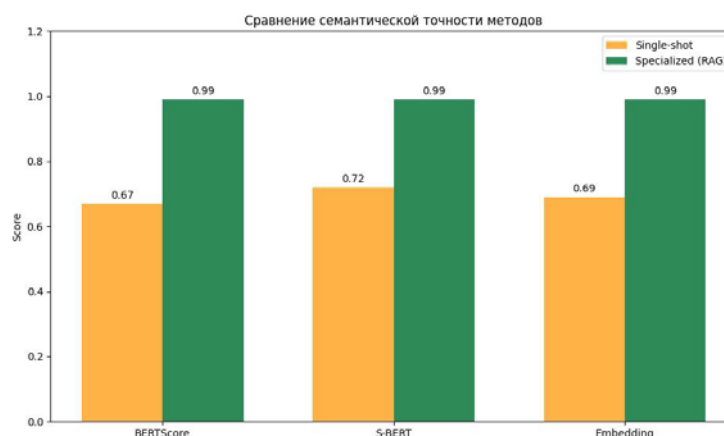


Рис. 1. Сравнительный анализ семантической точности генерации по метрикам

Средняя оценка качества ответов на отдельные вопросы, сгенерированных предложенной системой, составила 9,0 балла по десятибалльной шкале (LLM-as-a-judge по критериям точности, полноты и наличия примеров). Среднее время генерации одного атомарного ответа с полной верификацией составило от 60 до 90 секунд.

На втором этапе полученные материалы передавались в движок рекурсивной структуризации для формирования глав. Разделение процессов генерации и структурирования позволило устранить терминологические повторы и логические разрывы, которые в контрольной группе приводили к избыточности текста на 15–20 %. Благодаря автоматическому планированию содержания и исключению дублирующих объяснений на уровне глав итоговое пособие приобрело четкую иерархическую структуру с плавными межсекционными переходами, что недостижимо при попытке прямой генерации всего объема материала одним запросом.

Разработанное программное средство демонстрирует эффективность технологии RAG [2] и многоэтапной верификации для автоматизации создания учебных материалов. Рекурсивный движок генерации позволяет формировать структурированные пособия из накопленных знаний. Полученные результаты подтверждают практическую ценность подхода и открывают перспективы для дальнейшего развития системы в направлении поддержки полного цикла образовательного процесса.

Л и т е р а т у р а

1. Асенчик, О. Д. Использование больших языковых моделей для создания учебных материалов по дисциплине «Базы данных» / О. Д. Асенчик // Цифровая трансформация. – 2025. – Т. 31, № 4. – С. 5–14.

2. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks / P. Lewis [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2020. – Vol. 33. – P. 9459–9474
3. Reimers, N. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks / N. Reimers, I. Gurevych // Proceedings of EMNLP. – 2019. – P. 3982–3992.

СЕРВИС ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ИНТЕГРИРОВАННЫХ В S3-ХРАНИЛИЩЕ, РЕАЛИЗОВАННЫЙ СРЕДСТВАМИ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ

В. А. Пинчукова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Комракова

Рассмотрено проектирование централизованного сервиса для управления графическим контентом в рамках крупного предприятия. Исследование направлено на решение проблемы падения производительности систем на базе «1С:Предприятие», вызванной стремительным ростом объема бинарных данных. Предложена гибридная архитектура, в которой платформа выступает в роли шлюза для управления метаданными и API-менеджмента, а хранение файлов делегируется S3-хранилищу MinIO.

Ключевые слова: 1С:Предприятие, S3-хранилище, MinIO, масштабируемость, оптимизация баз данных.

В современных условиях цифровизации системы на базе «1С:Предприятие» вышли далеко за рамки классического бухгалтерского учета, превратившись в комплексные ERP-решения, оперирующие огромными массивами данных. Одной из наиболее острых проблем функционирования таких систем в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» является стремительный рост объема графической информации, такой как фотографии товаров, техническая документация и маркетинговые материалы. Хранение данных непосредственно внутри базы данных 1С неизбежно приводит к ее увеличению, что влечет за собой и увеличение времени работы, а также падению производительности.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью перехода от монолитной архитектуры хранения изображений к сервисно-ориентированному подходу, где единый источник изображений должен быть доступен одновременно для множества потребителей: мобильных приложений клиентов, интернет-витрин, внутренних учетных систем и перспективных инновационных разработок. В частности, на предприятии ведется проектирование автоматизированной системы – роборуки, выполняющей функции продавца-консультанта, для которой мгновенный доступ к медиа-контенту является необходимым условием распознавания и позиционирования товаров.

На современном рынке существуют различные решения, предлагающие управление изображениями, но ни одно из них не сочетает в себе все преимущества, которые необходимы предприятию. Облачные хранилища, такие как Cloudinary и Amazon S3, предоставляют масштабируемость, но связаны с затратами на оплату облачных ресурсов, зависят от интернет-соединения и могут быть сложнее в управлении данными и настройке доступов. Системы управления контентом (CMS) с встроенными хранилищами, предлагают встроенные механизмы для управления изображениями, но они часто менее гибкие и масштабируемые, особенно для больших объемов данных и интеграции с ERP-системами.

В «1С:Предприятие» есть два классических подхода к работе с медиа-файлами, но и они имеют существенные ограничения при масштабировании. Первый метод

предполагает хранение данных непосредственно в базе данных, что неизбежно ведет к росту размера таблиц и усложнению процедур резервного копирования и обслуживания СУБД. Второй метод – использование стандартных механизмов файловых томов на дисковых полках сервера – частично решает проблему размера базы, но создает сложности с обеспечением прав доступа для внешних потребителей и синхронизацией данных между различными узлами распределенной системы. Оба подхода объединяет общий недостаток: низкая скорость отдачи контента внешним веб-клиентам, поскольку каждый запрос требует инициализации тяжеловесного сеанса 1С для извлечения бинарных данных.

В качестве альтернативного решения выступают объектные хранилища, работающие по протоколу *S3*. Использование таких систем, как *MinIO*, позволяет хранить неограниченные объемы неструктурированных данных с высокой степенью доступности и прямой отдачей файлов по *HTTP*. Предлагаемое решение заключается в создании гибридного сервиса на базе «1С:Предприятие», который выступает в роли шлюза, а *MinIO* в роли хранилища. В данной архитектуре платформа 1С не хранит тяжелые файлы, а управляет метаданными, ответственна за *API*-менеджмент, контроль прав доступа и сложную бизнес-логику обработки контента, делегируя тяжеловесные данные в хранилище.

Архитектура разрабатываемого программного комплекса построена на принципах многослойности, что обеспечивает высокую масштабируемость и независимость компонентов системы друг от друга. Фундаментом всей системы выступает слой хранения, реализованный на базе высокопроизводительного объектного хранилища *MinIO*. Выбор данной технологии обусловлен ее полной совместимостью с протоколом *S3* и способностью эффективно обрабатывать огромные массивы неструктурированных данных, что позволяет полностью исключить хранение тяжелых бинарных объектов внутри реляционной базы данных «1С». Над уровнем хранения располагается слой бизнес-логики, сосредоточенный внутри среды «1С:Предприятие». Этот слой является центром системы и включает в себя каталог метаданных. Здесь же функционирует специализированный модуль интеграции, который берет на себя задачи по формированию запросов к *S3*-хранилищу и контролю целостности передаваемых данных. Внешнее взаимодействие с системой обеспечивает интерфейсный слой, представляющий собой набор специализированных *HTTP*-сервисов. Реализованные методы, для контроля доступности сервиса, для оперативного извлечения файлов и для их добавления или обновления, позволяют системе выступать в роли универсального *API*-шлюза. Такая трехступенчатая архитектура позволяет интегрировать хранилище в общую экосистему предприятия, гарантируя высокую скорость обработки запросов и надежную изоляцию механизмов хранения от механизмов логики.

Функционирование сервиса опирается на строго регламентированные алгоритмы, которые обеспечивают предсказуемость и высокую скорость обработки данных на каждом этапе. Ключевым процессом является алгоритм добавления и обновления данных, который инициируется при получении *HTTP*-запроса. На первом этапе система выполняет валидацию: проверяется корректность структуры *JSON* и соблюдение лимита на размер файла. После успешной проверки изображение передается в модуль обработки, где оно конвертируется в формат *PNG* и, при необходимости, масштабируется. Завершается алгоритм формированием уникального пути к объекту и его физической записью в хранилище *MinIO*, после чего клиенту возвращается структура с идентификатором изображения и прямыми ссылками на ресурс.

Особое внимание в архитектуре уделено алгоритму именования файлов, который реализуется функцией формирования пути в *S3*-пространстве. Вместо накопления файлов в корневом каталоге, сервис автоматически выстраивает логическую иерархию папок. Такое структурирование не только исключает риск коллизии имен, но и упрощает администрирование бакетов, позволяя техническим специалистам при необходимости легко локализовать файлы конкретной товарной группы непосредственно в *MinIO*.

Внедрение разработанного программного комплекса позволяет достичь значимых результатов в области оптимизации инфраструктуры и повышения эффективности бизнес-процессов производственного объединения. В первую очередь разрешается проблема падения производительности систем. Это не только стабилизирует работу СУБД в условиях высокой нагрузки, но и существенно ускоряет выполнение регламентных операций. Реализация доступа как через *HTTP*, так и через клиент *1C* позволит всем потребителям данных – от внутренних учетных систем до публичных веб-ресурсов – получать изображения в режиме реального времени. Архитектурное разделение слоев логики и хранения позволяет реализовать возможность практически неограниченного масштабирования системы. Предприятие может наращивать дисковые хранилища *MinIO* независимо от ресурсов сервера приложений «1С», что гарантирует стабильность работы сервиса при многократном увеличении объема медиа-данных.

Разрабатываемый сервис не является изолированным решением для текущих задач, а служит платформой для реализации инновационных проектов в области автоматизации предприятия. Одним из наиболее перспективных направлений развития является интеграция сервиса в проект создания роботизированного манипулятора, который в будущем будет выполнять функции автоматизированного продавца. В рамках данной концепции централизованное хранилище изображений берет на себя роль «информационной базы» для робота. Благодаря унифицированному *API*, роботизированный комплекс может в реальном времени запрашивать эталонные изображения товаров для их последующего распознавания на кассах или торговых полках. Механизм взаимодействия предполагает, что система управления роботом обращается к *HTTP*-сервису для получения актуальных визуальных данных о товарных позициях.

В заключение следует отметить, что данный программный комплекс представляет собой удачное сочетание гибкости платформы «1С:Предприятие» с высокой производительностью объектного хранилища *S3* и позволяет создать универсальную среду для работы с медиа-контентом, отвечающую всем требованиям безопасности и отказоустойчивости. Реализация проекта ведет к значительному снижению затрат на поддержку и масштабирование инфраструктуры за счет оптимизации ресурсов хранения и снижения нагрузки на серверы СУБД. Кроме того, создание унифицированного *API* ускоряет вывод на рынок новых программных продуктов и сервисов предприятия, обеспечивая разработчикам мгновенный доступ к структурированной базе графических данных. Таким образом, реализованная система не только решает текущие инфраструктурные задачи, но и открывает путь к внедрению передовых технологий роботизации и искусственного интеллекта, укрепляя позиции объединения как технологического лидера отрасли.

АППАРАТНАЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATmega

В. Г. Шинкарук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. А. Савельев

Рассмотрена разработка автономной охранной системы автомобиля на основе микроконтроллера ATmega328P с мультисенсорным анализом состояния транспортного средства и мгновенным оповещением владельца посредством GSM-канала. Представлены архитектура системы, алгоритм обработки данных от комплекса датчиков и методы минимизации ложных срабатываний.

Ключевые слова: микроконтроллер, охранная сигнализация, GSM-оповещение, автомобильная безопасность, мультисенсорная система.

Системы автомобильной безопасности становятся все более актуальными в современном мире из-за роста числа угонов транспортных средств и уязвимости коммерческих решений к электронному взлому. Перспективным решением является создание автономных систем на базе микроконтроллеров с анализом данных от нескольких типов датчиков и передачей тревожных сообщений по каналам сотовой связи, не зависящим от радиочастотного диапазона.

Для разработки и реализации функционирующей охранной системы автомобиля решались следующие задачи: анализ существующих решений и выбор оптимальной конфигурации датчиков для получения важных данных; проектирование принципиальной электрической схемы; программная реализация обработки сигналов от мультисенсорного массива; интеграция GSM-модуля SIM900 для отправки SMS-сообщений с координатами местоположения; экспериментальная проверка работоспособности прототипа. Модули SIM900 широко применяются в системах мониторинга автотранспорта благодаря встроенным функциям, включая детектирование глушения GSM-канала, что повышает защищенность от преднамеренных помех [1].

Аппаратная часть системы построена на 8-битном микроконтроллере ATmega328P с тактовой частотой 16 МГц. В состав системы входит гироскоп MPU6050. Принцип работы гироскопа основан на измерении угловых скоростей вращения вокруг трех осей, что позволяет точно фиксировать наклон кузова и резкие перемещения транспортного средства. Также электретный микрофон CZN-15E для регистрации звуков удара и боя стекла. Для получения координат нахождения транспортного средства используется GPS-датчик BN-880. Все датчики подключены по интерфейсу I²C или через аналоговые входы АЦП микроконтроллера. GSM-оповещение реализовано через модуль SIM900, управляемый посредством UART-интерфейса.

Программное обеспечение разработано в среде Arduino IDE на языке C++ и включает три ключевых модуля: модуль калибровки (автоматическая настройка пороговых значений датчиков при постановке на охрану), модуль анализа (скользящее усреднение показаний, фильтрация шумов, логический анализ комбинаций срабатываний), и модуль связи (формирование и отправка SMS с координатами местоположения). Алгоритм работы предусматривает двухэтапную верификацию события: первое срабатывание микрофона фиксируется как «подозрительное событие», и система в течение трех секунд ожидает подтверждения от гироскопа или повторного акустического события с амплитудой выше порога. Только при совпадении двух ус-

ловий формируется сообщение с GPS-координатами и отправляется владельцу. Такой подход снижает вероятность ложных срабатываний от внешних факторов до 3–4 %.

Система поддерживает два режима работы: «Отключено» и «Охрана» (активный мониторинг датчиков). В первом режиме датчики неактивны, работает лишь радиопередатчик на прием данных, передача данных в этом режиме отключена из-за необходимости [2]. Переключение между режимами осуществляется посредством нажатия кнопки или командой. При реализации алгоритмов фильтрации шумов важно оценить вычислительную нагрузку на микроконтроллер. На цифровую обработку входного сигнала посредством фильтрации необходимо около 200 мс, а оставшееся время использовано для принятия решения о факте нарушения и передачи информации» [3].

Благодаря комплексному подходу, функционал охранной сигнализации становится инструментом, способным обеспечивать надежный контроль за безопасностью транспортного средства и получать моментальное оповещение на личный телефон при срабатывании сигнализации. Разработанное решение может быть использовано как самостоятельная охранная система или как дополнительный модуль к существующей.

Дополнительно разработано мобильное приложение для платформы Android, обеспечивающее удаленное управление системой охраны и мониторинг состояния транспортного средства в реальном времени. Приложение реализует клиент-серверную архитектуру взаимодействия: данные от GSM-модуля передаются на веб-сервер через HTTP-запросы, где сохраняются в текстовые файлы формата JSON, а мобильное приложение периодически опрашивает сервер для получения актуальной информации. Такой подход позволяет избежать необходимости постоянного GSM-соединения между телефоном и автомобилем, снижая расход заряда батареи обоих устройств.

Интерфейс приложения состоит из трех основных разделов: «Управление», «Карта» и «История». В разделе «Управление» отображается текущий статус системы (включена/выключена охрана), индикатор подключения к серверу и элементы управления. Пользователь может дистанционно включить или выключить режим охраны, отправить команду запроса статуса, а также выбрать способ управления – через HTTP-запросы или прямые SMS-команды. При выборе SMS-режима приложение формирует защищенное сообщение с паролем, что исключает возможность несанкционированного доступа третьих лиц. На рис. 1 представлено основное окно приложения.

Раздел «Карта» интегрирован с API Яндекс.Карт и отображает местоположение транспортного средства на основе последних полученных GPS-координат. При получении тревожного сообщения маркер автоматически перемещается в точку срабатывания датчиков, а пользователь получает push-уведомление с краткой информацией о событии. Реализована функция масштабирования карты, переключения между режимами отображения (схема, спутник, гибрид), а также кнопка быстрого перехода к построению маршрута до местоположения автомобиля.

Журнал событий в разделе «История» содержит хронологический список всех зафиксированных событий: включение/выключение охраны, срабатывания датчиков с указанием типа (микрофон, гироскоп, комбинированное), временные метки и координаты. Каждая запись сопровождается цветовой индикацией: команды управления отображаются синим цветом, ответы системы – зеленым, тревожные события – красным. При нажатии на запись открывается детальная информация с возможностью перехода к просмотру местоположения на карте или отправки координат в навигационное приложение.

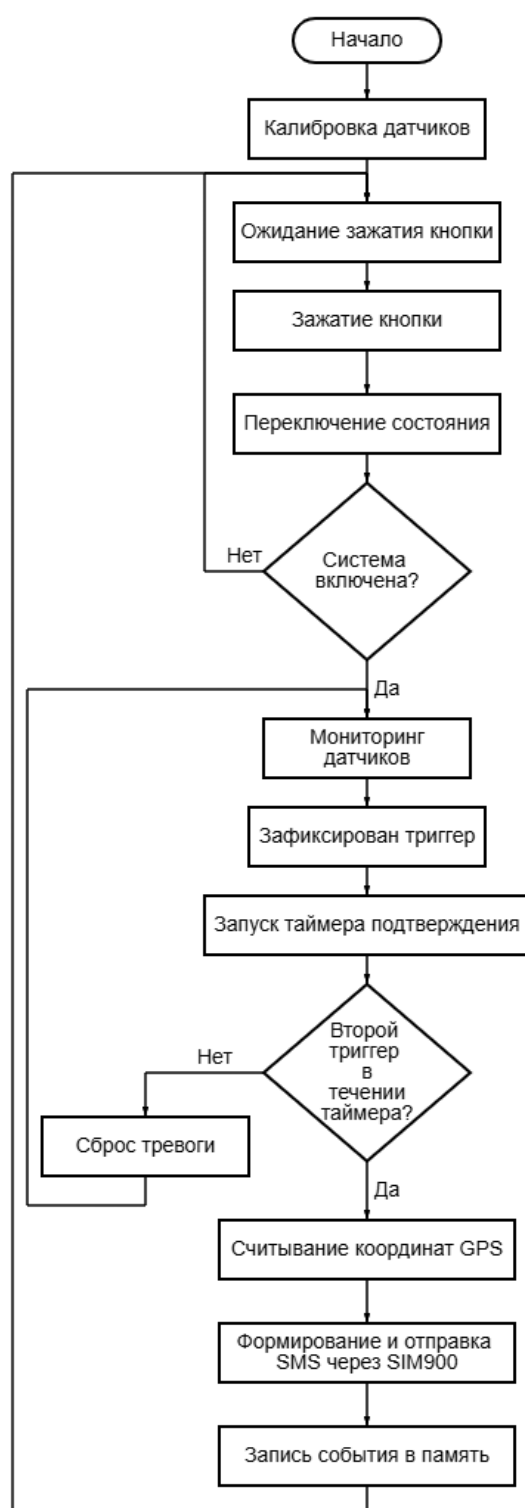


Рис. 1. Блок-схема алгоритма функционирования системы мониторинга

Для повышения достоверности обнаружения несанкционированного воздействия разработан адаптивный алгоритм калибровки пороговых значений на основе статистического анализа фоновых показаний датчиков. При постановке системы на охрану в течение 10 секунд выполняется калибровка. Порог срабатывания определяется по критерию трех сигм.

Таким образом, разработанная охранная система позволяет оборудовать транспортные средства дешевой альтернативой существующим сигнализациям и обеспечить удобное управление с помощью мобильного приложения, предоставляющего пользователю удобный инструмент для круглосуточного мониторинга состояния транспортного средства и оперативного реагирования на внештатные ситуации независимо от местоположения владельца.

Литература

1. Голубцов, М. С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному / М. С. Голубцов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. – 352 с.
2. Кострин, Д. К. Датчики в электронных устройствах / Д. К. Кострин, А. А. Ухов. – Санкт-Петербург : ЛЭТИ, 2018. – 240 с.
3. Белов, А. В. Микроконтроллеры в устройствах на базе датчиков / А. В. Белов. – Санкт-Петербург : Наука и техника, 2021. – 368 с.

РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕЧИ ИЗ БОЛЬШИХ АУДИОФАЙЛОВ

Т. А. Зинчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Д. Гуменников

Рассмотрено создание распределенного приложения для извлечения речи из больших аудиофайлов, ориентированное на обработку длительных и ресурсоемких аудиоданных в условиях ограниченных вычислительных ресурсов отдельных узлов. Описана архитектура системы с разделением ролей менеджера и воркеров, а также механизм взаимодействия компонентов через TCP и веб-интерфейс на базе ASP.NET. Уделено внимание используемым примитивам синхронизации. Показаны основные этапы пайплайна: загрузка файла, сегментация, извлечение речевых фрагментов с использованием SileroVAD, транскрибация моделью Whisper и агрегация результатов. Отдельное внимание уделено отказоустойчивости, масштабируемости и особенностям развертывания в Windows в формате self-contained исполняемых файлов.

