

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ**



СИБАДИ®



№1 (45) 2026

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Журнал учрежден ФГБОУ ВО «СибАДИ» в 2014 г.
Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор).

Эл. № ФС77- 70353 от 13 июля 2017 г.

Периодичность 4 номера в год.

Предназначен для информирования научной общественности
о новых научных результатах, инновационных разработках
профессорско-преподавательского состава, докторантов,
аспирантов и студентов, а также ученых других вузов

Выпуск 1 (45)

Март 2026 г.

Дата опубликования: 30.03.2026

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2026

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»
Техника и технологии строительства

<http://ttc.sibadi.org/>

Научно-практический сетевой электронный журнал. Издается с 2015 г., выходит 4 раза в год № 1 (45)
дата выхода в свет: 30.03.2026

Главный редактор – Жигadlo А.П., д-р пед. наук, канд. техн. наук, проф. (научная специальность «Эксплуатация автомобильного транспорта»), ректор ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Editor-in-Chief – Zhigadlo A.P., doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, assistant professor (scientific specialty «Operation of Automobile Transport»), rector, of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Редакционная коллегия:

Раздел «Строительная техника»

Алешков Д.С., д-р техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Насковец М.Т., канд., техн., наук, УО «БГТУ», Республика Беларусь, г. Минск.

Тюремнов И.С., канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины», Ярославский государственный технический университет, г. Ярославль, Россия.

Раздел «Технологии строительства»

Александров А.С. канд., техн., наук, доц., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Дерябин П.П., канд., техн., наук, доц., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Жусупбеков А.Ж., д-р техн. наук, проф. ЕНУ им Л.Н. Гумилева, вице-президент ISSMGE по Азии, Президент Казахстанской геотехнической ассоциации, почетный строитель Республики Казахстан, директор геотехнического института, член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан.

Лыткин А.А. канд., техн., наук, ст. науч. сотр., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Раздел «Наземный транспорт»

Аземша С.А., канд., техн., наук, доц., заведующий кафедрой «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением» БелГУТ, г. Гомель, Республика Беларусь (по согласованию).

Трофимов Б.С., канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Раздел «Экономика»

Бородулина С.А., д-р экон. наук, доц., Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации им. главного маршала авиации А.А. Новикова, кафедра № 17 экономики, г. Санкт-Петербург, Россия (по согласованию);

Романенко Е.В., д-р экон. наук, доц. ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Хайрова С.М., д-р экон. наук, проф., ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Members of the editorial board:

Section «Construction machinery»

Aleshkov D.S., Dr. of Sci. (Engineering), Associate Professor, of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Naskovets M.T., candidate of the technical science, YO «Belarusian State Technological University», Minsk, Belarus.

Tyuremnov I.S., Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Construction and Road Machine Department, Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia.

Section «Construction Technologies»

Alexandrov A.S., Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Deryabin P.P., Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Zhusupbekov A.Z., Dr. of Sci. (Engineering), L.N. Gumilyov Eurasian National University, Vice - President of ISSMGE in Asia, President of Kazakhstan Geotechnical Association, honorary builder of the Republic of Kazakhstan, director of the Geotechnical Institute, corresponding member of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, doctor of technical sciences, professor, Astana, Kazakhstan.

Lytkin A.A., Cand. of Sci. (Eng.), Senior Researcher, of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Section «Land Transportation»

Azemsha S.A., Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department «Management of Road Transportation and Road Traffic» of the Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus.

Trofimov B.S., Cand. of Sci. (Eng.), of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Section «Economics»

Borodulina S.A., Dr. of Sci. (Economics), Associate Professor, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov, Department № 17 of Economics, St. Petersburg, Russia.

Romanenko E.V., Dr. of Sci. (Economics), of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Khairova S.M., Dr. of Sci. (Economics), of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

Учредитель ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Адрес учредителя: 644050, г. Омск, пр. Мира, 5.

Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-70353 от 13 июля 2017 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). С 2015 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**.

Редакционная коллегия осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

Редактор Мороз Г.В. e-mail: ttc.sibadi@yandex.ru;

Корректор Соболева О.А. e-mail: riosibadi@gmail.com

Адрес редакции журнала: 644050, г. Омск, пр. Мира, 5. Тел. (3812) 65-03-09.

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

В.В. Куприянчик ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА УМНОГО ГОРОДА: ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ В SUMO.....	4
--	---

РАЗДЕЛ II ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Е.А. Голубева, М.Е. Бокарёв ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ШКОЛЫ В РАЙОНЕ ПАТРУШЕВО ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	9
Л.Г. Куклина, А.А. Лунёв АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛИТОВЫХ ШЛАМОВ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ...	14
А.В. Лобода, Д.А. Симаньков УМНАЯ ДОРОГА БЕЗ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ: ПРИДОРОЖНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВЫЕ ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДАТЧИКОВ И СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ.....	19
К.А., Мансуров, К.В. Беляев ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ.....	26

РАЗДЕЛ III ЭКОНОМИКА

Р.Д. Алтынбаев, П.П. Юнашев, В.В. Веропаха ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ.....	34
В.С. Мальцева, К.Е. Ходакова, С.В. Литвинова ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ВСЕОБЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	39
С.С. Черняев ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	46
М.А. Шпиц ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	50

УДК 656.13.05:004.942
EDN WRSRUE

ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА УМНОГО ГОРОДА: ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ В SUMO

В.В. Куприянчик

*Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Беларусь*

Аннотация. В работе рассмотрена задача повышения эффективности дорожного движения на городском пересечении улично-дорожной сети, характеризующемся высокой интенсивностью транспортных потоков в часы пик, возникновением затруднений движения и потенциально аварийных ситуаций, связанных с перестроениями в зоне перекрёстка и на примыкающем участке. Объект исследования – регулируемый перекрёсток ул. Богдана Хмельницкого – ул. 60 лет СССР г. Гомеля (Республика Беларусь) и прилегающие подходы. Целью исследования является оценка влияния предлагаемых мероприятий по изменению планировочной структуры и схемы движения на величину задержек транспортных средств и экономические потери от задержек. Для достижения цели выполнены натурные наблюдения и замеры интенсивностей по направлениям движения, подготовлена исходная модель участка и выполнено микромоделирование в программном продукте SUMO с последующим расчётом показателей задержек. На основе таких расчетов определены экономические потери от задержек транспортных средств и оценена годовая экономия. Полученные результаты показали уменьшение экономических потерь по сравнению с исходной схемой организации дорожного движения. Практическая значимость работы заключается в обосновании простых организационно-планировочных решений (переразметка, выделение зон неиспользуемой проезжей части, устройство правоповоротного съезда с обходом светофорного регулирования) как инструмента снижения задержек и повышения эффективности работы перекрёстка. Отмечены ограничения расчётов и перечень данных, требующих уточнения при переходе к проектной реализации.

Ключевые слова: организация дорожного движения, перекрёсток, микромоделирование, SUMO

A SMART-CITY DIGITAL TWIN COMPONENT: EVALUATING INTERSECTION MEASURES IN SUMO

Vladimir V. Kupriyanchik

*Belarusian State University of Transport
Gomel, Belarus*

Annotation. The paper addresses the task of improving traffic efficiency and safety at an urban road intersection characterized by high peak-hour demand, recurrent congestion, and potentially hazardous lane-changing maneuvers in the intersection influence area. The study object is the Bohdan Khmelnytskyi St. – 60 Let SSSR St. intersection and its approaches. The goal is to assess how proposed planning and traffic scheme changes affect vehicle delays and delay-related economic losses. Field observations and turning-movement counts were used as input. A microsimulation model was built in SUMO; delay indicators were computed from the tripinfo output and then converted into economic losses. The results demonstrate reduced total delays for the upgraded scenario and lower annual delay costs compared to the baseline. The practical contribution is an evidence-based justification of low-to-medium complexity measures (lane reallocation/markings, allocation of unused pavement into functional zones, and a channelized right-turn bypass) as an effective approach for

reducing delays at an urban intersection. Limitations and data required for design-stage implementation are stated.

Keywords: *traffic management; intersection; microsimulation; SUMO; delay*

Введение

Повышение эффективности работы городских перекрёстков остаётся одним из наиболее результативных направлений совершенствования улично-дорожной сети, поскольку именно на пересечениях концентрируются задержки, конфликтные точки и условия возникновения ДТП. В прикладных исследованиях отмечается значимость адаптивного и параметрического совершенствования светофорного регулирования, а также необходимости количественной оценки эффекта мероприятий с использованием моделирования и статистических методов [1, 2, 3, 4, 5]. В контексте целей устойчивого развития транспортных систем актуальными являются решения, обеспечивающие снижение потерь времени и повышение безопасности движения при сохранении городской среды [6].

В данном исследовании выявлено, что на рассматриваемых городских участках при высокой интенсивности движения в часы пик возникают затруднения движения и повышается уровень аварийности; дополнительно фиксируются нежелательные коллективные перестроения и эпизоды резких манёвров, формирующие потенциально опасные ситуации. С учётом практики повышения эффективности дорожного движения на перекрёстках и подходов к оценке эффекта организационных решений [1, 3] требуется обосновать мероприятия, позволяющие снизить задержки и связанные с ними экономические потери.

Цель работы – оценить влияние предлагаемых организационно-планировочных мероприятий на величину задержек транспортных средств и экономические потери от задержек на городском перекрёстке по результатам микромоделирования.

Задачи:

- зафиксировать исходные условия движения и интенсивности по направлениям;
- выполнить микромоделирование исходного и модернизированного вариантов в SUMO;
- рассчитать задержки по данным моделирования;
- оценить экономические потери от задержек и годовую экономию;
- сформулировать выводы и ограничения для дальнейшей проработки.

Научная новизна заключается в применении сопоставимого сценарного микромоделирования (одинаковые входные интенсивности) для сравнения двух вариантов организации движения и последующий перевод результата по задержкам в экономические потери с расчётом годового эффекта.

Практическая значимость – получение количественного обоснования эффективности мероприятий (переразметка и устройство правоповоротного съезда с обходом регулирования) как инструмента снижения задержек в дорожном движении.

Основная часть

Объектом исследования является городской перекрёсток ул. Богдана Хмельницкого – ул. 60 лет СССР г. Гомеля и прилегающие подходы (рисунок 1). Главная дорога – ул. Богдана Хмельницкого. Движение по ней организовано по нескольким полосам, есть островки безопасности. На подходах присутствует маршрутный транспорт, а на одном из направлений расположен остановочный пункт. Разрешённая скорость движения в городской черте составляет 60 км/ч.

Натурные наблюдения включали измерение интенсивности движения транспортных средств по направлениям на подходах перекрёстка, а также интенсивности пешеходов. Полученные значения использованы как исходные данные для формирования потоков в модели SUMO.

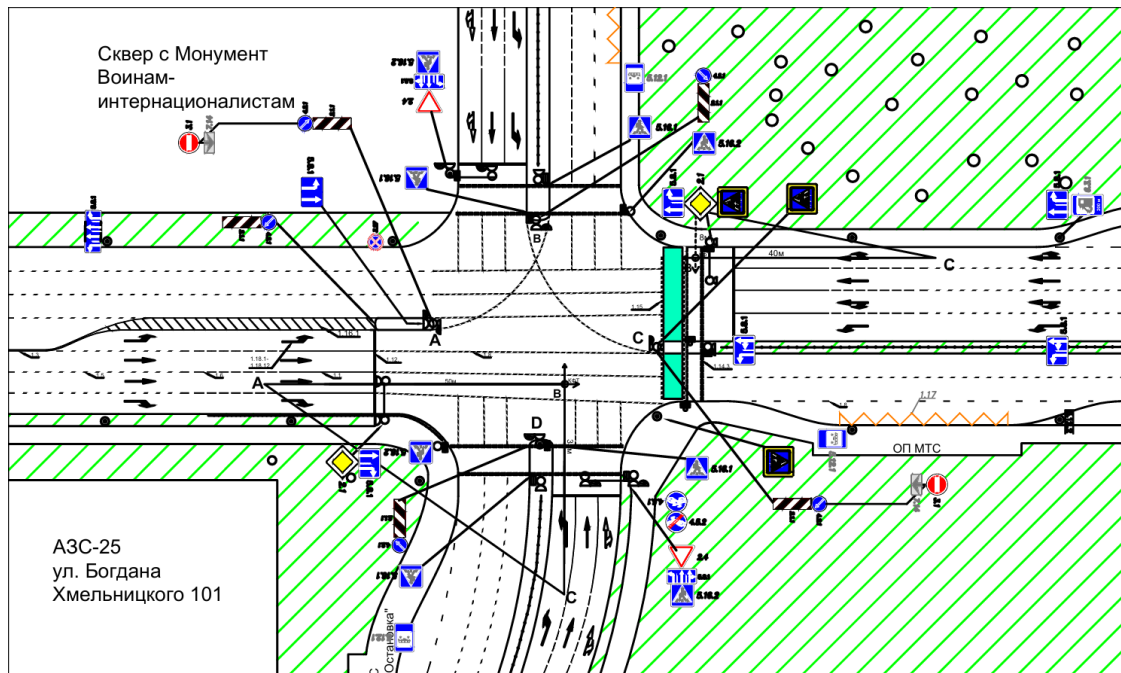


Рисунок 1 – Перекресток ул. Б. Хмельницкого / ул. 60 лет СССР

Figure 1 – Intersection of B. Khmel'nitsky Street/60 Years of the USSR Street

Методика/модель/расчётный аппарат

Для оценки влияния мероприятий выполнено микромоделирование в программном продукте SUMO. Исходные интенсивности сохранялись одинаковыми для сравниваемых вариантов. В конфигурации моделирования был задан вывод результатов в файл tripinfo_results.xml, на основании которого затем выполнялся расчёт задержек транспортных средств и определение средних значений.

Экономические потери от задержек транспортных средств рассчитывались по зависимости

$$P_{дт} = dQK_{ПЭ}F_{Г}C_{д} \frac{1}{3600},$$

где d – удельная задержка транспорта, сек;

Q – интенсивность движения, авт./ч;

$K_{ПЭ}$ – экономический коэффициент приведения;

$F_{Г}$ – годовой фонд времени;

$C_{д}$ – стоимость одного часа задержки легкового автомобиля.

В качестве проектного решения выбран вариант с наименьшими суммарными задержками: смещение полос движения слева направо с выделением неиспользуемых участков проезжей части функциональными зонами, а также устройство съезда для движения направо с обходом перекрёстка со светофорным регулированием (рисунок 2). Данное решение соответствует подходам, рассматриваемым в работах по повышению эффективности работы регулируемых перекрёстков и оценке эффекта оптимизации [1, 3, 6].

Результаты и их анализ

По результатам моделирования в SUMO рассчитаны задержки транспортных средств для исходного и модернизированного вариантов. Результаты их сравнительного анализа представлены в таблице.

Средняя задержка для модернизированного варианта составила 34,95 сек при сохранении сопоставимых исходных интенсивностей. На основе этих данных рассчитаны экономические потери от задержек транспортных средств по формуле, равные 190365,66 долл./год. Для исходного

НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

варианта суммарные экономические потери составили 214 222,64 долл./год. Таким образом, годовая экономия (разница потерь) достигает 23,9 тыс. долл./год, что характеризует экономический эффект от внедрения предлагаемых мероприятий и изменений. Капитальные вложения на реализацию мероприятий составляют 44,6 тыс. долл. США, что обуславливает расчетный срок окупаемости 1,9 г.

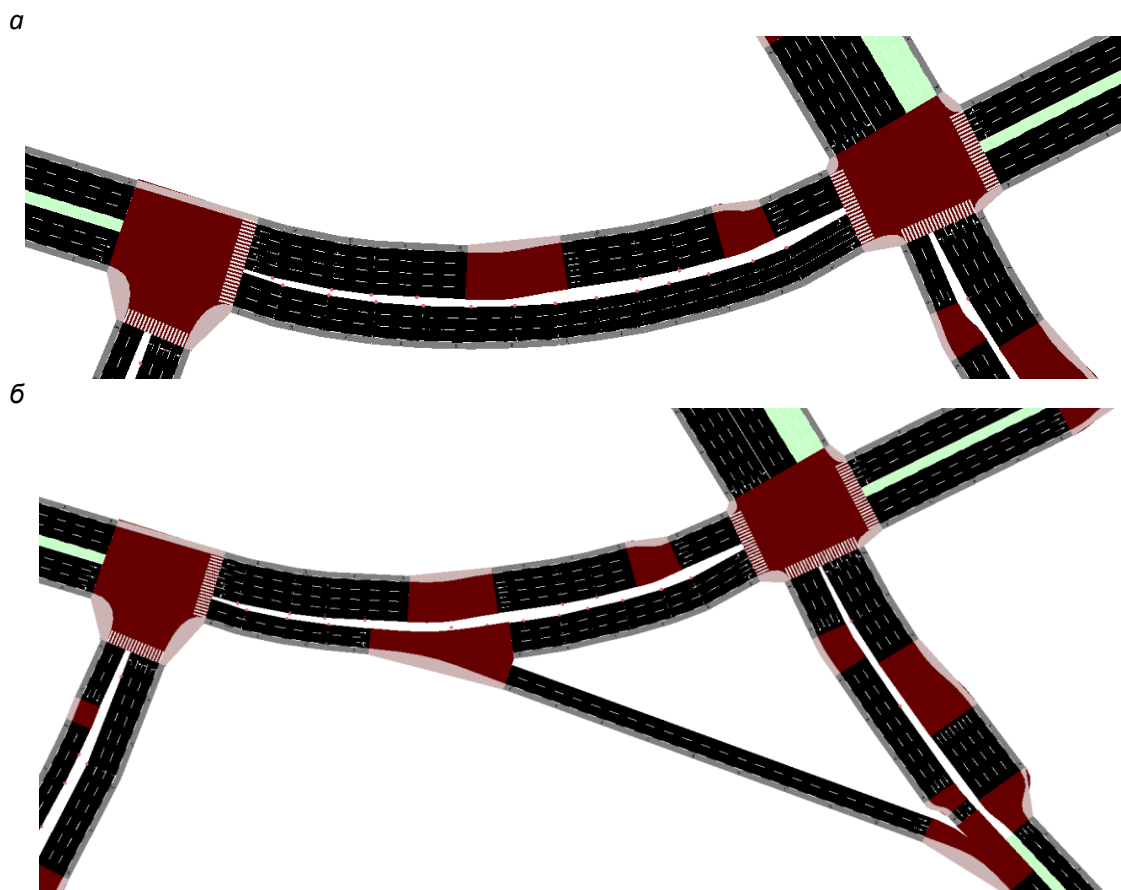


Рисунок 2 – Цифровой двойник исследуемого участка: а – существующего; б – предлагаемого

Figure 2 – Digital twin of the site under study: a) – existing; b) – proposed

Таблица
Сравнительный анализ существующего и предложенного вариантов схем ОДД

Table
Comparative analysis of the existing and proposed traffic management schemes

Наименование показателя	Существующая схема ОДД	Предлагаемая схема ОДД	Эффект
Средняя задержка каждого ТС, сек	39,33	34,95	4,38
Количество ТС	3224	3224	-
Потери машино-сек	126799	112691	14108
Суммарные экономические потери, тыс. у.е./г.	214,2	190,3	23,9

Обсуждение/сравнение/ограничения

Полученный эффект согласуется с общими выводами о том, что значимое улучшение может быть достигнуто не только капитальным расширением проезжей части, но и организационными изменениями (переразметка, оптимизация режимов, согласование работы объектов регулирования) при наличии обоснования и корректной оценки последствий [5].