Ключевые слова: распределенная обработка, аудио, SileroVAD, Whisper, отказоустойчивость, Windows.

Распределенное приложение извлечения речи из больших аудиофайлов представляет собой программно-аппаратный комплекс, ориентированный на обработку длительных и ресурсоемких аудиоданных в условиях ограниченных вычислительных ресурсов отдельных узлов. Основной задачей разработки является обеспечение устойчивой, масштабируемой и отказоустойчивой архитектуры, способной эффективно функционировать в операционной системе Windows без необходимости сложной установки и конфигурации.

Архитектура системы строится по принципу разделения ролей на менеджер (координирующий узел) и набор воркеров (исполняющих узлов). Менеджер отвечает за прием задач, их декомпозицию, распределение между воркерами и агрегацию результатов. Воркеры настраивают задачи и с помощью stdin/stdout-интерфейса выполняют распределение задач по процессам-обработчикам, выполняющим непосредственную обработку аудио с использованием операций линейной алгебры и моделей машинного обучения, выполняющих извлечение и транскрибацию речи. Для извлечения используется довольно распространенная модель *SileroVAD*, а для транскри-

бации используется модель *Whisper*. Процессы-обработчики написаны в виде Python-скриптов, а сетевые узлы системы на .NET 8.0.

Эффективность дистрибуции файлов достигается за счет использования различных примитивов синхронизации: от использования lock-переменных до concurrent-версий переменных для хранения менеджером информации о списке обрабатываемых файлах и состояния воркеров менеджером и состояния Python-обработчиков воркерами. Также активно используется класс Task и CancellationToken для одновременного выполнения множества рутинных задач.

Система ориентирована на работу с файловой моделью, где центральным объектом является аудиофайл, подлежащий транскрибации. Менеджер хранит метаданные задач, временные файлы сегментов и результирующие текстовые данные. Воркеры работают с локальными копиями сегментов, что позволяет минимизировать сетевые задержки и повысить производительность. В названиях временных файлов содержатся временные метки, которые используются для определения расположения сегмента в изначальном файле. Используются префиксы названий файлов в виде SessionId, что позволяет системе работать с несколькими пользователями одновременно.

Для взаимодействия пользователя и менеджера используется связка ASP.NET Web-Application, который обеспечивает интерфейс в браузере и HTTP API. При передаче файлов используется multipart form-data, что позволяет без ограничений передавать в систему файлы больших размеров. Кроме того, реализация клиентского приложения на базе ASP.NET позволяет использовать сервис через обычный веб-браузер – без необходимости установки дополнительного ПО. Сервер веб-страницы, при необходимости, конвертирует файл для соответствия требуемым параметрам аудио для обработки (WAV, 8/16 кГц, моно, 16-бит).

Воркеры с менеджером взаимодействуют с использованием протокола TCP, который обеспечивает надежность и прозрачность. При подключении к менеджеру воркеры отправляют сообщение о доступных обработчиках, которые менеджер учитывает при распределении задач. Также менеджер ведет учет HeartBeat-сообщений от воркеров, и в случае обнаружения задержки, превышающей допустимый предел менеджер перераспределяет задачи на работающие воркеры. Воркер в свою очередь, при обнаружении разрыва соединения с менеджером, сбрасывает все обработчики, после чего заново пытается установить соединение.

Пайплайн обработки аудиофайла включает несколько этапов. На первом этапе происходит загрузка и регистрация файла в системе и выдача SessionId пользователю. Далее следует этап сегментации, на котором аудиофайл разбивается на более мелкие фрагменты, удобные для параллельной обработки. На следующем этапе происходит извлечение речи, который позволяет уменьшить объем обрабатываемых и передаваемых по сети данных, выделяя только участки в аудиофайлах в которых присутствует речь. Затем выполняется транскрибация, включающая распознавание речи. На завершающем этапе происходит агрегация результатов и формирование итогового документа, который отсылается пользователю.

Так же при запуске Менеджер и Воркер используют файлы Configuration.json, с помощью которых можно конфигурировать сетевые настройки узлов и параметры начального разбиения аудиофайлов, в том числе и количество запускаемых Python-процессов, что позволяет настроить систему под различное аппаратное обеспечение.

Дистрибуция системы реализована в виде self-contained исполняемых файлов для Windows, что позволяет запускать компоненты без предварительной установки зависимостей, и требует наличия обычной флешки для развертывания системы. Ка-

ждому узлу соответствует отдельная директория, содержащая все необходимые библиотеки, конфигурационные файлы и исполняемый модуль.

Для разрешения зависимостей Python-обработчиков требуется скачать необходимые папки с зависимостями, включая клонирование репозитория Whisper и SileroVAD с GitHub. При скачивании зависимостей так же необходимо скачать torch 2.1 и torchaudio 2.1, так как это позволяет разрешить проблемы зависимостей бэкенда обработки аудио у SileroVAD. При запуске процессов обработчиков воркер обязан установить переменные среды на те, что находятся в папке зависимостей с помощью свойства `ProcessStartInfo.EnvironmentVariables`.

Таким образом, предложенная система демонстрирует эффективный подход к организации распределенной обработки аудиоданных в среде Windows. Она сочетает в себе простоту развертывания, гибкость взаимодействия компонентов и высокую отказоустойчивость, что делает ее перспективным решением для задач транскрибации больших аудиофайлов.

Литература

1. Silero Team. Silero VAD: pre-trained enterprise-grade Voice Activity Detector. – URL: <https://github.com/snakers4/silero-vad>.
2. Radford A. et al. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. – URL: <https://github.com/openai/whisper>.
3. Microsoft. System.Collections.Concurrent Namespace. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.collections.concurrent>.

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ТРЕНАЖЕР ПО ТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

А. А. Готченя

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Д. Асенчик

Разработан интерактивный программный тренажер по информационной безопасности на основе больших языковых моделей (LLM). Система выступает в роли виртуального экзаменатора: генерирует вопросы из загруженной базы нормативных документов, анализирует развернутые ответы обучаемых на естественном языке, при неверном ответе формирует наводящий вопрос – не раскрывая правильного решения – и по завершении сессии выставляет итоговую оценку с развернутым анализом. Применение технологии дополненной генерации (RAG) исключает галлюцинации и привязывает обучение к актуальной внутренней документации организации.

Ключевые слова: большие языковые модели, информационная безопасность, дополненная генерация (RAG), интерактивный тренажер.

Информационная безопасность (ИБ) является одной из наиболее динамично развивающихся областей современных информационных технологий. Рост числа кибератак, утечек данных и инцидентов, связанных с действиями сотрудников, формирует устойчивый запрос на системы обучения, способные не просто информировать пользователей, но и формировать у них устойчивые практические навыки.

Традиционные методы подготовки – статичные тесты с выбором правильного варианта – демонстрируют принципиальное ограничение: пользователи запоминают

правильные варианты ответов механически, но теряются при столкновении с нетипичными сценариями фишинговых атак, утечек данных или инцидентов социальной инженерии. Появление больших языковых моделей открывает принципиально новые возможности для автоматизации обучения: в отличие от статических тестовых систем, *LLM* способны вести диалог на естественном языке, анализировать развернутые ответы и формулировать наводящие вопросы вместо немедленного раскрытия правильного ответа.

Таким образом, создание интерактивного тренажера, реализующего диалоговое обучение с ролью виртуального тьютора и привязкой к корпоративной базе знаний, является актуальной задачей как для образовательных учреждений, так и для организаций, заинтересованных в повышении осведомленности персонала в области ИБ.

На современном рынке существует ряд решений для обучения в области информационной безопасности. *KnowBe4* – одна из наиболее широко используемых платформ – предлагает обширную библиотеку видеоуроков и симуляторов фишинговых атак, однако строится на пассивном формате: пользователь просматривает контент и проходит тест с выбором ответа. Система не ведет диалога с обучаемым и не предоставляет персонализированную обратную связь. Кроме того, *KnowBe4* является закрытым *SaaS*-сервисом, что исключает интеграцию собственной базы знаний организации.

Образовательные платформы общего назначения – *Coursera*, *Stepik*, *Cybrary* – предоставляют структурированные курсы по ИБ, но ориентированы на широкую аудиторию и не предполагают адаптации контента под специфику конкретной организации. Механизм проверки знаний сводится к тестам с вариантами ответов; интерактивный диалог в формате «вопрос – свободный ответ – наводящий вопрос» отсутствует.

Платформы *TryHackMe* и *Hack The Box* предоставляют реалистичные виртуальные лаборатории для отработки технических навыков, однако ориентированы на подготовку специалистов-практиков в области кибербезопасности, а не на массовое повышение осведомленности сотрудников. Они не поддерживают загрузку корпоративных политик в качестве базы знаний и не имеют модуля управления диалогом с ролью тьютора.

Универсальные – языковые модели – *ChatGPT*, *Claude*, *Gemini* – теоретически способны вести диалог в формате обучения, однако обладают рядом принципиальных ограничений: не имеют доступа к внутренней базе знаний организации, не реализуют заданный педагогический сценарий с управлением попытками и начислением баллов, а также не ограничивают пользователя от получения прямых ответов – обучаемый может явно попросить модель раскрыть решение, что нивелирует педагогический эффект.

Таким образом, разрабатываемый тренажер занимает нишу, не закрытую ни одним из существующих на рынке решений: система сочетает диалоговое обучение на основе *LLM*, привязку к корпоративной базе знаний через *RAG* [1], гибкую настройку педагогических сценариев и возможность локального развертывания.

Целью работы является разработка интерактивного программного тренажера по информационной безопасности с использованием больших языковых моделей. Тренажер выступает в роли виртуального экзаменатора, который генерирует вопросы на основе загруженной базы нормативных документов и учебных материалов, оценивает свободные ответы обучаемых, при необходимости задает наводящие вопросы и по завершении сессии выставляет итоговую оценку с развернутым анализом.

Практическая значимость работы определяется возможностью применения сис-

темы для обучения сотрудников организаций основам ИБ с опорой на внутреннюю нормативную документацию. Система поддерживает как облачный доступ через *OpenRouter*, так и локальное развертывание через *Ollama*, что обеспечивает применимость в организациях с ограничениями на передачу данных во внешние сервисы.

Система построена по двухзвенной клиент-серверной архитектуре. Серверная часть реализована на платформе *.NET 10 (ASP.NET Core Web API)* [2] и содержит всю бизнес-логику: управление экзаменационными сессиями, взаимодействие с языковыми моделями, индексирование базы знаний и хранение данных. Клиентская часть представляет собой одностраничное браузерное приложение на *Blazor WebAssembly* [3], ответственное за отображение диалогового интерфейса.

Логика проведения тренинга реализована в виде сериализуемого конечного автомата на базе *Semantic Kernel Process Framework* [4]. Процесс состоит из восьми шагов: выбор темы, генерация вопросов, постановка вопроса, фильтрация сообщений от пользователя, оценивание ответа, генерация подсказки, итоговое оценивание и отображение сообщений. Принципиально важно, что переходы между шагами управляются серверным кодом, а не языковой моделью – *LLM* отвечает исключительно за генерацию текста. После каждого хода полное состояние процесса сериализуется в *JSON* и сохраняется в базе данных, что позволяет обслуживать произвольное число одновременных сессий без хранения данных в памяти сервера.

Вся генерация текста выполняется через четыре специализированных *AI*-агента на базе *Microsoft Semantic Kernel* [5]: агент генерации вопросов, агент оценивания ответов, агент генерации подсказок и агент итогового оценивания. Каждый агент описан в отдельном *YAML*-файле с промптом, что позволяет изменять инструкцию агента без правки кода.

Для хранения базы знаний используется векторное хранилище *Qdrant*. Пайплайн индексирования включает четыре этапа: извлечение текста из файлов форматов *PDF*, *RTF*, *DOCX*, очистка от артефактов форматирования, семантическая разбивка на фрагменты (чанки по 500 токенов с перекрытием 100 токенов) и батчевая векторизация с помощью эмбединговой модели. При этом структура элемента в векторной базе данных зависит от типа документа: если фрагмент принадлежит статье нормативно-правового акта, элемент хранит как сам чанк размерностью 500 токенов, так и полный текст соответствующей статьи – именно он передается в качестве контекста при генерации вопросов и оценивании ответов; если же документ не является нормативным актом, элемент содержит только чанк без ссылки на родительский фрагмент. Для хранения структурированных данных – учетных записей, истории сессий, журналов диалогов и оценок – применяется реляционная СУБД *SQLite* через *Entity Framework Core*.

Безопасность системы обеспечивается на двух уровнях. Для минимизации галлюцинаций применяется системный промпт, запрещающий *LLM* использовать знания вне предоставленного *RAG*-контекста. Для защиты от атак типа *Prompt Injection*, когда пользователь пытается перенастроить роль тьютора и вынудить систему раскрыть правильный ответ, реализована фильтрация входящих сообщений.

В ходе работы разработан и реализован полный программный комплекс интерактивного тренажера. Проведенный сравнительный анализ подтвердил, что существующие решения – платформы *KnowBe4*, *Coursera*, *TryHackMe* и универсальные *LLM*-чат-боты – не обеспечивают совместно диалогового обучения, привязки к корпоративной базе знаний и гибкой настройки педагогических сценариев. Разработанная система устраняет каждый из этих недостатков.

Реализованы все ключевые подсистемы: пайплайн индексирования документов, модуль семантического поиска, оркестратор экзаменационного процесса на базе ко-

нечного автомата, четыре специализированных *AI*-агента и чат-интерфейс на *Blazor WebAssembly*. Система успешно протестирована на сценариях обучения по темам информационной безопасности с использованием реальных нормативных документов.

Разработанный интерактивный тренажер реализует диалоговый формат обучения, принципиально отличающийся от традиционных тестовых систем: при неверном ответе система не раскрывает правильного решения, а задает наводящий вопрос, побуждая обучаемого к самостоятельному нахождению ответа. Применение технологии *RAG* обеспечивает привязку всех генерируемых вопросов и оценок к актуальному содержимому загруженных документов. Реализация экзаменационного процесса в виде сериализуемого конечного автомата гарантирует предсказуемость педагогического сценария и масштабируемость системы. Гибкость настройки сценариев и поддержка локального развертывания делают тренажер применимым как в учебных заведениях, так и в организациях с ограничениями на передачу данных во внешние облачные сервисы.

Литература

1. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks / P. Lewis, E. Perez, A. Piktus [et al.] // *Advances in Neural Information Processing Systems*. – 2020. – Vol. 33. – P. 9459–9474.
2. Microsoft. ASP.NET Core documentation. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/> (дата обращения: 15.03.2026).
3. Microsoft. Blazor WebAssembly documentation. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/blazor/> (дата обращения: 15.03.2026).
4. Microsoft. SK Process Framework Overview. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/semantic-kernel/frameworks/process/process-framework> (дата обращения: 20.03.2026).
5. Microsoft. Semantic Kernel Documentation. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/semantic-kernel/> (дата обращения: 20.03.2026).

ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ И УЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ .NET 10

И. Ю. Тимошенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Д. Асенчик

Описана интерактивная система планирования и учета индивидуальной учебной нагрузки преподавателя, предназначенная для замены электронных таблиц и снижения трудоемкости отчетности. Реализовано веб-приложение на платформе .NET 10 (Blazor Server) с гибридной моделью хранения данных (включая JSON) и механизмом «снимков» для сохранения архивной достоверности утвержденных планов. Представлены модуль импорта нагрузки из XLSX, алгоритм месячного распределения часов, учет фактического проведения и генерация отчетности; работоспособность решения подтверждена модульными и интеграционными тестами. Приложение подходит как для персонального использования, так и для внедрения в масштабе университета.

Ключевые слова: *Blazor Server, .NET 10, учебная нагрузка, информационная система, автоматизация документооборота, Entity Framework Core.*

В условиях современной цифровой трансформации образовательной среды задачи оперативного управления и контроля деятельности профессорско-препода-

вательского состава выходят на новый качественный уровень. Одной из наиболее трудоемких административных процедур на кафедре университета является ведение индивидуального плана преподавателя. Данный документ является не только инструментом планирования, но и основным юридическим основанием для подтверждения выполнения трудовых обязанностей сотрудником.

Традиционные методы ведения отчетности, базирующиеся на локальных файлах *MS Excel*, в современных реалиях демонстрируют ряд критических недостатков: отсутствие централизованного контроля версий, сложность объединения данных по кафедре, высокий риск нарушения целостности расчетных формул и значительные временные затраты на ручной перенос данных из общеуниверситетских ведомостей. Актуальность данной работы заключается в создании программного средства, которое позволит автоматизировать процесс заполнения и учета учебной нагрузки, обеспечивая при этом автоматическую валидацию.

При проектировании системы был сделан выбор в пользу платформы *.NET 10*. В качестве основного фреймворка выбрана технология *Blazor Server*. Данный выбор обоснован несколькими стратегическими преимуществами:

- использование языка *C#* как для бизнес-логики, так и для описания интерфейса позволяет избежать фрагментации кода и упрощает дальнейшую поддержку системы;
- приложение быстро реагирует на действия пользователя, не заставляя его ждать загрузки страницы или обновления контента [1];
- в архитектуре *Blazor Server* весь код выполняется на сервере, обновляя *DOM*-дерево через постоянное *WebSocket*-соединение, что важно для поддержания безопасности, так как чувствительные алгоритмы расчета нагрузки и параметры подключения к базе данных никогда не покидают периметр сервера;

Blazor Server поддерживает состояние сессии на сервере, что позволяет пользователю работать с таблицами ввода часов без потери промежуточных данных при кратковременных сбоях сети.

Одной из центральных проблем при проектировании систем учета нагрузки является изменчивость структуры данных. У разных преподавателей может быть разный набор дисциплин, видов работ и ежемесячных активностей.

В рамках исследования была разработана и внедрена гибридная модель хранения данных. База данных *SQLite* в связке с *Entity Framework Core* настроена таким образом, что основные сущности (пользователи, преподаватели, расписание) хранятся в реляционном виде, а сложные иерархические структуры (пакеты годовой нагрузки, помесечные расчеты, списки работ) – в формате *JSON*-строк внутри текстовых полей основной таблицы *Plans*. Реализация данного подхода стала возможной благодаря библиотеке *Newtonsoft.Json* и механизму *Value Conversions* в *EF Core*.

Особенностью системы является реализация механизма снимков для данных преподавателя. В типичных системах профиль пользователя связан с документом через идентификатор. Однако в контексте университетской отчетности это создает проблему: если преподаватель сменит должность или получит ученую степень в середине года, все его старые, уже утвержденные планы обновятся автоматически, что является недопустимым с точки зрения архивного дела.

Разработанная система при инициализации нового плана копирует всю информацию о преподавателе: Ф.И.О., кафедра, факультет, звание, должность и сохраняет ее как *JSON*-снимок внутри записи конкретного плана. Таким образом, документ становится автономным: он хранит информацию о статусе преподавателя именно на момент формирования отчета. При этом пользователь сохраняет возможность редактировать должность непосредственно в плане, если он работает по совместительству, не затрагивая свой основной профиль в системе.

Интерфейс планирования обеспечивает ввод данных по 14 видам учебной деятельности, разделенным на два семестра. К ним относятся:

- аудиторная нагрузка: лекции, лабораторные, практические и семинарские занятия;
- промежуточная и итоговая аттестация: консультации, экзамены, зачеты;
- контрольно-методическая работа: курсовое проектирование, курсовые работы, расчетно-графические работы, тесты;
- практики и дипломное проектирование: учебно-производственные практики, руководство дипломными проектами, рецензирование, государственные экзаменационные комиссии.

Для минимизации ошибок ручного ввода реализован модуль интеллектуального импорта, который анализирует структуру *XLSX*-файлов, позволяет пользователю выбрать конкретный лист книги и автоматически агрегирует данные по дисциплинам и группам, исключая дубликаты. Модуль позволяет импортировать разные форматы листов с годовой нагрузкой, автоматически определяя текущий формат по ключевым полям.

Центральным вычислительным модулем системы является сервис, реализующий алгоритм детерминированного распределения годовых часов по месячным интервалам. Данный алгоритм учитывает специфику академического календаря и сетку учебного расписания.

На основе этого формируется базис часов. Если суммарное количество часов по расписанию превышает лимит годового плана, алгоритм прекращает учет часов после достижения запланированного значения.

При вводе и корректировке данных о фактическом выполнении нагрузки, особенно часов по неаудиторной нагрузке, критически важным является необходимость их согласования с установленной годовой нагрузкой плановыми значениями. Особое внимание в работе уделено контролю целостности данных, который реализуется непосредственно в процессе ввода в режиме реального времени. Благодаря использованию функционала *.NET IO*, компоненты системы инициируют проверку сразу после изменения значения в любой ячейке. Применение системы проверок решает эту задачу, повышает эффективность и точность работы пользователя в программе, способствует повышению качества получаемой документации [2].

Математическая модель валидации проверяет выполнение условия:

$$\sum_{j=1}^m H_{\text{месяц } j} = H_{\text{год}},$$

где m – количество месяцев в семестре. При возникновении неравенства система вычисляет расхождение и выполняет следующие действия:

- визуально маркирует ячейки с ошибками;
- формирует список диагностических сообщений с указанием точного объема избыточных или недостающих часов;
- блокирует транзакцию сохранения в базу данных до момента достижения нулевого баланса.

Такой подход позволяет исключить формирование ошибочных отчетов, что является критически важным для проверки отчетов работниками учебного отдела университета.

Для заполнения блоков учебно-методической, научно-исследовательской, общественной и идеологической работы в систему интегрирован справочник. Преподаватель имеет возможность мгновенного добавления типовых формулировок из выпадающего меню-справочника с возможностью ручного редактирования, что сокращает время заполнения данных разделов.

Итоговым функционалом системы является модуль генерации отчетности на базе библиотеки *ClosedXML*. Техническая сложность реализации данного модуля заключалась в необходимости сохранения структуры оригинального университетского бланка. Результатом является файл формата *XLSX*, готовый к подаче на подпись заведующему кафедрой.

Универсальность разработанного программного комплекса заключается в его архитектурной гибкости, позволяющей использовать систему как в качестве локального инструмента персонального планирования, так и в роли централизованного университетского сервиса.

Для личного использования преимуществом является выбор СУБД *SQLite* и платформы *.NET*, что обеспечивает портативность: приложение может быть запущено на ПК преподавателя без необходимости настройки серверной инфраструктуры. Модули импорта и экспорта позволяют пользователю автономно обрабатывать вузовские ведомости и получать готовые отчеты, не дожидаясь внедрения системы на уровне всего учебного заведения.

Для внедрения в масштабе университета система обладает необходимым запасом масштабируемости и безопасности. Использование *ASP.NET Core Identity* обеспечивает разграничение прав доступа и изоляцию данных между пользователями. Наличие централизованных справочников дает администрации вуза возможность унифицировать формулировки отчетности для всех кафедр.

Надежность разработанного программного комплекса подтверждена комплексом из 18 модульных и интеграционных тестов на базе фреймворка *xUnit*.

Разработанное программное средство обеспечивает комплексную автоматизацию учета учебной нагрузки, устраняя основные недостатки традиционных методов планирования. Внедрение реактивного интерфейса *Blazor Server* в сочетании с алгоритмами распределения позволило создать надежный и удобный инструмент для профессорско-преподавательского состава. Результаты тестирования и апробации модуля импорта/экспорта подтвердили готовность системы к эксплуатации в условиях реального документооборота кафедры. Репозиторий проекта расположен по адресу <https://github.com/kussz/PersonalPlanShowcase>.

Л и т е р а т у р а

1. Илья Лебедев / Принципы реактивного программирования в веб-разработке. – URL: <https://tenchat.ru/media/2080930-printsipy-reaktivnogo-programmirovaniya-v-vebrazrabotke> (дата обращения: 02.04.2026).
2. Широченко, В. А. / Автоматизированная система расчета, распределения и анализа учебной нагрузки кафедры вуза / В. А. Широченко // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2024. – № 3 (84). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-rascheta-raspredeleniya-i-analiza-uchebnoy-nagruzki-kafedry-vuza> (дата обращения: 03.04.2026).

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА FDM-ПЕЧАТИ НА БАЗЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И АНАЛИЗА G-КОДА

Е. В. Леонович

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. В. Комраков

Рассмотрен процесс разработки программного обеспечения для автоматизированного контроля качества аддитивного производства методом FDM. Описаны алгоритмические

подходы, технологии компьютерного зрения и функциональные модули системы, направленные на выявление производственных дефектов в режиме реального времени. Особое внимание уделено вопросам пространственного позиционирования печатающей головки с использованием фидуциальных маркеров *ArUco* и верификации траектории путем сравнения с эталонным *G*-кодом.

Ключевые слова: автоматизация контроля, компьютерное зрение, 3D-печать, *ArUco*, *OpenCV*, C++, оптический трекинг, *G*-код, обнаружение аномалий.

В эпоху развития парадигмы индустрии 4.0 аддитивное производство требует перехода от систем управления без обратной связи к интеллектуальным комплексам, способным к самодиагностике. Одной из наиболее критических проблем популярного метода моделирования методом послойного наплавления (*FDM*) остается принципиальное отсутствие контроля реального положения печатающей головки в пространстве. Процесс создания физических объектов данным методом всегда сопряжен с высоким риском возникновения таких непоправимых дефектов, как смещение слоев, пропуск шагов шагового двигателя ввиду механических перегрузок, а также частичная или полная деламинация модели [1]. Подобные аномалии крайне сложно выявить на ранних этапах без непрерывного визуального наблюдения, что приводит к нерациональному расходу полимерных материалов и машинного времени. Целью данного исследования является разработка и программная реализация комплекса визуальной верификации координат экструдера в режиме реального времени, способного автономно прерывать процесс при обнаружении критических отклонений.

В основе предлагаемой системы лежит сочетание алгоритмов компьютерного зрения и лексического анализа управляющего *G*-кода. Для обеспечения максимальной вычислительной производительности и минимизации задержек ядро системы реализовано на языке программирования C++ с использованием открытой библиотеки компьютерного зрения *OpenCV* [2]. Выбор данного инструментария обусловлен необходимостью обработки видеопотока высокого разрешения в режиме реального времени без создания дополнительной нагрузки на управляющий контроллер принтера. Ключевым элементом оптического трекинга выступает использование фидуциальных маркеров формата *ArUco* [3], которые жестко закрепляются на корпусе движущегося экструдера. Использование таких маркеров позволяет камере решать классическую задачу нахождения перспективы по n точкам (*Perspective-n-Point*, *PnP*). Благодаря этому алгоритму система вычисляет точные векторы трансляции и ротации маркера относительно объектива камеры, формируя пространственную матрицу трансформации (рис. 1).

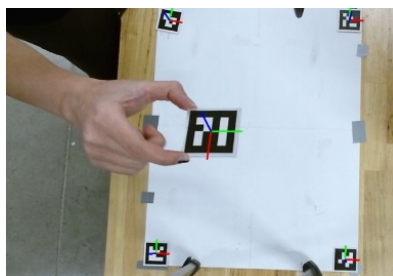


Рис. 1. Пример *ArUco*-маркера и его детектирования

В отличие от стандартных методов слежения за объектами, основанных на цветовых фильтрах или каскадах Хаара, подход на базе маркеров *ArUco* демонстрирует

высокую устойчивость к динамическим изменениям освещения сцены и эффекту размытия в движении, что является критически важным условием для работы с высокоскоростными 3D-принтерами.

Работа программного комплекса логически организована как непрерывный трехэтапный конвейер данных. На этапе препроцессинга специализированный модуль парсинга считывает эталонный файл *G*-кода, отсекая вспомогательные команды и формируя упорядоченный массив целевых координат позиционирования экструдера. На этапе оптического трекинга система выполняет захват актуального кадра, его поканальную бинаризацию и субпиксельное уточнение углов обнаруженного маркера. Для корректной трансформации двумерных координат изображения в трехмерные физические координаты рабочего пространства принтера предварительно проводится калибровка камеры с целью получения матрицы внутренних параметров и коэффициентов дисторсии линзы. На финальном этапе компаративного анализа программный комплекс синхронизирует временные метки кадров с текущей выполняемой строкой *G*-кода и вычисляет абсолютное отклонение фактического положения от целевого. Математически данное отклонение вычисляется как евклидово расстояние между двумя точками в трехмерном пространстве.

Программный комплекс прошел успешную валидацию по методологии *Software-in-the-Loop (SITL)* с использованием синтетических наборов данных и эмуляции управляющего контроллера. При использовании вычислительной мощности процессора архитектуры x86 (уровня *Intel Core i7*) разработанный алгоритм демонстрирует производительность, значительно превышающую стандартную частоту кадров большинства веб-камер (стабильные 60 и более кадров в секунду). Это полностью исключает возникновение задержек на этапе анализа и позволяет системе реагировать на сбои практически мгновенно. Важной архитектурной особенностью проекта является метод взаимодействия с оборудованием: связь с принтером осуществляется посредством *API* интерфейса *Moonraker*, что обеспечивает прямую интеграцию с современной прошивкой *Klipper*. В ходе проведенных стендовых тестов было эмпирически установлено допустимое пороговое значение отклонения, равное 2 миллиметрам. При достижении или превышении данного лимита система немедленно инициирует автоматизированный сценарий защиты. В рамках этого сценария происходит отправка текстового уведомления оператору, а также прямая трансляция команды экстренной паузы в прошивку принтера по сетевому протоколу. Такая логика позволяет остановить процесс печати до того момента, как дефект станет критическим и приведет к разрушению детали.

Теоретическая точность применяемого метода при условии использования качественной оптики и отсутствии существенных оптических искажений или загрязнений линзы достигает 0,5 миллиметра при расстоянии до маркера в 0,5 метра. Разработанное программное обеспечение фактически превращает стандартный *FDM*-принтер в адаптивную интеллектуальную систему с полноценной обратной связью по положению рабочего органа. Дальнейший вектор развития данного проекта предполагает внедрение программных модулей автоматической калибровки камеры без участия пользователя, а также более глубокую интеграцию вычислительного ядра с микроконтроллерами для обеспечения полной автономности процесса контроля на уровне встраиваемых систем.

Литература

1. Дефекты 3D печати – Попробуем ввести классификацию – URL: <https://3dtoday.ru/blogs/leoluch/defects-3d-printing-will-try-to-introduce-a-classification> (дата обращения: 02.03.2026).
2. Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3. Разработка программ компьютерного зрения на C++ с применением библиотеки OpenCV / А. Кэлер, Г. Брэдки. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 826 с.
3. Обзор технологий трекинга: AR маркеры – URL: <https://habr.com/ru/articles/563666/> (дата обращения: 02.03.2026).

SENSORS FOR INTELLIGENT OIL CONDITION PREDICTION SYSTEM**Wang Hao, Zhang Nan***Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

Scientific supervisor V. V. Komrakov

Lubricating oil degradation seriously impairs the operational stability and service life of industrial machinery. Traditional manual sampling and laboratory detection methods for oil condition monitoring suffer from low efficiency, high cost, and inability to capture early degradation anomalies. To solve this problem, this paper designs and implements a low-cost and scalable intelligent oil condition prediction system based on ESP32 microcontroller. The system uses a distributed telemetry framework to collect multi-dimensional oil parameters via temperature, torque, viscosity, and light sensors, transmits data wirelessly over MQTT, and runs moving average filtering, adaptive outlier detection, and real-time visualization on a Python server. This small article systematically expounds the research purpose, technical methods and experimental results of the system. The constructed multi-sensor monitoring scheme can realize continuous real-time perception of oil health status, which provides a feasible technical reference for industrial equipment predictive maintenance and intelligent oil condition monitoring.

Keywords: ESP32 microcontroller, intelligent oil condition prediction, multi-sensor telemetry, MQTT protocol, data processing, real-time monitoring.

Research Purpose

Lubricating oil undertakes core functions such as friction reduction, heat dissipation, wear resistance and contamination isolation in industrial mechanical operation. Long-term service will lead to oil aging, oxidation and particle contamination under the influence of thermal stress and mechanical load, resulting in the decline of lubrication performance, and further inducing equipment overheating, mechanical failure and unplanned downtime. Traditional telemetry monitoring schemes represented by commercial industrial controllers and cloud IoT platforms [1] have high deployment cost, complex licensing mechanism and strong dependence on external infrastructure, which are not suitable for small-scale deployment, prototype verification and educational application scenarios.

It is necessary to develop an open, low-power and scalable distributed telemetry system based on microcontroller. The research objectives are as follows: firstly, construct an edge sensing platform compatible with multiple sensors to obtain multi-dimensional data reflecting oil state; secondly, establish a stable MQTT wireless transmission and server data processing pipeline to ensure reliable data interaction and efficient analysis; thirdly, realize real-time data visualization and threshold anomaly early warning, so as to provide decision basis for oil degradation evaluation and equipment fault prediction, and reduce the operation and maintenance cost of industrial equipment.

Research Methods

The system adopts a layered architecture of edge sensing node, wireless transmission

network and server-side data processing, taking ESP32 as the core control unit. The overall framework of the system is shown in the fig. 1.

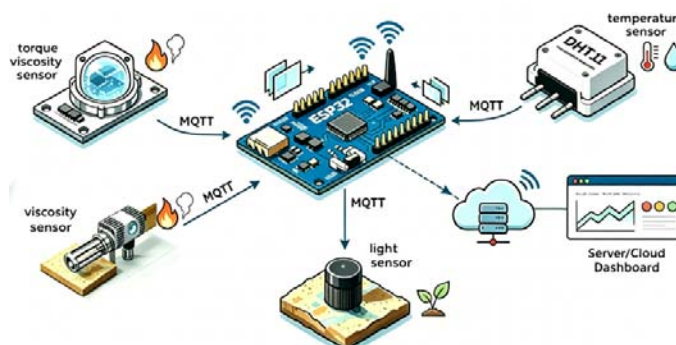


Fig. 1. Architecture of the prediction system

Hardware Platform Configuration

ESP32 microcontroller is selected as the edge sensing node, which is equipped with dual-core Xtensa LX6 processor with main frequency up to 240 MHz, built-in Wi-Fi and Bluetooth modules, 520 KB RAM and 4 MB flash memory, and integrates 12-bit ADC and rich GPIO, I2C and SPI interfaces, without additional communication peripheral modules. The module has the characteristics of low power consumption (0.06–1.25 W), small size ($25 \times 50 \times 10$ mm) and low cost (\$5–10), which is suitable for large-scale deployment of sensor network.

Four kinds of sensors are matched for oil state monitoring:

1. Temperature sensor: Real-time monitoring of oil temperature, which is an important physical parameter affecting oil viscosity and oxidation rate.
2. Torque moment sensor: Collecting mechanical friction torque changes, characterizing the matching degree of oil lubrication performance and equipment operating state.
3. Viscosity sensor: Directly detecting oil viscosity value, which is the core index to judge oil degradation degree.
4. Light sensor: Identifying oil transparency changes caused by particle pollution and additive attenuation, and indirectly reflecting contamination degree.

ESP32 regularly collects multi-sensor signals, completes preliminary noise filtering, and encapsulates the original data into JSON format for wireless publishing.

Wireless Communication Protocol

MQTT publish-subscribe protocol is adopted for data transmission, which is lightweight and oriented to resource-constrained IoT devices and unstable wireless communication environment. Compared with HTTP/REST and CoAP protocols, MQTT has compact message header, complete QoS quality of service mechanism and message persistence function, which can effectively reduce network load and improve transmission reliability under intermittent wireless connection. JSON is used as data payload format, which has good readability and parsing convenience, and is compatible with most high-level programming languages, avoiding the complex configuration of binary encoding schemes.

Server-Side Data Processing and Visualization

Python server is built to realize MQTT message subscription, data verification, statistical processing and human-computer interaction visualization. The core algorithm adopts moving average method combined with adaptive outlier filtering: firstly, deserializing JSON data and verifying data validity; secondly, using fixed sliding window to calculate

moving average to suppress high-frequency noise; then setting threshold constraints to judge sensor state, and dividing into Normal, Warning and Error levels; finally, updating visual interface and triggering early warning prompts.

The system adopts multi-threaded architecture to separate MQTT background message receiving and UI main thread rendering, which avoids interface stalling caused by network delay and data processing block. The time series visualization algorithm constructs dynamic curve charts through circular buffer and adaptive axis range, with timestamp log recording function, realizing traceable display of monitoring data.

Research Results

1. A multi-sensor edge acquisition platform based on ESP32 is developed successfully. It supports synchronous access to temperature, torque moment, viscosity and light sensor signals, with stable data collection, low power consumption and flexible scalability, which can meet the deployment requirements of industrial oil condition monitoring nodes.

2. The MQTT-based wireless telemetry transmission link is verified to be stable. It maintains low-latency and high-reliability data transmission in complex wireless environment, and JSON format simplifies subsequent data parsing and secondary development.

3. The server-side data processing and early warning system operates reliably. The moving average filtering algorithm can effectively suppress environmental noise; the configurable threshold parameters can be adjusted without recompiling the code. The multi-threaded design ensures smooth response of the visual interface and real-time performance of abnormal alarm.

4. The combined detection scheme of four sensors can comprehensively characterize the degradation, pollution and lubrication performance changes of lubricating oil, which replaces the traditional manual sampling detection mode and has good practical application value.

The constructed intelligent oil condition prediction system realizes low-cost, real-time and reliable whole-process monitoring of lubricating oil state. It has the advantages of open architecture, strong customizability and easy expansion, which can provide technical support for industrial equipment predictive maintenance and subsequent intelligent oil state prediction research.

References

1. Wu J. Edge computing-based IoT architecture for machine condition monitoring and fault diagnosis. *IEEE Internet of Things Journal*, 2023, no. 10 (12), pp. 10689–10700.

ARCHITECTURE OF INTELLIGENT WEAR PREDICTION SYSTEM

Zhang Nan, Wang Hao

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Scientific supervisor V. V. Komrakov

To address the shortcomings of traditional offline monitoring for rotating machinery friction pairs, such as strong lag, high deployment costs, and dependency on external networks, a friction condition intelligent prediction system based on a three-layer IoT architecture using the ESP32 controller was designed. The system adopts a local offline deployment model, capable of real-time acquisition of multi-source parameters of friction pairs, wear feature extraction, and remaining life prediction. It features lightweight design, easy scalability, and high reliability, meeting the online monitoring requirements of industrial friction pairs.

Keywords: friction prediction, three-layer IoT architecture, ESP32, Intelligent identification; real-time monitoring; machine learning.

System Architecture Design

The system adopts a layered modular design approach, divided from top to bottom into three core layers: the Presentation Layer, the Business Logic Layer, and the Device Layer (fig. 1). It follows the design principles of high cohesion and low coupling. All components are interconnected via a local WiFi LAN, with all data traffic confined within the local network, enabling the complete business loop of “collection – analysis – prediction – control” without requiring access to external networks, thereby ensuring data security and operational autonomy. Specifically, the Presentation Layer serves as the tablet-based web interaction interface, shouldering the core human-computer interaction functions; the Business Logic Layer, centered on the Raspberry Pi 4B, acts as the system’s communication hub and intelligent decision-making unit; and the Device Layer, built on the ESP32 microcontroller, establishes terminal nodes that directly interface with the friction testing rig to perform physical signal acquisition and drive the actuators. This architecture allows for the flexible addition or removal of terminal nodes according to monitoring requirements without modifying the core system framework.

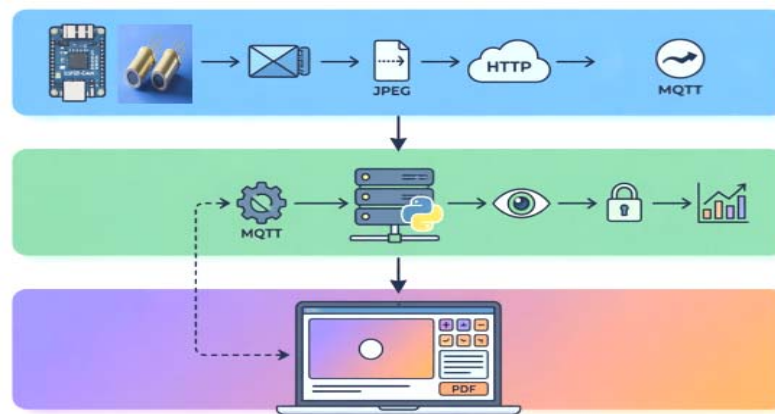


Fig. 1. Architecture of the system

Presentation Layer (Tablet Web Interface)

The presentation layer is a responsive web interface adapted for tablet devices, developed based on HTML5, CSS3, and the Vue.js framework. The layout is optimized for tablet touch screens, with three core functionalities: First, real-time visualization of parameters such as friction pair vibration, temperature, rotational speed, and wear prediction results, with automatic alarms for abnormal conditions; second, touch-based remote control of test conditions, supporting operations such as motor start/stop, speed adjustment, and load setting, with parameters that can be saved and recalled with one click; third, filtering, export, and trend analysis of historical test data. Technically, low-latency real-time data push is implemented using WebSocket, standardized command interaction is completed via REST API, and PWA technology is supported to achieve a native-like application experience.

Business Logic Layer (System Core)

The business logic layer, based on the Raspberry Pi 4B hardware platform, undertakes four core functions: First, communication scheduling, which handles concurrent front-end requests using the Python FastAPI asynchronous framework, and achieves stable communication with ESP32 nodes through the Mosquitto MQTT message broker, accomplishing routing and forwarding of control commands as well as multi-device command queue

management; Second, data processing and storage, filtering, normalizing, and extracting features from raw sensor data, with a focus on vibration signal features closely related to wear, storing high-frequency monitoring data in InfluxDB and system configurations and user information in SQLite [1]. Third, intelligent prediction, deploying a lightweight wear prediction model based on the LightGBM algorithm, with a test set recognition accuracy exceeding 89 %, suitable for local deployment on the Raspberry Pi edge without the need for cloud computing power. Fourth, system management and control, implementing user authentication, complete operation log recording, and device status polling.

Device Layer (ESP32 End Node)

The device layer is built on the ESP32-WROOM-32 microcontroller to create end nodes. This controller features ample GPIO interfaces and stable WiFi communication capabilities, while being cost-effective, making it suitable for large-scale deployment [2]. The node hardware integrates three main modules: a stepper/servo motor driving module to control the spindle speed and friction pair contact load of the test bench; a multi-source sensor acquisition module that collects vibration signals via the MPU6050, friction zone temperature via the DS18B20, and spindle speed via a photoelectric encoder; and a power and communication module that provides stable power supply and local WiFi communication.