Рассматриваемое решение – канализация правоповоротного движения с обходом зоны светофорного регулирования и перераспределение полос – направлено на снижение конфликтов и времени ожидания, особенно для потоков, формирующих очереди на подходах. С методологической точки зрения применение моделирования для оценки эффекта и последующего расчёта экономии соответствует практикам, используемым при анализе эффективности регулирования и оптимизации перекрёстков [1, 3, 5].

Ограничения исследования:

- снижение аварийности упоминается как потенциальная составляющая экономии, однако для прямой количественной оценки требуется уточнение по данным исследования (статистика ДТП/конфликтов до и после либо калиброванные показатели безопасности);
- в расчёте эффекта указан размер капитальных вложений, размер которых требует практического уточнения.

Выводы

По результатам натурных обследований сформированы исходные данные по интенсивностям движения на подходах городского перекрёстка, что позволило задать сопоставимые входные потоки для моделирования. Выполнено микромоделирование исходного и модернизированного вариантов организации движения в SUMO с использованием выходных данных tripinfo для расчёта задержек. Для модернизированного варианта (переразметка и устройство правоповоротного съезда с обходом светофорного регулирования) средняя задержка составила 34,95 сек, что подтверждает снижение задержек относительно исходного состояния. Экономические потери от задержек транспортных средств снижены с 214,2 до 190,4 тыс. долл./год.

Библиографический список

1. Аземша С.А., Капитанов П.И., Евланов В.И. Повышение эффективности дорожного движения на перекрестках внедрением адаптивного регулирования // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2020. № 2 (41). С. 37–41.
2. Аземша С.А., Капитанов П.И. Оценка влияния характеристик регулируемых перекрестков на эффективность оптимизации их работы корреляционным анализом. В сборнике: Организация и безопасность дорожного движения: материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием. Тюмень, 2021. С. 152–157.
3. Галушко В.Н., Аземша С.А., Капский Д.В., Кот Е.Н., Кравченя И.Н. Оптимизация в дорожном движении: учебно-методическое пособие / Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь; Белорусский государственный университет транспорта. Гомель, 2021.
4. Карасевич С.Н., Еремин В.М., Бадалян А.М., Аземша С.А. Повышение безопасности дорожного движения в транспортных узлах на основе компьютерного моделирования системы «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда» // Научный вестник автомобильного транспорта. 2016. № 7–9. С. 18–26.
5. Карасевич С.Н., Аземша С.А. Компьютерное моделирование поведения потоков автомобилей в зоне железнодорожного переезда. В сборнике: Организация и безопасность дорожного движения: материалы XI Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. 2018. С. 72–77.
6. Карасевич С.Н., Аземша С.А. Организация дорожного движения в контексте целей устойчивого развития // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2017. № 2 (35). С. 58–61.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Куприянчик Владимир Владимирович – студент кафедры «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением», e-mail: lenovo.kuteks@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kupriyanchik Vladimir V. – student of the Department of Road Transport and Road Traffic Management, e-mail: lenovo.kuteks@gmail.com

Научный руководитель Аземша С.А., канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением» Белорусского государственного университета транспорта

УДК 711.123
EDN VQJMDE

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ШКОЛЫ В РАЙОНЕ ПАТРУШЕВО ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Голубева, М.Е. Бокарёв

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия*

Аннотация. *Статья посвящена строительству новой школы в районе Патрушево г. Тюмени. В условиях растущего населения и увеличивающейся потребности в образовательных учреждениях данный проект становится актуальным и необходимым. В статье рассматриваются основные аспекты строительства, включая проектные решения, влияние на социальную инфраструктуру района, а также мнения местных жителей и специалистов в области образования.*

Ключевые слова: *проектные решения, инфраструктура, архитектурный стиль, планировочные решения, демография, тенденции, строительство, образование*

PROSPECTS FOR CONSTRUCTING A SCHOOL IN THE PATRUSHEVO DISTRICT OF TYUMEN REGION

Elena A. Golubeva E.A., Maxim E. Bokarev

*The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI),
Omsk, Russia*

Abstract. *The article is devoted to the construction of a new school in the Patrushevo district of Tyumen. In the context of a growing population and increasing need for educational institutions, this project is becoming relevant and necessary. The article examines the main aspects of construction, including design solutions, impact on the social infrastructure of the area, as well as the opinions of local residents and education specialists.*

Keywords: *design solutions, infrastructure, architectural style, planning solutions, demography, trends, construction, education*

Введение

К числу основополагающих принципов государственной политики в сфере образования относятся обеспечение единства образовательного пространства на территории страны, сохранение и развитие этнокультурных особенностей и традиций народов Российской Федерации в условиях многонационального государства, а также государственные гарантии уровня и качества образования на основе единства обязательных требований к условиям реализации основных образовательных программ и результатов их освоения, которые обеспечивают федеральные государственные образовательные стандарты. В настоящее время осуществлено обновление федеральных государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего образования и среднего общего образования, целями которых являются обеспечение качества общего образования, повышение роли школы в воспитании молодежи как ответственных граждан Российской Федерации на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей.

На начало 2023/24 учебного года по образовательным программам начального общего, основного общего, среднего общего образования обучались около 18 млн человек, функционировало 38 890 общеобразовательных организаций. Во вторую смену обучались 2,7 млн человек (около 15,4 % общего числа обучающихся), ликвидировано обучение в третью

смену. С 2019 г. до 1 октября 2024 г. создано более 841,3 тыс. новых мест в 1400 школах, из них 298,7 тыс. мест в 631 школе – за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников.

Основная часть

По данным Росстат России, в период с 1990 по 2021 г. ввод новых школ в стране носил депрессивный характер. Это было связано с экономической ситуацией и отсутствием государственной политики в данном направлении (рисунок 1). Однако за 2020–2021 годы Министерство просвещения вывело на новый уровень программу строительства школ. В рамках нацпроекта «Образование» уже открыты 181 школа на 115 тыс. мест и 734 детских сада на 110 тыс. мест. Всего до конца 2024 г. появилось 1300 новых современных школ.

Численность школ в России

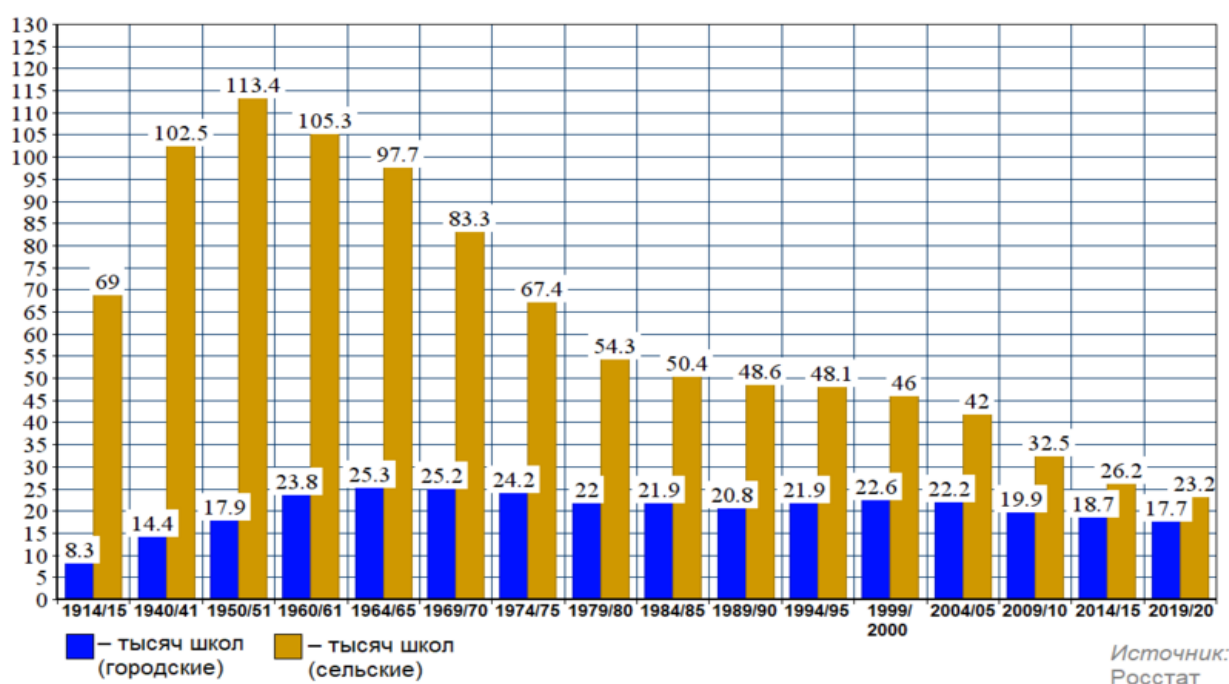


Рисунок 1 – Динамика ввода новых школ в эксплуатацию

Figure 1 – Dynamics of commissioning of new schools

У властей Тюменской области грандиозные планы по строительству новых школ и садов. Это следует из проекта бюджета на 2024 г. и плановый период 2025–2026 г.

С каждым годом Тюмень демонстрирует устойчивый рост населения, что, в свою очередь, вызывает необходимость в расширении образовательной инфраструктуры. Район Патрушево не является исключением – здесь наблюдается активное развитие жилых комплексов и увеличение числа семей с детьми. В ответ на эти вызовы власти города приняли решение о строительстве новой школы, которая обеспечит качественное образование для подрастающего поколения и создаст комфортные условия для обучения.

Проектирование строительства школы включает в себя разработку конкретных проектов, требующих учета финансовых и сроковых ограничений. При проектировании здания школы учитывается его функциональность, безопасность и эргономика. Особенности проектирования школ зависят от целей и задач каждого учебного заведения, а также от требований законодательства в сфере образования. Задание на проектирование школы часто включает

разработку архитектурных решений, правил пожарной и технической безопасности, а также организацию образовательной и спортивной инфраструктуры внутри здания.

Основы проектирования школ включают в себя такие аспекты, как разработка проектов строительства общеобразовательной школы, согласование проекта с последующей работой школы для обеспечения ее функциональности. Проектирование образовательного пространства становится задачей, требующей особого внимания, так как современные образовательные технологии требуют новых подходов к организации учебного процесса. Проектирование школы начинается с определения норм, которые регулируют минимально необходимые требования к площади учебных помещений, спортивным залам, библиотекам и другим функциональным зонам. При проектировании начальных школ необходимо учитывать особенности учебного процесса на этом уровне образования, а именно организацию классных кабинетов, игровых комнат и пространства для творческой деятельности.

Проектные решения и архитектурные особенности

Строительство новой школы в районе Патрушево – это комплексный проект, направленный на создание образовательного учреждения, отвечающего современным требованиям и стандартам. Основные правила проектирования включают ряд положений, которые должны быть учтены в проекте (рисунок 2).

Общая площадь и вместимость: школа будет рассчитана на 1000 мест, что позволит обеспечить обучение для значительного числа учеников. Это особенно важно в условиях растущего населения района, где наблюдается увеличение числа семей с детьми.

Архитектурный стиль: здание будет выполнено в современном архитектурном стиле с использованием экологически чистых и энергоэффективных материалов. Это не только сделает школу эстетически привлекательной, но и снизит затраты на эксплуатацию. Проект включает большие окна для естественного освещения и специальные системы вентиляции, что создаст комфортную атмосферу для обучения.

Инфраструктура: в проекте предусмотрены спортивные залы, актовый зал, библиотека и специализированные кабинеты для различных предметов. STEM-лаборатории будут оснащены современным оборудованием, что позволит ученикам проводить эксперименты и практические занятия в области науки и технологий. Также предусмотрены пространства для групповой работы и творческой деятельности, что способствует развитию командных навыков у учащихся.

Зеленые зоны и благоустройство: вокруг школы будет создана благоустроенная территория с зелеными насаждениями, спортивными площадками и зонами отдыха. Это не только украсит окружающую среду, но и создаст комфортные условия для занятий на свежем воздухе.

Влияние на социальную инфраструктуру района

Строительство новой школы окажет значительное влияние на социальную инфраструктуру района Патрушево.

Улучшение образовательных услуг: с открытием новой школы увеличится доступность качественного образования для местных жителей. Это особенно важно для семей с детьми, которые стремятся обеспечить им достойное будущее. Новая школа будет предлагать разнообразные образовательные программы, включая углубленное изучение иностранных языков, искусства и технологий.

Создание рабочих мест: новая школа потребует квалифицированных специалистов – учителей, администраторов и вспомогательного персонала. Это создаст дополнительные рабочие места в районе, что положительно скажется на уровне занятости и экономическом развитии.

Развитие дополнительной инфраструктуры: появление нового образовательного учреждения может стать катализатором для развития сопутствующих объектов. Ожидается строительство новых детских садов, спортивных комплексов и культурных центров, что значительно улучшит качество жизни в районе.

Повышение привлекательности района: наличие современной школы повысит привлекательность района для новых жителей. Семьи с детьми будут более заинтересованы в покупке жилья в Патрушево, что приведет к росту цен на недвижимость и улучшению экономической ситуации.

Мнения местных жителей

Важной частью проекта является мнение местных жителей, которые активно обсуждают строительство новой школы, приведем несколько аспектов.

Положительные отзывы: большинство опрошенных жителей выражают надежду на то, что новая школа улучшит качество образования в районе и создаст комфортные условия для

обучения детей. Местные жители отмечают важность наличия современных образовательных учреждений для развития района.

Ожидания по поводу инфраструктуры: некоторые жители поднимают вопрос о необходимости улучшения транспортной доступности к школе. Важно предусмотреть безопасные пешеходные переходы и удобные маршруты общественного транспорта, чтобы обеспечить безопасность детей. Также высказываются предложения о создании парковочных мест для родителей, привозящих детей на занятия.

Сообщество и вовлеченность: местные жители также ожидают активного участия школы в жизни района. Планируется организация различных мероприятий, таких как дни открытых дверей, выставки работ учеников и спортивные соревнования, что поможет укрепить связь между школой и сообществом.

Перспективы развития образовательной системы

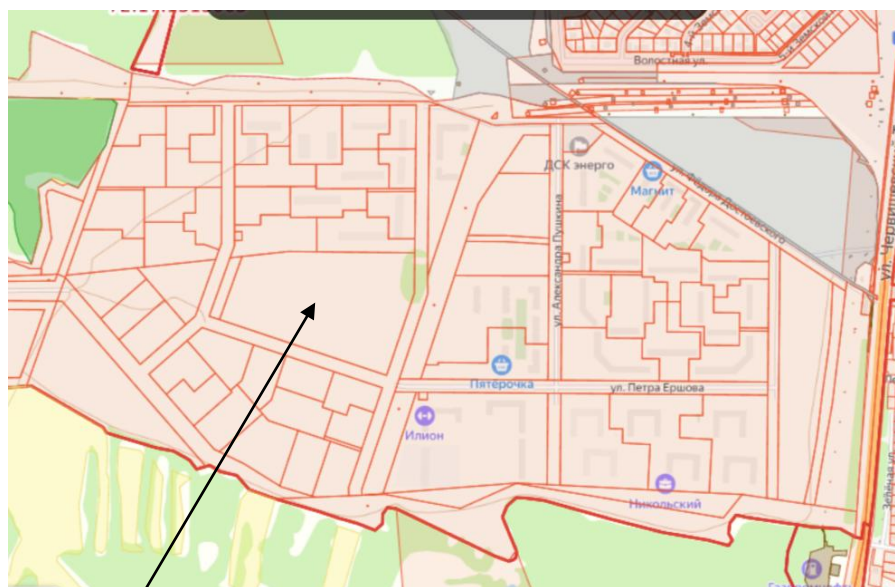
Строительство новой школы в Патрушево – это шаг к улучшению образовательной системы г. Тюмени в целом.

Инновационные подходы: открытие школы позволит внедрять современные образовательные методики и технологии. Ученики смогут участвовать в проектах по робототехнике, программированию и другим актуальным направлениям, что даст возможность развивать критическое мышление и навыки XXI в.

Сотрудничество с вузами: планируется сотрудничество с местными университетами для организации дополнительных курсов и программ для старшеклассников. Это поможет подготовить учеников к поступлению в высшие учебные заведения и обеспечит им доступ к актуальным знаниям и ресурсам.

Внедрение программ дополнительного образования: в школе будут реализовываться программы дополнительного образования, включая кружки по интересам, спортивные секции и творческие мастерские. Это создаст условия для разностороннего развития учащихся и позволит каждому ребенку найти свое призвание.

Поддержка инклюзивного образования: в проекте предусмотрены условия для инклюзивного образования, что позволит детям с особыми потребностями учиться вместе с их сверстниками. Это важный шаг к созданию равных возможностей для всех учащихся.



Земельный участок для строительства

Рисунок 2 – Карта-схема района строительства школы

Figure 2 – Map of the school construction area

Заключение

Проектирование и строительство школ и учебных заведений – часть образовательной инфраструктуры любой страны. Каждая школа должна быть спроектирована таким образом, чтобы обеспечить комфортные условия для учебного процесса и развития учащихся.

Строительство новой школы в районе Патрушево представляет собой значимый шаг к улучшению образовательной инфраструктуры и повышению качества жизни местных жителей. Открытие современного учебного заведения не только удовлетворит потребности растущего числа семей с детьми, но и создаст условия для всестороннего развития учащихся. Инновационные подходы в обучении, сотрудничество с высшими учебными заведениями и поддержка инклюзивного образования сделают школу центром притяжения для детей и их родителей.

Кроме того, новая школа станет катализатором для развития социальной инфраструктуры района, создавая рабочие места и способствуя улучшению транспортной доступности. Важно, что местные жители активно участвуют в обсуждении проекта, выражая свои ожидания и предложения, что способствует укреплению связи между образовательным учреждением и сообществом.

По данным администрации Тюменской области, бюджетные инвестиции предусмотрены на 2024 г. в сумме 6 566 451 тыс. руб., на 2025 г. – 10 662 436 тыс., на 2026 г. – 8 521 472 тыс. руб. Средства планируется направить на строительство восьми детских садов в г. Тюмени и строительство 26 школ, из них восьми – в Тюмени [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

В целом строительство школы в Патрушево – это не только инвестиция в образование, но и вклад в будущее всего района, которое будет способствовать его экономическому и социальному развитию.