The end node firmware is developed in C++ based on the Arduino framework. Its core logic is as follows: upon power-up, the node automatically connects to the local WiFi and MQTT message broker and subscribes to its dedicated control command topics; it performs sensor data acquisition, preprocessing, and publishing at a set frequency; upon receiving control commands, it drives the actuator to perform the corresponding actions and simultaneously reports the execution results and device status. The firmware includes an automatic network reconnection mechanism and a watchdog timer, and supports OTA (Over-The-Air) firmware upgrades, ensuring reliable node operation.

Inter-Layer Communication Protocol Design

The system adopts a hybrid protocol stack architecture, with all communications operating within a locally WPA3-encrypted WiFi LAN, eliminating the need for external network access. The presentation layer and business logic layer utilize a dual-protocol architecture of WebSocket + HTTP/REST API, with WebSocket enabling real-time bidirectional push for high-frequency data, achieving an end-to-end latency of ≤ 500 ms; HTTP/REST API is used for issuing control commands, querying historical data, and user authentication [3].

The business logic layer and device layer are centered on the Mqtt 3.1.1 protocol, adopting a publish/subscribe architecture. Each ESP32 node is assigned independent command, data, and status topics, enabling precise directional transmission of data and commands, featuring low overhead, high scalability, and self-healing upon disconnection; HTTP protocol is additionally used to facilitate OTA firmware upgrade package transmission. MQTT client authentication, web interface user authentication, and control command legitimacy verification are implemented to prevent unauthorized access and operational errors.

The intelligent prediction system for friction states established in this study has completed the entire local closed-loop process from data acquisition, feature extraction, and intelligent prediction to human-machine interaction. Compared with traditional monitoring systems, this system has lower hardware costs, convenient deployment, no dependence on external networks, and strong scalability, providing a lightweight technical solution for the condition monitoring and fault warning of friction pairs in industrial rotating machinery. In future work, the prediction model will be further optimized to improve prediction accuracy under complex operating conditions and to expand the system's multi-node parallel monitoring capability.

References

1. Marques L., Silva F., Ribeiro [J]. Predicting the coefficient of friction in a sliding contact by applying machine learning to acoustic emission data. *Tribology International*, 2024, pp. 194–108452.
2. Wu J., Wang Y., Zhang L [J]. Edge computing-based IoT architecture for machine condition monitoring and fault diagnosis // *IEEE Internet of Things Journal*, 2023, no. 10 (12), pp. 10689–10700.
3. 基于对抗蒸馏的关键摩擦副磨损状态轻量化在线识别方法 / 王栋,李松,张辉 [J] // *中国机械工程*, 2024, no. 35 (12), pp. 1456–1464.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДРОНОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. Д. Ванюшкин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Н. Шибeko

Рассмотрен программно-аппаратный комплекс для автоматизированного мониторинга сельскохозяйственных полей, объединяющий беспилотные летательные аппараты и алгоритмы глубокого обучения. Приведены результаты экспериментального тестирования системы на основе модели детекции YOLOv8.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, искусственный интеллект, YOLOv8, мониторинг полей, детекция аномалий, точное земледелие.

Потери урожая от сорняков, болезней растений и засухи достигают 30–50%, при этом традиционные методы визуального осмотра и наземных обследований остаются трудоемкими, субъективными и не обеспечивают оперативного покрытия больших площадей. Спутниковый мониторинг характеризуется низким пространственным разрешением, зависимостью от облачности и ограниченной частотой съемки. Наземные датчики дают лишь точечные измерения, не формируя целостной картины поля, а их масштабное развертывание сопряжено с высокой стоимостью. Коммерческие дронные системы представляют собой закрытые проприетарные решения с дорогими лицензиями, что ограничивает возможность их адаптации под конкретные агротехнические задачи. Существующие научные разработки предлагают отдельные высокоэффективные алгоритмы детекции, но редко интегрированы в законченные, готовые к практическому применению программно-аппаратные комплексы.

В связи с этим актуальной задачей является создание открытой модульной системы мониторинга, объединяющей беспилотные летательные аппараты для оперативного сбора данных и алгоритмы глубокого обучения для автоматизированного выявления аномалий.

В рамках работы разработан программно-аппаратный комплекс для автоматизированного мониторинга сельскохозяйственных полей, архитектура которого включает три ключевых уровня: бортовой модуль сбора данных, серверную часть для обработки и хранения, а также веб-клиент для визуализации результатов (рис. 1).

На борту дрона установлен компактный компьютер (в текущей реализации – Raspberry Pi, в перспективе – NVIDIA Jetson), камера и GPS-модуль. Скрипт на Python с использованием DroneKit циклически захватывает кадры, фиксирует точные координаты и отправляет данные на сервер через REST API. Серверная часть

реализована на асинхронном фреймворке FastAPI, который обеспечивает высокую производительность при приеме изображений, сохраняет метаданные и вызывает модуль искусственного интеллекта.

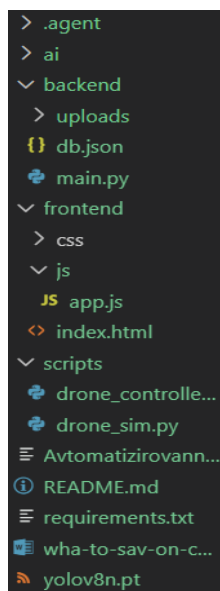


Рис. 1. Архитектура системы автоматизированного мониторинга

Ключевым элементом анализа выступает модель YOLOv8, выбранная благодаря оптимальному балансу скорости, точности и возможности работы на ограниченном оборудовании. Используются версии nano и small, оптимизированные для Edge-устройств. Время обработки одного изображения на центральном процессоре среднего класса составляет 40 мс, а точность детекции на тестовом наборе данных достигает 85 %.

Процесс обнаружения аномалий включает три этапа (рис. 2):

- приведение изображения к стандартному размеру (640 × 640 пикселей);
- прямой проход через нейронную сеть с получением координат ограничивающих рамок, меток классов и показателей уверенности;
- классификация точки как аномалии при обнаружении объектов классов «сорняк» или «болезнь».

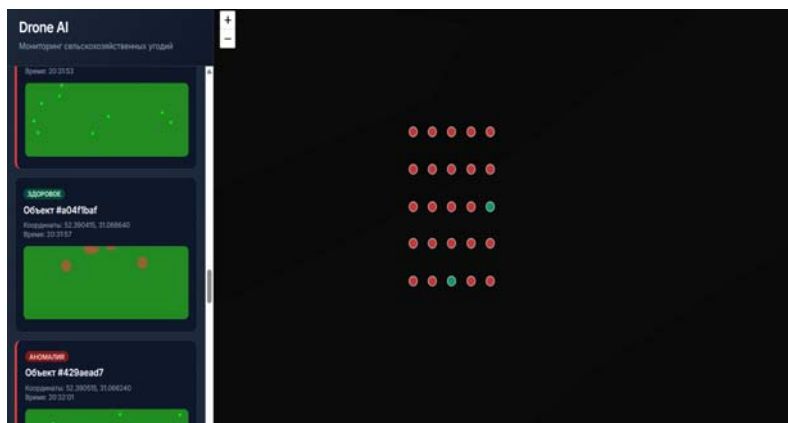


Рис. 2. Процесс детекции аномалий с помощью YOLOv8

Для визуализации результатов разработан веб-интерфейс на базе библиотеки Leaflet.js, представляющий собой интерактивную карту с маркерами (рис. 3). Каждый маркер соответствует точке съемки, его цвет кодирует состояние участка: зеленый – здоровое растение, красный – обнаружена аномалия. При клике на маркер открывается попап с самим снимком и подробной информацией о детекции.

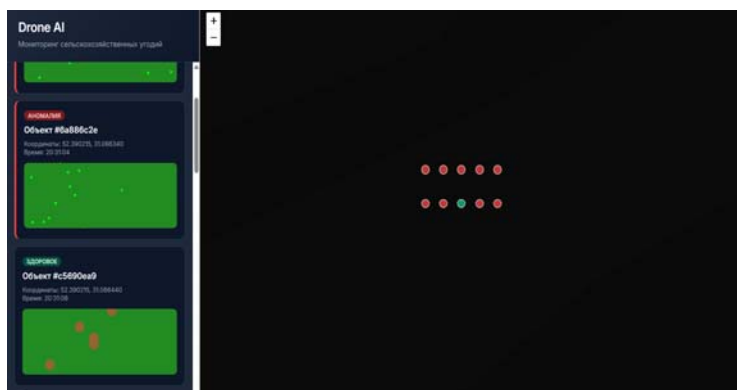


Рис. 3. Веб-интерфейс с интерактивной картой и маркерами аномалий

В результате выполнения работы создана полностью функциональная минимально жизнеспособная система автоматизированного мониторинга сельскохозяйственных полей, объединяющая беспилотные летательные аппараты, алгоритмы глубокого обучения и средства интерактивной визуализации. Открытая модульная архитектура и использование современных моделей детекции YOLOv8 позволяют гибко адаптировать комплекс под различные агротехнические задачи и масштабы хозяйств. Перспективы дальнейших исследований включают расширение датасета новыми классами аномалий, проведение полевых испытаний с реальным дроном, внедрение механизмов автономного принятия решений и разработку мобильного приложения для оперативного оповещения агронома.

Л и т е р а т у р а

1. Jocher, G. Ultralytics YOLOv8 / G. Jocher, A. Chaurasia, J. Qiu. – 2023. – URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>.
2. DroneKit-Python Library Documentation / 3D Robotics. – URL: <https://dronekit-python.readthedocs.io>.
3. Ramirez, S. FastAPI Framework Documentation / S. Ramirez. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com>.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ ОАО «КАЛИНКОВИЧСКИЙ РМЗ»

И. А. Телеш

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. Л. Романькова

Описано создание веб-приложения для автоматизации процесса заказов на ремонтно-механическом заводе. Изложено, какие функции должна иметь система, какие технологии выбраны, и как строится архитектура программы. Также показаны схема работы, структура базы данных и устройство приложения.

Ключевые слова: веб-приложение, автоматизация заказов, ремонтно-механический завод, ASP.NET Core, MVC, MS SQL, управление заказами, роли пользователей.

В современном мире автоматизация промышленных процессов играет важную роль в повышении эффективности работы предприятий. ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод» тоже принимает это во внимание, так как занимается обработкой заказов на ремонт сельхозтехники, изготовлением запчастей и узлов под заказ, продажей готовой продукции и ведением соответствующей документации. Для эффективного управления заказами на заводе нужно правильно организовать процесс, чтобы всем было удобно и быстро работать – будь то клиенты, менеджеры, инженеры, экономисты или кладовщики. Пока что для работы используют телефон, почту и бумажные журналы, что затрудняет совместное выполнение задач и учет заказов. Из-за этого появляются путаница, потери данных и задержки. Поэтому хотели бы внедрить единую цифровую систему, которая упростит управление и сделает работу завода более эффективной.

Цель этой работы – создать веб-приложение для автоматизации управления заказами на заводе. Программа должна помочь удобно вести базу заказов, отслеживать их статусы, контролировать материалы и детали, а также хранить все нужные документы.

Для разработки используются современные технологии, чтобы система была надежной, масштабируемой и удобной в работе. Ожидается, что внедрение такой системы значительно упростит обработку заказов, снизит нагрузку на сотрудников и повысит общую продуктивность завода. Также автоматизация поможет сократить ошибки, возникающие из-за человеческого фактора

Разработанный программный комплекс предназначен для автоматизации основных процессов ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод»:

- учет заказов на ремонт сельскохозяйственной техники;
 - учет заказов на изготовление запчастей и узлов под заказ;
 - учет заказов готовой продукции из каталога;
 - управление статусами заказов на всех этапах выполнения;
 - ведение справочной информации (каталог продукции, типы техники, материалы);
 - управление документооборотом (договоры, счета-фактуры).
- Функционал программного комплекса обеспечивает:
- удобную сортировку и фильтрацию данных в приложении по статусам, типам заказов и датам;
 - удобное оформление заявки на ремонт техники через веб-приложение с возможностью загрузки фото и файлов (чертежей, документов);
 - ведение справочной информации сотрудниками завода (добавление, изменение или удаление справочников, которые хранятся в базе данных);
 - ведение учета заказов в электронном виде (все данные о заказах фиксируются в электронном виде с сохранением полной истории изменений);
 - быстрое прохождение всех этапов обработки заказа в соответствии с ролевой моделью;
 - удобное планирование производственных задач;
 - формирование статистики в виде разнообразных графиков на веб-странице приложения, построенных на различных данных (статистика по заказам, по выручке, по статусам и т.д.);
 - понятный интерфейс сайта;

– возможность оформления личного кабинета (добавление информации о себе, реквизитов организации, загрузка аватара);

– разграничение прав доступа в соответствии с ролевой моделью (Клиент, Менеджер, Руководитель, Инженер ПТО, Нормировщик, Экономист, Начальник цеха, Кладовщик, Администратор).

В архитектуре разрабатываемого программного комплекса можно выделить следующие компоненты:

- база данных *MS SQL*;
- клиентское веб-приложение, разработанное с использованием паттерна *MVC* с использованием технологии *ASP.NET Core*.

Схема разрабатываемого программного комплекса приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема программного комплекса

Система, включает следующие сущности: пользователи, роли, заказчики, заказы, статусы заказов, история статусов, продукты, категории продуктов, индивидуальные заказы, технологические карты, операции технологической карты, материалы, материалы технологической карты, движение материалов, калькуляции, производственные задачи, исполнители, готовая продукция, изображения, уведомления, журнал действий.

На рис. 2 приведена логическая модель данных разработанного продукта. Для наглядности все таблицы на диаграмме сгруппированы по цветам в соответствии с их функциональным назначением.

Зеленым цветом выделены основные сущности, составляющие бизнес-ядро системы (заказы, клиенты, продукция, статусы). Голубым цветом обозначена производственная цепочка (заявки на ремонт и изготовление, диагностические заключения, калькуляции, производственные задания). Серым цветом отмечены справочники (роли пользователей, категории товаров, материалы, техника клиента).

Желтым цветом выделены документы и медиафайлы (договоры, счета-фактуры, изображения, движение материалов). Фиолетовым цветом обозначены таблицы, связанные с пользователями и безопасностью системы. Такое цветовое разделение позволяет быстро ориентироваться в структуре базы данных и понимать назначение каждой таблицы.



При разработке была выбрана трехуровневая архитектура, показанная на рис. 3.



Разработанный программный комплекс упрощает работу как руководителей завода, так и менеджеров, инженеров ПТО, нормировщиков, экономистов, начальников цехов и кладовщиков. Также обеспечивает всех клиентов удобным инструментом для взаимодействия с заводом, что позволяет существенно сократить время оформления и выполнения заказов. Таким образом, при внедрении программного комплекса завод повышает качество обслуживания и эффективность производственных процессов.

**WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ О ЗАКАЗАХ ДЛЯ СЕРВИСНОЙ КОМПАНИИ
ПО НАЛАДКЕ КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ****А. Р. Крючков***Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Н. Шибeko

*Рассмотрена концепция гибкого веб-приложения для автоматизации процессов в сервисных компаниях, оказывающих различные виды услуги.***Ключевые слова:** управление взаимоотношениями с клиентами, камнеобрабатывающее оборудование, автоматизация, децентрализация, предприятие, конкурентоспособность.

Изменение управленческих моделей, спровоцированная глобальными изменениями последних лет, привела к смене доминирующей парадигмы организации трудовых процессов. На смену стратегии тотальной централизации персонала пришла модель распределенных команд, которая характеризуется делокализацией трудовых ресурсов и повышением требований к цифровой инфраструктуре предприятий [1]. Особенно остро данная проблема стоит в компаниях, занимающихся пусконаладочными или обучающими работами и ремонтом сложной техники, например, камнеобрабатывающего оборудования. Специфика производственной логистики в данной сфере заключается в маршрутном принципе организации труда, при котором специалисты перемещаются между объектами заказчиков напрямую, минуя центральный офис.

Основой проектирования пользовательского взаимодействия в разрабатываемой системе служит функциональное моделирование, позволяющее четко разграничить роли и сценарии работы основных акторов. Сценарий работы клиента выстроен с акцентом на прозрачность и оперативность. Пользователь заходит на специализированный веб-сайт, проходит процедуру авторизации и оставляет заявку на техническое обслуживание, детально описывая возникшую проблему с оборудованием. В дальнейшем клиент через свой личный кабинет в режиме реального времени видит актуальный статус выполнения заявки, а также взаимодействует с модулем оплаты, который поддерживает различные схемы расчетов, включая предоплату, постоплату и комбинированные варианты. После завершения работ клиенту становится доступен сформированный акт выполненных работ.

Координация всех процессов осуществляется менеджером, который выступает в роли центральной управляющей единицы. Менеджер через функциональный веб-интерфейс осуществляет непрерывный мониторинг поступающих заявок, анализирует текущую загруженность персонала и назначает инженеров, или бригады инженеров, на конкретные заказы. В его обязанности входит распределение задач, формирование выездных бригад в зависимости от сложности ремонта, поддержка связи с клиентами, а также работа со справочниками оборудования и прайс-листами. Менеджер имеет возможность в любой момент просмотреть детальную историю взаимодействия по каждому объекту и проконтролировать сроки исполнения поручений.

Сценарий работы сервисного инженера максимально оптимизирован для использования на объекте. Инженер оперативно получает первичную информацию о назначенной заявке с указанием адреса объекта и характера неисправности. Оценив задачу, специалист связывается с клиентом и обсуждает требуемые детали заказа. На протяжении пусконаладочных или ремонтных мероприятий инженер формирует и отправляет детализированный отчет о выполненной работе и затраченных материалах ежедневно. Данный отчет автоматически поступает в центральную базу данных

и служит основанием для расчета итоговой стоимости услуг и формирования закрывающих документов.

Для технической реализации описанных процессов применяется трехслойная архитектура и дополнительный интеграционный модуль Telegram-бот на языке программирования Python. Классическая трехслойная архитектура обеспечивает необходимое разделение ответственности между компонентами системы [2]. Уровень представления, реализованный на базе фреймворка Blazor Server, предоставляет надежный и отзывчивый веб-интерфейс. Выполнение кода на серверной стороне гарантирует высокую безопасность конфиденциальных коммерческих данных. Уровень бизнес-логики базируется на платформе C# и .NET, отвечая за сложные алгоритмы маршрутизации заявок, расчеты стоимости услуг и валидацию данных. Хранение исторической и транзакционной информации организуется с использованием реляционной системы управления базами данных MySQL, что обеспечивает высокую целостность связей между сущностями заказов, контрактов, прайс-листов и истории изменений статусов [3].

Дополнительный интеграционный модуль Telegram-бот решает критически важную задачу коммуникации с мобильным персоналом. Использование бота, написанного с применением асинхронных библиотек, исключает необходимость разработки, внедрения и поддержки отдельного мобильного приложения для инженеров. Модуль взаимодействует с ядром системы посредством защищенного программного интерфейса REST API. Это позволяет инженерам получать задания, подтверждать выезды и отправлять отчеты через привычный и легковесный мессенджер, функционирующий даже в условиях нестабильного интернет-соединения на удаленных промышленных объектах.

В заключение следует отметить, что предложенный подход к автоматизации управления распределенными сервисными бригадами демонстрирует высокую эффективность. Отказ от тяжеловесных монолитных корпоративных платформ в пользу специализированной архитектуры позволит минимизировать инфраструктурные издержки, снизить порог вхождения для сотрудников и обеспечить высокую скорость обработки клиентских обращений, что в итоге будет способствовать существенному повышению конкурентоспособности сервисного предприятия.

Л и т е р а т у р а

1. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс – М. : ГУ ВШЭ, 2016. – 608 с.
2. Нагель К. C# 7.0 и платформа .NET и .NET Core / К. Нагель, Б. Эвьен, К. Глински. – М. : Вильямс, 2018. – 1440 с.
3. Элмасри, Р. Основы систем баз данных / Р. Элмасри, Ш. Наватхе. – М. : Вильямс, 2016. – 1360 с.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ РПУП «ГОМЕЛЬГАЗ»

Е. В. Турович

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

Спроектирована архитектура программного комплекса для автоматизации обслуживания газового оборудования РПУП «ГомельГаз». Проведен анализ предметной области, выявлены основные процессы и участники. Выполнено функциональное моделиро-

вание, на основе ролевого подхода выделены пять акторов: клиент, приемщик заказов, мастер, бригадир, контролер. Для каждой роли определены функции и прецеденты. Описано взаимодействие акторов в виде последовательной цепочки обработки заявок – от создания заявки клиентом до фиксации новой даты обслуживания. Разработанная архитектура позволяет вести мониторинг сроков эксплуатации оборудования, автоматически уведомлять клиентов об истечении нормативных сроков, контролировать соблюдение регламентов (для плит – не более 20 лет, продление после диагностики – до четырех лет; для водонагревателей – до трех лет). Внедрение комплекса повысит прозрачность взаимодействия, исключит пропуск сроков, сократит затраты и обеспечит безопасность газового оборудования.

Ключевые слова: автоматизация, газовое оборудование, ролевая архитектура, мониторинг сроков, обработка заявок, трехуровневая архитектура.