Библиографический список

1. Сергей Кравцов: «В России будет построено 150 новых школ, чтобы избежать появления третьей смены» // Минпросвещения России. URL: <https://edu.gov.ru/press/8915/sergey-kravcov-v-rossii-budet-postroeno-150-novyh-shkol-chtoby-izbezhat-poyavleniya-tretej-smeny> (дата обращения: 31.10.2024).
2. Русинова Е.С., Баранова Г.П. Точечная застройка – необходимость или катастрофа? // Сибирский федеральный университет.
3. Стало известно, сколько квартир построили в Омске за 2023 год // Город 55 : [сайт]. 2024. 7 января. URL: <https://gorod55.ru/news/2024-01-07/stalo-izvestno-skolko-kvartir-postroili-v-omske-za-2023-god-3146705> (дата обращения: 30.10.2024).
4. Численность населения Омской области // Омкстат. URL: <https://55.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/chisl-2023.htm> (дата обращения: 30.10.2024).
5. Школы. Проектирование школьных зданий и помещений // Архитектура и проектирование. URL: <https://arx.novosibdom.ru/node/127> (дата обращения: 30.10.2024).
6. Публичная кадастровая карта. URL: <https://egrp365.ru/map/> (дата обращения: 30.10.2024).
7. Информация о домах Омска // ДомРеестр : сайт. URL: <https://domreestr.ru/omskaya-oblast/omsk/> (дата обращения: 31.10.2024).
8. Объем строительства жилья по программе КРТ почти утроился в России // РБК. URL: <https://realty.rbc.ru/news/67221cf49a794710d5a83f0c> (дата обращения: 31.10.2024).
9. Проектирование инженерных коммуникаций для школы // Геоблэк. URL: <https://geoblack.ru/blog-inzschool/> (дата обращения: 31.10.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Голубева Елена Анатольевна – канд. техн. наук, доц. кафедры ПГС, e-mail: elena.golybeva@inbox.ru
Бокарев Максим Евгеньевич – студент 3-го курса, гр. ИДБ-22С1.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Golubeva Elena A. – Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Civil Engineering, e-mail: elena.golybeva@inbox.ru
Bokarev Maxim E. – 3rd year student, gr. IDB-22S1.

УДК 625.7/8, 625.06
EDN PLXJMP

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛИТОВЫХ ШЛАМОВ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Л.Г. Куклина, А.А. Лунёв

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)
г. Омск, Россия

Аннотация. В статье собраны результаты исследований белитовых шламов, которые являются побочным продуктом, получаемым при производстве глинозёма спекательным способом из нефелиновых и бокситовых руд. Выполнен анализ физических, химических, механических и минералогических характеристик шлама. Анализ источников показывает, что белитовый шлам обладает высокой плотностью и значительным содержанием соединений кальция и обладает способностью к самостоятельному набору прочности, что определяет его перспективность в качестве сырья для производства вяжущих, материала для укрепления грунтов и самостоятельного строительного материала. Кроме того, оценена высокая сорбционная способность белитовых шламов, которая в перспективе позволяет использовать белитовые шламы как компонент для иммобилизации тяжелых металлов при утилизации отходов производства. На основе проведенного анализа было установлено, что белитовые шламы потенциально могут быть использованы для укрепления отходов промышленности (таких как буровые шламы, красные шламы и пр.) при этом обеспечивая не только их утилизацию, но и получение качественных и долговечных конструкций дорожных одежд.

Ключевые слова: строительство, автомобильные дороги, белитовый шлам, нефелиновый шлам

14

ANALYSIS OF THE RESULTS OF RESEARCH ON BELITE SLUDGE AND MATERIALS BASED ON IT

Lyubov G. Kuklina, Alexander A. Lunev

The Siberian State Automobile and Road University (SibADI)
Omsk, Russia

Abstract. The article summarizes the results of research on belite sludge, which is a by-product of the sintering process used to produce alumina from nepheline and bauxite ores. The article analyzes the physical, chemical, mechanical, and mineralogical characteristics of the sludge. The analysis of the sources shows that belite sludge has a high density, a significant content of calcium compounds, and the ability to gain strength on its own, making it a promising raw material for the production of binders, soil reinforcement materials, and construction materials. In addition, the high sorption capacity of belite slurries has been evaluated, which in the future allows the use of belite slurries as a component for the immobilization of heavy metals in the disposal of industrial waste. Based on the analysis conducted, it was determined that belite slurries can potentially be used to strengthen industrial waste (such as drilling slurries, red slurries, etc.), while ensuring not only their disposal but also the production of high-quality and durable road pavement structures.

Keywords: construction, highways, belite slurry, nepheline slurry

Введение

Белитовый шлам является одним из основных отходов, образующихся в процессе производства алюминия. Нефелиновый или белитовый шлам (после отмывки) является отходом производства глинозема из нефелинов. Его накопление связано с увеличением

объемов производства алюминия (рисунок), что создает значительные экологические и экономические проблемы.

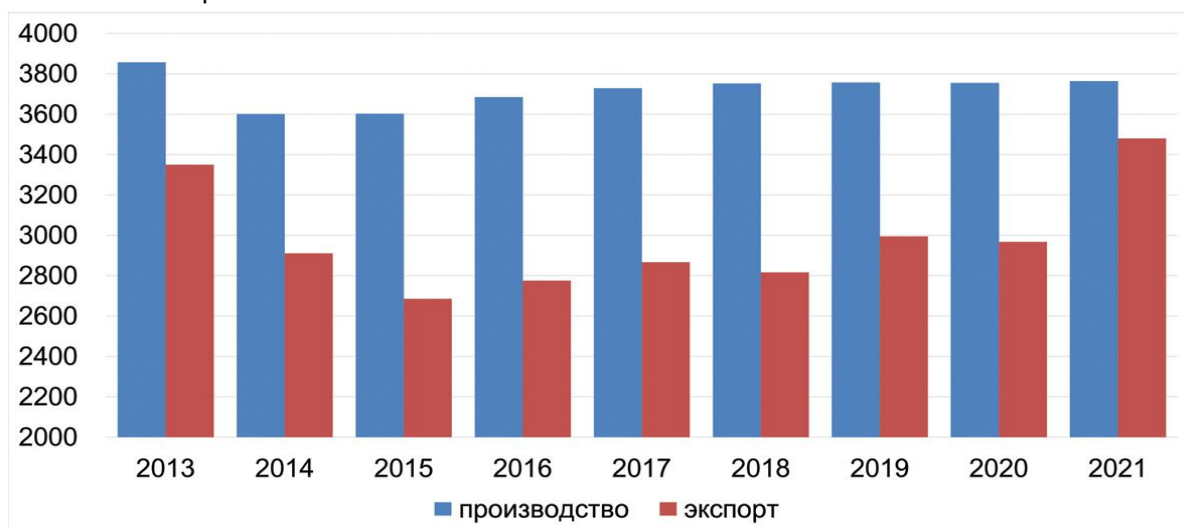


Рисунок – Динамика производства и экспорта алюминия в России в 2013–2021 гг. (тыс. т)

Figure – Dynamics of aluminum production and exports in Russia in 2013-2021 (thousand tons)

В условиях растущего внимания к вопросам экологической безопасности и рационального использования ресурсов возникает необходимость поиска способов эффективной утилизации и переработки белитового шлама. Изучение его физических, химических и минералогических свойств позволяет определить возможности его использования в различных отраслях промышленности, таких как строительство, производство заполнителей цемента и других материалов. Исследование свойств белитового шлама также важно для повышения эффективности горнодобывающей промышленности, так как позволяет минимизировать потери ценных компонентов и повысить уровень переработки отходов.

Исследование свойств белитового шлама представляет собой важный этап изучения и оптимизации процессов переработки сырья в промышленности строительных материалов, особенно в производстве цемента. Белитовый шлам состоит преимущественно из низкоосновных алюмосиликатов кальция, магния и кремния. Его исследование позволяет выявить ряд важных характеристик, влияющих на качество конечного продукта, эффективность технологического процесса, оптимизацию производственных процессов.

Целью настоящего исследования является анализ опыта исследований белитового шлама для оценки его применимости в строительной отрасли и постановки цели дальнейших исследований.

Основная часть

В настоящее время в научной литературе было найдено несколько основных направлений использования белитового шлама.

Наибольший интерес для нас представляет отрасль дорожного строительства, поскольку она традиционно имеет повышенную материалоемкость. Так, в статье А.А. Лыткина [1] приведены результаты испытаний белитового шлама текущего производства Ачинского глиноземного комбината, которые показывают, что белитовый шлам является пескообразным материалом, с повышенным значением оптимальной влажности по сравнению с природными материалами и набирающим прочность в течение длительного времени (прочность на сжатие до 10 МПа за 1 год твердения). Проведенные А.А. Лыткиным исследования показывают, что повторное уплотнение образцов оказывает положительное влияние на прочность конструкций с

течением времени, а в результате многократных уплотнений и механических воздействий происходит изменение плотности и прочности шлама.

В исследовании [2] А.А. Лыткин, Г.Б. Старков, Е.Я. Вагнер установили, что белитовый шлам обладает высокой активностью, что позволяет использовать его в качестве компонента материалов, применяемых в дорожных одеждах. Авторами также установлено, что шлам способствует повышению прочности и долговечности монолитных слоёв с высокой износостойкостью и устойчивостью к механическим воздействиям при использовании метода холодного ресайклинга, что способствует снижению стоимости и экологической нагрузки при строительстве дорог.

Из статьи О.В. Зубовой и пр. [3], а также В.В. Силецкого [4] можно сделать выводы о том, что прочность белитовых шламов и материалов на их основе связана с содержанием соединений кальция (содержит до 60% CaO и 20% SiO₂, что способствует его вяжущим свойствам). В сочетании с грунтами лесной зоны белитовый шлам улучшает их механические характеристики, включая плотность и водостойкость, а оптимальное содержание шлама в смеси позволяет снизить усадку и трещинообразование [3]. Также авторами отмечено, что при введении соответствующих активаторов твердения (например, щелочных соединений) белитовый шлам способен образовывать более прочные и долговечные соединения.

Согласно [4] мелкодисперсные фракции шлама оказывают наибольшее влияние на упрочнение грунтов, так как обеспечивают наибольшую уплотняемость смеси. Таким образом, исследование позволяет заключить, что оптимизация химического состава и размера частиц является важным фактором улучшения механических характеристик шламов. Использование белитового шлама в грунтоукреплении способствует утилизации отходов нефелинового производства, снижая их негативное воздействие на окружающую среду. Причем при взаимодействии с водой и активаторами (например, щелочами) он образует прочные структуры, повышающие механические характеристики шламогрунтов.

В публикации И.И. Шепелева и др. [5] отмечено, что гидравлическая активность белитовых шламов делает их пригодными в качестве основы нефелиновых вяжущих. В сочетании с гипсоангидритовыми добавками шлам ускоряет процессы твердения, обеспечивая быстрый набор прочности дорожных смесей, повышая его механическую прочность и водостойкость. Полученный в [5] материал обладал морозостойкостью F25 – в возрасте 28 сут и устойчивостью к агрессивным средам, что важно для эксплуатации в различных климатических условиях.

Ряд работ посвящён получению обжиговых (керамических) материалов на основе белитовых шламов. Так, статья Д.В. Кузнецова [6] показала, что при активации сырьевой смеси на основе отвального белитового шлама наблюдались увеличение скорости спекания шихты и снижение температуры клинкерообразования. Обжиг активированных смесей повышает прочность, стабильность, активность и адгезионные свойства материала благодаря формированию новых минералов.

В работе Р.Г. Еромасова и др. [7] исследуется, как изменение размера частиц шихты влияет на структуру керамических материалов. В статье рассматривается, как гранулометрический состав влияет на физические и механические свойства, такие как прочность, водопоглощение и термическая стойкость. Авторами было установлено, что для шлама, который содержит белит (глиноземистый минерал), важна его гранулометрия, так как она определяет плотность, пористость и однородность конечного продукта. Эти факторы важны и для применения в конструкциях дорожных одежд, следовательно, необходимо учитывать зерновой состав белитового шлама в процессе его использования.

Ряд исследований посвящен экологическому аспекту применения белитовых шламов. В материале [8] Л.М. Делицын и др. говорится о том, что белитовый шлам обладает хорошей минералогической стабильностью и устойчивостью к агрессивным средам, имеет высокую адсорбционную способность, что делает его перспективным для использования в очистке воды и газов. Исходя из этого, шлам имеет значительный потенциал для использования в качестве добавки в сырьё при производстве различных материалов (цемент, бетоны).

В статье Л.Е. Тюриной, А.А. Мороз, В.Т. Пампуха [9] подтверждается, что белитовый шлам обладает высокой сорбционной активностью и доказано, что он способен эффективно связывать и удалять условно-патогенные бактерии из окружающей среды. Также эта работа

подтверждает сделанные в [7] и [4] выводы о влиянии активности от площади поверхности (зернового состава). Таким образом, авторы [9] установили, что данный материал не только не оказывает негативного воздействия на окружающую природную среду, но и способен положительным образом сказаться на окружающей среде в регионе применения.

В работе О.О. Кузьмицкой, А.Е. Исакова [10] описываются улучшения физических свойств (формы и размера частиц) белитового шлама при гранулировании, что способствует более эффективному использованию как сорбента. Гранулы обработанного шлама имеют много пор и хорошо впитывают никель из воды, они прочные и устойчивы к повреждениям. Выходит, что адсорбция никеля из воды способствует снижению экологической нагрузки при использовании белитового шлама для рекультивации загрязнённых грунтов.

Таким образом, использование белитового шлама может быть перспективным для биотехнологических и экологических целей, связанных с очисткой воды и снижением бактериальной загрязнённости.

Заключение

Анализ свойств белитового шлама позволяет сделать следующие выводы:

- материал активно используется в устройстве монолитных слоев дорожных одежд, в т.ч. методом холодного ресайклинга, демонстрируя высокие показатели прочности и износоустойчивости. При этом повторное уплотнение положительно сказывается на прочности конструкций, способствуя улучшению механических свойств материала;

- белитовый шлам пригоден как самостоятельное вяжущее и как компонент для нефелиновых вяжущих, при этом добавление щелочных активаторов значительно увеличивает прочность и водостойкость таких композиций;

- добавление минеральных вяжущих веществ значительно увеличивает плотность и водостойкость дорожных покрытий, снижает вероятность образования трещин и усадки;

- гипсоангидритовые добавки ускоряют процесс твердения, улучшают прочность и морозостойкость готовых дорожных покрытий;

- оптимизация гранулометрии и химического состава шлама открывает возможности для изготовления высококачественной строительной продукции, такой как керамограниты и бетоны;

- высокая сорбционная активность белитового шлама (которая позволяет эффективно очищать воду от патогенных микроорганизмов и тяжелых металлов, снижая загрязнённость окружающей среды) позволяет рассматривать его как материал, способствующий иммобилизации тяжелых металлов и вредных соединений при утилизации отходов бурения, красных шламов и прочих твердых отходов.

Таким образом, белитовый шлам обладает уникальными свойствами, позволяющими применять его в промышленности и строительстве. Это открывает возможности для экономического развития и одновременного решения экологических задач.

Исходя из проведенного анализа, нами установлены следующие направления возможных исследований:

- разработка комплексных минеральных вяжущих для укрепления и стабилизации отходов бурения, красных шламов и прочих твердых отходов;

- разработка новых и эффективных дорожных конструкций с применением белитовых шламов и их мониторинг во времени;

- получение новых видов бесцементных вяжущих для целей промышленного и гражданского строительства на основе или с добавлением белитовых шламов.

Библиографический список

1. Лыткин А.А. Влияние повторного уплотнения и транспортных нагрузок на характер твердения белитового шлама в слоях дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», 2017. № 3 (55).

2. Лыткин А.А., Старков Г.Б., Вагнер Е.Я. Исследование эффективности использования белитового шлама для устройства монолитных слоев дорожных одежд методом холодного ресайклинга // Вестник СибАДИ. 2020. Т. 76, № 6. С. 764–776.
3. Зубова О.В. [и др.] Исследования дорожных смесей на основе грунтов лесной зоны и нефелинового шлама с добавками минеральных вяжущих // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. № 223. С. 187–200.
4. Шепелев И.И. [и др.] Оценка влияния химического и фракционного состава нефелинового шлама на прочностные свойства шламогрунтов // Проблемы региональной экологии. 2020. № 6. С. 100–105.
5. Шепелев И.И. [и др.] Дорожные твердеющие смеси на нефелиновых вяжущих с гипсоангидритовыми модифицирующими добавками // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. Т. 60, № 1. С. 181–189.
6. Кузнецов Д.В. Обжиг активированных сырьевых смесей на основе нефелинового шлама // Записки Горного института. 2002. Т. 150, № 2. С. 122–125.
7. Смолий В.А. [и др.] Влияние гранулометрического состава шихты на структуру и свойства керамических облицовочных материалов на основе нефелинового шлама // Стекло и керамика. 2017. Т. 90, № 8. С. 12–14.
8. Делицын Л.М. [и др.] Возможные области промышленного использования шламовых отходов комплексной переработки золы Троицкой ГРЭС // Экология промышленного производства. 2011. № 3. С. 38–47.
9. Тюрина Л.Е., Мороз А.А., Пампуха В.Т. Сорбционная активность белитового шлама в отношении условно-патогенных бактерий // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2022. Т. 184, № 7. С. 199–203.
10. Кузьмицкая О.О., Исакова А.Е. Способ гранулирования белитового шлама и использование его в качестве сорбента при очистке сточных вод от ионов никеля // Вестник науки. 2020. Т. 28, № 7. С. 118–123.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Куклина Любовь Геннадьевна – студент группы СУЗ-24С1, лаборант кафедры «Проектное управление и информационное моделирование в строительстве», e-mail: lubakuklina5@gmail.com
Лунёв Александр Александрович – канд. техн. наук, директор центра компетенций «ИВМРСО», доц. кафедры «Проектное управление и информационное моделирование в строительстве», e-mail: lunev.al.al@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kuklina Lyubov G. – student of the group SUZ-24S1, laboratory assistant of the Department "PUIMS", e-mail: lubakuklina5@gmail.com
Lunev Alexander Al. – Cand. of Technical Sciences, Director of the Competence Center "IVMRSO", Associate Professor of the Department "PUIMS", e-mail: lunev.al.al@gmail.com

УДК 620.92:621.548
EDN YPXSDU

УМНАЯ ДОРОГА БЕЗ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ: ПРИДОРОЖНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВЫЕ ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДАТЧИКОВ И СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

А.В. Лобода, Д.А. Симаньков

*Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Беларусь*

Аннотация. Рассматривается подход к распределённой генерации электроэнергии на объектах дорожной инфраструктуры за счёт утилизации ветровых потоков, возникающих при движении автотранспортных средств вдоль автомобильных дорог. Показано, что для придорожных условий наибольший интерес представляют вертикально-осевые ветряные турбины, менее чувствительные к изменению направления и турбулентности потока. Обобщены конструктивные решения, ориентированные на повышение эффективности при импульсном характере обдува, включая применение аэродинамических направляющих и оптимизацию геометрии лопастей. На примерах результатов вычислительного моделирования и экспериментальных исследований проанализированы диапазоны энерговыработки на проезд транспортного средства, а также факторы, влияющие на энергетический потенциал (тип транспортного средства, конфигурация направляющих). Отдельно рассмотрены практические аспекты интеграции придорожных турбин в дорожную и городскую инфраструктуру для автономного питания систем освещения, мониторинга и элементов «умной дороги». На основе представленного в материалах обзора обозначены возможные локации пилотного внедрения в Республике Беларусь (магистралы, узлы трафика, объекты придорожного сервиса, зарядная инфраструктура), а также ключевые ограничения технологии и направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: придорожные ветряные турбины, вертикально-осевая турбина, дорожная инфраструктура, автономное энергоснабжение, интеллектуальные транспортные системы

SMART ROAD WITHOUT THE GRID: ROADSIDE VERTICAL-AXIS WIND TURBINES FOR POWERING SENSORS AND MONITORING SYSTEMS

Anatoly V. Loboda, Daniel A. Siman'kov
*Belarusian State University of Transport
Gomel, Belarus*

Abstract. The paper addresses a distributed power generation approach for road infrastructure facilities by harvesting airflow induced by moving road vehicles along highways and urban roads. It is shown that vertical-axis wind turbines are especially relevant for roadside turbulent flows due to their lower sensitivity to wind direction changes. The study summarizes design solutions aimed at improving performance under impulse-like vehicle-induced winds, including the use of aerodynamic guide vanes and blade-geometry optimization. Based on computational and experimental results referenced in the provided materials, the paper discusses per-vehicle energy yield ranges and the key influencing factors (vehicle type and guide-vane configuration). Practical aspects of integrating roadside turbines into road and urban infrastructure are considered for off-grid powering of lighting, monitoring, and “smart road” elements. Using the described overview, potential pilot deployment locations in the Republic of Belarus are outlined (major highways, high-traffic nodes, roadside service facilities, and charging infrastructure), together with technology constraints and directions for further research.

Keywords: roadside wind turbines; vertical-axis wind turbine; road infrastructure; off-grid power supply; intelligent transport systems

Введение

Дорожная инфраструктура (освещение, средства мониторинга, информационные табло и иные элементы) требует устойчивого энергоснабжения, особенно на протяжённых участках и в точках, где подвод внешних сетей затруднён. В этой связи практический интерес представляет использование локальных источников энергии, увязанных с функционированием наземного транспорта и инфраструктуры. В исследованиях, посвящённых развитию транспортной инфраструктуры и экомобильности, подчёркивается значимость комплексного подхода к инфраструктурным решениям и мониторингу эффектов от их внедрения [1], а также рассматриваются перспективы интеллектуализации управления транспортными системами [2].

Одним из направлений распределённой генерации для объектов дорожной сети является утилизация ветровых потоков, формируемых движением автотранспорта. Такие потоки возникают регулярно при наличии транспортного потока и потенциально могут использоваться для автономного питания придорожных потребителей (например, освещения, камер наблюдения, дорожных датчиков) [3, 4]. Исходный материал статьи представляет обзор исследований и примеров реализации придорожных ветряных установок, ориентированных на использование «ветра от автомобилей» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Турбина с инновационной конструкцией лопастей¹

Figure 1 – Turbine with an innovative blade design¹

Основная часть

Цель – систематизировать сведения о технологиях утилизации ветровых потоков от движущихся автотранспортных средств для выработки электроэнергии и оценить направления применения в дорожной инфраструктуре.

Задачи:

- обосновать выбор типа турбин для придорожных турбулентных потоков;

¹ <https://jmhpower.com/ru/product/2kw-3kw-5kw-10kw-20kw-30kw-50kw-vertical-axis-wind-turbine/> (дата обращения: 04.01.2026).

- рассмотреть конструктивные решения и методы повышения эффективности (в т.ч. аэродинамические направляющие);
- обобщить результаты исследований по энергетической отдаче на проезд транспортного средства;
- описать варианты инфраструктурной интеграции и обозначить ограничения и направления дальнейших исследований.

Материальную основу статьи составили предоставленные автором текст и библиографический список, включающие публикации и сообщения о применении вертикально-осевых турбин вдоль автомагистралей [3], исследования по оптимизации систем направляющих при воздействии потоков от проезжающих автомобилей [4, 5], экспериментальное сравнение турбин Дарье и Савониуса для условий придорожного потока [6], численное моделирование работы вертикальной осевой турбины (ВОТ) в спутном следе автомобиля [7], а также описание пилотных внедрений (например, ENLIL в Стамбуле) [8]. Для части вопросов (в частности, выбора и обоснования прикладных направлений использования энергии на объектах транспорта) дополнительно использованы публикации [1, 2].

Выбор типа турбины для придорожного применения

В условиях автомобильной дороги воздушный поток характеризуется переменным направлением и высокой турбулентностью, что ограничивает применимость горизонтально-осевых установок. В предоставленных материалах в качестве предпочтительного решения рассматриваются вертикально-осевые ветряные турбины (ВОТ), менее чувствительные к направлению потока и более удобные для обслуживания за счёт размещения основных узлов ближе к уровню земли [3, 8].

Сравнение типов ВОТ

В обзоре приведены результаты экспериментального сравнения турбин Дарье (рисунок 2) и Савониуса (рисунок 3) для генерации энергии от ветра проезжающих автомобилей. Отмечено, что для придорожных условий более высокую эффективность продемонстрировала винтовая модификация турбины Савониуса (приводится коэффициент мощности и режим испытаний) [6]. Турбина Дарье в таких условиях описана как менее предпочтительная из-за чувствительности к турбулентности и особенностей запуска [6].

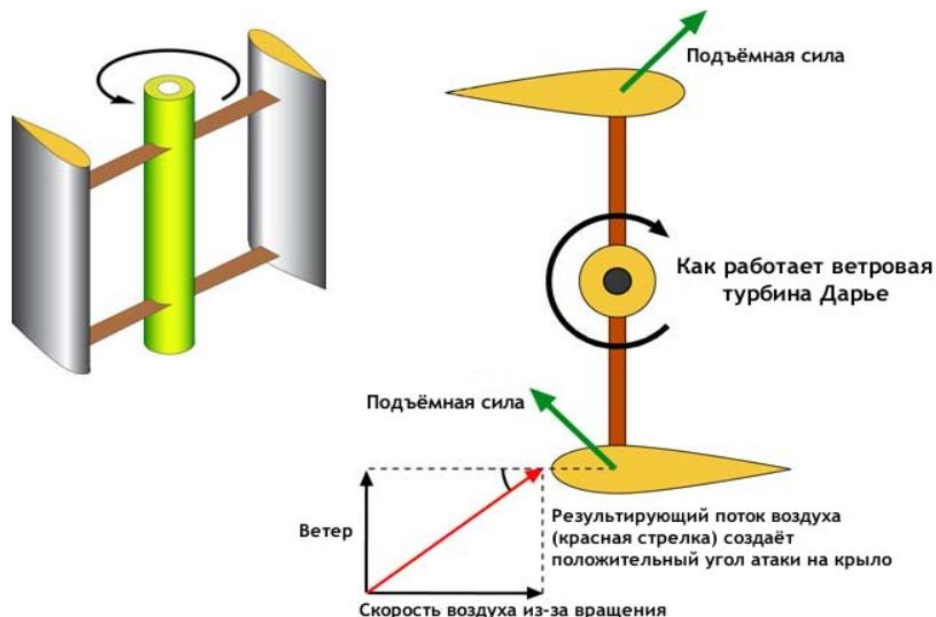


Рисунок 2 – Турбина Дарье²

Figure 2 – Darrieus turbine²

²https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80_%D0%94%D0%B0%D1%80%D1%8C%D0%B5?utm_medium=organic&utm_source (дата обращения: 04.01.2026).

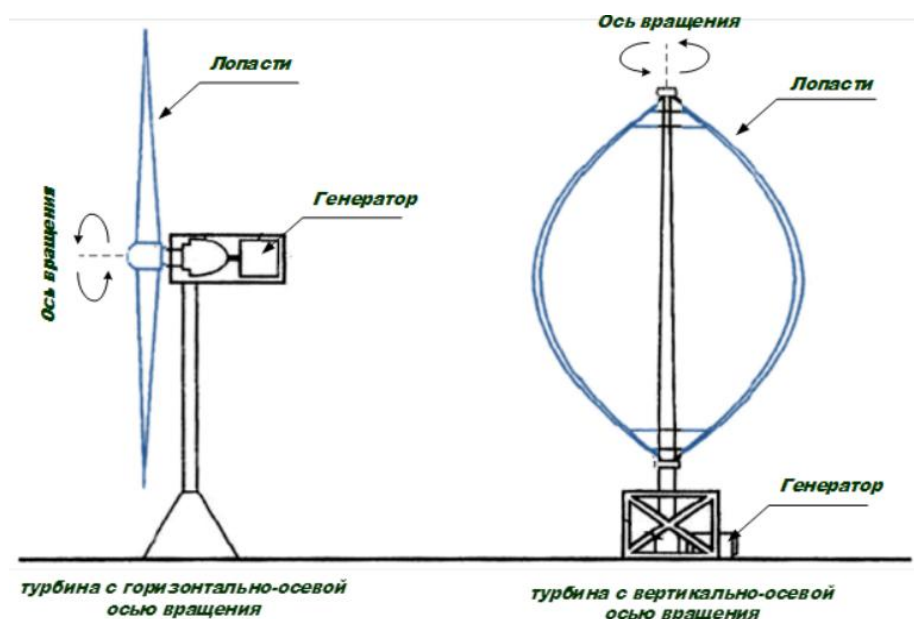


Рисунок 3 – Турбина Савониуса³

Figure 3 – Savonius turbine³

Методы повышения эффективности: аэродинамические направляющие

Ключевая проблема «ветра от автомобилей» – импульсный и нестационарный характер потока. В предоставленных материалах как наиболее перспективное решение рассматривается применение аэродинамических направляющих (обтекателей), которые перераспределяют поток, усиливая воздействие на рабочую часть ротора и снижая сопротивление на обратном ходе [5, 6].

В обзоре приведены значения прироста энергоотдачи при использовании направляющих: для базовой конфигурации без направляющих – около 37 Дж на проезд легкового автомобиля; с двумя направляющими – 58 Дж; с тремя направляющими – до 127 Дж, что интерпретируется как рост более чем на 240% [3]. Также в материале приведён пример диссертационного исследования по оптимизации геометрии направляющих и результаты моделирования для проезда автобуса (рост по соответствующим показателям) [5].

Влияние типа транспортного средства

Отдельно отмечено, что крупногабаритные транспортные средства (автобусы, грузовики) формируют более мощные воздушные потоки, вследствие чего энергетическая отдача системы выше по сравнению с легковыми автомобилями [3, 5]. Это важно при выборе локаций внедрения – приоритетными оказываются участки с высокой долей грузового транзита и/или интенсивным движением автобусов.

Практическая реализация: ENLIL (Стамбул)

В предоставленных материалах в качестве примера внедрения описан проект ENLIL (Стамбул), разработанный в кооперации университета и технологической компании [8]. Приведены сведения о компоновке (вертикальная конструкция, возможность размещения на обочинах/разделительных полосах), заявленных особенностях (комбинирование с солнечной энергией) и дополнительных функциях мониторинга (рисунок 4) [8].

³ https://simenergy.ru/energy-system/basic-data/wind-energy-plant?utm_medium=organic&utm_source (дата обращения: 04.01.2026).



Рисунок 4 – Многофункциональная ветряная турбина ENLIL⁴

Figure 4 – ENLIL multifunctional wind turbine⁴

Области применения в дорожной инфраструктуре

В исходном материале основные прикладные направления сформулированы как автономное питание объектов дорожной инфраструктуры: освещения, систем видеонаблюдения, дорожных метеостанций, информационных табло и датчиков интенсивности движения [3].

С учётом тенденций цифровизации и внедрения интеллектуальных транспортных систем вопрос локального энергоснабжения таких элементов становится практико-ориентированным: ИТС включает множество распределённых потребителей энергии, а управление транспортной системой рассматривается как перспективное направление развития (в т. ч. в работах [2, 9]).

Локации внедрения в Республике Беларусь

В предоставленном тексте приведён анализ локаций, который включает:

- магистрали с высокой интенсивностью движения (в т. ч. М1/Е30 как транзитная артерия), где ожидается максимальный эффект из-за плотного потока и доли грузового транспорта; при этом в материале приведена оценка пропускной способности магистралей с двумя полосами в каждом направлении [10];

- участки, связанные с развитием зарядной инфраструктуры электромобилей (упоминаются планы по размещению «супербыстрых» зарядных станций и программа «Маланка») [11, 12];

- размещение на объектах придорожного сервиса (в частности, АЗС), с учётом данных о планируемых реконструкциях/строительстве [13], а также данных о сети зарядных станций [10];

- потенциальная интеграция в инфраструктуру «умной дороги» и ИТС [12].

Ограничения и направления дальнейших исследований

В предоставленных материалах ограничения сформулированы следующим образом: импульсный характер генерации требует эффективного накопления энергии; значительная часть результатов получена в рамках моделирования и требует валидации натурными испытаниями; также требуется подтверждение долговечности и надёжности в условиях запылённости, вибраций и температурных перепадов [5].

⁴ https://thecode.media/enlil/?utm_medium=organic&utm_source (дата обращения: 04.01.2026).

Заключение

1. Использование ветровых потоков от движущегося автотранспорта рассматривается как перспективное направление распределённой генерации для автономного энергоснабжения объектов дорожной инфраструктуры [3].

2. Для придорожных условий наибольший интерес представляют вертикально-осевые турбины, устойчивые к изменению направления и турбулентности потока; среди рассмотренных решений в материале отмечены преимущества модификаций турбины Савониуса для таких условий [6].

3. Применение аэродинамических направляющих является ключевым методом повышения эффективности при импульсных потоках от проезда транспорта; в обзоре приведены примеры существенного роста энергоотдачи при переходе к конфигурациям с несколькими направляющими [3, 5].

4. Практическая интеграция придорожных турбин наиболее обоснована для питания распределённых потребителей «умной дороги» и объектов дорожной инфраструктуры (освещение, мониторинг, датчики), а также потенциально – для поддержки узлов зарядной инфраструктуры при соответствующей компоновке [3, 11, 12].

5. Для дальнейшего развития технологии требуются 3D-моделирование, натурные испытания и проработка решений по накоплению энергии и долговечности в эксплуатационных условиях [6].

Библиографический список

1. Карасевич С.Н., Аземша С.А. Совершенствование подходов к системе мониторинга эффектов от развития инфраструктуры для организации экомобильности в городах // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2022. № 2 (45). С. 28–34.

2. Аземша С.А. Перспективы создания интеллектуальной системы управления работой городского транспорта регулярного сообщения. В сборнике: Перспективы развития транспортного комплекса: материалы IX Международной научно-практической конференции. Минск, 2024. С. 119–124.

3. Ученые США изучают проект установки вертикальных ВЭС вдоль автомагистралей [Электронный ресурс] // Ассоц. «Глобал. энергия». 2025. 23 июля. URL : <https://globalenergyprize.org/ru/2025/07/23/uchenye-ssha-izuchajut-proekt-ustanovki-vertikalnyh-vjes-vdol-avtomagistralej/> (дата обращения: 04.01.2026).

4. Ulus A., Moldovan S.I. Optimization of Vertical Axis Wind Turbine Systems to Capture Vehicle-Induced Highway Winds // *Energies*, 2025.

5. Ulus A. Optimization of vertical axis wind turbine systems to recover vehicle induced highway winds // Youngstown State University, 2024.

6. Łyskawiński W., Kowalski K., Wojciechowski R.M. Experimental Assessment of Suitability of Darrieus and Savonius Turbines for Obtaining Wind Energy from Passing Vehicles // *Energies*, 2024, № 7, p. 1558.

7. Tian W., Mao Z., Li Y. Numerical Simulations of a VAWT in the Wake of a Moving Car // *Energies*, 2017, p. 478.

8. Посмотрите, как в Стамбуле добывают энергию от ветра проезжающего транспорта [Электронный ресурс] // The Code.media: журн. для программистов. 2021. 31 авг. URL : <https://thecode.media/en/lil/> (дата обращения: 03.01.2026).

9. Галушко В.Н., Аземша С.А., Капский Д.В., Кот Е.Н., Кравченя И.Н. Оптимизация в дорожном движении: учебно-методическое пособие / Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь; Белорусский государственный университет транспорта. Гомель, 2021.

10. Зеленые номера: сколько электромобилей в Беларуси и где их заряжать // Office Life. 2025. URL: <https://officelife.news/novosti-ekonomiki/27570-zelenye-nomera-skolko-elektromobiley-v-belarusi-i-gde-ih-zaryazhat/> (дата обращения: 15.02.2026).

11. Минск – город, где даже воздух работает на «зеленую» экономику // СБ. Беларусь сегодня. 2025. URL: <https://www.sb.by/articles/minsk-gorod-gde-dazhe-vozdukh-rabotaet-na-zelenuyu-ekonomiku.html> (дата обращения: 15.02.2026).

12. Мини-ветряные турбины JetWind в аэропорту могут преобразовывать ветер с самолетов в электроэнергию [Электронный ресурс] // Overclockers.ru : новости для гиков. 2025. 17 февр. URL : https://overclockers.ru/blog/kosmos_news/show/208897/Mini-vetryanye-turbiny-JetWind-v-aeroportu-preobrazovuyvat-veter-s-samoletov-v-elektroenergiju (дата обращения: 03.01.2026).

13. В Беларуси установят 13 новых АЗС и реконструируют столько же в 2025 году // Office Life. 2025. URL: <https://officelife.news/novosti-ekonomiki/31752-v-belarusi-ustanovjat-13-novyh-azs-i-rekonstruirujut-stolko-zhe-v-2025-godu/> (дата обращения: 15.02.2026).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лобода Анатолий Витальевич – студент кафедры «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением», e-mail: loboda0209@gmail.com

Симаньков Даниил Андреевич – студент кафедры «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением», e-mail: daniilsimankov3@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Loboda Anatoly V. – student of the Department of Road Transport and Road Traffic Management, e-mail: loboda0209@gmail.com

Siman'kov Daniil A. – student of the Department of Road Transport and Road Traffic Management, e-mail: daniilsimankov3@gmail.com

Научный руководитель *Аземша С.А., канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением» Белорусского государственного университета транспорта*

УДК 622.24:620.179.14
EDN EUTOVL

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

К.А. Мансуров, К.В. Беляев
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается практическое применение метода магнитопорошковой дефектоскопии для оценки технического состояния шаровых кранов, эксплуатируемых в составе буровых установок. Обоснована актуальность контроля для предотвращения аварийных отказов оборудования, работающего под высоким давлением. Подробно описан процесс обследования с использованием переносного электромагнита, включая подготовку поверхности, выбор режимов намагничивания, нанесение магнитной суспензии и интерпретацию индикаторных рисунков. Особое внимание уделено выявлению поверхностных трещин в корпусе крана и сварных швах. Сделан вывод о высокой эффективности и достоверности данного метода для оперативной диагностики бурового оборудования в полевых и цеховых условиях.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, магнитопорошковая дефектоскопия, шаровой кран

APPLICATION OF ADVANCED METHODS OF MAGNETIC NON-DESTRUCTIVE TESTING

Kirill A. Mansurov, Konstantin V. Belyaev
The Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

Abstract. This article examines the practical application of the magnetic particle testing (MPT) method for assessing the technical condition of ball valves used in drilling rigs. The relevance of this inspection method for preventing emergency failures of equipment operating under high pressure is substantiated. The inspection process using a portable electromagnet is described in detail, including surface preparation, selection of magnetizing modes, application of magnetic suspension, and interpretation of indication patterns. Special attention is paid to the detection of surface cracks in the valve body and welds. The conclusion is made about the high efficiency and reliability of this method for the rapid diagnostics of drilling equipment under both field and workshop conditions.

Keywords: non-destructive testing (NDT), magnetic particle testing (MPT), ball valve

Введение

Своевременное диагностирование состояния оборудования является важной технической задачей, позволяющей определить остаточный ресурс, произвести планирование ремонта и вывода (ввода) из эксплуатации. Неразрушающие методы контроля являются разделом технической диагностики и позволяют проводить обследование оборудования без нарушения его работоспособности, демонтажа и разборки агрегатов.