РПУП «ГомельГаз» осуществляет эксплуатацию крупнейшего газотранспортного комплекса в регионе. Гомельская область является одной из самых газифицированных в Беларуси: более 615 тыс. квартир оснащено газовым оборудованием, эксплуатируются свыше 10 тыс. километров газопроводов. Ежедневно специалисты предприятия обрабатывают множество заявок на обслуживание газовых плит, котлов и приборов учета. Именно поэтому в настоящее время особую значимость приобретает автоматизация взаимодействия между всеми участниками процесса – от потребителя газа до контролирующих служб – с учетом требований правил пользования газом в быту.

При проектировании программного комплекса был выполнен тщательный анализ предметной области, выявлены процессы для автоматизации и участники процессов. Разработана такая архитектура программной системы, которая позволяет вести мониторинг полного цикла обслуживания газового оборудования. Потребитель через личный кабинет получает уведомление о приближении окончания срока действия оборудования и подает заявку на замену или ремонт. Приемщик обрабатывает заявки и передает их мастеру. Мастер назначает бригаду с учетом специализации и загрузки слесарей. Бригадир выполняет задание, мастер оформляет акт. Контролер утверждает акт, приемщик фиксирует новую дату обслуживания.

Ключевые направления автоматизации: учет газового оборудования с фиксацией сроков службы, обработка заявок, контроль соблюдения регламентных сроков. Согласно нормативам, эксплуатация газовых плит может допускаться не более четырех лет после диагностики, общий срок – не более двадцати лет; для водонагревателей продление – не более трех лет. Система отслеживает приближение этих сроков.

Программный комплекс позволит повысить прозрачность взаимодействия, исключить риск пропуска регламентных сроков, сократить затраты и обеспечить более высокий уровень безопасности эксплуатации газового оборудования.

Программный продукт разработан с использованием современного стека технологий, обеспечивающего кроссплатформенность и масштабируемость. В качестве основного языка серверной части выбран JavaScript (платформа Node.js), обладающий асинхронной моделью ввода-вывода и высокой производительностью при обработке большого числа запросов. Серверная часть реализована на базе фреймворка Express.js, что позволило быстро создать RESTful API и гибко настраивать middleware для аутентификации и контроля доступа.

Архитектура приложения базируется на трехуровневом принципе, обеспечивающем четкое разделение уровня представления, бизнес-логики и данных:

Уровень представления (View) – одностраничное приложение (SPA) на библиотеке React, функционирующее в браузере пользователя. Обеспечивает кроссплат-

форменность и единообразие интерфейса, динамическое обновление данных без перезагрузки страницы.

Уровень бизнес-логики (Controller/Service) – сервер на Node.js + Express.js. Выполняет все бизнес-правила (проверка прав доступа, валидация данных, управление статусами заявок, мониторинг сроков оборудования), взаимодействует с базой данных и возвращает ответы в формате JSON. Аутентификация реализована на основе JWT с контролем ролей.

Уровень данных (Model) – встроенная СУБД SQLite, где база данных хранится в виде единственного файла. Выбор обусловлен автономностью развертывания и полной транзакционностью (ACID). Доступ к данным осуществляется только через сервер, клиент не имеет прямого подключения.

При проектировании системы особое внимание уделено автоматизации документооборота. После завершения работ бригадир фиксирует статус выполнения в интерфейсе, мастер оформляет акт, контролер утверждает его, а приемщик фиксирует новую дату следующего обслуживания. Потребитель через личный кабинет получает уведомление о приближении окончания срока действия оборудования и может подать заявку на замену или ремонт.

Внедрение специализированной системы автоматизации учета газового оборудования позволяет существенно повысить эффективность работы предприятия за счет:

- автоматического отслеживания сроков службы и диагностики оборудования с привязкой к нормативам (не более четырех лет после диагностики для плит, не более трех лет для водонагревателей);
- исключения риска пропуска регламентных сроков и обеспечения своевременной замены оборудования;
- прозрачности взаимодействия между потребителем, приемщиком, мастером, бригадой и контролером в единой системе;
- сокращения временных и материальных затрат на обработку заявок и контроль выполнения.

Таким образом, разработанный программный продукт представляет собой системное решение для автоматизации бизнес-процессов газораспределительного предприятия, сочетающее в себе нормативно обоснованный контроль сроков эксплуатации оборудования и современную трехуровневую архитектуру веб-приложения с использованием React, Node.js и SQLite.

Л и т е р а т у р а

1. РПУП «ГомельГаз». Технический регламент по эксплуатации газового оборудования: внутренняя документация. – Гомель, 2023. – 52 с.
2. Фаулер, М. Архитектура корпоративных программных приложений / М. Фаулер ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2021. – 544 с.

СЕКЦИЯ VIII ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТА ВОЛОЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

Д. А. Помаз

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. И. Прач

Системы компьютерной алгебры (СКА) прочно вошли во многие научные сферы, включая математику, физику, химию и информатику, а также в инженерию, технологии и образование. Программы, такие как MathCAD, MatLab, Maple, Mathematica, Reduce, MuPAD, Derive, Magma, Macsyma и Axiom, приобретают все большую популярность для обучения, научных исследований и промышленного применения. Эти системы являются ценными инструментами для специалистов в различных областях. Исследования, в которых применяются СКА, часто объединяют аналитические методы с передовыми вычислительными техниками. Рассмотрено волочение проволоки – процесс обработки металла давлением, заключающийся в последовательном, однократном или многократном прохождении заготовки через специальный инструмент (волоку) для поэтапного уменьшения ее поперечного сечения.

Ключевые слова: системы компьютерной алгебры, волочение, проволока, оптимизация, маршрут волочения.

В ходе волочения проволоки не только изменяются размеры и форма заготовки, но и значительно изменяются физико-механические свойства и структура металла.

Основной проблемой при современном волочении проволоки является ее обрывность, вызванная снижением пластичности. Для решения этой проблемы была разработана методика оптимизации траекторий волочения [1–3].

Для упрощения и автоматизации расчетов мы применяем пакет MathCAD, согласно разработанной ниже методике:

Определение начальных параметров для расчета траектории волочения: сведения о волочильном оборудовании; начальный диаметр проволоки с допустимым отклонением (d_0 , мм); конечный диаметр проволоки с допустимым отклонением (d_k , мм) и др.

Расчет стандартного процесса волочения для определенного диаметра и свойств проволоки, обеспечивающего приемлемое качество. На этом этапе определяются параметры деформации и кинематики, а также энергосиловые режимы: значения вытяжек на каждом переходе μ_i ; коэффициент износа β_i ; скорость волочения V_i ; линейные скорости вращения тяговых шайб B_i ; величины относительного скольжения C_i ; диаметры волок при разработке нового маршрута волочения d_i мм; пределы прочности проволоки σ_{bi} , МПа; средняя температура сечения проволоки и температура поверхности проволоки, °С, с учетом охлаждения проволоки в ванне со смазкой на всех переходах волочения до температуры t_0 :

– средняя температура поверхности проволоки:

$$t_{\Pi i} = t_{0i} + 0,3\sigma_{bi}(1 - 1/\mu_i) + 2,75\sigma_{bi}\sqrt{V_i d_i 10^{-3}}; \quad (1)$$

длина очагов деформации l_i , мм; время прохода элементарной точки поверхности проволоки через зоны деформации волок t_i , с; относительное обжатие проволоки δ_i ; скорость деформации ϵ_i , 1/с; итоговая логарифмическая деформация для каждой проволоки $\epsilon \Sigma_i$; сопротивление пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения в зависимости от деформационного упрочнения σS_i ; коэффициент влияния скорости деформации на сопротивление пластической деформации Z_i ; сопротивление пластической деформации проволоки для каждого перехода волочения в зависимости от деформационного и скоростного упрочнения σS_i , МПа; модуль упрочнения проволоки w , МПа; коэффициент, определяющий степень противонапряжения проволоки K_i ; напряжение волочения σv_i , МПа; коэффициент запаса волочения

$$\gamma_i = \sigma v_i / \sigma S_i; \quad (2)$$

усилия волочения P_i и усилия противонапряжения Q_i , Н; мощность волочения N_i , кВт; радиальное нормальное напряжение в очаге деформации σ_i , МПа; среднее напряжение очага деформации $\sigma \sigma_i$, МПа; коэффициент напряженного состояния очага деформации k_i ; интенсивность сдвиговой деформации разрушения A_{pi} ; интенсивность деформации сдвига в очаге деформации A_i .

Проверка соответствия всех рассчитанных параметров (пункт 2) допустимым значениям, установленным для оборудования и материала.

Внесение предлагаемых изменений в процесс волочения для его оптимизации. Формируется набор исходных данных (пункт 1) для измененного процесса, с учетом предложенных корректировок режимов, при этом конечный диаметр и свойства проволоки сохраняются. Расчет измененного процесса производится по пунктам 2 и 3 с использованием обновленных данных.

Общая оценка эффективности оптимизированной траектории волочения.

В качестве примера применения предлагаемой методики, рассмотрим маршрут волочения ультравысокопрочной проволоки (УТ) диаметром 0,35 мм из стали 96, легированной хромом, на стане тонкого волочения НТ12.6, начиная с заготовки диаметром 2,3 мм, при базовой температуре поверхности 540 °С, для которого были определены диаметры волок для каждого этапа: 2300-2116-1934-1768-1616-1477-1350-1234-1128-1031-942-861-787-720-658-601-550-506-466-429-394-369-350 мкм, а также другие параметры.

Результаты оптимизации новой траектории волочения

Маршрут волочения	$t_{\text{п}}$, °С
21 волока, 10 м/с	738
21 волока, 4 м/с, базовый	529
28 волок, (7 сдвоенных), 4 м/с	492
28 волок, (7 сдвоенных), 5,5 м/с	544
28 волок, (7 сдвоенных), 6 м/с	560

Анализ данных в табл. 1 показывает, что режим с 7 сдвоенными волоками и скоростью 5,5 м/с является наиболее оптимальным. Все расчетные параметры соответствуют рекомендованным значениям, достигнута требуемая температура поверхности проволоки при максимальной скорости. Это ведет к улучшению пластических свойств проволоки при сохранении высокой производительности.

Представленные результаты демонстрируют успешное применение разработанной методики для оптимизации процесса волочения проволоки с использованием пакета MathCAD. Анализ показывает, что выбор оптимального маршрута волочения, учитывающий такие параметры, как количество волок, скорость волочения и температура поверхности проволоки, напрямую влияет на качество конечного продукта и производительность процесса.

Особое внимание уделено критически важному параметру – температуре поверхности проволоки. В примере оптимизации маршрута была получена температура в 544 °С при использовании 7 сдвоенных волок и скорости 5,5 м/с, что является наиболее эффективным решением по сравнению с другими рассмотренными вариантами.

Сравнение с базовым процессом (21 волока, 4 м/с, $t_{\text{п}} = 529$ °С) выявило значительные преимущества предложенного маршрута. Новый маршрут позволяет достичь необходимой температуры поверхности проволоки при более высокой скорости волочения, что положительно сказывается на производительности. Кроме того, увеличение числа волок (с 21 до 28) при одновременном использовании сдвоенных волок позволяет более равномерно распределить деформацию и тепловыделение, что также способствует повышению пластичности и снижению риска обрывов.

Таким образом, разработанная методика и результаты оптимизации подтверждают возможность повышения пластических свойств проволоки при сохранении высокой производительности. Это достигается за счет грамотного подбора параметров волочения, основанного на комплексе расчетов, моделируемых в среде MathCAD. Применение СКА-технологий, как показано в данном исследовании, является мощным инструментом для решения сложных инженерных задач в области обработки металлов давлением.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на более детальный анализ влияния каждого из рассчитанных параметров на конечные свойства проволоки, а также на разработку адаптивных систем управления процессом волочения, которые могли бы в реальном времени корректировать параметры в зависимости от возникающих запросов.

Литература

1. Колмогоров, В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушения / В. Л. Колмогоров – М. : Металлургия, 1970 – 162 с.
2. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением / В. Л. Колмогоров – М. : Металлургия, 1986. – 688 с.
3. Температурно-деформационный критерий оптимизации маршрутов волочения тонкой высокоуглеродистой проволоки / Ю. Л. Бобарикин, С. В. Авсейков, А. В. Веденеев, И. Н. Радькова // Литье и металлургия. – 2012. – Вып. 3. – С. 205–209.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТЕНТА НА СТЕНКУ АРТЕРИИ

А. П. Старовойтов, И. П. Старовойтов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. И. Столяров

Выполнен расчет напряжений и деформаций в атеросклеротической артерии при раскрытии стента.

Ключевые слова: артерия, атеросклеротическая бляшка, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, стент.

Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) с имплантацией стента является «золотым стандартом» лечения атеросклероза. Однако, несмотря на успехи в материаловедении и дизайне имплантов, осложнения, такие как рестеноз (повторное сужение сосуда), тромбоз стента и повреждение стенки артерии, встречаются достаточно часто. Повреждение интимы (внутреннего слоя артерии) при эндоваскулярных вмешательствах является ключевым фактором, провоцирующим развитие рестеноза – повторного сужения просвета сосуда. Это связано с запуском каскада патологических процессов, которые приводят к гиперплазии неоинтимы и структурным изменениям сосудистой стенки [1].

Цель данной работы – оценить влияние конструкции стента, а также состояния атеросклеротической артерии на напряженно-деформированное состояние ее стенки. Для достижения этой цели использован метод конечных элементов, позволяющий детализировать и визуализировать распределение напряжений и деформаций в артерии во время процесса раскрытия стента.

Физическая модель системы стент–артерия показана на рис. 1.

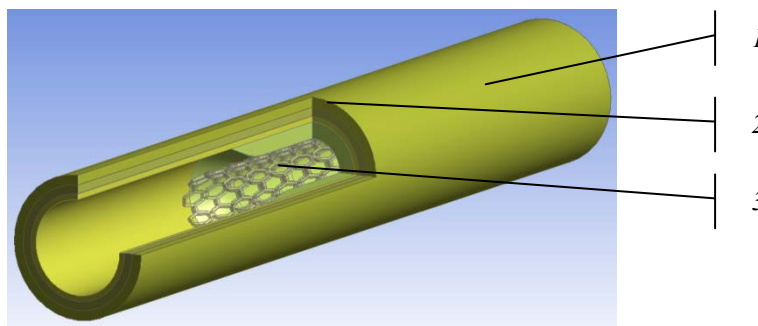


Рис. 1. Физическая модель системы артерия–бляшка–стент:
1 – артерия; 2 – бляшка; 3 – стент

При раскрытии стента 3 происходит деформирование бляшки 2 и увеличение просвета в артерии 1.

Коронарная артерия смоделирована в виде цилиндра и осесимметричной бляшки. Длина артерии составила 17,0 мм, внутренний диаметр – 2,7 мм, общая толщина стенки – 0,5 мм; длина стеноза и максимальная толщина бляшки в среднем поперечном сечении составляли 6,5 и 0,4 мм соответственно. Модель артерии была структурно разделена на три слоя: интима, медиа и адвентиция. Толщина слоев составила 0,145, 0,165 и 0,190 мм соответственно (рис. 1).

Диаметр гофрированного стента составляет 1,4 мм, длина – 8 мм и толщина стенки – 50 мкм.

Предполагали, что артерия и бляшка изотропны и гиперупруги. Для описания механического поведения артерии приняли модель Огдена. Значения параметров модели Огдена для слоев артерии приняли в соответствии с работой [2].

Рассматривали два варианта состояния атеросклеротической бляшки – кальцифицированную с упругим поведением материала и стенозированную с нелинейным упругим поведением, свойства которой описывались по модели Муни-Ривлина. Для кальцифицированной бляшки были приняты следующие параметры: модуль упругости $E = 2,19$ МПа, коэффициент Пуассона 0,49 [3]. В таблице приведены значения параметров модели Муни-Ривлина для стенозированной бляшки [4].

Параметры модели Муни-Ривлина для бляшки

C_{10}	C_{01}	C_{20}	C_{11}	C_{02}
кПа				
–495,96	506,61	1193,53	3637,80	4737,25

Материал стента – нержавеющая сталь 12Х18Н10. Физико-механические свойства стали: модуль упругости $E = 1,98 \cdot 10^5$ МПа; плотность $\rho = 7920$ кг/м³; предел прочности $\sigma_b = 650$ МПа, условный предел текучести $\sigma_{0,2} = 225\text{--}315$ МПа [5]. Задавали упругопластическое поведение материала стента. Приняли, что начальные напряжения в стенте отсутствуют.

В результате расчета получены значения напряжений и деформаций в стенте и слоях артерии.

В случае стенозированной бляшки, независимо от применяемых при моделировании конструкций стентов, она будет раздавлена при раскрытии стента. Локальные эквивалентные напряжения достигают 5–11 МПа в местах контакта стента и артерии (рис. 2, а). В кальцинированной бляшке (рис. 2, б) эквивалентные напряжения не превышают 0,8–1,6 МПа, бляшка не повреждаясь вдавливается в стенку артерии.

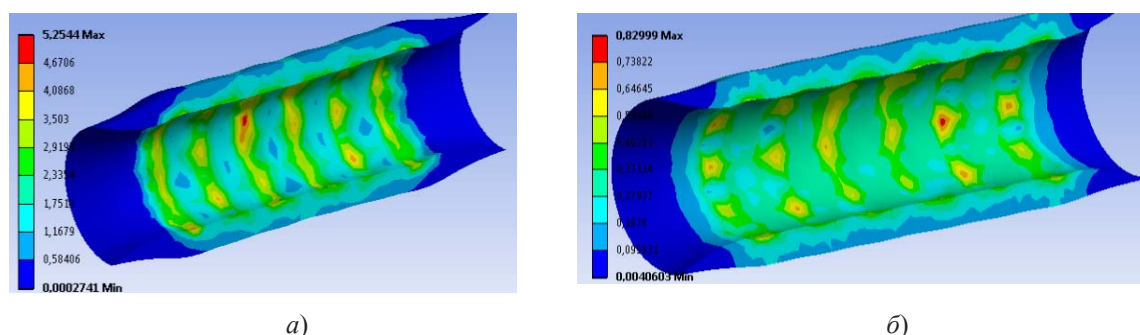


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу в бляшке, МПа:
а – бляшка стенозированная; б – бляшка кальцинированная

Напряжения в интима при стенозированной бляшке 0,5–1,26 МПа, при кальцинированной – значительно ниже и составляет 0,11–0,13 МПа (рис. 3, а, б). Этот слой не будет поврежден при использовании стентов выбранной конструкции. Для меди и адвентиции состояние бляшки не так существенно – значение эквивалентных напряжений 0,13–0,46 МПа и 0,02–0,1 МПа соответственно.

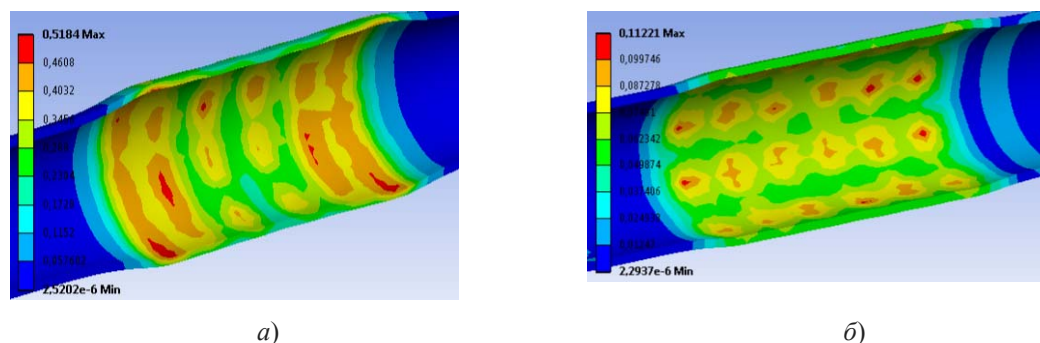


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу в интима, МПа:
а – бляшка стенозированная; б – бляшка кальцинированная

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что на напряженное состояние стенки артерии влияют состояние бляшки и конструкция стента. Конструкции стента вызывают разный уровень напряжения в атеросклеротической артерии и, следовательно, могут вызывать ее значительные повреждения, учитывая.

Таким образом, важно правильно подбирать размеры и конструкцию ячеек стентов, чтобы снизить уровень напряжений с артерии и минимизировать риск осложнений. Оценка изменений напряжения и деформации в стенках артерий помогает в разработке более эффективных и надежных стентов.

Литература

1. Артериальный рестеноз: прошлое, настоящее, будущее / К. А. Хохлов, К. Л. Козлов, Е. О. Лебеденко [и др.] // Кардиология: новости, мнения, обучение. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 34–41.
2. Schiavone, A. A study of balloon type, system constraint and artery constitutive model used in finite element simulation of stent deployment / A. Schiavone, L. G. Zhao // Mech Adv Mater Mod Process. – 2015. – № 1.
3. Calcifications in atherosclerotic plaques and impact on plaque biomechanics // Hilary E. Barrett, Kim Van der Heiden, Eric Farrell [et al.] // Journal of Biomechanics. – 2019. – Vol. 87. – P. 1–12.
4. Zahedmanesh, H. Simulation of a balloon expandable stent in a realistic coronary artery; Determination of the optimum modelling strategy // H. Zahedmanesh, D. Kelly, C. Lally. – Journal of Biomechanics. – 2010. – Vol. 43. – P. 2126–2132.
5. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов [и др.] ; под общ. ред. Ю. Г. Драгунова и А. С. Зубченко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2014. – 1216 с. : ил.
6. Conway C, Nezami FR, Rogers C, Groothuis A, Squire JC and Edelman ER, 2021. Acute Stent-Induced Endothelial Denudation: Biomechanical Predictors of Vascular Injury. Front. Cardiovasc. Med. 8:733605. – DOI 10.3389/fcvm.2021.733605.