Система неразрушающего контроля – совокупность участников, которые в рамках регламентирующих норм, правил, методик, условий, критериев и процедур осуществляют деятельность в области одного из видов экспертизы промышленной безопасности, связанной с применением неразрушающего контроля.

Элементами системы являются персонал, подразделения, лаборатории, методические документы, средства неразрушающего контроля.

Средство неразрушающего контроля – техническое устройство, вещество и/или материал для проведения неразрушающего контроля.

подавляющее большинство методов неразрушающего контроля обнаруживает дефект по косвенным измерениям. Неразрушающий контроль выполняется с использованием методов, стандартизированных в отраслевых и государственных нормативных документах, что гарантирует достоверность и воспроизводимость результатов.

Средство неразрушающего контроля – техническое устройство, вещество и/или материал для проведения неразрушающего контроля.

Неразрушающие методы контроля используют различные виды физических воздействий на исследуемый объект. Эффективность применяемого метода зависит от многих факторов – материала объекта контроля; геометрических параметров объекта, таких как форма и размер; требований ГОСТа к проведению обследования, а также характеристик (вид и размер) дефекта и др.

Определяя различные физические параметры, согласно выбранному методу, производится поиск дефектов.

Основная часть

Наибольшее применение нашли следующие виды контроля: акустический, магнитный, тепловой, электрический, оптический, вихретоковый, радиационный, с проникающими веществами и радиоволновой. Каждый из видов НК подразделяют на методы, отличающиеся следующими признаками [5]:

– характером взаимодействия поля или вещества с объектом, определяющим соответствующие изменения поля или состояния вещества;

– параметром поля или вещества (первичным информативным параметром), измеряемым в процессе контроля;

– способом измерения параметра поля или вещества.

подавляющее большинство методов неразрушающего контроля обнаруживает дефект по косвенным измерениям.

Неразрушающий контроль выполняется с использованием методов, стандартизированных в отраслевых и государственных нормативных документах, что гарантирует достоверность и воспроизводимость результатов.

Магнитный метод контроля (ММК) основан на использовании магнитных свойств материалов для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов, таких как трещины, поры и коррозия.

Магнитный метод оперирует анализом магнитных полей рассеяния, возникающих вблизи дефектов или при изменениях магнитных свойств материала. Он предназначен для контроля ферромагнитных материалов, широко применяется при инспекции трубопроводов, резервуаров и других металлических конструкций. Этот метод выявляет поверхностные и подповерхностные дефекты в магнитных материалах, позволяя оперативно оценить состояние объектов и предотвратить аварии.

Магнитный неразрушающий контроль позволяет обнаружить дефекты с небольшой шириной раскрытия, около 1 мкм, расположенные под поверхностью изделия, при глубине более 10 мкм.

Этот метод особенно актуален для трубопроводов, резервуаров и сварных соединений, которые подвергаются значительным механическим и химическим нагрузкам.

Применение магнитного контроля позволяет не только повысить безопасность эксплуатации объектов, но и снизить затраты на обслуживание и ремонт.

Описание магнитопорошкового метода контроля

Наиболее простой в проведении, и в то же время наглядный способ магнитного контроля – магнитопорошковый. Для его проведения контролируемое изделие намагничивают, затем наносят магнитный порошок и регистрируют наличие или отсутствие дефекта. При наличии дефекта частицы порошка концентрируются в области дефекта, таким образом проявляя его. После контроля в обязательном порядке производится размагничивание изделия.

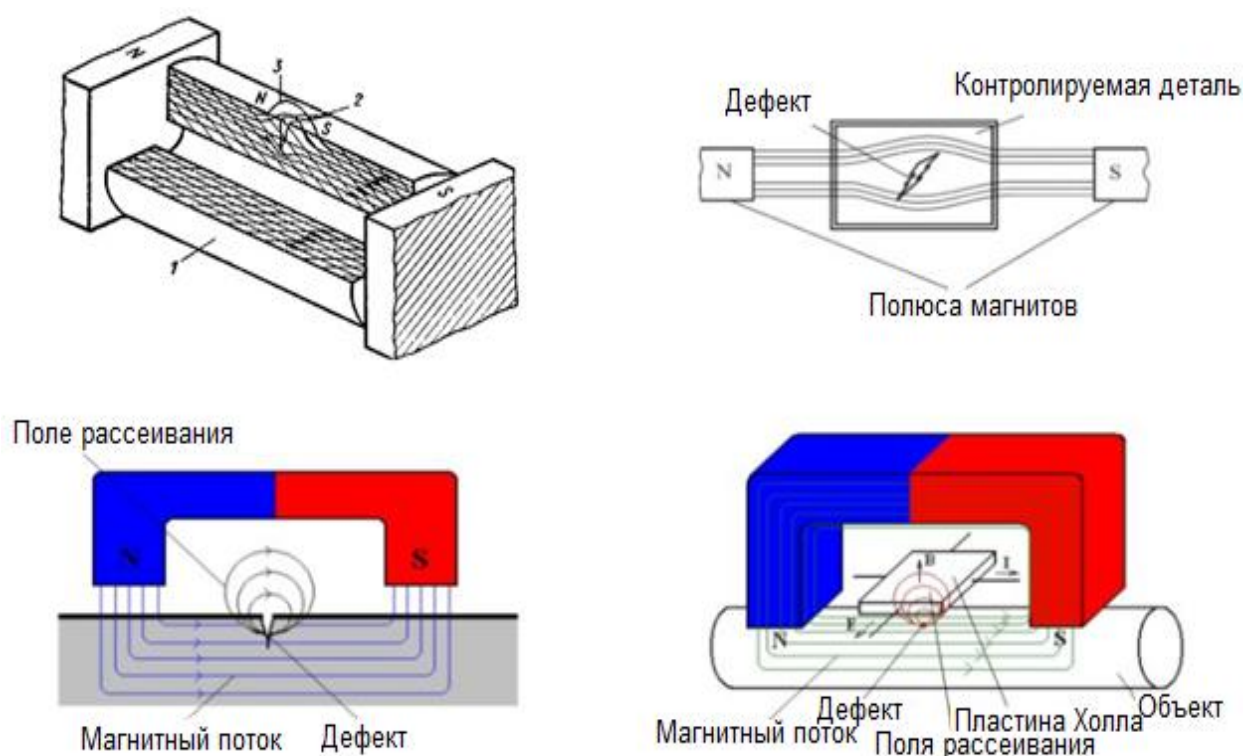
Схема образования магнитного поля над дефектом представлена на рисунке 1.

Для контроля применяются следующие магнитные порошки:

- естественные (чёрные, красно-коричневые) – например, магнетит Fe_3O_4 ;
- окрашенные (красные, жёлтые, белые и др.) – для контраста с поверхностью объекта;
- люминесцирующие – светятся под УФ-излучением, повышая видимость индикаций.

Требования к размеру частиц:

- для «сухого» метода – не более 200 мкм;
- для воздушной взвеси – не более 10 мкм;
- для суспензий – не более 60 мкм.



*Рисунок 1 – Схема образования магнитного поля над дефектом:
1 – контролируемая деталь; 2 – трещина; 3 – магнитное поле рассеивания;
N, S – полюса постоянно магнита*

*Figure 1 – Diagram of magnetic field formation above a defect:
1 – test object; 2 – crack; 3 – magnetic leakage field;
N, S – poles of the permanent magnet)*

Рассмотрим обследование технического состояния шарового крана замкового для бурения нефтяных и газовых скважин методом магнитопорошкового контроля с применением портативного электромагнита переменного тока. Выбор данного прибора обусловлен его оптимальными характеристиками для работы с крупногабаритными объектами сложной формы.

Объект контроля – шаровой кран, изображенный на рисунке 2, предназначен для использования в процессе бурения (например, на линии глушения или дросселирования). Материал крана – ферромагнитная сталь (перлитного или мартенситного класса), что является обязательным условием для применимости магнитного метода. В таблице представлены основные технические характеристики шарового крана.

Таблица
Технические характеристики шарового крана

Table
Technical characteristics of the ball valve

Наименование параметра	Значение
Рабочее давление не более, МПа	70
Давление испытания на прочность, МПа	105
Присоединительная резьба по ГОСТ 28487-90	3-163 (NC-61)
Нагрузка от массы колонны труб не более, кН	5000
Диаметр проходного отверстия, мм	76,2
Рабочая среда	нефть, газ, газоконденсат, буровые растворы
Температура рабочей среды, °С	0-100
Привод крана	механический, ручной
Материал корпуса	Сталь 40ХН2МА
Габаритные размеры, мм	
- длина	800
- наружный диаметр	197
Масса, кг	129,7

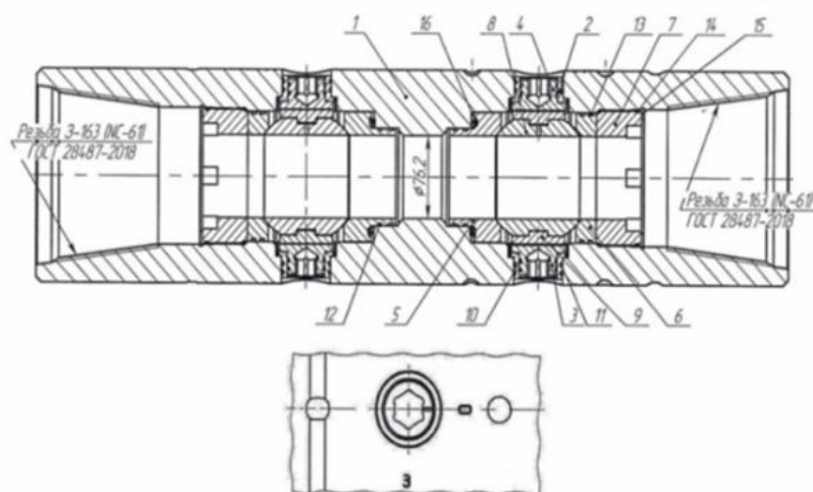


Рисунок 2 – Кран шаровой 2КШЗ:
1 – корпус; 2 – втулка; 3 – пробка; 4 – пробка левая; 5 – седло нижнее;
6 – седло верхнее; 7 – гайка; 8 – шар; 9 – поводок; 10, 11, 12, 13, 14
– уплотнительные кольца; 15 – стопорное кольцо; 16 – пружина

Figure 2 – Ball valve 2KSHZ
1 – Body; 2 – sleeve; 3 – plug; 4 – left plug; 5 – bottom seat;
6 – upper saddle; 7 – nut; 8 – ball; 9 – leash;
10, 11, 12, 13, 14 – o-rings; 15 – locking ring; 16 – spring

Шаровые краны, используемые в системах циркуляции бурового раствора и манифольдах буровых установок, работают в условиях экстремально высоких давлений, абразивного износа и циклических нагрузок. Отказ такого крана может привести к серьезной аварии, дорогостоящему простоям и угрозе безопасности персонала. Для предотвращения внезапных отказов и продления ресурса оборудования критически важно проводить регулярную диагностику его технического состояния. Одним из самых эффективных и достоверных методов выявления опасных поверхностных и подповерхностных дефектов (трещин, волосовин, непроваров) является магнитопорошковый контроль (МПК). Данный метод показан на рисунке 3. В

полевых и цеховых условиях для этих целей широко применяются переносные электромагниты, в частности, модель TWM 220 N, представленная на рисунке 4.

В контексте обследования шарового крана для бурения решаются следующие задачи:

- выявление поверхностных дефектов: обнаружение усталостных и коррозионных трещин на корпусе крана, шаре и в зонах сварных швов;
- оценка качества после ремонта или длительной эксплуатации: подтверждение отсутствия недопустимых дефектов перед установкой крана или после отработки им назначенного ресурса;
- предотвращение аварийных отказов: обнаружение зарождающихся трещин на ранней стадии позволяет своевременно вывести оборудование из эксплуатации для ремонта или замены.



Рисунок 3 – Шаровый кран под напылением магнитной суспензии

Figure 3 – Ball valve for magnetic suspension spraying



Рисунок 4 – Электромагнит TWM 220 N

Figure 4 – The electromagnet TWM 220 N

Средства контроля:

1. Намагничивающее устройство: портативный электромагнит TWM 220 N.
2. Источник питания: сеть переменного тока напряжением 220 В (что соответствует промышленным условиям).
3. Индикаторные материалы: магнитная суспензия на основе ферромагнитных частиц. Для повышения контраста на темной поверхности литого корпуса крана рекомендуется использовать суспензию с цветными (красными или черными) частицами на контрастном белом фоне либо люминесцентную суспензию для контроля в ультрафиолетовом свете. В данном случае применима магнитная суспензия аэрозоль серии: 7HF.

Методология проведения контроля с портативным электромагнитом

1. Очистка: поверхность крана в зонах контроля (корпус, зоны сварных швов) очищается от бурового раствора, грязи, масла, отслаивающейся краски и продуктов коррозии. Очистка производится механическим способом (скребки, щетки) и обезжиривающими составами. Поверхность должна быть сухой.

2. Нанесение контрастного покрытия: если используется цветная нелюминесцентная суспензия, а поверхность крана темная, на нее наносят тонкий слой белой контрастной краски или грунтовки.

Выбор режима намагничивания

Для выявления поверхностных трещин наиболее эффективно переменное магнитное поле (АС), которое создает электромагнит при работе от сети. Переменное поле позволяет выявить самые мелкие поверхностные дефекты.

Дефектоскопист устанавливает полюса электромагнита на контролируемый участок так, чтобы предполагаемое направление трещин пересекало силовые линии магнитного поля. Для выявления трещин разной ориентации необходимо проводить контроль во взаимно перпендикулярных направлениях.

Нанесение суспензии (рисунок 5).

Согласно рекомендациям для переносных электромагнитов (работающих на переменном токе) контроль проводится в области действия приложенного поля (способ остаточной намагниченности не применяется для переменного тока).

Порядок действий:

1. Установить электромагнит на деталь и подать питание.
2. Включить подачу суспензии (полив из аэрозольного баллона или пластмассовой емкости), обильно смачивая участок между полюсами. Важно, чтобы суспензия наносилась именно при включенном магнитном поле.
3. Прекратить подачу суспензии, дать стечь ее излишкам.
4. Выключить ток в электромагните и аккуратно снять его с детали.

Осмотр и интерпретация результатов

Осмотр поверхности проводят сразу после снятия электромагнита. В местах дефектов (трещин, непроваров) образуются валики скопившегося магнитного порошка – индикаторные рисунки. Характер индикаторных рисунков зависит от вида дефекта:

- трещины дают четкие, тонкие линии (удлиненные рисунки);
- цепочки пор или шлаковых включений – округлые, точечные скопления;
- волосовины – тонкие, слегка размытые линии;
- усталостные трещины четкие, тонкие, слегка извилистые линии с резкими очертаниями, скопление порошка плотное, напоминает волос, длина может варьироваться от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

В процессе обследования необходимо отделять ложные показания – скопления порошка на дефектах отличаются от скоплений в местах резкого изменения сечения (например, на границе галтели) или механической неоднородности металла (граница сварного шва) – такие скопления обычно имеют размытый, нечеткий характер.



Рисунок 5 – Область нанесения магнитопорошковой суспензии

Figure 5 – The area of application of magnetic shock suspension



Рисунок 6 – Выявление усталостной трещины

Figure 6 – Fatigue crack detection

Локализация: наиболее часто возникает в зонах концентрации напряжений: в галтельных переходах корпуса крана, у кромок отверстий, в местах резкого изменения сечения детали. Также часто встречается на внутренней поверхности корпуса в зонах контакта с шаром (седла крана) из-за циклических нагрузок и гидроударов.

Особенности: валик порошка обычно имеет высокий рельеф (при использовании влажной суспензии), так как трещины часто имеют раскрытие, достаточное для накопления частиц. После снятия электромагнита след остается четким.

При обнаружении индикаторных рисунков (рисунок 6) дефектоскопист обязан зафиксировать его местоположение (с помощью схемы или фото), измерить его длину и сравнить полученные параметры с допустимыми нормами, установленными заводом-изготовителем или ремонтной документацией. При превышении допустимых размеров дефекта кран бракуется или направляется в ремонт.

Заключение

Применение метода магнитопорошковой дефектоскопии с использованием переносного электромагнита является высокоэффективным и достоверным способом оценки технического состояния шаровых кранов буровых установок. Благодаря своей мощности, удобству сменных наконечников и возможности работы в полевых условиях, данный электромагнит позволяет оперативно выявлять опасные поверхностные дефекты, предотвращая аварии и обеспечивая безопасную эксплуатацию оборудования. Регулярное проведение такого контроля должно быть неотъемлемой частью системы технического обслуживания и ремонта бурового оборудования.

В отличие от подавляющего большинства методов НК, которые выявляют дефекты по косвенным измерениям, магнитопорошковый контроль обеспечивает прямую визуализацию дефектов за счет концентрации частиц порошка в полях рассеяния.

Эффективность данного метода обусловлена его высокой чувствительностью (обнаружение дефектов с раскрытием до 1 мкм), простотой проведения и наглядностью результатов. Он наиболее полно отвечает требованиям стандартизированных процедур контроля, гарантируя достоверность и воспроизводимость измерений, что критически важно для диагностики ферромагнитных изделий (трубопроводов, резервуаров, сварных швов). При этом, как и все методы НК, его результативность зависит от ряда факторов: свойств материала, геометрии объекта и характеристик искомых дефектов.

Таким образом, применение магнитопорошкового метода позволяет не только оперативно и точно оценивать техническое состояние объектов с целью предотвращения аварий, но и существенно снижать затраты на их последующее обслуживание и ремонт.

Библиографический список

1. ГОСТ 56512–2015. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы. Введ. 2015.07.06 М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2016. 6 с.
2. РД 39-0147014-554–89. Технология неразрушающего контроля крюкоблоков и крюков грузоподъемных механизмов. Введ. 1986.04.01. К.: ВНИИТнефть, 2016. 5 р.
3. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2006. 279 с.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / ред. В.В. Клюев. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2005. 656 с.
5. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань, 2012. 375 с.
6. Шелихов Г.С. Магнитопорошковый контроль изделий; под общ. ред. В. В. Клюева. М.: Спектр, 2013. 176 с.
7. Magnaflux | Non-destructive Testing Pduct & Equipment [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://magnaflux.com/Magnaflux/Products/Magnetic-Particle-Inspection/Equipment.htm> (дата обращения: 13.03.2026).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мансуров Кирилл Александрович – магистрант группы ЭТКм-24МА1, кафедры «Эксплуатация нефтегазовой и строительной техники», e-mail: kirya.mansurov.1999@mail.ru

Беляев Константин Владимирович – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация нефтегазовой и строительной техники», e-mail: proverkasm@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mansurov Kirill A. – master's student of group ETKm-24MA1, Department of Operation of Oil and Gas and Construction Equipment, e-mail: kirya.mansurov.1999@mail.ru

Belyaev Konstantin V. – Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Operation of Oil and Gas and Construction Equipment, e-mail: proverkasm@mail.ru

УДК 658.5
EDN PHPEUS

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Р.Д. Алтынбаев, П.П. Юнашев, В.В. Веропаха

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия*

Аннотация. Актуальность выбранной для исследования темы обусловливается необходимостью обеспечения качества производственной деятельности организаций в жесткой конкуренции в период санкций и требований импортозамещения. Определено, что в контексте бережливого производства – концепции, направленной на устранение непроизводительных операций и оптимизацию ресурсов это будет достигнуто наилучшим образом. Предложено дополнительно ввести штрихкодирование продукции для цифрового отслеживания процессов, снижения потерь и интеграции с системами управления качеством ISO 9001.

Ключевые слова: обеспечение качества, бережливое производство, производственные процессы, оптимизация

ENSURING THE QUALITY OF THE ORGANIZATION'S PRODUCTION ACTIVITIES

Rustam D. Altynbaev, Pavel P. Yunashev, Victor V. Veropakha

*The Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia*

Abstract. The relevance of the topic chosen for the study is determined by the need to ensure the quality of production activities of organizations in fierce competition during the period of sanctions and import substitution requirements. It is determined that in the context of lean manufacturing, a concept aimed at eliminating unproductive operations and optimizing resources, this will be achieved in the best way. It is proposed to additionally introduce product barcoding for digital process tracking, loss reduction and integration with ISO 9001 quality management systems.

Keywords: quality assurance, lean manufacturing, production processes, optimization

Введение

По данным Всемирной организации качества (WOQ) и отчетов Международной организации по стандартизации (ISO), предприятия, применяющие Lean-подходы, снижают себестоимость продукции на 20–30% и повышают качество на 15–25%. Статистикой Росстата определено, что в 2023 г. потери от неэффективного производства в РФ составили около 10% ВВП, а внедрение Lean-инструментов могло бы сократить этот показатель [1].

Таким образом, исследование направлено на решение практических задач предприятий, способствуя переходу к устойчивому развитию и повышению качества продукции процессов производства.

Основная часть

Управление качеством производственной деятельности организации основано на общем руководстве, которое определяет, как компания будет работать с качеством, ставит цели и распределяет ответственность, а также на оперативном управлении, которое включает в себя конкретные действия для достижения этих целей.

Основным фактором, определяющим эффективность системы качества, выступает её синхронное функционирование и неразрывная связь со всеми производственными процессами, воздействующими на качество продукции. На предприятии такая система разрабатывается с учетом особенностей его работы, масштабов, структуры и организации производственных процессов. При этом она обязана покрывать все этапы жизненного цикла товара.

Согласно основным требованиям, предъявляемым к системам качества, она должна:

- устанавливать процедуру документального оформления всех процессов системы;
- гарантировать участие всех сотрудников организации в управлении качеством;
- обеспечивать интеграцию деятельности по качеству с мероприятиями по снижению расходов;
- обеспечивать контроль качества на каждом этапе жизненного цикла товара;
- определять порядок проведения регулярных проверок, анализа и улучшения самой системы;
- предполагать выполнение профилактических мероприятий для предотвращения дефектов;
- препятствовать поступлению некачественной продукции к потребителю;
- обладать способностью адаптироваться к необходимым изменениям.

Разработка и внедрение системы качества – обязательная задача руководства предприятий, необходимая для воплощения политики в области качества и решения целевых задач.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9000–2015 [2], система – **совокупность взаимосвязанных и (или) взаимодействующих элементов. Система качества обеспечивает соответствие продукции или услуги требованиям заказчика посредством эффективной работы персонала.**

В российской практике система менеджмента качества является переводом западной концепции Total Quality Management (TQM). Нормативное определение TQM – «подход к руководству организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения потребителя и выгоды для всех членов организации и общества» [2]. В качестве синонимов и/или концептуально близких подходов используются термины: системы менеджмента качества, «шесть сигм» (6 sigma) – с примыкающими модификациями, ассоциированная система менеджмента качества, всеобщее управление качеством.

Повышение качества направлено на то, чтобы удовлетворить запросы потребителей и создать выгоду для всех вовлеченных сторон (работников, владельцев бизнеса, смежников, поставщиков), а также для общества [3].

В условиях современного рынка, характеризующегося высокой конкуренцией и быстро меняющимися потребительскими предпочтениями, компании стремятся к повышению эффективности своих бизнес-процессов. Одним из наиболее эффективных подходов к оптимизации потоковых процессов является концепция бережливого производства.

Концепция бережливого производства направлена на эффективное создание потребительской ценности. Её фундамент – непрерывный поток создания ценности, охватывающий все процессы организации. Постоянное совершенствование достигается за счёт активного участия сотрудников и целенаправленного устранения потерь любого рода.

Эта технология называется именно Lean, что на английском языке означает: бережливый, опираться, худой, плоский. Слово «бережливый» было выбрано, потому что при использовании методов концепции нужно гораздо меньше ресурсов, чем на массовом производстве [4].

Бережливое производство – это подход к организации производства, направленный на устранение любых видов потерь, не добавляющих ценности для клиента. Основанный на опыте Toyota, этот метод фокусируется на том, что клиент готов оплатить, и исключает все остальное. Именно благодаря такому подходу Toyota смогла стать мировым лидером в автомобильной промышленности.

В настоящее время существует несколько подходов к пониманию сущности концепции «бережливое производство».

В свою очередь отдельные практики менеджмента рассматривают бережливое производство как процесс вовлечения в оптимизацию бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

Бережливое производство берет своё начало в практике японских предприятий. Исследователи из США, анализируя производственную систему Toyota, выделили её базовые принципы и на их основе сформировали концепцию бережливого производства.

Компании реализуют бережливое производство по-разному: одни фокусируются на развитии персонала, другие – на модернизации технологий. Суть подхода в том, чтобы разделить всю деятельность на операции и процессы, выделив те, что действительно создают ценность для потребителя. Инструменты бережливого производства помогают устранять непродуктивные этапы.

В России специалисты часто не в полной мере понимают возможности и специфику бережливого производства, что препятствует широкому внедрению этой методологии и вызывает критическое отношение к ее инструментам [5, 6].

На рисунке 1 представлены базовые цели бережливого производства.

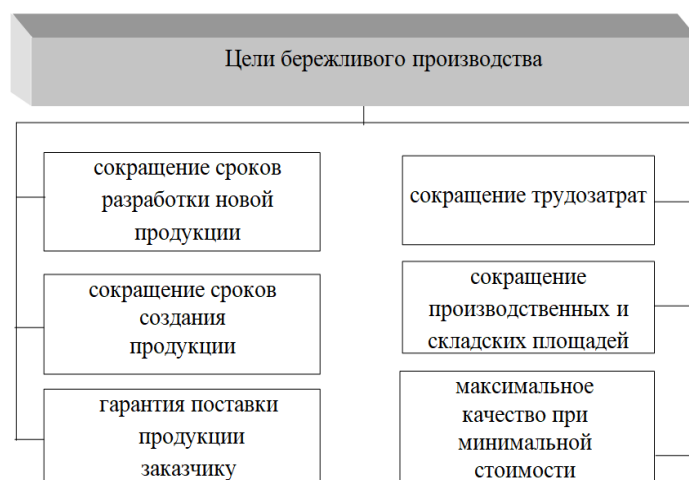


Рисунок 1 – Цели бережливого производства

Figure 1 – Lean Manufacturing Goals

Бережливое производство обладает тройственной природой: это одновременно философия, системная модель и набор практических инструментов. Суть БП – в непрерывной долгосрочной работе по двум направлениям: повышение качества и минимизация потерь. Для реализации этих целей используется специализированный инструментарий качества, а внедрение базируется на чётко проработанных методах.

Выделяют следующие основные принципы бережливого производства:

1. Принцип понимания ценности.
2. Принцип выявления потока создания ценности.
3. Принцип потока изделий.
4. Принцип вытягивания.
5. Принцип постоянного совершенствования.
6. Превосходное качество.
7. Стандартизация процессов.

Внедрение бережливого производства на предприятиях, согласно рисунку 2, осуществляется двумя фазами, а именно фазой внедрения и фазой функционирования:

1. Фаза внедрения БП. Представлена в виде укрупнённых последовательных этапов, в которых задействовано в большей степени высшее руководство. Фаза является переходящей в следующую фазу функционирования системы БП [7].

2. Фаза функционирования системы БП. Представляет собой циклическую модель постоянного улучшения работы предприятия с активным участием всего персонала.



Рисунок 2 – Структура внедрения и функционирования системы бережливого производства на предприятии [6]

Figure 2 – Structure of implementation and operation of the lean manufacturing system at the enterprise [6]

Методы и инструменты, так или иначе влияющие на улучшение качества производственной деятельности организаций, в силу воздействия санкций, различного международного давления и конкуренции раскрывают свой потенциал не полностью, соответственно, нужно прибегнуть к модернизации имеющихся инструментов.

Внедрение системы идентификации изделий методом штрихкодирования, а также различных инструментов, приспособлений и т.п., в области машиностроения, в систему управления качеством, а именно интегрировав в методику 5S бережливого производства, представляет собой перспективное направление, позволяющее автоматизировать процессы идентификации, контроля и отслеживания, что благоприятно скажется на качестве производственной деятельности организаций.

Цифровизация представляет собой переход к новому формату организации деятельности в экономике и социальной сфере через масштабное внедрение ИКТ-решений: компьютеров, ПО, сетей передачи данных и инструментов электронного обмена информацией. Её влияние охватывает весь спектр человеческой деятельности – от повседневных бытовых задач до макроэкономического регулирования и управления финансовыми рынками.

Внедрение технологической цифровизации в производстве имеет ряд особенностей:

- значительные капиталовложения. Реализация проектов требует значительных инвестиций – на оборудование, лицензионное ПО и обучение персонала. Для малого и среднего бизнеса такие расходы часто становятся критическим барьером;
- проблемы интеграции систем. Современные производственные комплексы состоят из разнообразных подсистем, и их объединение в единую цифровую среду требует детальной проработки вопросов совместимости и унификации данных;
- комплексность и многогранность проектов. Цифровизация предполагает автоматизацию и создание комплексных систем управления, требующих междисциплинарного подхода и стратегического планирования;
- высокоинтеллектуальные технологии. Развитие искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и робототехники требует от инженерно-технических специалистов более высокой квалификации. Возникает потребность как в привлечении высококвалифицированных специалистов, так и в постоянном повышении компетенций действующих сотрудников. При этом технологии искусственного интеллекта позволяют эффективно выявлять текущие проблемы производства, анализировать рыночные тенденции и принимать обоснованные управленческие решения;
- требования к безопасности. Подключение производственного оборудования к единой цифровой сети существенно повышает риски хакерских атак, что делает критически важным обеспечение надёжной защиты информационной инфраструктуры;

- эффект масштаба. Наибольшая экономическая эффективность цифровизации достигается на крупных предприятиях с массовым производством, где удаётся существенно снизить себестоимость продукции и ускорить обработку заказов. Для малых предприятий окупаемость подобных инвестиций зачастую оказывается недостаточно высокой;
- необходимость бережливого производства. Цифровизация тесно интегрируется с концепцией бережливого производства: обе направлены на повышение эффективности и сокращение потерь в производственных процессах;
- законодательные нормы и регламенты. Внедрение цифровых решений нередко сталкивается с необходимостью соблюдения обновлённых законодательных требований и отраслевых нормативов.

Заключение

Активно развивающиеся процессы цифровой трансформации благоприятно сказываются на модернизации производственных процессов, так как это способствует автоматизации производства и уменьшению ручного труда, что является достаточно необходимой мерой в настоящее время.

Внедрение системы штрихкодирования обеспечит точное отслеживание каждой единицы готовой продукции и материалов на всем временном промежутке – от поступления материалов на склад до финальной проверки и упаковки, а также поспособствует идентификации и отслеживанию различных изделий, инструментов и приспособлений, в той или иной мере предназначенных для создания изделий.

Библиографический список

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 13.01.2026).
2. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2015-11-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Изд. официальное. Москва: Стандартинформ, 2020. 53 с.
3. Горчаков А.Д. Внедрение и использование СМК в транснациональных корпорациях // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2014. № 4 (53). С. 31–34.
4. Бережливое производство. URL: https://metrowagonmash.ru/about/berezhlyvoe_proizvodstvo/ (дата обращения: 13.01.2026).
5. Хаирова С.М., Куликова О.М. Применение сентимент-анализа инструментов бережливого производства (на примере России) // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 2 (66). С. 55–61.
6. Хаирова С.М., Хаиров Б.Г. Комплексный подход к ресурсосбережению на основе интеграции систем менеджмента качества с концепцией бережливого производства в финансовых организациях // Актуальные вопросы развития экономики: материалы Международной научно-практической конференции. Омск: Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ. 2015. С. 110–115.
7. Белыйш К.В. Комплексный подход к внедрению и оценке результативности внедрения бережливого производства на промышленном предприятии // Вестник УрФУ. Экономика и управление. 2018. № 5. С. 751–771.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Алтынбаев Рустам Дамирович – магистрант группы УКм-23МАЗ1, e-mail: altynbaev.99@inbox.ru
Юнашев Павел Павлович – магистрант группы УКм-23МАЗ1, e-mail: yunashev80@bk.ru
Веропаха Виктор Валерьевич – магистрант группы НТКм-23МАЗ1, e-mail: veropahav@mail.ru*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Altynbaev Rustam D. – undergraduate student of the group UKm-23MAZ1, e-mail: altynbaev.99@inbox.ru
Yunashev Pavel P. – undergraduate student of the group UKm-23MAZ1, e-mail: yunashev80@bk.ru
Veropakha Victor V. – undergraduate student of the group NTKm-23MAZ1, e-mail: veropahav@mail.ru*

Научный руководитель Хаирова С.М., д-р экон. наук, проф., проф. кафедры «Экономика, логистика и управление качеством» ФГБОУ ВО «СибАДИ»

УДК 658.5
EDN TFVOEO

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ВСЕОБЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В.С. Мальцева¹, К.Е. Ходакова¹, С.В. Литвинова²

¹ Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия;

² Омский институт водного транспорта – филиал Сибирского государственного
университета водного транспорта,
г. Омск, Россия

Аннотация. Актуальность выбранной для исследования темы обусловливается необходимостью применения современных концепций обеспечения качества производственной деятельности организаций в условиях санкций. Выявлено, что подходы к внедрению концепции всеобщего управления качеством (TQM) имеют свою специфику в каждой стране и свои этапы внедрения. Для внедрения принципов TQM на российских предприятиях предложена блок-схема оценки влияния всеобщего управления качеством на устойчивость организации, позволяющая последовательно реализовать основные принципы данной концепции с учетом проблем и перспектив развития отраслей.

Ключевые слова: обеспечение качества, всеобщее управление качеством, концепция, принципы, санкции, устойчивость

IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF UNIVERSAL QUALITY MANAGEMENT UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Valentina S. Maltseva¹, Kristina E. Khodakova¹, Svetlana V. Litvinova²

¹ The Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

² Omsk Institute of Water Transport – Branch of the
Siberian State University of Water Transport,
Omsk, Russia

Abstract. The relevance of the topic chosen for the study is determined by the need to apply modern concepts of ensuring the quality of production activities of organizations in the context of sanctions. It is revealed that approaches to the implementation of the concept of universal quality management (TQM) have their own specifics in each country and their own stages of implementation. To implement the principles of TQM in Russian enterprises, a flowchart has been proposed for assessing the impact of universal quality management on the sustainability of an organization, which makes it possible to consistently implement the basic principles of this concept, taking into account the problems and prospects of industry development.

Keywords: quality assurance, universal quality management, concept, principles, sanctions, sustainability

Введение

В современных условиях обостряющейся конкуренции за рынки сбыта и принятых санкций в отношении нашего государства внедрение принципов всеобщего управления качеством необходимо для обеспечения качества продукции и услуг, процессов, организаций. Системный подход к достижению долгосрочного успеха предполагает внедрение концепции всеобщего управления качеством в деятельность предприятий в сфере управления. Положения данной

концепции направлены на скоординированную реализацию систем и методов управления качеством во всех сферах деятельности при обязательном вовлечении в процесс руководства, работников всех уровней с целью оптимального использования всех ресурсов предприятия. Теоретические основы TQM заложены в трудах У.Э. Деминга; Дж. М. Джурана; К. Исикавы; Ф. Кросби; А. Фейгенбаума. В отечественной науке значительный вклад внесли Ю.П. Адлер, Г.Г. Азгальдов, А.Г. Гличев. Однако остаются недостаточно исследованными вопросы адаптации TQM к специфике российских предприятий и оценке экономической эффективности внедрения.

Основная часть

Развитие концепций качества принято классифицировать по этапам, которые объединяют временные отрезки с определенной характеристикой применяемых методов управления качеством (таблица).

Таблица
Характеристика этапов развития концепций качества [1]

Table
Characteristics of the stages of development of quality concepts [1]

Период, годы	Название этапа	Состав этапа
1920–1940	Инспекция, испытания	Сортировка, разбраковка, переделка – составляющие проверки качества и испытаний
1940--1960	Контроль качества	Пооперационный контроль
1960–1970	QA -Обеспечение качества	Внутренний и внешний аспект в профилактике дефектов
1970–1980	Управление качеством	Надзор, ISO(ИСО) серии 9000; формируются методы и средства управления качеством
1990 по наст. время	TQM – Всеобщее управление качеством	ISO 9004 – Совершенствование качества
Прогноз	Качество людей	Человеческий фактор в качестве, культура качества организаций

Организациям необходимо придерживаться основных принципов, представленных на рисунке 1, для внедрения систем управления качеством на основе принципов TQM.



Рисунок 1 – Принципы Total Quality Management [2]

Figure 1 – Principles of Total Quality Management [2]

Анализ результатов деятельности ведущих компаний мира доказывает, что вовлеченность персонала в процессы имеет прямое влияние на результаты бизнеса [2]. Требуется непрерывная командная работа для достижения цели.

Процессный подход предполагает, что протекание процессов постоянно находится под контролем. В отношении самого предприятия потребители и поставщики могут быть как внутренними, так и внешними.

Для достижения предполагаемых результатов требуется время для того, чтобы во всех подразделениях одновременно привить культуру качества, что возможно при внедрении принципа единства системы в организации.

Непрерывное обеспечение качества – обязательное условие для реализации стратегии организации.

Систематическая и непрерывная работа при использовании системного подхода для приобретения соответствующих навыков позволит оперативно решать все возникающие проблемы с полным пониманием философии TQM [4].

Принцип принятия решений, основанных на фактах, направлен на принятие правильных управленческих решений, основанных не на эмоциях, а на статистических и научных подходах.

Поддержание морального духа и мотивации сотрудников всех уровней управления для реализации требуемых в структуре компании выборе стратегии для адаптации к новым вызовам возможно на основе сформированных эффективных коммуникаций.