ДИСПЕРСИЯ ТЕПЛОВЫХ ВОЛН В СИСТЕМЕ «МАТЕРИАЛ – ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ»

И. А. Евлаш

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. А. Концевой

Рассмотрены процессы теплопереноса в системе «среда – источник энергии». Изучены дисперсионные свойства тепловой волны для случая колоколообразной корреляции между амплитудой вынужденных колебаний и круговой частотой.

Ключевые слова: возбуждение колебаний, тепловой резонатор, кинетика подвижной границы.

Волновое уравнение теплопереноса, содержащие нелинейные по температуре источники, позволяют моделировать разнообразные физические процессы, происходящие при энергетическом воздействии на материал. В данной работе мы рассматриваем процессы теплопереноса в системе «среда – источник энергии»:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial t^2} = w^2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + k_v. \quad (1)$$

Здесь t – время; x – декартова координата; T – температура; $w = (\lambda / c\gamma)^{1/2}$ – скорость распространения тепловых возмущений; λ – коэффициент теплопроводности;

c – объемная теплоемкость; γ – время релаксации теплового потока; k_x – функция источника.

Частным автомодельным случаем модели (1) является динамическая система:

$$d^2\tau/d\xi = Q(\tau), \quad (2)$$

$$\xi = A_*x + B_*t; \quad A_*, B_* - \text{const}; \quad Q(\tau) = k_v(\tau)/[w^2 A_*^2 (M^2 - 1)],$$

$$N = -B_*/A_*; \quad M^2 = N^2/w^2, \quad \tau = T - T^0, \quad \tau = \tau(\xi).$$

Функция $\tau = T - T^0$ есть отклонение температуры от ее отсчетного значения $T^0 \equiv \text{const}$. Отметим следующие варианты: 1) $Q(T) > 0$, если в сверхзвуковом процессе ($M^2 > 1$) имеем источник энергии ($k_x(T) > 0$) либо если в дозвуковом процессе ($M^2 < 1$) имеем сток энергии ($k_v(T) < 0$); 2) $Q(T) < 0$, если $M^2 > 1$, $k_v(T) < 0$ либо если $M^2 < 1$, $k_v(T) > 0$. Кроме того, имеем два важных частных случая: 1) одномерный стационарный процесс при $A_* = 1$, $B_* = 0$, т. е. $\xi \equiv x$; 2) нестационарный и однородный по координате x тепловой процесс при $A_* = 0$, $B_* = 1$, т. е. $\xi \equiv t$. Все расчеты выполнены в безразмерных величинах.

Обсудим дисперсию нелинейных волн. В работе [1] получено следующее точное решение уравнения (2)

$$T - T_0 \equiv \tau = 4 \arctg u, \quad Q(\tau) = -\sin(\tau) + 2m \sin(\tau/2), \quad u = \left(\frac{1-m}{m} \right)^{1/2} \frac{1}{\cos(\xi \sqrt{1-m})}, \quad (3)$$

$0 < m < 1$.

Формула (3) – это автомодельное решение волнового уравнения теплопереноса с нелинейным источником. Дадим этому решению теплофизическую интерпретацию. Рассмотрим взаимодействие теплового резонатора с системой «среда – источник энергии», описываемой решением (3). На конечном отрезке $x \in [x_1, 0]$, $-\infty < x_1 < 0$ находится слой материала, обладающего локально-неравновесными тепловыми свойствами. На границе $x = x_1$ периодический по времени тепловой поток $q_1 = q_1(t)$ возбуждает колебания. Допустим, что в результате этого воздействия температура материала при $x = 0$ определяется решением (3):

$$u(x=0, t) = u_0 = \frac{1}{a \cos \omega t}, \quad a = a(\omega); \quad \tau(x=0, t) = 4 \arctg u_0(t), \quad t \geq 0. \quad (4)$$

Это означает, что при $x = 0$ температура совершает пилообразные колебания во времени; функция арктангенс испытывает разрыв в те моменты времени, когда $\cos \omega t = 0$. В качестве примера отметим, что периодические акустические возмущения, которые распространяются в нелинейных недиспергирующих средах, на больших расстояниях трансформируются в «пилу» [2]. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний $a = a(\omega)$ от частоты обусловлена теплофизическими свойствами материала. Для сред с неклассическими тепловыми свойствами этот вопрос изучен в [3–5].

Возьмем для определенности $\xi \geq 0$. Зависимость $\tau(\xi)$ в (3) содержит последовательность волн $\xi_j \sqrt{1-m} = 2\pi n_0$ и последовательность скачков (сильных разрывов) $\xi_r \sqrt{1-m} = (\pi/2) + 2\pi n_0$, где $n_0 = 0, 1, 2, \dots$ – целое положительное число. На каждом сильном разрыве баланс энергии имеет вид $W = \{q - \rho N c_p T\}$, фигурные скобки означают разность значений заключенной в скобки величины по обе стороны линии разрыва $x_r = x_r(t)$: $A_* x_r = -B_* t + [(\pi/2) + 2\pi n_0] / \sqrt{1-m}$. Тепловой поток подсчитывается по формуле $q = (\lambda NT / \gamma) + q_0$, а выбор константы q_0 обусловлен начальными условиями процесса. Нашей целью является изучение дисперсии тепловой волны, поэтому достаточно рассмотреть решение (3) при $x \in [0, x_j]$, где $x = 0$ – неподвижная стенка, а правая граница $\xi_j = 0$, $x_j(t) = (-B_* / A_*)t$ подвижна, ее скорость перемещения описывается нелинейным кинетическим соотношением

$$N_j \equiv N(T_j) = \mu [\sin^2(\tau/4)]^r, \quad \mu > 0, \quad r > 0,$$

где положительные константы μ , r характеризуют физические свойства данного процесса. Нижним индексом j отмечаем значение функций на правой границе. Согласно (3) имеем:

$$u = 1/(a \cos(\omega t - kx)), \quad a^2 = m/(1-m), \quad \omega = B_* \sqrt{1-m}, \quad k = -A_* \sqrt{1-m}, \quad 0 < m < 1,$$

где a – амплитуда, k – волновое число, ω – круговая частота. Отсюда получаем фазовую скорость $N = -B_* / A_* = \omega / k = \mu(1-m)^r$. Учитывая, что $1 + a^2 = 1/(1-m)$, записываем дисперсионное соотношение между ω и k в следующем виде: $k\mu = \omega(1 + a^2)^r$. Известно, что вид дисперсии определяется знаком производной $d(\omega/k)/d\omega$. В данном случае этот знак противоположен знаку производной $da/d\omega$. При $da/d\omega > 0$ имеем $dN/d\omega < 0$, и дисперсия нормальная. Если же $da/d\omega < 0$ то дисперсия аномальная (положительная): $dN/d\omega > 0$. Расчеты показали, что вид дисперсии (отрицательный, положительный) определяется не только амплитудно-частотными свойствами резонатора. Принципиальное значение имеет характер возбуждаемых колебаний. В данном случае важно, что колебания (3), (4) – разрывные.

Изучим свойства дисперсионного соотношения, взяв обычную колоколообразную корреляцию между амплитудой и круговой частотой:

$$a(\omega) = a_1 \exp[-p(\omega - \omega_1)^2],$$

где a_1 , p , ω_1 – положительные и постоянные величины; ω_1 – резонансная частота возбуждающих колебаний. Простые аналитические оценки показывают, что зависимость $k = k(\omega)$ имеет по меньшей мере один экстремум, который находится в сверхрезонансной области частот: $\omega = \omega' > \omega_1$; $dk/d\omega = 0$ при $\omega = \omega'$. Тип этого экстремума – максимум $k_{\max} = k(\omega = \omega')$, если $0 < r < 1$, $2p(\omega' - \omega_1)^2 < 1$. Более подробные результаты исследования представлены на рис. 1 и 2.

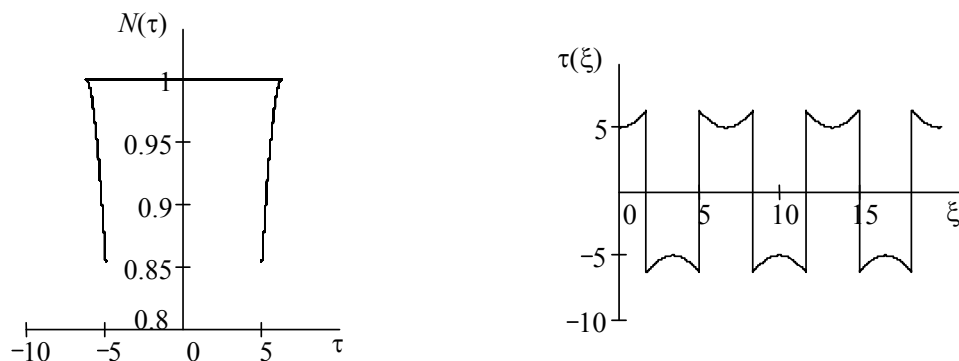


Рис. 1. Кинетические свойства тепловой волны; пилообразные колебания температуры (4); $m = 0,1$, $r = 1,5$, $\mu = 1$

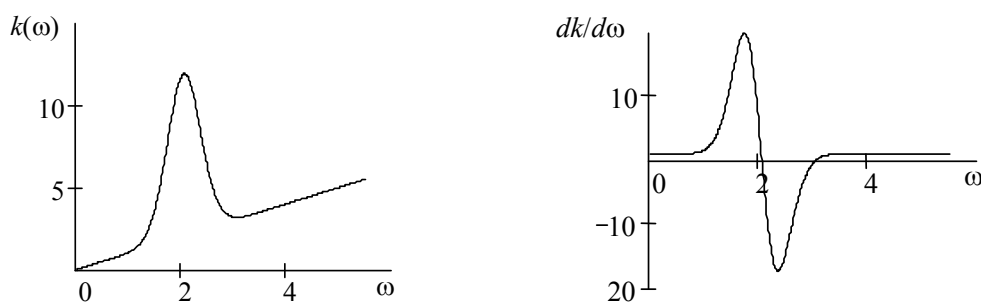


Рис. 2. Дисперсионные свойства тепловой волны в пилообразном режиме возбуждения колебаний ($r = 1,5$, $a_1 = 1,5$, $p = 2$, $\omega_1 = 2$)

Работа выполнена под научным руководством профессора, доктора физ.-мат. наук О. Н. Шабловского.

Литература

1. Шабловский, О. Н. Точные решения волновых уравнений с нелинейными источниками / О. Н. Шабловский // Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем. – 2011. – Вып. 14. – С. 382–391.
2. Гурбатов, С. Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустике / С. Н. Гурбатов, О. В. Руденко, А. И. Саичев. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
3. Шабловский, О. Н. Нелинейные свойства вынужденных колебаний локально-неравновесного теплового поля / О. Н. Шабловский, И. А. Концевой // Тепловые процессы в технике. – 2010. – Т. 2, № 6. – С. 267–274.
4. Шабловский, О. Н. Волновое уравнение с кубической нелинейностью и возбуждение колебаний в системе «среда-источник» / О. Н. Шабловский // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Математика. Механика. Физика». – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 44–56.
5. Шабловский, О. Н. Примеры точных решений нелокального волнового уравнения с нелинейными источниками / О. Н. Шабловский // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 30–37.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЛЕПЕСТКА ПЯТИЛЕПЕСТКОВОГО ГРЕЙФЕРА

В. Д. Михальчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. А. Рюмцев

Рассмотрены задачи оптимизации формы лепестка пятилепесткового грейфера. Даны основные параметры для оптимизации формы лепестков.

Ключевые слова: грейфер, грузозахватное приспособление, лепесток грейфера, габаритные размеры, ограничительные условия.

В период активного развития отечественного машиностроения, внедрения в производство образцов научных достижений белорусских ученых и конструкторов остро стоит вопрос замещения продукции импортного производства изделиями, разработанными и произведенными в Республике Беларусь. Так, в сфере металлопереработки, сбора и сортировки металлолома важной задачей, поставленной перед отечественными конструкторами и производствами, является создание грейферов собственной разработки.

Опираясь на достижения ведущих мировых брендов в области производства подобных грузозахватных приспособлений для работы с металлическим ломом, были выбраны для разработки конструкции пятилепесткового грейфера. Данная конструкция позволяет собирать лом, состоящий из мелких элементов, с большим процентом захваченного объема, чем при использовании грейфера с меньшим числом лепестков (челюстей).

Оптимизация конструкции грейфера представляет собой комплексную задачу, в которую входит нахождение оптимальной формы лепестка в комбинации с подбором длины хода поршня в гидроцилиндре, обеспечивающее наиболее полное раскрытие лепестков для лучшего захвата лома (т. е. радиус захвата максимально возможный), определение размеров колонны и уровня подвесов гидроцилиндров и лепестков для оптимальной работы гидравлической системы. Также важен вопрос усиления ребрами жесткости особо опасных нагруженных участков, определение мест таких участков. Не менее важным вопросом является и подбор материала элементов грейфера. В виду того, что лепестки испытывают постоянное трение металлического лома о контактирующие с ним поверхности, следует подбирать износостойкий материал, который хорошо сваривается.

Из перечисленных задач оптимизации подробнее остановимся на форме лепестка грейфера.

Следует отметить, что грейферы классифицируются по объему при сомкнутых лепестках. Наиболее популярными вариантами являются грейферы объемом $0,2 \text{ м}^3$, $0,6 \text{ м}^3$ и $0,8 \text{ м}^3$. Конструкции грейферов разнообразны и, в частности, отличаются расположением гидроцилиндров, приводящих лепестки в движение. Они могут быть размещены частично внутри грейфера, что защищает их от ударов собираемого металлолома, а также могут подвешиваться за колонну грейфера и располагаться вне лепестков.

Грейферы объемом $0,2 \text{ м}^3$ вешаются на автокраны (самосвалы с автокраном) и для них определяющим требованием служит габарит по высоте, что часто приводит к изменению в конструкции схемы расположения гидроцилиндра внутри лепестков.

Грейферы больших объемов часто имеют схему с гидроцилиндрами, расположенными вне лепестков. Пример такого грейфера приведен на рис. 1.

Такие конструкции позволяют более свободно размещать оси подвеса гидроцилиндров, межосевые расстояния, длину хода поршня гидроцилиндра, а также изменять высоту колонны. К слабым местам конструкции можно отнести незащищенность гидросистемы и большой габарит по высоте.

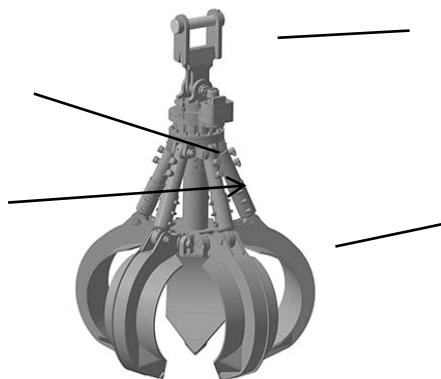


Рис. 1. Грейфер пятилепестковый полузакрытого типа

Рассматривая вопрос оптимизации формы лепестка грейфера, стоит обозначить основные геометрические параметры, влияющие на работу узла, такие как углы φ° и γ° , линейные размеры разжатого и сжатого гидроцилиндра (размеры « a » и « b ») при постоянном линейном размере « c » (рис. 2).

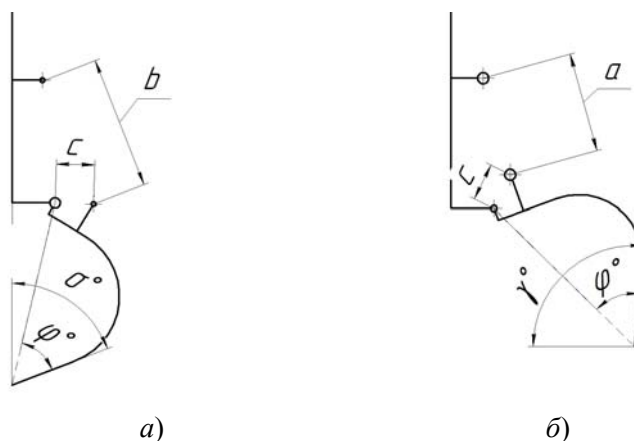


Рис. 2. Схема грейфера пятилепесткового:
 a – в закрытом состоянии; b – в открытом состоянии

Задача оптимизации заключается в увязывании в одну систему линейных размеров « a », « b » и « c » с углами φ° и γ° , учитывая, что угол γ° должен быть приближенным к 90° , и при этом возможно большем угле φ° , обеспечивающим «подгребание» металлического лома и создание как можно более ровной опорной поверхности для груза в состоянии сомкнутых лепестков. Чем острее угол φ° , тем неустойчивее будет грейфер при транспортировке, тем большие усилия будут действовать на внутреннюю поверхность лепестка, что будет создавать большую нагрузку на поршень гидроцилиндра.

Таким образом, основываясь на опыте использования грейферов зарубежных конструкций определены направления оптимизации формы лепестков грейфера для проектирования отечественного образца грузозахватных приспособлений.

Л и т е р а т у р а

1. Бельский, А. Т. Подъемно-транспортные механизмы: курс лекций для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения / А. Т. Бельский, Г. П. Тариков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 72 с.

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

Д. А. Шатон

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. И. Лискович

Рассмотрены основные преимущества и ограничения метода магнитно-абразивной обработки (МАО) как перспективного способа финишной обработки деталей. Приведен аналитический обзор современных технологий, оборудования и материалов, используемых в МАО. Особое внимание уделено возможностям обработки сложнопрофильных поверхностей, снижению температуры резания, повышению производительности и достижению высокой точности и качества поверхности. Рассмотрены ограничения метода, связанные с необходимостью применения специализированного оборудования и абразивных материалов. Сделан вывод о перспективности МАО для различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: магнитно-абразивная обработка, финишная обработка, сложнопрофильные поверхности, производительность, шероховатость, магнитно-абразивный порошок, оборудование, моделирование магнитных полей.

Повышение точности и качества поверхности деталей является одной из приоритетных задач современного машиностроения. Для достижения этих целей широко применяется метод магнитно-абразивной обработки (МАО). Особенности МАО являются непрерывный контакт абразива с поверхностью изделия, возможность обработки деталей сложной формы, снижение циклических нагрузок на систему, отсутствие жесткой фиксации абразивного зерна, что способствует самопроизвольному выравниванию инструмента по отношению к сложной фигуре поверхности, а также снижение температуры в зоне резания. Метод обеспечивает достижение параметров шероховатости $Ra\ 0,01\text{--}1\ \mu\text{м}$, увеличение контактной выносливости и износостойкости деталей в 2–3 раза, а также возможность обработки как металлических, так и неметаллических материалов. В связи с этим актуальной является задача повышения производительности отделочной обработки труднообрабатываемых материалов с одновременным обеспечением требуемой шероховатости и точностных параметров детали.

Магнитно-абразивная обработка обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными методами финишной обработки:

Обработка сложнопрофильных поверхностей. Метод позволяет эффективно обрабатывать фасонные, сферические, внутренние и наружные поверхности тел вращения, а также детали сложной геометрии без переустановки и смены технологической базы.

Высокая производительность. Использование современных диффузионно-легированных порошков (например, борированных и азотированных) позволяет достигать съема металла до 15 мг/мин, что значительно превышает показатели традиционных абразивных материалов.

Снижение температуры обработки. Отсутствие трения связующего о поверхность изделия и непрерывное обновление режущих кромок абразива обеспечивают стабильную низкую температуру в зоне резания, что положительно сказывается на качестве поверхностного слоя.

Улучшение физико-механических свойств поверхности. МАО способствует упрочнению поверхностного слоя, увеличению контактной выносливости и износостойкости деталей.

Возможность автоматизации. Процесс легко поддается механизации и автоматизации, что особенно важно для серийного производства.

Несмотря на значительные преимущества, МАО имеет и ряд ограничений:

Необходимость специализированного оборудования. Для реализации процесса требуются установки с индукторами, способными создавать управляемое магнитное поле, а также системы подачи и сепарации абразивных порошков.

Требования к абразивным материалам. Используемые ферромагнитные абразивные порошки должны обладать не только высокой твердостью, но и определенными магнитными свойствами, что ограничивает выбор материалов и увеличивает их стоимость.

Сложность моделирования и настройки процесса. Для достижения оптимальных результатов необходимо точно моделировать распределение магнитных полей и подбирать параметры обработки для каждой конкретной детали.

Ограничения по материалам. Хотя МАО применима к широкому спектру материалов, эффективность обработки зависит от магнитных и физико-механических свойств заготовки.