Россия в условиях санкций и, как следствие, определенной нестабильности экономического развития имеет возможность ускоренными темпами внедрять положения концепции всеобщего управления качеством – TQM. Сочетание мировых знаний в области качества и возможность избежать уже допущенных другими странами и предприятиями ошибок, как и знание методологической базы в области качества советского периода, позволят найти наилучшие подходы к формированию системы управления на принципах TQM. Применяемые в национальной экономике ИСО 9000, премии в области качества, бенчмаркинг, самооценка являются крепким фундаментом реализации эффективной стратегии внедрения TQM. Российская премия качества вручается с 1997 г. Единого подхода к внедрению TQM нет. Для разработки системы управления качеством на основе философии TQM известны стратегии: поэтапного внедрения TQM, применения теории TQM, применения модели для сравнения (бенчмаркинг), применения критериев премий по качеству. Перечислим элементы методологии внедрения данной концепции:

- принципы total quality management должны интегрироваться в деятельность организации как неотъемлемая часть ее стратегии развития;
- организация, оценив состояние системы менеджмента качества, получит реальный уровень культуры своей деятельности и удовлетворенность потребителя;
- требуется определить стратегию внедрения философии TQM в деятельность организации;
- организация на основе требований потребителя должна привести в соответствие этим требованиям продукцию или услуги;
- необходима карта процессов для удовлетворения потребителей;
- руководители обеспечивают деятельность команд для гарантии качества процессов;
- необходимо стимулировать формирование самоуправляющихся команд по совершенствованию процессов;
- личный пример руководства позволит лучшим образом внедрять элементы философии TQM в производственную деятельность организации;
- стабильное выполнение процессов с минимальными отклонениями от установленных требований;
- процесс реализации философии всеобщего менеджмента качества регулярно оценивается и корректируется;
- стимулировать инициативу сотрудников вносить рационализаторские предложения по совершенствованию деятельности компании.

Успешное внедрение принципов всеобщего управления качеством (TQM) невозможно без грамотно выстроенной системы оценки, которая опирается на продуманный отбор критериев. Постоянное совершенствование достигается за счёт вовлечения сотрудников в процесс оптимизации и целенаправленного устранения потерь любого рода [5].

Ключевой идеей системы выбора критериев успешного внедрения принципов всеобщего управления качеством является произвольность данных критериев. Они обязаны одновременно:

- отражать философию TQM через её базовые постулаты;
- удовлетворять строгим методическим требованиям, обеспечивающим их практическую ценность.

Каждый критерий должен быть «привязан» к одному или нескольким основополагающим принципам TQM. Это гарантирует, что система оценки не превратится в формальную отчётность, а станет инструментом реального улучшения качества. Взаимосвязь принципов всеобщего управления качеством представлена на рисунке 2.

Помимо соответствия постулатам TQM, каждый критерий должен удовлетворять пяти ключевым требованиям, обеспечивающим его практическую ценность:

- 1) измеримость;
- 2) релевантность;
- 3) достижимость;
- 4) управляемость;
- 5) сопоставимость.

Организация работ по внедрению концепции бережливого производства предусматривает поэтапность, непрерывность и ответственность исполнителей – руководителей соответствующих уровней [6].

Ориентация на потребителя	• Критерии измеряют, насколько хорошо организация удовлетворяет потребности и ожидания клиентов
Вовлечённость персонала	• Оцениваются степень участия сотрудников в процессах качества и их мотивация
Процессный подход	• Критерии отражают стабильность, эффективность и управляемость бизнес-процессов
Непрерывное улучшение	• Группа критериев фиксирует динамику позитивных изменений
Принятие решений на основе фактов	• Критерии должны быть объективными и верифицируемыми
Единство системы	• Организация - единый механизм, где изменения в одном звене влияют на другие
Системный подход	• Учёт взаимосвязей между элементами системы
Коммуникация	• Прозрачность информации - основа доверия и вовлеченности

Рисунок 2 – Взаимосвязь принципов TQM с его постулатом

Figure 2 – The relationship between the principles of TQM and its postulate

Для реализации концепции всеобщего управления качеством на практике в условиях неопределенности особое внимание уделяется устойчивости. Известна идея о том, что реальная эффективность деятельности организации реализуется через устойчивость, и допускаются определенные ограничения неопределенности в динамике, в параметрах системы и в самих управляющих воздействиях. Глобальную устойчивость можно рассматривать как свойство поведения системы для адаптации с целью достижения желаемой устойчивости системы в динамике за счет введения требуемых адаптивных управляющих воздействий [6].

Категория устойчивости отличается от понятия риска. Устойчивость позволяет рассматривать как риски, так и методы их принципов на этапе планирования и ликвидацию нарушений на этапе реализации эффективности деятельности организации.

В сложных динамических системах и неопределенность должна рассматриваться с динамических позиций. Предлагается реализация выбора критериев внедрения принципов всеобщего управления проблемой качества, учитывающих критерий устойчивости на рисунке 3.

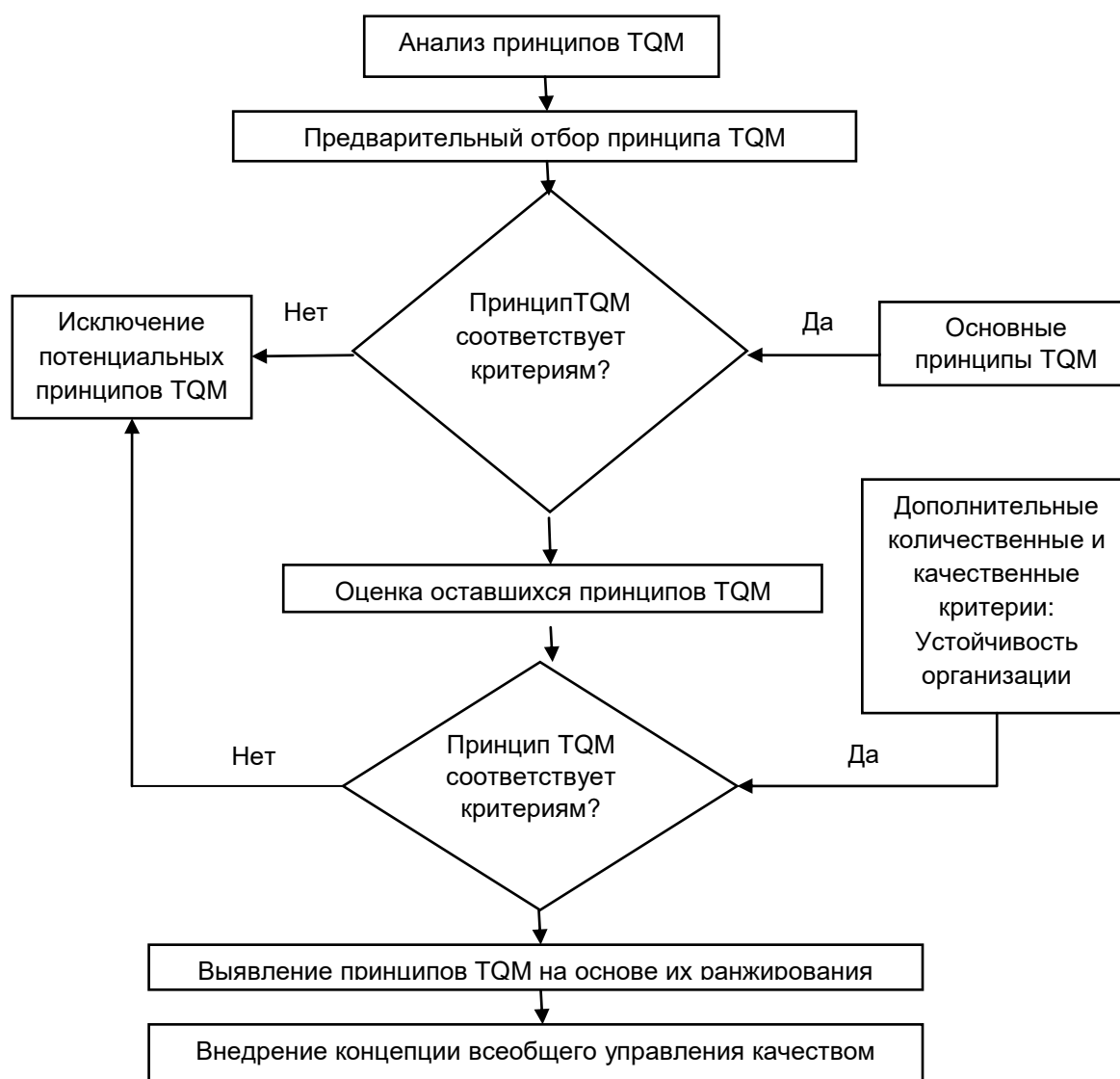


Рисунок 3 – Блок-схема оценки влияния всеобщего управления качеством на устойчивость организации

Figure 3 – Flowchart of the methodology for assessing the impact of total quality management on the sustainability of an organization's personnel

Заключение

Проблема управления качеством довольно насущна для отечественных предприятий. На сегодняшний день в России очень малое количество предприятий реально придерживаются философии TQM и в целом систем менеджмента качества. В большинстве случаев компании ограничиваются лишь публичными декларациями об использовании данной системы, в ближайшей перспективе немного увеличивая свои конкурентные преимущества. Опыт интеграции философии TQM в развитых странах показывает, что в долгосрочной перспективе предприятие не сможет успешно развиваться на рынке, если не будет придерживаться принципов всеобщего управления качеством. Отечественные предприятия, постепенно перенимая опыт западных компаний, приходят к пониманию того, что их будущий успех напрямую связан с ориентацией на исключительное качество и будет невозможным, если не придерживаться концепции всеобщего управления качеством.

У российских компаний есть одно неоспоримое преимущество перед западными. Весь наработанный опыт в управлении качеством, все ошибки внедрения философии TQM, пройденные западными компаниями, вся информация имеется в открытом доступе. Поэтому российские компании в ближайшее время смогут вплотную приблизиться к компаниям развитых стран в области управления качеством. Устойчивость является более богатой категорией, чем риск. В сложных динамических системах и неопределенность должна рассматриваться с динамических позиций. Более того, устойчивость позволяет рассматривать как риски, так и методы их принципа на этапе планирования и исключение отклонений на этапе реализации эффективности деятельности организации.

Предлагается реализация выбора критериев внедрения принципов всеобщего управления качеством, учитывающих критерий устойчивости.

Библиографический список

1. Этапы становления СМК / Студопедия. URL: https://studopedia.ru/2_126156_etapi-stanovleniya-smk.html (дата обращения: 09.02.2026).
2. Александров С.Л. Место и взаимосвязь функций измерений, анализа и улучшений в схемах процессов организации // Методы менеджмента качества. 2019. № 11. С. 50–51.
3. Александров С.Л. Политика в области качества в аспекте целей заинтересованных сторон организации // Методы менеджмента качества. 2019. № 1. С. 21–26.
4. Блинов А.С. Мотивация персонала корпоративных структур // Маркетинг. 2019. № 1. С. 88–101.
5. Хаирова С.М. Формирование системы бережливого производства в организациях дорожно-транспортного комплекса территорий Сибири и Арктики // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации: сборник материалов II Международной научно-практической конференции, 15–16 ноября 2017 г. Омск: СибАДИ, 2017. С. 371–377.
6. Хаирова С.М., Хаиров Б.Г. Комплексный подход к ресурсосбережению на основе интеграции систем менеджмента качества с концепцией бережливого производства в финансовых организациях // Актуальные вопросы развития экономики: материалы Международной научно-практической конференции. Омск: Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, 2015. С. 110–115.
7. Горбашко Е.А. Управление качеством: учебник для СПО. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2021. 352 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мальцева Валентина Сергеевна – студент группы УКБ-22Z1, e-mail: gul.valya@mail.ru
Ходакова Кристина Евгеньевна – магистрант группы ЭТКМ-25МА1, e-mail: martynenko.cristina2015@yandex.ru
Литвинова Светлана Владимировна – студент Омского института водного транспорта – филиала Сибирского государственного университета водного транспорта, e-mail: svetlhan@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maltseva Valentina S. – student of the group UKb-22Z1, e-mail: gul.valya@mail.ru

Khodakova Kristina E. – undergraduate student of the group ETKm-25MA1, e-mail: martynenko.cristina2015@yandex.ru

Litvinova Svetlana V. – student Omsk Institute of Water Transport – Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», e-mail: svetlhan@mail.ru

Научный руководитель Хаирова С.М., д-р экон. наук, проф.,

¹ проф. кафедры «Экономика, логистика и управление качеством» Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ);

² проф. кафедры «Экономика и управление на транспорте» Омского института водного транспорта - филиала Сибирского государственного университета водного транспорта

УДК 332
EDN CHGRUO

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

С.С. Черняев

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия*

Аннотация. Статья посвящена проблеме обеспечения экономической безопасности в энергетической сфере. Объектом исследования является топливно-энергетический комплекс Российской Федерации. В данной статье поднимается вопрос взаимосвязей экономической отрасли и энергетики, а именно энергетической безопасности. Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи: рассмотреть актуальность исследования; изучить систему управления в ТЭК с позиции системного анализа; разработать структуру механизма обеспечения экономической безопасности; предложить мероприятия по предотвращению внутренних и внешних угроз.

Ключевые слова: экономическая безопасность, топливно-энергетический комплекс, механизм безопасности, мониторинг и диспетчеризация

ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES IN THE ENERGY INDUSTRY

Sergei S. Cherniaev

*The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI),
Omsk, Russia*

46

Abstract: The article is devoted to the problem of ensuring economic security in the energy sector. The object of research is the fuel and energy complex of the Russian Federation. This article raises the issue of the relationship between the economic sector and the energy sector, specifically energy security. To achieve this goal, the following tasks need to be addressed: to consider the relevance of the study; to study the management system in the fuel and energy sector from the perspective of system analysis; to develop a structure for ensuring economic security; and to propose measures to prevent internal and external threats.

Keywords: economic security, fuel and energy complex, security mechanism, monitoring and dispatching

Введение

Одним из важнейших вопросов современного экономического преобразования является проблема обеспечения экономической безопасности. Под экономической безопасностью подразумевается защищенность интересов частных лиц, общества и государства, обеспечиваемая социально ориентированной политикой даже в неблагоприятных ситуациях. Безопасность объекта предполагает сохранение его ключевых характеристик и возможности самостоятельного существования и развития в условиях случайных факторов риска. Степень экономической безопасности определяется способностью своевременно снабжать хозяйствующие субъекты необходимыми ресурсами, такими как топливо и энергия. Таким образом, энергетика играет ключевую роль в обеспечении общей экономической безопасности, отражая устойчивость топливно-энергетического комплекса перед внутренними и внешними угрозами, влияющими на стабильное снабжение ресурсами хозяйствующих субъектов и населения [1].

Обеспечение энергетической безопасности требует комплексного подхода, включающего разработку согласованных мероприятий на государственном, региональном уровнях и

непосредственно на предприятиях энергетического комплекса. Сложная структура региональных предприятий и систем, занимающихся добычей, переработкой, транспортировкой и распределением топлива, тепла и электроэнергии, поддерживает функционирование всей экономики и социальной сферы.

Основная часть

Современные экономические и политические обстоятельства подчеркивают важную связь между экономической безопасностью и состоянием энергетического сектора. Рост потребления энергии, истощаемость природных ресурсов и усиление глобальных экологических проблем требуют разработки эффективных мер по защите энергетической сферы. Экономическая составляющая обеспечения энергетической безопасности включает защиту энергетического сектора посредством финансовых механизмов и экономических инструментов. Энергетическая безопасность тесно связана с макроэкономическими условиями, финансовой стабильностью и способностью системы реагировать на внутренние и внешние риски [2].

Проблемы экономической безопасности предприятий энергетического комплекса страны

Современная ситуация показывает, что энергетическая безопасность не ограничивается рамками экономики, поскольку надежность энергетического сектора является фундаментом национальной и экономической безопасности страны. Эффективное использование отечественных ресурсов, начиная от добычи сырьевых материалов и заканчивая выпуском конечной продукции, имеет решающее значение для поддержания стабильности. Сегодняшняя реальность демонстрирует глубокий кризис, вызванный нарушениями логистических цепочек и ограничениями на долгосрочное планирование из-за санкций. Недалековидные подходы, направленные исключительно на получение быстрой прибыли и игнорирующие развитие национального научного потенциала и промышленности, привели к потере независимости российского топливно-энергетического комплекса в условиях усиления санкционного давления. Основную проблему угольной индустрии представляют жесткие ограничения на импорт оборудования и комплектующих, доля которых превышает 80%. В ближайшее время планируется повысить долю российских изделий до 44%, однако сейчас она вдвое ниже запланированной цифры. Решить данную задачу непросто, но возможно.

Электроника, насосное оборудование, арматура и прочие необходимые изделия оказались дефицитом, что замедляет восстановление производства. До 90-х годов XX в. Россия сама производила эти товары, но после приватизации производство исчезло, и для восстановления производственных мощностей потребуются долгие годы. Пока отечественному производителю придется зависеть от импортных специальных металлов и сплава.

Базовая аппаратура для нефтеперерабатывающей промышленности также устарела, и на ее замену потребуется пять и более лет. Программное обеспечение и ИТ-технологии находятся в плачевном состоянии, доля российских разработок не превышает четверти рынка. Новые продукты чаще приобретаются вместе с оборудованием или напрямую у крупных иностранных компаний. Использование западных платформ ограничено строгими правовыми нормами, что затрудняет внедрение российских разработок.

Помимо энергетического комплекса, другие отрасли российской экономики испытывают похожие проблемы, свидетельствуя о едином источнике трудностей. После введения санкций в 2014 г. правительство начало активную работу по импортозамещению, приняв законодательные меры и сформировав комиссию. Были приняты законы, устанавливающие ограничения на покупку импортных товаров и вводящие льготные режимы для отечественных производителей. Хотя принятые меры оказали положительное влияние, их оказалось недостаточно, и после кризиса 2022 г. российская экономика оказалась в сложных условиях.

Власти разрешили параллельный импорт, открыли рынки Азии и ввели специальные сервисы, облегчающие переход на отечественные аналоги. Была запущена программа финансовой помощи компаниям, испытывающим наибольшие трудности. Вместе с тем выяснилось, что российское импортозамещение повторяет модели Китая и Индии, использующих аналогичный подход. Но слабая заинтересованность российских бизнесменов в долгосрочных инвестициях в национальные технологии, стремление купить дешевое оборудование у иностранных производителей мешают развитию отечественных производителей.

Бизнес предпочитает соблюдать собственные интересы, обходя нормы закона, что усложняет процесс импортозамещения. Нужен жесткий контроль за процессом локализации, иначе государство рискует потерять контроль над созданием настоящих технологий. Еще одно препятствие –

сложность построения надежных цепочек поставок внутри страны. Найти подходящего партнера можно через электронные площадки, но подтвердить его компетентность и гарантировать высокое качество продукции трудно. Вместо простого контракта необходим партнерский договор с длительными обязательствами, что снижает готовность многих фирм брать на себя риски.

Программа импортозамещения успешна там, где частные фирмы сотрудничают с крупными государственными компаниями, чьи интересы совпадают с интересами государства. Яркий пример – компания ПАО «Россети» [3], которая смогла снизить долю импортного оборудования с 60 до 10%. Успехи также достигнуты в компаниях ПАО «РусГидро» [4] и АО «Системный оператор ЕЭС» [5]. Тем не менее эксперты полагают, что успех таких проектов ограничен и требует широкого вовлечения частных компаний, работающих в различных сферах экономики, в общую программу импортозамещения. Тогда можно будет говорить о создании надежной и независимой промышленной экосистемы.

Последствия введенных санкций негативно отразились на мировой экономике, вызвав острый политический и экономический кризис, сопровождающийся борьбой крупных держав за перераспределение зон влияния. Государству приходится приспосабливаться к новым условиям, вырабатывая стратегию развития и укрепляя свои позиции. Отказ ряда крупных западных компаний от участия в российских проектах, прекращение поставок оборудования и технологий усилило проблему отсутствия необходимой технологической базы внутри страны. Импортозамещение, хотя и временно реализуемое через закупки иностранного оборудования, становится необходимым условием выживания топливно-энергетического комплекса [6].

Главными направлениями улучшения ситуации являются: модернизация существующей инфраструктуры и поддержание работоспособности производств; развитие новых технологий, включая экологически чистые («зеленые») технологии. Отсутствие внедрения инновационных подходов и локализации производства грозит неспособностью достичь полноценной экономической безопасности. Примечательно, что профессор Евгений Олейников выделяет концепцию экономической безопасности предприятия, определяя её как оптимально используемый капитал для предотвращения угроз и обеспечения устойчивого функционирования бизнеса в настоящее время и будущем [7].

Основные компоненты экономической безопасности

Экономическая безопасность предприятий энергетического комплекса включает ряд ключевых элементов:

- Стратегическое планирование: формирование долгосрочной стратегии развития, направленной на снижение уязвимости перед возможными изменениями внешней среды.
- Эффективное управление финансовыми потоками: обеспечение сбалансированного распределения доходов и расходов, минимизация дебиторской задолженности и оптимизация налоговых выплат.
- Повышение энергоэффективности: применение современных технологий и оборудования, позволяющих снизить потребление энергоресурсов и повысить производительность труда.
- Управление человеческими ресурсами: создание условий для профессионального роста сотрудников, мотивации и удержания квалифицированных кадров.
- Регулярная оценка рисков: постоянный мониторинг потенциальных угроз и своевременное принятие мер по их устранению.

Ответственность бизнеса тесно связана с конкурентными преимуществами, обусловленными инновационной и инвестиционной активностью в управлении стоимостью компании, ответственность собственника – с капиталом влияния на позиционирование участия в общественном развитии, а ответственность менеджмента – с результатами операционной деятельности и непроизводительными затратами, направленностью на рост благосостояния собственников и социальные инвестиции [8].

Заключение

Таким образом, доступность недорогих энергоносителей и эффективная выработка электроэнергии остаются ключевыми факторами экономической безопасности. Без надёжного обеспечения энергией экономика столкнется с угрозой стагнации и регресса независимо от объемов вложений. Наиболее перспективными путями повышения экономической безопасности становятся повышение эффективности управления предприятиями энергетического комплекса, укрепление региональной кооперации и стимулирование научно-технического прогресса.

Основными причинами наращивания постоянных затрат послужили задержки платежей и привлечение подрядных работ по ремонту оборудования и сетей, без которого технологическая безопасность операционной деятельности была бы невозможной. Также имели место недостаточные меры менеджмента по управлению затратами. Кассовые разрывы в недостаточно эффективной системе управления затратами сложились из-за неплатежей потребителей энергии по причинам банкротств части компаний-потребителей и судебных издержек по этому поводу. В 2016 г. была открыта конкурсная процедура банкротства компании, в процессе которой арбитражный управляющий принял решение о ликвидации бизнеса, имеющего социальную значимость для региона. Администрация по месту территориальной принадлежности компании «ТК» и потребителей энергии осталась безучастной. По мнению автора статьи, имел место эффект нарастания технической неликвидности, который требовал открытия другой процедуры – финансового оздоровления с реструктуризацией долгов. Также собственникам можно было рассмотреть возможность досудебной санации. Для дальнейшего исследования проблемы экономической безопасности компаний энергетики автору потребуется провести анализ участия мажоритариев в определении «философии судьбы» компании и выявить степень участия собственников на пути устранения кризиса бизнеса [5].

Библиографический список

1. Калинина Е.В. Направление цифровой трансформации российской экономики // Вестник Алтайской академии экономики и права, научный интернет-журнал. 2022. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-obespecheniya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-v-energeticheskoy-sfere/viewer> (дата обращения: 16.01.2026).
2. Попов М.М. Направления укрепления энергетической безопасности РФ // Российский экономический интернет-журнал. 2023. URL: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/173/rqr847fajhmxeu8lok4ideaznfnnoae9.pdf> (дата обращения: 16.01.2026).
3. ПАО «Россети»: Официальный сайт. URL : <https://www.rosseti.ru/> (дата обращения: 25.02.2026).
4. ПАО «РусГидро»: Официальный сайт. URL : https://rushydro.ru/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 25.02.2026).
5. АО «Системный оператор ЕЭС»: Официальный сайт. URL : <https://www.so-ops.ru/> (дата обращения: 25.02.2026).
6. Тарасова Т.М. Информационное и организационно-методическое обеспечение мониторинга экономической безопасности предприятий электроэнергетики на примере ПАО «Россети» // Вестник Евразийской науки. 2023. Т. 15, № 6. 2023. URL : <https://esj.today/PDF/85ECVN623.pdf> (дата обращения: 16.01.2026).
7. Рязанова О.А. Методика оценки экономической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса // Электронный научный журнал «Вектор экономики». 2023. № 9. https://vectoreconomy.ru/images/publications/2023/9/financeandcredit/Ryazanova_Loginov.pdf (дата обращения: 19.01.2026).
8. Колибаба В.И., Кукукина И.Г., Тарасова А.С. Экономическая безопасность компаний энергетики // Экономика и бизнес. 2019. № 2. <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-kompaniy-energetiki> (дата обращения: 19.01.2026).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Черняев Сергей Сергеевич – магистрант группы Эм-25MAZ1, e-mail: chernjaev72@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Cherniaev Sergei S. – master's student of the group Em-25MAZ1, e-mail: chernjaev72@mail.ru

Научный руководитель Романенко Е.В. д-р экон. наук, заведующая кафедрой «Экономика, логистика и управление качеством» ФГБОУ ВО «СибАДИ»

УДК 658.513
EDN CZSCUW

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

М.А. Шпиц

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия*

Аннотация. В статье обоснована целесообразность применения принципов и методов бережливого производства (БП) в логистических процессах сервисного предприятия с глубокой региональной специализацией. На примере компании ООО «СервисКомплект» (г. Омск) продемонстрированы мероприятия по устранению потерь в транспортировке, управлении запасами и других логистических операциях. Реализация Lean-подхода позволит сократить время монтажа газового оборудования на 20–30%, оптимизировать маршруты спецтехники и создать гибридную систему управления запасами. Автор высказывает мнение о том, что оптимизация логистического процесса на основе Lean-технологий повышает конкурентоспособность и устойчивость бизнеса.

Ключевые слова: бережливое производство, логистический процесс, потери, оптимизация затрат, картирование потока создания ценности, конкурентоспособность

IMPLEMENTATION OF THE LEAN MANUFACTURING CONCEPT INTO THE ENTERPRISE'S LOGISTICS PROCESSES

Maksim A. Shpits

*The Siberian State Automobile and Road University (SibADI),
Omsk, Russia*

Abstract. This article substantiates the feasibility of lean production principles and methods in the logistics processes of a service company with deep regional specialization. Using the example of «ServisKomplekt LLC» (Omsk), it demonstrates measures to eliminate losses in transportation, inventory management and other logistics operations. Implementing a Lean approach will reduce gas equipment installation time by 20–30%, optimize special equipment routes, and create a hybrid inventory management system. The author suggests that optimizing the logistics process using Lean technologies improves the competitiveness and sustainability of a business.

Keywords: lean production, logistics process, logistics losses, cost optimization, value stream mapping, competitiveness

Введение

Концепция бережливого производства (Lean), зародившаяся в Toyota Production System, традиционно ассоциируется с крупносерийным промышленным производством. Одним из основателей бережливого производства считается Тайити Оно, успешно интегрирующий лучшие мировые практики в деятельность Toyota Motor Corporation. В середине 1950-х годов он начал выстраивать особую систему организации производства, названную Производственная система Toyota или Toyota Production System (TPS), которую впоследствии стали внедрять компании разных отраслей и разных масштабов [3]. Оказалось, что инструменты Lean production универсальны и могут быть использованы для оптимизации любых бизнес-процессов, включая логистические. Существует множество определений данной концепции, представленных в научных трудах зарубежных и отечественных авторов. Так, например, Джемс

Вумек сформулировал ее следующим образом: «Бережливое производство – в переводе с английского «Lean production (LP)» означает – концепцию управления производством и предприятием в целом, основанную на системе непрерывного совершенствования процессов и постоянном стремлении к устранению всех видов потерь в потоке создания ценности для клиента [2].

Актуальность внедрения Lean в логистические системы региональных предприятий обусловлена необходимостью минимизации издержек в условиях локализованных цепочек создания стоимости. Философия Lean production основана на планомерном снижении всяких непроизводительных расходов и постоянном совершенствовании производственного процесса. Особенностью данной концепции является система организации и управления разработкой продукции, операциями, взаимоотношениями с поставщиками и клиентами, при которой продукция/услуга оказывается в точном соответствии с запросами потребителей с меньшим числом дефектов, затраченным временем по сравнению с услугой, оказанной по шаблонным/стандартным технологиям, т.е. без особенностей объекта или заказчика [1].

Основная часть

В рамках концепции бережливого производства (Lean) выделяются семь универсальных видов потерь (*muda*), каждый из которых можно обнаружить в логистических процессах, протекающих на предприятии (рисунок).

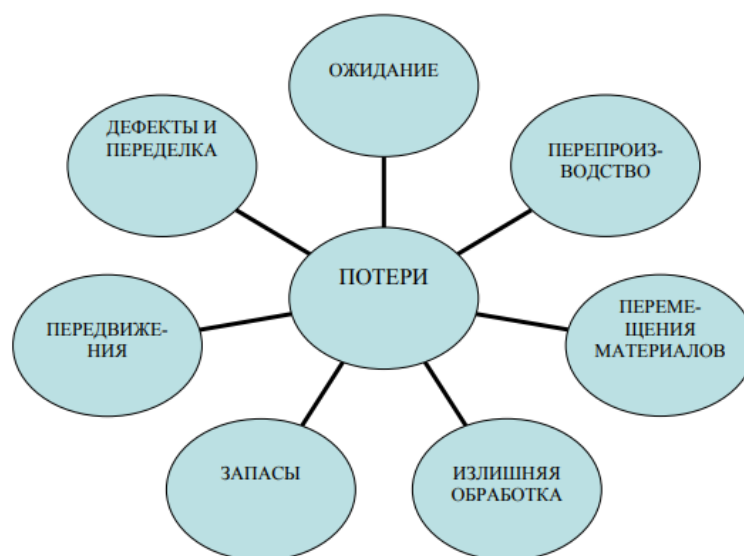


Рисунок – Виды потерь

Figure – Types of losses

Подробнее рассмотрим сущность и содержание разных видов потерь, представленных на рисунке [3].

Перепроизводство – это по сути дублирование работ и операций, излишнее согласование и лишние расчеты, объёмы производства на всякий случай, возникающие при отсутствии прогнозов о спросе у клиентов предприятия.

Потери, связанные с избыточными запасами, провоцируют нерациональное использование складских ресурсов; приводит к росту оборотных средств, вложенных в запасы, снижает

оборачиваемость собственных средств и влечет необходимость внешних источников финансирования.

Затраты при транспортировке возникают при неоптимальных маршрутах; избыточном перемещении грузов, т.е. когда персонал, оборудование, продукция или информация перемещаются чаще или на большие расстояния, чем это действительно необходимо.

Потери времени на ожидание возникают, когда сотрудники, операции или незавершенная продукция вынуждены дожидаться дальнейших действий, информации или материалов. Любое ожидание проявляется в затратах времени и росте затратах предприятия.

Излишняя обработка связана с дублированием операций или возникает при производстве продукции/оказании услуг с более высокими потребительскими качествами, чем это востребовано покупателем и за которые он согласен платить.

Потери из-за дефектов возникают при необходимости переделки, когда нет надежного контроля от ошибок. Дефекты могут возникать в результате ошибок в документации или комплектации.

Перемещения персонала предполагают излишние перемещения, которые не добавляют ценности процессу и отражают неэффективную организацию труда.

Рассмотрим возможность внедрения концепции Lean production в процессы и логистическую деятельность компании ООО «СервисКомплект» (г. Омск). ООО «СервисКомплект» специализируется на газификации и отоплении объектов и может служить примером успешной интеграции Lean-принципов в логистические процессы сервисной компании. Анализ логистической деятельности ООО «СервисКомплект» выявил четыре критических типа потерь, представленных в таблице и требующих первоочередного устранения. Среди них:

- избыточные запасы, выражающиеся в неконтролируемом росте страховых запасов труб и других материалов, что замораживает оборотные средства и увеличивает затраты на хранение;
- излишняя транспортировка, проявляющаяся в холостых пробегах спецтехники между объектами, что повышает расход топлива и снижает КПД бригад;
- ожидание, приводящее к простоям монтажных бригад из-за несвоевременной доставки материалов, что срывает сроки выполнения проектов;
- излишняя обработка, обусловленная ручным учетом складских остатков, что замедляет процессы и увеличивает риски ошибок.

Данные потери стали системной проблемой, снижающей конкурентоспособность ООО «СервисКомплект» на региональном рынке услуг газификации. Их устранение должно стать основой в разрабатываемой Lean-стратегии компании.

Таблица
Идентификация потерь в логистических процессах ООО «СервисКомплект»

Table
Identification of Losses in Logistics Processes at ServisKomplekt LLC

Виды потерь	Содержание потерь в логистических операциях	Последствия
Избыточные запасы	Неконтролируемый рост страховых запасов труб и др. материалов требует увеличения складских площадей, приводит к многократной излишней внутренней транспортировке, увеличивает общее время на грузопереработку материалов на складе	Замороженные оборотные средства, рост затрат на хранение
Лишняя транспортировка	Холостые пробеги спецтехники между объектами, неэффективная логистика в потоке	Увеличение топливных расходов, увеличение времени доставки, стоимости транспортировки, снижение уровня сервиса как результат снижения КПД бригад

Виды потерь	Содержание потерь в логистических операциях	Последствия
Ожидание	Простой бригад из-за несвоевременной доставки необходимых материалов или в связи с неисправностью оборудования	Срыв сроков выполнения проектов
Излишняя обработка	Осуществление ненужного или некорректного выполнения работ на объекте. Избыточные операции влекут за собой повышение затрат и времени на окончание проекта. Ручной учет остатков на основном складе	Риски ошибок, замедление операций

Для устранения выявленных потерь компании ООО «СервисКомплект» необходимо использовать комплексный подход, интегрирующий ключевые принципы бережливого производства. В качестве метода бережливого производства следует применить VSM (картирование потока создания ценности /карта потока процесса). Сущность метода означает визуализацию сквозного процесса от получения заказа от клиента до полного завершения монтажа и подписания акта. Карта потока позволяет увидеть и измерить потери, приведенные в таблице (ожидание, перемещения, излишние запасы и пр.). Проведенный таким образом анализ логистического процесса компании ООО «СервисКомплект» позволит подтвердить гипотезу о том, что большая часть общего времени логистического процесса – это не сам монтаж оборудования, а время ожидания и потери при транспортировке, управлении запасами и прочие логистические затраты. Следующим этапом исследования станет создание карты будущего состояния логистического процесса. Визуализация процесса даст наглядное и неоспоримое обоснование предложенных мероприятий по сокращению затрат. Руководство предприятия сможет увидеть не абстрактные идеи, а конкретную карту с измеримыми потерями и четким планом по их устранению.

Например, в сфере управления запасами необходимо внедрить гибридную модель, сочетающую стратегию *Just-in-Time* (JIT) для закупки труб под специфичные проекты с поддержанием страхового запаса (15–20% от среднемесячного объема) для высоковольтных позиций. Это позволит сократить потери избыточных запасов и высвободить оборотные средства. Дополнительно следует внедрить автоматизированный контроль остатков складских запасов, исключая ручной ошибки [5].

В транспортном блоке оптимизацию затрат следует начать с закрепления мини-экскаватора за каждой монтажной бригадой, что позволит устранить простои в ожидании техники. Для борьбы с «лишней транспортировкой» необходимо внедрить систему GPS-трекинга спецтехники, на основе которой возможно ежедневно выстраивать маршруты с учетом расстояний до объектов. Это минимизирует холостые пробеги и сократит время передислокации бригад.

Ключевым мероприятием, по мнению автора, станет выполнение сварочных операций по заявке на складе предприятия. Таким образом, предварительная подготовка трубных заготовок в контролируемых условиях может привести:

- к сокращению времени монтажа на объектах примерно на 20–30% за счет устранения дублирования операций;
- повышению качества соединений благодаря стационарному оборудованию;
- ликвидации потерь от «излишней обработки» в полевых условиях.

Для обеспечения стабильности и предсказуемости результатов все предлагаемые мероприятия должны оцениваться через призму Всеобщего управления качеством (TQM) и международных стандартов ISO 9001. Это обеспечит системный подход к управлению качеством логистических услуг, фокусируясь на непрерывном улучшении, процессном подходе и ориентации на требования клиента. Внедрение принципов TQM гарантирует, что оптимизация затрат не будет разовой акцией, а станет частью постоянной культуры развития компании и её стратегическим преимуществом.

Заключение

Опыт ООО «СервисКомплект» подтверждает эффективность внедрения концепции «Бережливое производство» в логистическую деятельность региональных предприятий. Ключевыми факторами успеха становятся:

- Гиперлокализация ресурсов: размещение склада в 5 км от офиса, что обеспечит оперативную доставку материалов на объекты, сократит цикл комплектации до 1–2 ч.
- Проактивность – перенос сварочных операций на склад.
- Цифровизация – мобильный учет и GPS-аналитик.
- Гибридность запасов – баланс JIT и буферных резервов.

Lean-трансформация не потребует масштабных инвестиций, поскольку базируется на системном анализе muda и вовлечении персонала. Перспективными направлениями развития определены: внедрение визуального управления (канбан-доски для контроля заказов) и интеграция предиктивной аналитики для прогнозирования пиков спроса на газовое оборудование [1].

Можно сделать вывод, что внедрение Lean-технологий сопряжено с осуществлением инновационных решений, направленных на повышение эффективности как отдельных операций: подготовка и сваривание труб, так и всей логистической деятельности предприятия. Применение Lean-технологий позволяет эффективно управлять ресурсами, снижать все возможные потери, максимально использовать возможности персонала, быть конкурентоспособным и клиентоориентированным предприятием [7]. Применяя Lean-технологии в отдельных операциях, предприятие становится на верный путь внедрения концепции «Бережливое производство» в свои логистические процессы.

Библиографический список

1. Бережливое производство (Lean Manufacturing или Lean production) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ria.stk.ru/mmq/berezhlyvoe_proizvodstvo.php (дата обращения: 15.11.2025).
2. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании; пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. С. 472.
3. Давыдова Н.С. Бережливое производство: монография. Ижевск: Изд-во Института экономики и управления, ГОУВПО «УдГУ», 2012. 138 с.
4. Кирсанов Н.Ю. Возникновение и развитие концепции бережливого производства // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 6. С. 91–96.
5. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2004.
6. ГОСТ Р 56407–2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты. Стандартиформ. М., 2016. 11 с.
7. Захарова А.В. Возможности применения Lean-технологий в транспортной деятельности производственного предприятия. Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: сборник трудов V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2021. СибАДИ. С.120–123.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шпиц Максим Аркадьевич – магистрант группы Мм-24MAZ1, e-mail: shpitsmaxim@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shpits Maksim A. - master's student of the group Мм-24MAZ1, e-mail: shpitsmaxim@gmail.com

Научный руководитель *Авдейчикова Е.В., канд. техн. наук, доц. кафедры «Экономика, логистика и управление качеством» ФГБОУ ВО «СибАДИ»*