В рамках проведенных исследований установлено, что использование диффузионно-борированных и азотированных порошков на основе отходов стали 16MnCr5 позволяет достигать высокой производительности и низкой шероховатости ($Ra\ 0,16\text{--}0,32\ \mu\text{м}$) за короткое время. Моделирование магнитных полей показало, что оптимизация конструкции индукторов позволяет концентрировать магнитное поле в зоне обработки, обеспечивая необходимую жесткость абразивной щетки и равномерный съем металла. Применение новых порошковых материалов способствует увеличению ресурса пар трения и повышению КПД гидравлических машин.

Магнитно-абразивная обработка является перспективным методом финишной обработки деталей сложной формы, обеспечивающим высокую производительность, качество поверхности и износостойкость. Несмотря на необходимость использования специализированного оборудования и абразивных материалов, дальнейшее развитие технологий МАО открывает широкие возможности для ее применения в машиностроении, авиационной, гидравлической и других отраслях промышленности.

Л и т е р а т у р а

1. Ящерицын, П. И. Финишная обработка деталей уплотненным потоком свободного абразива / П. И. Ящерицын, А. Н. Мартынов, А. Д. Гридин – Минск : Наука и техника, 1978.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение, 1986.
3. Сакулевич, Ф. Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф. Ю. Сакулевич. – Минск : Наука и техника, 1981.
4. Кожуро Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чемисов. – Минск : Навука і тэхніка, 1995.

5. Повышение производительности магнитно-абразивной обработки использованием диффузионно-легированных порошков / Ф. И. Пантелеенко, В. В. Максаров, Г. В. Петришин, Д. Д. Максимов, А. С. Матвеевков // СТИН–2023.
6. Матвеевков, А. С. Моделирование магнитных полей в магнитно-абразивной обработке тел вращения / А. С. Матвеевков, Г. В. Петришин // Перспективные направления развития финишных и виброволновых технологий. – Ростов н/Д : ДГТУ, 2021.

МЕТОДЫ УСКОРЕННЫХ ИЗНОСОУСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ

М. О. Прядко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. А. Тюрин

Изложены основные положения разработанных общих научных принципов и методов ускоренных стендовых испытаний материалов и моделей силовых систем при износоусталостных испытаниях. По результатам разработанных методов испытаний и предложенной методике проведены стендовые испытания, подтвердившие эффективность и применимость предложенных методов испытаний на практике.

Ключевые слова: силовая система, износоусталостные испытания, контактно-механическая усталость, ускоренный метод, реализация, эффективность.

Для экспериментального определения за короткий период времени характеристик долговечности и несущей способности при износоусталостных испытаниях (контактно-механическая усталость – КМУ) в широком диапазоне изменения контактных напряжений используют ускоренный метод многоступенчатого нагружения [1]. Полученные с помощью данного метода характеристики могут использоваться: 1) при выборе конструкционных материалов для силовых систем и обосновании конструктивно-технологических решений; 2) при контроле качества металлопродукции; 3) при расчетах на этапе проектирования силовых систем; 4) при сертификации силовых систем по критерию износоусталостного повреждения; 5) при конструировании и создании материалов с заданными физико-механическими свойствами для обеспечения требуемых характеристик сопротивления износоусталостным повреждениям.

Сущность этого метода при испытаниях на прямой и обратный эффект [2] пояснена на рис. 1. На этом рисунке показана программа ступенчатого нагружения: прямой эффект – закон изменения во времени амплитуды напряжений в центре контактной площадки σ_a при постоянном действии $p_0 = \text{const}$ (рис. 1, а); обратный эффект – закон изменения во времени максимального контактного напряжения в центре контактной площадки p_0 при постоянном действии $\sigma_a = \text{const}$ (рис. 1, б).

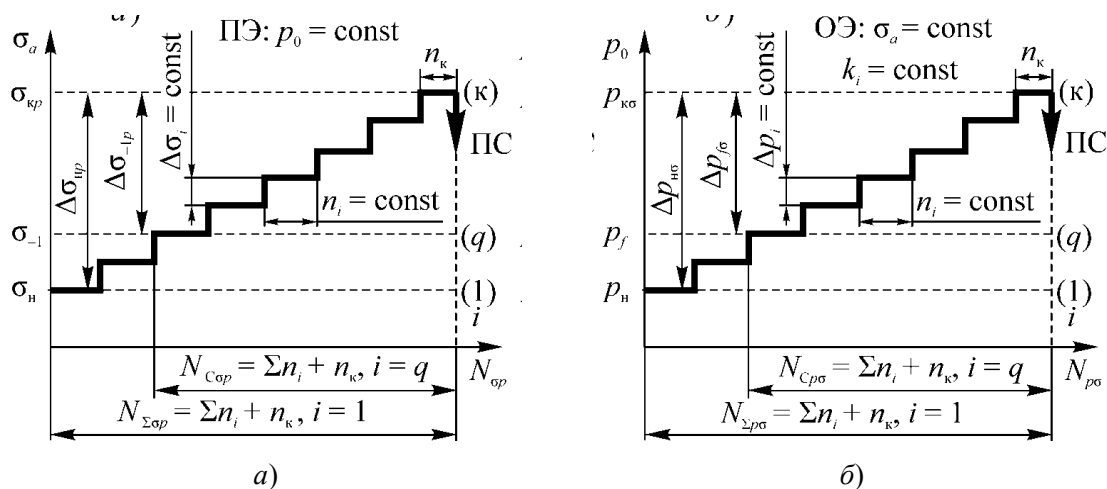


Рис. 1. Программа ступенчатого нагружения при КМУ: прямой эффект (а) и обратный эффект (б)

При изучении прямого эффекта испытания проводят методом ступенчатого повышения σ_a при заданном значении $p_0 = \text{const}$ в течение всего времени испытания. Для реализации программы задают: регламентируемый уровень p_0 ($p_0 = 0,8p_f$; $p_0 = 1,0p_f$; $p_0 = 1,2p_f$ либо $p_0 = 0$, где p_f определяется по ГОСТ 30754-2001 [3]); начальный уровень амплитуды изгибных напряжений σ_n ($\sigma_n = 0,4\sigma_{-1}$, где σ_{-1} определяется по ГОСТ 30754-2001 [3]); длительность ступени нагружения $n_i = 10^5$ циклов = const; интервал приращения амплитуды изгибных напряжений $\Delta\sigma_i = 0,2\sigma_{-1} = \text{const}$.

При изучении обратного эффекта испытания проводят методом ступенчатого повышения p_0 при заданном значении $\sigma_a = \text{const}$ в течение всего времени испытания. Для реализации программы задают: критерий достижения предельного состояния ($k_i = \text{const}$); регламентируемый уровень σ_a ($\sigma_a = 0,8\sigma_{-1}$; $\sigma_a = 1,0\sigma_{-1}$; $\sigma_a = 1,2\sigma_{-1}$ либо $\sigma_a = 0$, где σ_{-1} определяется по ГОСТ 30754-2001 [3]); начальный уровень максимальных контактных напряжений p_n ($p_n = 0,4p_f$, где p_f определяется по ГОСТ 30754-2001 [3]); длительность ступени нагружения $n_i = 10^5$ циклов = const; интервал приращения максимальных контактных напряжений $\Delta p_i = 0,2p_f = \text{const}$.

Для двух методик начальные параметры могут задаваться в зависимости от поставленной задачи; число циклов на последней ступени нагружения (n_k) определяется достижением предельного состояния силовой системы; переход со ступени на ступень осуществляют без промежуточных пауз; испытания проводят непрерывно до наступления предельного состояния.

По результатам испытаний определяют следующие основные характеристики сопротивления контактно-механической усталости (см. таблицу): при прямом эффекте – предельное напряжение при изгибе σ_{kp} ; интервал нагруженности $\Delta\sigma_{np}$; интервал предельных напряжений при изгибе $\Delta\sigma_{-1p}$; суммарную долговечность (суммарную наработку) $N_{\Sigma op}$; суммарную живучесть $N_{C op}$; при обратном эффекте – предельное контактное напряжение p_{ko} ; интервал нагруженности $\Delta p_{но}$; интервал предельных контактных напряжений $\Delta p_{fо}$; суммарную долговечность (суммарную наработку) $N_{\Sigma po}$; суммарную живучесть $N_{C po}$.

Характеристики долговечности и несущей способности, получаемые по результатам ускоренных испытаний методом многоступенчатого нагружения

Характеристики свойств	Контактно-механическая усталость	
	Прямой эффект	Обратный эффект
Пределное напряжение, МПа: $\sigma_{кр}$ $p_{к\sigma}$	480	3200
Интервал нагруженности, МПа: $\Delta \sigma_{нр} = \sigma_{кр} - \sigma_н$ $\Delta p_{н\sigma} = p_{к\sigma} - p_н$	320	1800
Интервал предельных напряжений, МПа: $\Delta \sigma_{-1p} = \sigma_{кр} - \sigma_{-1}$ $\Delta p_{f\sigma} = p_{к\sigma} - p_{f\sigma}$	255	1440
Суммарная долговечность, цикл: $N_{\Sigma \sigma p} = \sum_{i=1}^{k-1} n_i (\sigma_a, p_0 = \text{const}) + n_k$ $N_{\Sigma p \sigma} = \sum_{i=1}^{k-1} n_i (p_0, \sigma_a = \text{const}) + n_k$ Суммарная живучесть, цикл: $N_{C \sigma p} = \sum_{i=q}^{k-1} n_i (\sigma_a, p_0 = \text{const}) + n_k$ $N_{C p \sigma} = \sum_{i=q}^{k-1} n_i (p_0, \sigma_a = \text{const}) + n_k$	$8,04 \cdot 10^5$ $6,04 \cdot 10^5$	$10 \cdot 10^5$ $8 \cdot 10^5$

На рис. 2 приведены результаты сравнительных испытаний методом многоступенчатого нагружения силовой системы сталь 45 (вал)/сталь 25ХГТ (ролик). Испытания на контактно-механическую усталость проведены в условиях прямого эффекта ($p_0 = 3200 \text{ МПа} = \text{const}$) (рис. 2, а) и в условиях обратного эффекта ($\sigma_a = 225 \text{ МПа} = \text{const}$) (рис. 2, б).

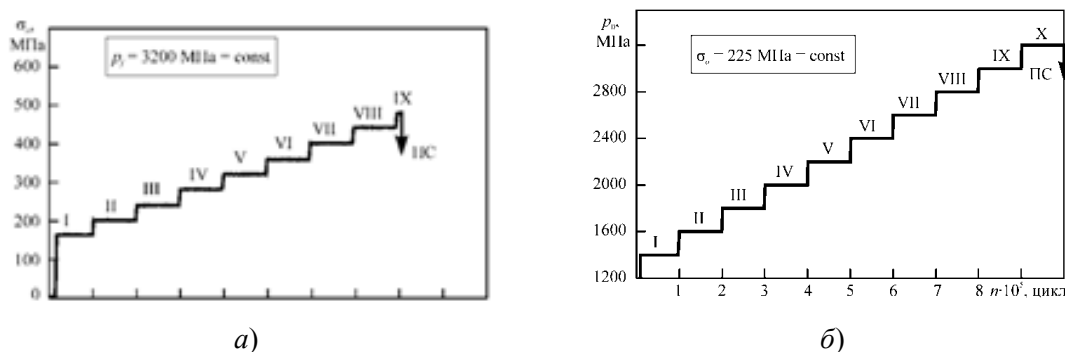


Рис. 2. Результаты испытаний на КМУ методом многоступенчатого нагружения:
а – при прямом эффекте; б – ПРИ обратном эффекте

Экспериментально определенные характеристики долговечности и несущей способности, полученные по результатам испытаний методом многоступенчатого нагружения (см. рис. 2), приведены в табл. 1.

Результаты исследований показали, что применение ускоренных методов определения основных характеристик износоусталостного повреждения (в частности, многоступенчатого нагружения) позволяет существенно сократить время испытаний. Это подтверждает его эффективность и применимость на практике. Описанный метод ускоренных испытаний при многоступенчатом нагружении стандартизован [4].

Л и т е р а т у р а

1. Надежность в технике. Методы ускоренных испытаний на усталость для оценки пределов выносливости материалов, элементов машин и конструкций (Методические указания) : РД 50-686-89. – Введ. 01.01.1990. – М. : Гос. ком. СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 25 с.
2. Сосновский, Л. А. Механика износоусталостного повреждения / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 434 с.
3. Методы износоусталостных испытаний. Испытания на контактно-механическую усталость (Межгосударственный стандарт) : ГОСТ 30754-2001. – Введ. 01.07.2002. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 32 с.
4. Методы износоусталостных испытаний. Ускоренные испытания на контактно-механическую усталость (Стандарт Беларуси) : СТБ 1233-2000. – Введ. 01.01.2001. – Минск : ГОССТАНДАРТ, 2000. – 8 с.

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНОМ ПЕРЕНОСНОМ ДВИЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

А. В. Ильин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Иноземцева

Определена абсолютная скорость и абсолютное ускорение точки, которая совершает сложное движение, используя функции комплексного переменного.

Ключевые слова: комплексные числа, плоское движение, мнимая ось, действительная ось, комплексная плоскость.

Комплексные числа и функции от комплексного переменного находят свое применение в естественных науках и технике [1]. Многие решения геометрических задач упрощаются, если данные задачи перенести на комплексную плоскость. Комплексные числа в механике используются для решения задач, связанных с движением тел в пространстве [2]. Например, для определения положения тела в пространстве, скорости и ускорения в любой момент времени.

При решении задач кинематики плоского движения удобно пользоваться выражением комплексного числа в виде $z = re^{i\varphi}$, а при необходимости выделения действительной и мнимой части комплексное число представляют в тригонометрической форме $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$.

При кинематическом исследовании используется в основном сложение комплексных чисел. Алгебраическая форма $z_1 + z_2 = (x_1 + iy_1) + (x_2 + iy_2) = (x_1 + x_2) + i(y_1 + y_2)$.

$$\begin{aligned} \text{Тригонометрическая форма } z_1 + z_2 &= r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) + r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) = \\ &= (r_1 \cos \varphi_1 + r_2 \cos \varphi_2) + i(r_1 \sin \varphi_1 + r_2 \sin \varphi_2). \end{aligned}$$

$$\text{Показательная форма } z_1 + z_2 = r_1 e^{i\varphi_1} + r_2 e^{i\varphi_2}.$$

Рассмотрим задачу о движении точки по прямолинейному пазу вращающейся пластины (рис. 1). С пластиной связана подвижная система координат $\xi - \eta$. Ось ξ расположена перпендикулярно прямолинейному пазу, а ось η расположена параллельно этому пазу и отстоит от него на расстоянии b .

Движение пластины (вращение вокруг неподвижной оси, проходящей через точку перпендикулярно плоскости пластины) задано углом поворота $\varphi = \varphi(t)$, определяющим положение подвижной оси ξ относительно неподвижной оси x .

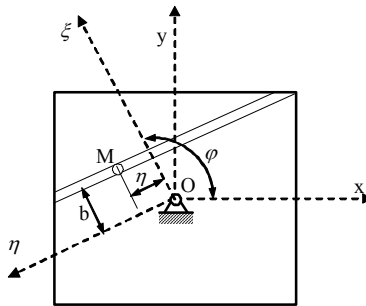


Рис. 1

Движение точки M является сложным и состоит из переносного движения, которое точка совершает вместе с подвижной системой координат $\xi - \eta$, и относительного движения по прямолинейному пазу пластины по закону $\eta = \eta(t)$. Плоскость xOy представим как плоскость комплексных чисел z , причем ось Ox является действительной осью (точки этой оси представляют действительные части комплексного числа). Ось Oy является мнимой осью (точки этой оси представляют мнимые части комплексного числа).

Каждой точке плоскости комплексных чисел z отвечает определенное комплексное число

$$z = x + yi, \quad (1)$$

где x – координата точки на действительной оси; y – координата точки на мнимой оси; $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Координата точки M на действительную ось $x_M = b \cos \varphi - \eta \sin \varphi$.

Координата точки M на мнимую ось $y_M = b \sin \varphi + \eta \cos \varphi$.

Согласно структуре (1), комплексное число z , отвечающее точке M на плоскости комплексных чисел, имеет вид: $z = (b \cos \varphi - \eta \sin \varphi + (b \sin \varphi + \eta \cos \varphi)i)$.

Сгруппируем слагаемые, имеющие одинаковые тригонометрические функции:

$$z = (b + i\eta) \cos \varphi + (-\eta + ib) \sin \varphi.$$

Принимая во внимания, что $(-\eta + ib) = (b + i\eta)i$,

$$z = (b + i\eta) \cos \varphi + (b + i\eta)i \sin \varphi = (b + i\eta)(\cos \varphi + i \sin \varphi). \quad (2)$$

Используя формулу Эйлера:

$$\cos \varphi + i \sin \varphi = e^{i\varphi}, \quad (3)$$

с учетом (3) выражение (2) примет вид:

$$z = (b + i\eta) e^{i\varphi}. \quad (4)$$

Следует иметь в виду, что множитель

$$(b + i\eta) = z^* \quad (5)$$

соответствует вектору z^* на комплексной плоскости, связанной с подвижной системой координат осей $\xi - \eta$, где ось ξ является действительной осью, а ось η мнимой осью.

Скорость точки M представляет собой производную функции (4) по времени t :

$$\frac{dz}{dt} = (b + i\eta) i e^{i\varphi} \frac{d\varphi}{dt} + i \dot{\eta} e^{i\varphi} = -\eta \omega e^{i\varphi} + (b\omega + \dot{\eta}) i e^{i\varphi}, \quad (6)$$

где

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}.$$

Представим (6) в следующем виде:

$$\frac{dz}{dt} = [-\eta \omega + (b\omega + \dot{\eta}) i] e^{i\varphi}. \quad (7)$$

По аналогии с равенством (5) имеем:

$$[-\eta \omega + (b\omega + \dot{\eta}) i] = z_1^* \quad (8)$$

соответствует вектору скорости z_1^* на комплексной плоскости, связанной с подвижной системой координатных осей $\xi - \eta$.

Действительная часть $(-\eta\omega)$ комплексного числа z_1^* представляет проекцию $(z_1^*)_{\xi}$ вектора скорости на действительную ось ξ , а мнимая часть $(b\omega + \dot{\eta})$ представляет проекцию $(z_1^*)_{\eta}$ вектора скорости на мнимую ось η .

$$(z_1^*)_{\xi} = (-\eta\omega), \quad (z_1^*)_{\eta} = (b\omega + \dot{\eta}). \quad (9)$$

Абсолютное значение скорости точки M определяется как

$$V_M = \sqrt{\left((z_1^*)_{\xi}\right)^2 + \left((z_1^*)_{\eta}\right)^2} = \sqrt{(\eta\omega)^2 + (b\omega + \dot{\eta})^2}. \quad (10)$$

Учитывая, что комплексное число соответствует вектору на комплексной плоскости, то, определив вторую производную функции (4) или первую производную функции (7), найдем новую функцию, характеризующую ускорение точки M :

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{d}{dt}(-\eta\omega + (b\omega + \dot{\eta})i)e^{i\varphi}, \quad (11)$$

так как $\frac{d}{dt}(-\eta\omega + (b\omega + \dot{\eta})i)e^{i\varphi} = (-\dot{\eta}\omega - \eta\dot{\omega} + (b\dot{\omega} + \ddot{\eta})i)e^{i\varphi} + (-\eta\omega i - (b\omega + \dot{\eta}))\omega e^{i\varphi}$,

то $\frac{d^2 z}{dt^2} = (-\dot{\eta}\omega - \eta\dot{\omega} + (b\dot{\omega} + \ddot{\eta})i)e^{i\varphi} + (-\eta\omega^2 i - (b\omega^2 + \dot{\eta}\omega))e^{i\varphi}$.

Группируя в данном равенстве действительные и мнимые части, получаем следующую зависимость:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \left[(-2\dot{\eta}\omega - \eta\dot{\omega} - b\omega^2) + (b\dot{\omega} - \eta\omega^2 + \ddot{\eta})i\right]e^{i\varphi}. \quad (12)$$

По аналогии с равенством (5) множитель

$$\left[(-2\dot{\eta}\omega - \eta\dot{\omega} - b\omega^2) + (b\dot{\omega} - \eta\omega^2 + \ddot{\eta})i\right] = z_2^*. \quad (13)$$

Соответствует вектору ускорения z_2^* на комплексной плоскости, связанной с подвижной системой координатных осей $\xi - \eta$.

Действительная часть $\left[-(2\dot{\eta}\omega + \eta\dot{\omega} + b\omega^2)\right]$ комплексного числа z_2^* представляет проекцию $(z_2^*)_{\xi}$ вектора ускорения на действительную ось ξ , а мнимая часть $\left[(b\dot{\omega} - \eta\omega^2 + \ddot{\eta})\right]$ представляет проекцию $(z_2^*)_{\eta}$ вектора ускорения на мнимую ось η :

$$(z_2^*)_{\xi} = \left[-(2\dot{\eta}\omega - \eta\dot{\omega} - b\omega^2)\right], \quad (z_2^*)_{\eta} = \left[(b\dot{\omega} - \eta\omega^2 + \ddot{\eta})\right]. \quad (14)$$

Абсолютное значение ускорение точки M определяются по зависимости:

$$a_M = \sqrt{(z_2^*)_{\xi}^2 + (z_2^*)_{\eta}^2}.$$

Способ анализа сложного движения точки, основанный на использовании комплексных чисел, является более компактным.

Компактность достигается тем, что комплексное число z , отвечающее точке M на плоскости комплексных чисел, для рассматриваемой задачи имеет вид $z = z^* e^{i\varphi}$, где множитель $z^* = (b + i\eta)$ соответствует вектору z^* на комплексной плоскости, связанной с подвижной системой координатных осей $\xi - \eta$.

Применение комплексных чисел позволило осуществить решение задачи без применения теоремы сложения скоростей и теоремы Кориолиса.

Л и т е р а т у р а

1. Толстошеин, А. О. Применение комплексных чисел / А. О. Толстошеин // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания – 2013. – № 19. – С. 126–131.
2. Анципорович, П. П. Применение комплексных чисел в теории и машинах / П. П. Анципорович, В. К. Акулич, Е. М. Дубовская // Наука – образование, производство, экономика : материалы 16-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 429.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ КОСВЕННОГО ПОИСКА Z' -БОЗОНА НА БУДУЩЕМ МЮОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ

Д. В. Синегрибов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», Республика Беларусь

Научные руководители: В. В. Андреев, И. А. Серенкова

Рассмотрена методология косвенного поиска дополнительного нейтрального калибровочного бозона (Z') на проектируемом мюонном коллайдере (МиС). Обсуждены преимущества мюонных пучков для достижения многоТэВных энергий и «чистоты» эксперимента. Основное внимание уделено роли статистического моделирования данных в условиях отсутствия прямого сигнала «новой» физики.

Ключевые слова: Z' -бозон, мюонный коллайдер, «новая» физика, статистическое моделирование, косвенные поиски.

Несмотря на успех Стандартной модели (СМ), такие проблемы, как барионная асимметрия Вселенной, природа темной материи и другие, указывают на существование физики за ее пределами. Одним из наиболее ожидаемых проявлений «новой» физики является дополнительный нейтральный калибровочный Z' -бозон, возникающий во многих моделях с расширенной калибровочной группой (например, E_6 , лево-право-симметричные модели LR и ALR, Little Higgs модели LH, USLH, AFSLH и др.) [1]. В целом современная феноменология указывает на много-ТэВную область допустимых масс Z' -бозона. Наиболее жесткие ограничения на массу Z' -бозона в настоящее время получены в прямых поисках на LHC и составляют 3–5 ТэВ в зави-

симости от модели. Кроме того, отсутствие в последние годы убедительных указаний на «новую» физику в прямых поисках на LHC повысило необходимость косвенной проверки расширений СМ, основанной на прецизионных измерениях при энергиях порядка ТэВ.

Будущий мюонный коллайдер (MuC [2]) представляет собой уникальную установку, сочетающую преимущества электрон-позитронных и адронных коллайдеров. Благодаря большой массе мюона потери на синхротронное излучение подавлены 10^9 раз по сравнению с электронами, что позволяет ускорять частицы до энергий 3–10 ТэВ в компактной кольцевой конфигурации коллайдера [3]. При таких энергиях MuC – идеальный инструмент для косвенного поиска Z' -бозона: даже если энергия столкновения s значительно меньше массы Z' , присутствие последнего проявляется через виртуальный обмен и интерференцию с фотоном и Z -бозоном СМ.

Роль и задачи статистического моделирования. В условиях, когда прямое рождение новой частицы недоступно, ее вклад проявляется не в виде резонансного пика, а через малые отклонения наблюдаемых процесса от предсказаний СМ, остающиеся в пределах ожидаемых неопределенностей. В настоящей работе для этого используется линейная параметризация отклонений сечения через эффективные параметры ΔQ_i , которые аккумулируют вклады от «новой» физики в угловых бинах [4].

Хотя для предварительных оценок чувствительности часто используется аналитический Asimov-сценарий (предполагающий идеальное согласие будущих данных со СМ), статистическое моделирование методом псевдоэкспериментов (Toy Monte Carlo [5]) – необходимо по ряду фундаментальных соображений:

– *проверка асимптотической нормальности.* Аналитические методы опираются на предположение того, что при большой статистике распределение оценок параметров подчиняется нормальному распределению;

– *учет статистических флуктуаций.* В реальном эксперименте данные в угловых бинах подвержены пуассоновским флуктуациям. Моделирование ансамбля из необходимого числа реализаций («псевдоэкспериментов» или «псевдоданных») позволяет построить реалистичное распределение функции χ^2 и корректно определить доверительные границы (например, 95 % C.L.). Это критически важно для минимизации вероятности ложноположительного обнаружения;

– *моделирования систематических неопределенностей.* В отличие от теоретических уравнений, статистическое моделирование позволяет заложить неопределенность светимости, степени поляризации пучков и эффективности детектирования конечных фермионов. Эти факторы порождают корреляции между угловыми бинами. Моделирование позволяет построить полную ковариационную матрицу, учитывающую перечисленные связи, что делает прогнозы и оценки параметров более точными и обоснованными;

– *оптимизация конфигурации эксперимента.* Статистическое моделирование позволяет «проиграть» различные сценарии работы коллайдера для достижения максимального выигрыша в чувствительности.

Для получения псевдоданных и их последующей обработки (фитирования параметров ΔQ_i) применяется схема многократного генерирования псевдоэкспериментов, основанная на алгоритме:

1. *Генерация полного числа событий.* На основе теоретического сечения СМ (σ^{SM}) и проектных параметров коллайдера (интегральная светимость и эффективность регистрации) вычисляется ожидаемое среднее число событий N_{total} . Далее из

распределения Пуассона генерируется K независимых реализаций полного числа событий N_k ($k = 1, \dots, K$).

2. *Биннирование данных.* Весь угловой диапазон детектора делится на n угловых интервалов, которые называются бинами. Для каждой реализации N_k события распределяются по бинам согласно мультиномиальному распределению с вероятностями $p_i = \sigma_i^{SM} / \sigma^{SM}$, где σ_i^{SM} – сечение в i -м бине. В результате формируется ансамбль из K гистограмм «псевдоэкспериментальных» чисел событий.

3. *Построение ковариационной матрицы.* По полученному ансамблю гистограмм вычисляется усредненная гистограмма и полная ковариационная матрица V размерности $n \times n$. Без учета систематики, она диагональна, однако моделирование позволяет включить в нее корреляции между бинами, возникающие из-за неопределенностей светимости, поляризации и эффективности детектирования конечных фермионов.

Данная схема позволяет избежать упрощений, характерных для асимптотических методов. Во-первых, она наглядно демонстрирует влияние статистических флуктуаций. Во-вторых, она позволяет корректно учитывать корреляции между угловыми бинами, что важно для реалистичной оценки чувствительности MuC.

Статистическое моделирование будущих данных на MuC необходимо для подготовки физической программы коллайдера и позволяет учесть корреляцию между угловыми бинами, обусловленную неопределенностями светимости, поляризации и эффективности детектирования конечных фермионов.

Литература

1. Review of particle physics [Particle Data Group Collaboration] / S. Navas [et al.] // Phys. Rev. D. – 2024. – Vol. 110, N 3. – 030001. – URL: <https://pdg.lbl.gov> (date of access: 20.03.2026).
2. The physics case of a 3 TeV muon collider stage / de Blas Jorge and others // FERMILAB-CONF-22-317-AD-ND-PPD-SCD-TD. – 2022. – URL: <https://arxiv.org/abs/2203.07261> (date of access: 21.03.2026).
3. Accelerators for Electroweak Physics and Higgs Boson Studies / Faus-Golfe A. [et. al.] – 2022. – URL: <https://arxiv.org/abs/2209.05827> (date of access: 22.03.2026).
4. Sinegribov D. V., Andreev V. V., Serenkova I. A., Analysis of the indirect manifestation of extra Z' -boson at ILC and CLIC // Physics of Particles and Nuclei Letters. – 2025. – Vol. 22. – N 5. – P. 1111–1114.
5. Statistical Methods in Experimental Physics (2nd Edition) / W. Eadie, D. Drijard, F. James, M. Roos, B. Sadoulet // Journal of the American Statistical Association. – 2013. – P. 1–341. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/243672952> (date of access: 28.08.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОПОГРАФИИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д. И. Зеленковский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. А. Лапко

*Рассмотрено математическое моделирование операций механической обработки,
достоинства и недостатки, область применения.*

Ключевые слова: топография, обработанная поверхность, торцовое фрезерование, имитационный подход, моделирование резания.

Математические модели топографии обработанных поверхностей в первую очередь можно подразделить на статистические и динамические. Динамические модели учитывают изменение каких-либо своих параметров во времени, а статистические – не учитывают этого.

Если в модели не учитывается влияние случайных факторов, то такая модель является детерминированной. Если случайные факторы заменяются на их средние значения, такая модель называется моделью математического ожидания. В отличие от моделей математического ожидания, стохастические модели учитывают распределения случайных параметров и позволяют определять не только средние, но и колебания выходных параметров вплоть до получения их функции распределения.

Имитационные модели по структуре подобны исходной системе и должны быть ориентированы на проведение численных экспериментов. Имитационные модели часто являются динамическими и стохастическими и при правильном построении позволяют заменять экспериментальные исследования на численные эксперименты с моделью.

Модели «черного ящика» в некотором смысле противоположны имитационным. Они не предполагают вскрытия внутренней структуры системы, а только соответствуют ей по входам и выходам. Эти модели обычно проще имитационных, хотя могут допускать проведение численных экспериментов. Чаще всего модели «черного ящика» получают обработкой экспериментальных данных.

Так, С. Л. Леонов и В. Н. Некрасов используют метод математического моделирования. Математическую модель формирования топографии поверхности при торцевом фрезеровании они представляют в виде «черного ящика» (рис. 1) [1].



Рис. 1. Модель в виде черного ящика

Математическую модель торцевого фрезерования они разделяют на составные части: модель инструмента, модель обрабатываемой поверхности и модель процесса резания.

Предлагаемая математическая модель инструмента использует фрезу с равномерно распределенными по окружности зубьями с интервалом $(360/N)^\circ$. Фреза имеет следующие конструктивно-геометрические параметры: диаметр D , количество зубьев N , профиль зуба в осевой плоскости.

Предполагается, что все зубья фрезы имеют одинаковые геометрические параметры и соответственно одинаковые профили в осевых плоскостях.

В данной координатной плоскости задавался набор точек, описывающих профиль зуба. По набору точек строилась сплайн функция.

Обрабатываемую поверхность, а точнее рассчитываемый участок представляли в виде сетки.

Координаты узлов сетки постоянны, а координата Y вычислялась при расчете топографии. Сетка задавалась при помощи следующих параметров: координаты базового узла сетки; длина и ширина контролируемого участка; шаг сетки вдоль осей.

Топография обработанной поверхности получалась путем вырезания профиля зуба с учетом кинематики его движения, из исходного тела заготовки. При моделировании выполнялся последовательный расчет параллельных профилограмм, расположенных вдоль одной из осей L или C . Имея набор рассчитанных профилограмм, не составляет труда сформировать топографию обработанной поверхности.

В своей работе [2] В. А. Хоменко и С. Л. Леонов используют метод имитационного моделирования при проектировании торцовых фрез.

При проектировании торцовых фрез, наиболее важными параметрами являются конструктивно-геометрические, а именно диаметр фрезы, количество зубьев, геометрия зубьев инструмента и материал режущей части. Каждый из них, так или иначе, влияет на параметры качества обработанной поверхности, мощность резания, производительность.

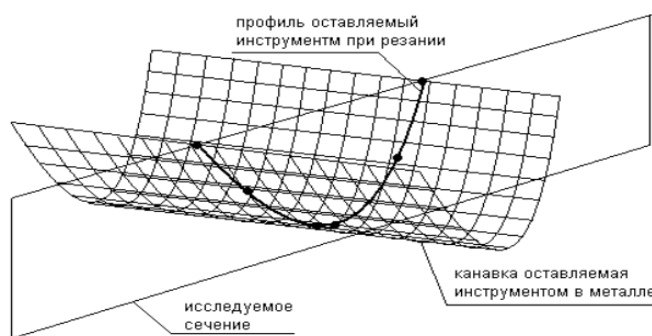


Рис. 2. Использование имитационного подхода при моделировании резания

Для быстрого и эффективного проектирования торцовых фрез предлагается использование разработанной модели, позволяющей оценить качество обработанной поверхности при различных параметрах инструмента и режима резания. Модель реализована в виде программы и обладает неограниченной свободой выбора параметров инструмента и режима резания. При моделировании процесса фрезерования использовался имитационный подход. Он позволяет при относительно простом математическом аппарате модели достаточно точно рассчитывать параметры качества обработанной поверхности. Имитационный подход заключается в следующем. Зуб режущего инструмента, при резании, внедряясь в металл, оставляет за собой прорезанную канавку, профиль сечения которой, проведенный перпендикулярно к направлению движения зуба в текущий момент времени, соответствует профилю зуба. Это означает, что при расчете профилограммы обработанной поверхности, необходимо в заданных местах, вырезать из исходного профиля заготовки профиль зуба с учетом его кинематики движения при резании. Кинематику движения зуба необходимо учитывать, так как при торцевом фрезеровании зуб совершает движение по сложной циклоидальной траектории. И при пересечении траектории зуба и исследуемой профилограммы, профиль канавки искажается. При моделировании, параллельные профилограммы рассчитывались с малым шагом друг от друга. Шаг один из задаваемых параметров моделирования. Затем из них формируется поверхность отражающая микротопографию обработанной поверхности (рис. 3), которая выводится на экран в графическом виде. По рассчитанной поверхности можно узнать параметр R_a в любом сечении, параллельном оси подачи заготовки. В силу особенностей процесса торцевого фрезерования, шероховатость на разных участках обработанной по-

верхности не одинакова, поэтому в качестве альтернативных параметров качества поверхности введены объемные: среднее квадратичное отклонение поверхности R'_a ; максимальное отклонение поверхности $R_{\max}$; относительная площадь поверхности на заданном уровне t_p .

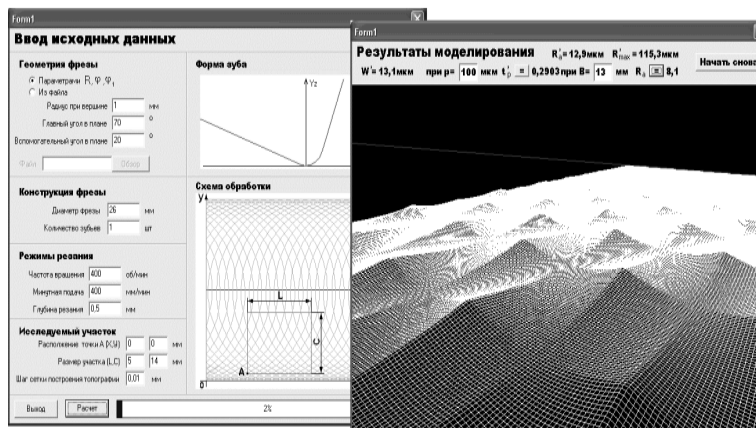


Рис. 3. Экранные формы ввода данных и вывода результата расчета

Достоинства предлагаемой модели:

- позволяет эффективно выбирать конструктивно-геометрические параметры путем подбора;
- может использоваться для проверки принятых проектных решений;
- дает возможность оценить шероховатость поверхности при заданных параметрах инструмента и режима резания.

В своей работе [2] Леонов С. Л. использует метод имитационного стохастического моделирования при проектировании торцовых фрез.

Исходными данными для моделирования являются геометрия инструмента и режим резания. Параметры режима резания задаются в блоке 1. Параметры геометрии инструмента полагаются случайными и задаются в блоке 2 законами их распределения. В соответствии с принципами стохастического моделирования расчеты производятся многократно, их количество N задается в блоке 1.

Математическое моделирование операций механической обработки по сравнению с экспериментальными исследованиями позволяет получать большее количество информации и сократить время на исследования. Эти преимущества приводят к широкому внедрению моделирования в технологические расчеты.

Литература

1. Леонов, С. Л. Основы создания имитационных технологий прецизионного формообразования / С. Л. Леонов, А. Т. Некрасов. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – 198 с.
2. Леонов, С. Л. Конструирование моделей для расчета шероховатости и топографии обработанных поверхностей / С. Л. Леонов, Е. Ю. Хоменко // Ползуновский вестник. – 2008. – № 1–2. – С. 170–174.
3. Михайлов, М. И. К вопросу о методике моделирования кинематических поверхностей, сформированных режущим инструментом по различным схемам формообразования / М. И. Михайлов // Машиностроение : сб. науч. тр. – Минск, 2000. – Вып. 16. – С. 125–132.

**WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ПОСТАВОК
РЖИ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАКАЗА****Д. Л. Бобр***Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Н. Шибeko

*Рассмотрена концепция web-приложения для автоматизации процессов учета
зерновых культур при исполнении государственных контрактов.***Ключевые слова:** автоматизация, учет зерна, государственный заказ.

Трансформация управленческих моделей в агропромышленном комплексе, продиктованная требованиями укрепления продовольственной безопасности, привела к смене парадигмы мониторинга стратегических запасов. Модель жесткой централизации данных заставляет повысить требования к цифровой инфраструктуре предприятий, обеспечивающих формирование государственного резерва. Особенно остро данная проблема стоит в сфере заготовки ржи, где специфика производственной логистики характеризуется высокой интенсивностью поставок в периоды уборочных кампаний и необходимостью оперативного контроля качественных характеристик зерна. Традиционные методы учета и универсальные корпоративные системы в данных условиях демонстрируют недостатки: избыточный функционал, сложность интерфейса для операторов «на местах» и высокую стоимость адаптации под специфические регламенты госзаказа. В связи с этим возникает научно-практическая необходимость в создании узкоспециализированной системы, оптимизированной под сквозной контроль жизненного цикла зерна [1].

Основой проектирования пользовательского взаимодействия в системе послужило функциональное моделирование, позволившее разграничить сценарии работы основных акторов. Сценарий работы сельхозпроизводителя (поставщика) выстроен с акцентом на прозрачность исполнения контрактных обязательств. Авторизованный пользователь в личном кабинете отслеживает график отгрузок, видит актуальный статус каждой отправленной машины и мгновенно получает результаты лабораторных анализов. Это позволяет поставщику оперативно контролировать выполнение квот госзаказа и взаимодействовать с модулем финансовых заявок на авансирование под будущие поставки.

Координация процессов на приемном пункте осуществляется оперативной группой, которая выступает центральной управляющей единицей. Через web-интерфейс осуществляется непрерывный мониторинг исполнения договоров, анализ загруженности элеваторных мощностей и ведение нормативно-справочной информации.

В свою очередь, работа весовщиков и лаборантов максимально оптимизирована для условий потоковой приемки. Весовщик фиксирует физическую массу транспорта, а лаборант вносит показатели влажности, сорности и классности. Система в автоматическом режиме осуществляет расчет зачетного веса ржи, учитывая отклонения от базисных кондиций ГОСТ. Данный подход исключает ошибки ручного счета и гарантирует, что в государственный фонд будет зачислено зерно надлежащего качества, а итоговый отчет автоматически поступит в базу данных для анализа руководством.

Для технической реализации описанных процессов была применена многослойная структура на базе принципов «Чистой архитектуры» [2]. Уровень бизнес-логики базируется на платформе *ASP.NET Core*, отвечая за алгоритмы проверки квот и валидацию данных. Использование архитектурного подхода *Clean Architecture* гарантирует независимость ядра системы от внешних фреймворков и баз данных, что повышает масштабируемость решения.

Хранение транзакционной информации организовано с использованием реляционной СУБД *Microsoft SQL Server*, обеспечивающей высокую целостность связей между сущностями [3]. Для обеспечения идентичности среды разработки и эксплуатации, а также упрощения процессов развертывания на удаленных объектах, все компоненты системы инкапсулированы в *Docker*-контейнеры [4]. Безопасность обмена данными между клиентом и сервером реализуется через защищенный программный интерфейс *REST API* с применением механизмов аутентификации на базе *JWT*-токенов.

В заключение следует отметить, что предложенный подход к автоматизации учета государственных поставок ржи демонстрирует высокую эффективность за счет отказа от монолитных платформ в пользу специализированной архитектуры. Это позволило минимизировать риски возникновения ошибок в отчетности, снизить нагрузку на персонал в пиковые периоды и обеспечить высокую прозрачность формирования государственного резерва, что способствует повышению точности анализа продовольственной безопасности страны.

Л и т е р а т у р а

1. Андерсен, Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен. – М. : РИА, 2003. – 272 с.
2. Мартин, Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения / Р. Мартин. – СПб. : Питер, 2021. – 352 с.
3. Виейра, Р. Программирование баз данных Microsoft SQL Server 2012 / Р. Виейра. – М. : Вильямс, 2014. – 816 с.
4. Кейн, Ш. *Docker* на практике / Ш. Кейн, К. С. Райс. – СПб. : Питер, 2020. – 512 с.

Научное издание

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

**МАТЕРИАЛЫ
XXVI Международной научно-технической
конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых**

Гомель, 23–24 апреля 2026 года

**В двух частях
Часть 2**

Ответственные за выпуск: *Н. Г. Мансурова, Т. Н. Мисюрова*

В авторской редакции

Компьютерная верстка *И. П. Минина*

Подписано в печать 13.10.26.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 27,90. Уч.-изд. л. 22,44.

Тираж 30 экз. Заказ № 515/32.

Издатель и полиграфическое исполнение

Гомельский государственный

технический университет имени П. О. Сухого.

Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя

печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.

пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель