

НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ

Сборник статей XI Международной
научно-практической конференции,
состоявшейся 5 января 2026 г.
в г. Петрозаводске

Часть 2

г. Петрозаводск
Российская Федерация
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
2026

УДК 001.12
ББК 70
М75

Ответственные редакторы:
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

М75 Молодые исследователи – современной науке : сборник статей XI Международной научно-практической конференции (5 января 2026 г.). — В 2-х частях. Часть 2. — Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2026. — 121 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00215-969-7
ISBN 978-5-00215-971-0 (Ч. 2)

Настоящий сборник составлен по материалам XI Международной научно-практической конференции МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ, состоявшейся 5 января 2026 года в г. Петрозаводске (Россия). В сборнике рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями. Целями проведения конференции являлись обсуждение практических вопросов современной науки, развитие методов и средств получения научных данных, обсуждение результатов исследований, полученных специалистами в охватываемых областях, обмен опытом. Сборник может быть полезен научным работникам, преподавателям, слушателям вузов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Авторы публикуемых статей несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором № 467-03/2018К от 19.03.2018 г.

УДК 001.12
ББК 70

ISBN 978-5-00215-969-7
ISBN 978-5-00215-971-0 (Ч. 2)

Состав редакционной коллегии и организационного комитета:

Аймурзина Б.Т., доктор экономических наук
Ахмедова Н.Р., доктор искусствоведения
Битокова С.Х., доктор филологических наук
Блинкова Л.П., доктор биологических наук
Гапоненко И.О., доктор филологических наук
Героева Л.М., доктор педагогических наук
Добжанская О.Э., доктор искусствоведения
Доровских Г.Н., доктор медицинских наук
Дорохова Н.И., кандидат филологических наук
Ергалиева Р.А., доктор искусствоведения
Ершова Л.В., доктор педагогических наук
Зайцева С.А., доктор педагогических наук
Зверева Т.В., доктор филологических наук
Казакова А.Ю., доктор социологических наук
Кобозева И.С., доктор педагогических наук
Кулеш А.И., доктор филологических наук
Мантатова Н.В., доктор ветеринарных наук
Мокшин Г.Н., доктор исторических наук
Муратова Е.Ю., доктор филологических наук
Никонов М.В., доктор сельскохозяйственных наук
Панков Д.А., доктор экономических наук
Петров О.Ю., доктор сельскохозяйственных наук
Поснова М.В., кандидат философских наук
Рыбаков Н.С., доктор философских наук
Сансызбаева Г.А., кандидат экономических наук
Симонова С.А., доктор философских наук
Ханиева И.М., доктор сельскохозяйственных наук
Хугаева Р.Г., кандидат юридических наук
Червинаец Ю.В., доктор медицинских наук
Чистякова О.В., доктор экономических наук
Чумичева Р.М., доктор педагогических наук

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА	6
МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ВО ВНЕДРЕНЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ.....	7
<i>Глушков Никита Владимирович</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВХОДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА	12
<i>Кукаркин Артем Петрович</i>	
ГИБРИДИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	19
<i>Ермалюк Егор Андреевич</i>	
ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ: ЛИНЕЙНЫЙ И БИНАРНЫЙ ПОИСК	25
<i>Тихова Виолетта Валерьевна</i>	
СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	33
ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРНОГО ЦЕНТРА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМИ СУДАМИ НА ОСНОВЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА	34
<i>Трохаев Илья Константинович</i>	
МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В РАСЧЕТЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ	42
<i>Сак Владислав Дмитриевич, Бобков Иван Сергеевич</i>	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ	47
<i>Бобрик Валерия Станиславовна</i>	
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА «ОХА – КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ»	53
<i>Туракулова Карина Илхомовна</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДОРОЖНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	61
<i>Шаванов Иван Дмитриевич</i>	

СЕКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	68
РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗНОСОВ ОПОРНЫХ РОЛИКОВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА	69
<i>Аносова Анна Иннокентьевна, Бураев Михаил Кондратьевич</i>	
МАРКЕР-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СЕЛЕКЦИЯ (MAS) В УСКОРЕНИИ СОЗДАНИЯ СОРТОВ СОИ.....	76
<i>Алексеенко Елизавета Алексеевна, Ващилин Виктор Эдуардович</i>	
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ЛЫЖНЫМИ ГОНКАМИ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ В СТЕНАХ АГРАРНОГО ВУЗА.....	82
<i>Клинушикина Анастасия Юрьевна, Матчинова Нина Викторовна</i>	
СЕКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	88
АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АДРЕНОКОРТИКОТРОПНОГО ГОРМОНА (АКТГ) НА СИСТЕМНУЮ И ЛОКАЛЬНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ ДЕРМАТОЗОВ.....	89
<i>Лысенко Ангелина Игоревна</i>	
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ РОДНИК «ТАРТАКИ».....	97
<i>Шевцова Вероника Николаевна</i>	
СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	103
ВЛИЯНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ЛЫЖАМИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	104
<i>Сукач Дарья Николаевна, Шпеть Дарья Викторовна</i>	
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ В СЕЛЕ ЛЕНИНО-КОКУШКИНО ПЕСТРЕЧИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	109
<i>Шарифуллина Лейла Данилевна, Зиннатова Рената Радиковна</i>	
СЕКЦИЯ НАУКИ О ЗЕМЛЕ	115
ОСОБЕННОСТИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	116
<i>Кулаков Илья Дмитриевич</i>	

СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
ВО ВНЕДРЕНЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ**

Глушков Никита Владимирович

магистрант

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Аннотация: в статье рассмотрена проблема оценки результатов внедрения информационных систем. Раскрыта необходимость комплексного подхода, сочетающего технические метрики и анализ влияния на бизнес-процессы. Целью работы является систематизация методов измерения эффективности ИТ-проектов на разных этапах их жизненного цикла. В результате предложена многоуровневая модель оценки, интегрирующая количественные и качественные показатели. Установлено, что такой подход позволяет трансформировать оценку из разовой процедуры в инструмент непрерывного повышения зрелости управления цифровыми активами организации.

Ключевые слова: эффективность информационных систем, внедренческие проекты, методы оценки, бизнес-процессы, ключевые показатели (KPI), жизненный цикл ИТ-проекта, управление ИТ-активами.

**METHODS FOR ANALYZING AND EVALUATING
THE EFFECTIVENESS OF INFORMATION SYSTEMS
AND TECHNOLOGIES IN IMPLEMENTATION PROJECTS**

Glushkov Nikita Vladimirovich

Abstract: the article considers the problem of evaluating the results of information systems implementation. The necessity of an integrated approach combining technical metrics and analysis of the impact on business processes is revealed. The aim of the work is to systematize methods for measuring the effectiveness of IT projects at different stages of their life cycle. As a result, a multilevel assessment model is proposed that integrates quantitative and qualitative indicators. It has been established that this approach makes it possible to transform an

assessment from a one-time procedure into a tool for continuously increasing the maturity of an organization's digital asset management.

Key words: information system efficiency, implementation projects, assessment methods, business processes, key indicators (KPIs), IT project lifecycle, IT asset management.

Рассмотрение методов анализа и оценки эффективности информационных систем и технологий во внедренческих проектах представляет собой сложную междисциплинарную проблему, уходящую корнями в фундаментальные принципы информатики, теории систем и управления [2, с. 132]. Сущность данной проблемы заключается в необходимости объективного измерения и интерпретации того многогранного воздействия, которое оказывает внедряемый цифровой инструментарий на все без исключения компоненты организационной структуры, начиная от элементарных операционных процедур и заканчивая стратегическими векторами развития. Исторически сложившийся подход, фокусирующийся преимущественно на технических параметрах функционирования системы, таких как время отклика, коэффициент готовности или объем обрабатываемых данных, оказался явно недостаточным в современных условиях, где информационная технология перестала быть вспомогательным сервисом и превратилась в нервную систему предприятия, непосредственно формирующую его конкурентные качества и потенциал роста [6]. Следовательно, эволюция оценочных методов движется по пути синтеза количественных измерений и качественного анализа, жестких технических метрик и гибких социотехнических показателей, краткосрочных операционных результатов и долгосрочных стратегических эффектов, что требует построения сложных, многоуровневых и адаптивных моделей оценки.

Центральным концептуальным основанием для таких моделей служит парадигма рассмотрения внедренческого проекта не как изолированного акта установки программного обеспечения, а как процесса целенаправленной трансформации, затрагивающего бизнес-процессы, корпоративную культуру, компетенции персонала и архитектуру управления [1, с. 75]. В этом свете эффективность информационной системы не может быть корректно определена в отрыве от эффективности тех организационных изменений, которые она инициирует и которым способствует [3, с. 210]. Это порождает необходимость применения системного подхода, где объектом анализа становится комплекс «технология-процесс-человек», а критерии успешности формируются как на стыке этих элементов [4, с. 85]. Например, показатель скорости обработки

заявки в новой CRM-системе сам по себе является технической метрикой, но его реальная ценность раскрывается только при анализе влияния этой скорости на удовлетворенность клиентов, на нагрузку сотрудников отдела продаж и, в конечном итоге, на динамику выручки. Таким образом, разработка методов оценки трансформируется в задачу создания измерительных каркасов, способных улавливать и количественно выражать подобные причинно-следственные цепочки, пронизывающие организацию по вертикали и горизонтали.

Особую сложность представляет фаза пост-внедренческого аудита, когда первоначальный ажиотаж угасает и система переходит в режим штатной эксплуатации. Именно на этом этапе с особой остротой встает вопрос о реальной, а не декларированной эффективности [5, с. 155]. Здесь на первый план выходят методы непрерывного мониторинга, основанные на сборе и агрегации данных о работе системы в реальном времени, и их сопоставлении с динамикой бизнес-показателей. Современные платформы бизнес-аналитики и цифровые двойники бизнес-процессов открывают новые возможности для такого мониторинга, позволяя моделировать сценарии «что если» и оценивать вклад информационной системы в достижение конкретных целевых показателей организации. При этом важнейшим аспектом становится безопасность и достоверность данных, на основе которых строятся оценки, что возвращает нас к фундаментальным проблемам информатики, связанным с целостностью, конфиденциальностью и доступностью информации.

Перспективным направлением развития методов оценки видится их интеграция в самые ранние фазы жизненного цикла информационной системы, на этапы проектирования и выбора решения. Формирование четких, измеримых и привязанных к бизнес-целям требований, которые впоследствии становятся основой для ключевых показателей эффективности, позволяет избежать распространенной ошибки, когда оценка проводится по критериям, нерелевантным для конечного бизнес-результата. Этот проактивный подход предполагает тесное взаимодействие между ИТ-специалистами, бизнес-аналитиками и будущими пользователями системы на протяжении всего проекта, обеспечивая общее понимание целей и формируя культуру управления, основанную на данных и доказательствах. В конечном счете, совершенствование методов анализа и оценки эффективности является не просто технической необходимостью, но и важным элементом повышения зрелости

управления ИТ в организации, способствуя переходу от восприятия информационных технологий как центра затрат к их признанию в качестве стратегического актива и драйвера инноваций. Это длительный и сложный путь, требующий постоянного уточнения методологических принципов, разработки новых инструментальных средств и, что не менее важно, трансформации мышления всех участников процесса – от разработчиков и внедренцев до топ-менеджеров и рядовых сотрудников, которые своим повседневным взаимодействием с системой и определяют, в конечном итоге, меру ее реальной ценности и успешности в достижении стоящих перед организацией амбициозных задач в условиях неопределенности и быстро меняющейся цифровой среды, где адаптивность и скорость реакции становятся критическими параметрами выживания и развития любого предприятия, стремящегося не просто соответствовать текущим трендам, но и формировать будущее своей отрасли через осознанное и научно обоснованное использование потенциала современных информационных систем и технологий, чья эффективность, таким образом, превращается из предмета периодических аудитов в постоянный фокус внимания и основу для непрерывного процесса организационного обучения и совершенствования.

Список литературы

1. Балашов А. И., Рогова Е. М., Тихонова М. В., Ткаченко Е. А. Управление проектами : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под общей редакцией Е. М. Роговой. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 383 с.
2. Бобровников А. Э. Введение в управление проектами внедрения ERP-систем. – 2-е изд., стер. – М., 2025. – 320 с.
3. Григорьев М. В., Григорьева И. И. Проектирование информационных систем : учебное пособие для вузов. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 318 с.
4. Избачков Ю. С., Петров В. Н., Васильев А. А., Телина И. С. Информационные системы: Учебник для вузов. – 3-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 544 с.

5. Проектирование информационных систем : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. В. Чистов, П. П. Мельников, А. В. Золотарюк, Н. Б. Ничепорук ; под общей редакцией Д. В. Чистова. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 258 с.
6. Смирнов А. Б. Внедрение проектного управления. Практическое руководство по созданию Проектного Офиса. – Электронное издание. – URL: <https://books.yandex.ru/books/v6AlzWSn/read-online> (дата обращения: 30.12.2025).

© Глушков Н.В., 2025

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ВХОДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО
ДОКУМЕНТООБОРОТА**

Кукаркин Артем Петрович

студент

Научный руководитель: **Стычук Алексей Александрович**

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева»

Аннотация: в статье исследуется актуальная проблема повышения эффективности управления электронным документооборотом в условиях его стремительного роста. Автором предложена и детально проанализирована модель прогнозирования входящего документопотока. На основе сравнительного анализа алгоритмов машинного обучения (Random Forest, XGBoost, LightGBM) доказана эффективность подхода, а также выявлены ключевые факторы, влияющие на точность прогноза. Результаты работы демонстрируют практическую применимость метода для перехода компаний от реактивной к проактивной модели планирования бизнес-процессов. Предложенное решение позволяет существенно сократить операционные риски и повысить управляемость документооборота.

Ключевые слова: электронный документооборот, прогнозирование, машинное обучение, проактивная модель, оптимизация управления.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR PREDICTING
THE PARAMETERS OF INCOMING ELECTRONIC DOCUMENT FLOW**

Kukarkin Artem Petrovich

Scientific adviser: **Stychuk Alexey Alexandrovich**

Abstract: the article examines the actual problem of increasing the efficiency of electronic document management in the context of its rapid growth. The author has proposed and analyzed in detail a model for predicting incoming document flow. Based on a comparative analysis of machine learning algorithms (Random Forest, XGBoost, LightGBM), the effectiveness of the approach is proved, as well as key

factors affecting the accuracy of the forecast are identified. The results of the work demonstrate the practical applicability of the method for the transition of companies from a reactive to a proactive business process planning model. The proposed solution makes it possible to significantly reduce operational risks and increase the manageability of document flow.

Key words: electronic document management, forecasting, machine learning, proactive model, management optimization.

В современном мире экономика в значительной степени зависит от электронного документооборота, объёмы которого растут. Например, российский рынок ЭДО за период 2020-2024 годов вырос на 61% до объёма в 95 миллиардов рублей [1] Такой темп роста можно объяснить сокращением временных издержек при работе с документами, повышением прозрачности бизнес-процессов, и поддержкой ЭДО на законодательном уровне.

Но и такое хорошее решение, как ЭДО, на данный момент есть возможность улучшить. Устоявшийся реактивный подход управленческого воздействия можно заменить современным проактивным. Это позволит избежать экономических потерь, вызванных неожиданным поведением контрагентов, выражющимся в поступлении неожиданных документов и требований. Также проактивный подход позволит более своевременно обрабатывать входящие документы и избегать кассовых разрывов, так как будет возможность более тщательно и заранее подготовиться к финансовым операциям.

Для реализации использования такого проактивного подхода будет актуально разработать соответствующий практически применимый метод, основанный на современных инструментах для анализа данных и машинного обучения. Накопляемые в процессе работы системы ЭДО архивные данные, архивы ЭДО, являются ценным ресурсом для построения точных прогнозных моделей, которые с большой вероятностью смогут в положительную сторону изменить подход к управлению бизнес-процессами.

Таким образом, в данном исследовании будет проведён сравнительный анализ методов прогнозирования параметров документов входящего электронного документооборота с помощью современных алгоритмов машинного обучения. Также будут проанализированы факторы и признаки, влияющие на точность прогнозирования, среди которых будут выделены наиболее значимые. Финальным этапом исследования является проверка

полученных выводов и того, как они могут улучшить ситуацию реального документооборота.

Задача прогнозирования параметров документов входящего электронного документооборота сводится к задаче прогнозирования многомерных временных рядов с учётом категориальных признаков.

Для решения поставленной задачи необходимо последовательно осуществить сбор и первичный анализ исторических данных документооборота, включающий в себя определение ключевых сущностей и атрибутов, идентификацию аномалий и логических закономерностей. Затем следует выделить наиболее релевантные для прогнозирования группы признаков, определить, как именно их преобразовать, чтобы обеспечить максимальную информативность для алгоритмов машинного обучения. Следующим этапом является проектирование и реализация последовательности обработки данных, обучения и валидации прогнозных моделей. Для каждого случая проводится подборка гиперпараметров для достижения оптимального соотношения между точностью и устойчивостью моделей [2].

Для достижения высококачественного прогноза с учётом специфики электронного документооборота к обработке были выбраны такие признаки как: дата и время документа, день недели, квартал, тип документа, бинарные признаки выходных и календарных праздников, количество документов, сумма документа. Данные признаки должны быть учтены как скользящие статистики, так как для ЭДО характерны циклические временные колебания признаков, например в зависимости от выходных и праздничных дней, сезонов. Некоторые документы, например, приходят ежедневно, еженедельно или ежемесячно.

Также особое внимание стоит обратить на типы документов и возможные связанны с ними дополнительные признаки, так как в зависимости от типов кардинально меняется содержимое документов и периоды поступления экземпляров такого типа.

Финансовые аспекты также были учтены, включая средние значения, стандартные отклонения сумм документов за различные временные окна.

К сравнению были отобраны современные ансамблевые алгоритмы машинного обучения, оценивалась их эффективность в задачах прогнозирования временных рядов. Случайный лес или же Random Forest выбран благодаря устойчивости к переобучению и возможности оценки важности признаков. XGBoost выбран, т.к. алгоритмы градиентного бустинга отличаются высокой точностью прогнозирования, а механизмы регуляризации смогут обеспечить контроль за сложностью модели. LightGBM же сочетает в

себе высокую скорость обучения и хорошую точность, что важно при частом переобучении модели в условиях реального использования при поставленной задаче [3].

Для оценки точности прогноза сумм документов использовалась метрика средней абсолютной ошибки (MAE), а для оценки вероятностных прогнозов – метрика логистической потери (Log Loss). Также оценивалось время обучения моделей.

Специально для сравнения алгоритмов был синтезирован набор данных, отражающий документооборот средней российской компании. Набор данных содержит историю документооборота за период около трёх лет и более 20 тысяч различных входящих документов.

По результатам тестирования были выявлены чёткие закономерности в эффективности алгоритмов. Алгоритмы градиентного бустинга показали лучшие результаты, так как по сравнению со случайным лесом лучше аппроксимируют сложные нелинейные зависимости, содержащиеся в данных документооборота.

Модель LightGBM стала лидером по точности прогноза с наименьшей средней ошибкой около 10 000 рублей, а также по минимальному значению Log Loss в 0,35 и минимальной скорости обучения – в среднем 100 секунд. Модель XGBoost для сравнения обучалась в районе 300 секунд.

Результаты сравнения моделей, использующих соответствующие алгоритмы, представлены далее (табл. 1).

Таблица 1
Сравнение моделей, использующих различные алгоритмы

Алгоритм	MAE, руб.	Log Loss	Время обучения, сек.	Ключевые особенности для задачи ЭДО
Random Forest	11 200	0.41	~ 45	Устойчив к переобучению и шуму в данных, хорошо оценивает важность признаков. Хуже аппроксимирует сложные нелинейные зависимости.
XGBoost	10 500	0.37	~ 300	Высокая точность за счёт механизмов регуляризации. Большие вычислительные затраты на обучение из-за точного алгоритма расщепления.
LightGBM	9 800	0.35	~ 100	Лучшее соотношение точности и скорости. Эффективная работа с категориальными признаками (типы документов) и высокая скорость благодаря GOSS.

После проведения экспериментов с соответствующей моделью и выявления наилучшего алгоритма были выявлены ключевые факторы, влияющие на природу документооборота, был проведён анализ важности признаков.

Наиболее значимым оказался признак типа документа, потому что документы различных типов демонстрируют устойчивые различия в динамике и периодичности поступления. Документы одних типов проявляют недельную периодичность, другие следуют месячным паттернам, а некоторые показывают своё особенное поведение. Можно сделать вывод, что в перспективе было бы целесообразно использовать различные алгоритмы для прогнозирования различных типов документов, для повышения точности и вариативности.

Второе место по значимости заняли временные признаки суммарно. В результате анализа замечено наличие циклических пиков активности в определённые дни недели, а также сезонные колебания, особенно касаемо отчётных периодов. Эти типы колебаний универсальны для любых контрагентов.

На третьем месте оказались финансовые показатели – исторические данные о суммах документов. Финансовые параметры текущих и недавних операций позволяют предположить наличие устойчивых бизнес-процессов и помогают спрогнозировать будущую активность документооборота.

Благодаря достаточно точному прогнозированию появляется возможность усовершенствовать управление бизнес-процессами в современных организациях, перейти от традиционной реактивной модели к проактивной системе управления, у которой есть множество преимуществ [4].

Если говорить про область финансового планирования, финансовым службам такой подход позволит заблаговременно формировать оптимальную структуру денежных резервов, а не просто в спешке реагировать на поступившие документы. Отдельно стоит отметить выгоду в прогнозировании крупных платежей, которое позволяет минимизировать процентные расходы по краткосрочным займам, если организация таковыми пользуется, а также сформировать графики размещения временно свободных средств.

Наиболее интересной хочется назвать открывающуюся в условиях проактивной модели управления возможность построения интеллектуальной системы рабочей нагрузки. Оптимальное распределение персонала между различными участками работы с документами будет крайне полезно в области операционного управления. Таким образом можно будет планировать на периоды прогнозируемого спада активности документооборота выполнение

задач, не связанных с ЭДО, что повысит общую производительность труда в организации.

Одновременно с наиболее интересной задачей, названной ранее, хочется сказать о наиболее важной задаче, где будет полезно прогнозирование, а именно о задаче управления рисками. Прогнозирующая модель может идентифицировать как потенциальные объёмы продаж, так и проблемные ситуации – задержки в поступлении важных документов и отклонения от регламентных сроков. Это позволит заблаговременно проанализировать риски, разработать и применить меры по борьбе с ними. Важность такого превентивного управления рисками возрастает в компаниях, чья деятельность наиболее строго регламентирована.

Косвенным преимуществом внедрения прогнозной модели является сопутствующий этому процессу анализ архива документооборота. Исследование архива вероятно сможет выделить закономерности в динамике поступления документов, а также подметить различные изменения в характере взаимоотношений с контрагентами и эффективности маркетинговых активностей.

Эту идею в дальнейшем можно развить до построения комплексной подсистемы бизнес-аналитики для стратегического планирования, которая хорошо впишется в CRM или ERP системы [5]. Следующим шагом в развитии идеи и методики такого прогнозирования можно назвать создание адаптивных моделей. Под адаптивностью предполагается способность моделей реагировать на сигналы об изменении макроэкономической ситуации, отраслевой конъюнктуры, законодательных требований и форм документов. В зависимости от таких сигналов адаптивная модель смогла бы корректировать свои прогнозы или даже частично свой алгоритм их формирования.

Таким образом, методика прогнозирования входящего документооборота позволит добиться сокращения различных затрат, в том числе на обработку входящих документов, заблаговременно определить и предупредить риски, и повысить удовлетворённость как сотрудников, так и клиентов организаций. Именно поэтому она обладает значительным шансом быть эффективно использованной на практике, а также прекрасным заделом для развития в различных направлениях.

Список литературы

1. Рынок электронного документооборота в России // BusinesStat. 2025. URL: <https://businessstat.ru/news/eds/> (дата обращения: 05.10.2025).
2. Силен Д., Мейсман А., Али М. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. СПб. : Питер, 2017. 448 с. URL: <https://lib.intuit.kg/wp-content/uploads/2020/04/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B-Data-Science-%D0%B8-Big-Data-ru.pdf> (дата обращения: 07.10.2025).
3. Freund Y., Schapire R. E. Boosting: Foundations and Algorithms [Усиление: основы и алгоритмы]. Cambridge : The MIT Press, 2012. 544 p. URL: https://direct.mit.edu/books/oa-monograph-pdf/2280056/book_9780262301183.pdf (дата обращения: 08.10.2025).
4. Шишкина В. В. Оценка и прогнозирование финансового состояния предприятия на основе временных рядов нечетких элементарных тенденций // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12, № 4-2. С. 465–469. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-prognozirovanie-finansovogo-sostoyaniya-predpriyatiya-na-osnove-vremennyh-ryadov-nechetkih-elementarnyih-tendentsiy> (дата обращения: 11.11.2025).
5. Ларин М. В. Электронные документы: вопросы теории и практики // История и архивы. 2015. № 2. С. 145–152. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-dokumenty-voprosy-teorii-i-praktiki-1> (дата обращения: 17.11.2025).

© Кукаркин А.П.

**ГИБРИДИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО
ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Ермалюк Егор Андреевич

студент

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Аннотация: в статье рассматривается проблема автоматического обнаружения аномалий в корпоративных сетях передачи данных как одна из ключевых в современных системах кибербезопасности. Целью исследования является разработка гибридного метода машинного обучения, сочетающего алгоритмы глубокого обучения и классические методы обнаружения аномалий, и последующая оценка эффективности, основываясь на том, насколько лучше он работает по сравнению с оригинальными методами. В научном исследовании сформулирована гипотеза о том, что интеграция LSTM (долгая краткосрочная память) и алгоритма Isolation Forest позволит повысить точность обнаружения аномалий и снизить частоту ложных положительных срабатываний обнаружения по сравнению с традиционными подходами. Предметом исследования выступают модели и алгоритмы МО для обнаружения сетевых аномалий. Объектом исследования является процесс передачи данных в сетях передачи информации. В ходе исследования были применены методы моделирования, сравнительного анализа, статистической оценки и эксперимента на открытых наборах данных (NSL-KDD).

Ключевые слова: машинное обучение, обнаружение аномалий, информационная безопасность, кибербезопасность, сетевая безопасность, гибридная модель, LSTM, Isolation Forest.

**HYBRIDIZATION AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF MACHINE LEARNING METHODS FOR AUTOMATIC DETECTION
OF ANOMALIES IN DATA TRANSMISSION NETWORKS**

Ermalyuk Egor Andreevich

Abstract: the article discusses the problem of automatic detection of anomalies in corporate data transmission networks as one of the key issues in modern

cybersecurity systems. The aim of the study is to develop a hybrid machine learning method that combines deep learning algorithms and classical anomaly detection methods, and then evaluate its effectiveness based on how much better it works compared to the original methods. The scientific study hypothesized that the integration of LSTM (long-term short-term memory) and the Isolation Forest algorithm will improve the accuracy of anomaly detection and reduce the frequency of false positives compared to traditional approaches. The subject of the research is models and algorithms of MO for detecting network anomalies. The object of the study is the process of data transmission in information transmission networks. In the course of the study, methods of modeling, comparative analysis, statistical evaluation and experiment on open datasets (NSL-KDD) were applied.

Key words: machine learning, anomaly detection, information security, cybersecurity, network security, hybrid model, LSTM, Isolation Forest.

Введение

Актуальность исследования обусловлена ростом количества и сложности кибератак на корпоративные информационные системы, что приводит к значительным финансовым и репутационным потерям. Традиционные сигнатурные методы защиты, такие как межсетевые экраны и системы обнаружения вторжений (IDS), зачастую неэффективны против новых, неизвестных угроз (атак нулевого дня) и сложных многоэтапных компрометаций [1, с. 9]. В этом контексте методы машинного обучения, способные обучаться на данных о сетевом трафике и выявлять отклонения от нормального поведения (аномалии), представляют собой перспективное направление для создания проактивных систем безопасности [2, с. 9].

Проблема исследования заключается в необходимости повышения точности и скорости обнаружения аномалий в условиях высокодинамичного и объемного корпоративного сетевого трафика, а также в снижении уровня ложных срабатываний, которые перегружают аналитиков.

Цель исследования – разработка и экспериментальная оценка эффективности гибридного метода машинного обучения для автоматического обнаружения аномалий в корпоративных сетях передачи данных.

В качестве источника данных использован публичный набор NSL-KDD [3, с. 9], содержащий предобработанные признаки сетевых соединений с

метками нормального трафика и различных типов атак, который очень часто используется в экспериментах выявления кибератак и в машинном обучении. Разработка и тестирование модели проводились на языке Python 3.13 с использованием библиотек: pandas, numpy для обработки данных; scikit-learn для реализации алгоритмов Isolation Forest, SVM и расчета метрик; TensorFlow 2.x и Keras для построения и обучения L-сети.

Реализация Гибридной модели

Предложенная модель состоит из двух последовательных этапов:

Этап Первый (LSTM-модуль): Входные данные (последовательность сетевых соединений, представленных числовыми признаками) подаются на слой LSTM. Этот слой предназначен для обучения долгосрочным зависимостям и преобразования исходных признаков в новый вектор скрытых представлений (embeddings), который кодирует контекстуальную информацию о трафике;

Этап Второй (Isolation Forest): Выходной вектор представлений от LSTM (или объединенный с исходными ключевыми признаками) используется как вход для алгоритма Isolation Forest. Этот алгоритм, эффективный для задач обнаружения выбросов, проводит финальную классификацию на "нормальный трафик" или "аномалию".

Эксперимент проводился на тестовой выборке KDDTest+. Результаты оценки эффективности каждой модели отдельно и предложенной гибридной модели представлены на рисунках 1, 2, 3. Сравнение с базовыми методами представлено в Таблице 1.

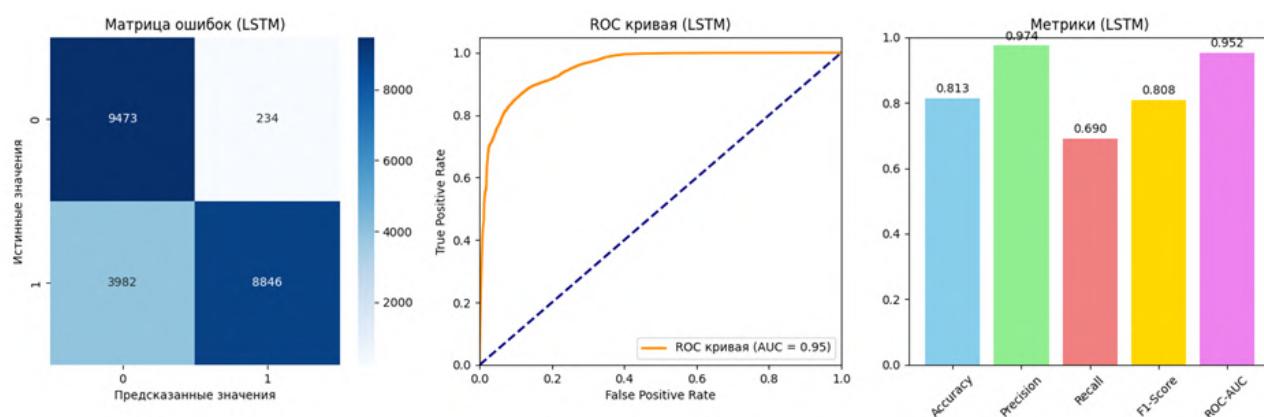


Рис. 1. Результаты модели LSTM



Рис. 2. Результаты модели Isolation Forest

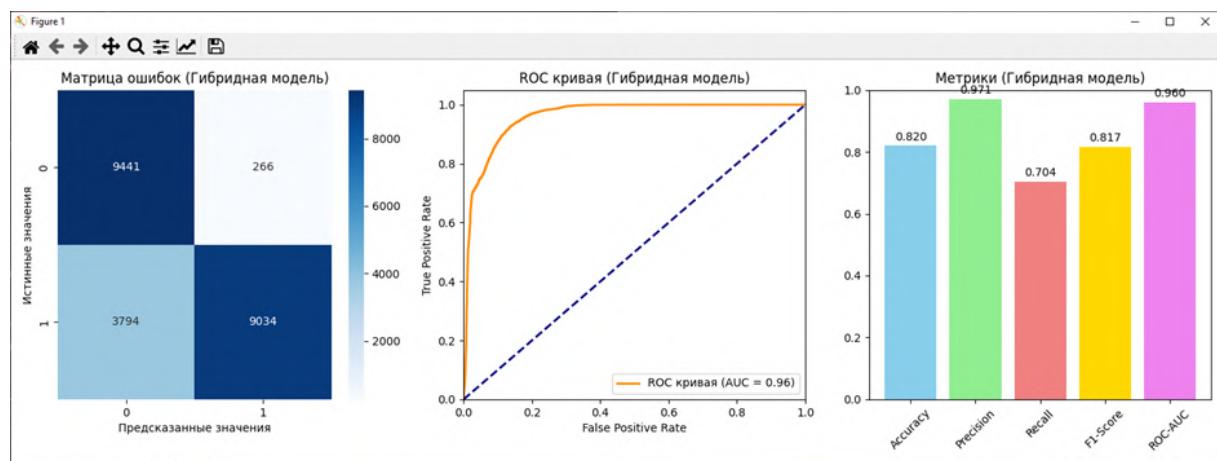


Рис. 3. Результаты модели LSTM+ Isolation Forest

Таблица 1

Сравнительные результаты оценки моделей

Метод	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Isolation Forest (IF)	0,832	0,772	0,9995	0,871
LSTM	0,813	0,974	0,69	0,81
Гибридная модель (LSTM+IF)	0,8198	0,974	0,7042	0,817

Анализ результатов показывает, что предложенная гибридная модель демонстрирует улучшенные показатели относительно показателей модели LSTM: точность лучше на 0,85%, полнота на 2,13%, F1-мера на 1,11%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что LSTM успешно выявляет сложные, протяженные во времени аномалии (например, медленные сканирования, DDoS начинания), в то время как Isolation Forest эффективно дополняет модель, отлавливая точечные и редкие выбросы, которые могут не

формировать явных временных паттернов. Преимущество гибридного подхода особенно заметно на смешанных типах атак, представленных в наборе NSL-KDD.

Исследование было ограничено тем, что эксперименты проводились на синтетическом, хотя и общепризнанном, наборе данных, который может не в полной мере отражать специфику современного корпоративного трафика. Также архитектура модели требует относительно больших вычислительных ресурсов для обучения LSTM-компоненты по сравнению с изолированным использованием Isolation Forest.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методологии построения композитных моделей МО для анализа сетевой безопасности, сочетающих сильные стороны разных алгоритмических парадигм.

Практическая значимость состоит в том, что разработанный прототип и подтвержденная эффективность гибридного подхода могут быть использованы в качестве основы для модулей расширенного анализа в коммерческих и открытых SIEM-системах, системах мониторинга трафика (NTA), что позволит повысить уровень защищенности корпоративных инфраструктур.

Заключение

В ходе исследования достигнута поставленная цель: разработан и протестирован гибридный метод обнаружения аномалий на основе комбинации LSTM и Isolation Forest. Экспериментально подтверждена выдвинутая гипотеза – предложенный метод показал статистически значимое улучшение ключевых метрик качества классификации по сравнению с базовыми подходами.

Перспективы дальнейших исследований связаны с валидацией модели на реальных корпоративных сетевых данных, оптимизацией вычислительной эффективности модели для работы в режиме реального времени, Расширением модели для не только обнаружения, но и классификации типов кибератак.

Список литературы

1. Anomaly detection: A survey / Chandola, V., Banerjee, A., Kumar, V. – Текст: электронный //ACM Computing Surveys (CSUR). – 2009. – Vol. 41, No. 3. – Р. 1–58. – URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1541880.1541882> (accessed 1.12.2025).

2. Adaptive anomaly detection in network traffic using machine learning and deep learning / Nguyen, H. T., Franke, K. // Proceedings of the International Conference on Computational Science. – 2020. – С. 678-691.
3. A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set / Tavallaei, M., Bagheri, E., Lu, W., Ghorbani, A. // ResearchGate. – 2009. – Р. 1-6. – URL: https://www.researchgate.net/publication/48446353_A_detailed_analysis_of_the_KDD_CUP_99_data_set (accessed 1.12.2025).

© Ермалюк Е.А.

**ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ:
ЛИНЕЙНЫЙ И БИНАРНЫЙ ПОИСК**

Тихова Виолетта Валерьевна

студент

Научный руководитель: **Половинко Екатерина Викторовна**

к.п.н., доцент

филиал ГБОУ ВО «Ставропольский государственный
педагогический институт»

Аннотация: В статье рассматриваются основы и принципы работы двух ключевых алгоритмов поиска — линейного и бинарного. В ней описываются механизмы их функционирования, выделяются сильные стороны и ограничения, а также определяется сфера их оптимального применения. Приводятся наглядные примеры использования обоих подходов в реальных ситуациях, подчеркивая различия в эффективности в зависимости от размера и организации данных. Основное внимание уделяется важности выбора правильного алгоритма поиска для повышения производительности программного обеспечения и ускорения обработки запросов. В заключение делается вывод о том, что линейный поиск предпочтительнее для маленьких объемов данных или случайных структур, в то время как бинарный поиск показывает высокую эффективность при работе с большими упорядоченными массивами.

Ключевые слова: линейный поиск, бинарный поиск, алгоритм, эффективность, массив данных, сортировка.

SEARCH ALGORITHMS: LINEAR AND BINARY SEARCH

Tikhova Violetta Valerievna

Scientific adviser: **Polovinko Ekaterina Viktorovna**

Abstract: this article explores the fundamentals and principles of two key search algorithms: linear search and binary search. It describes their mechanisms, highlights their strengths and limitations, and identifies their optimal applications. The article provides illustrative examples of how these algorithms can be used in real-world scenarios, emphasizing the differences in efficiency based on the size and

organization of data. The focus is on the importance of choosing the right search algorithm to enhance software performance and accelerate query processing. In conclusion, it is concluded that linear search is preferable for small amounts of data or random structures, while binary search shows high efficiency when working with large ordered arrays.

Key words: linear search, binary search, algorithm, efficiency, data array, sorting.

Цель: изучение основных принципов работы поисковых алгоритмов, выявление особенностей и областей применения линейного и бинарного поиска.

Задачи:

- Проанализировать исторические корни возникновения и развития алгоритмов поиска.
- Детально рассмотреть устройство и назначение линейного поиска.
- Исследовать структуру и механизм работы бинарного поиска.
- Сравнить оба метода на примерах из реальной жизни.
- Описать проблематику изучения поисковых алгоритмов в образовательной среде (на уроках информатики в цикле изучения программирования).
- Предоставить рекомендации по выбору подходящего алгоритма для различных задач для учащихся при изучении языков программирования.

Актуальность: эффективные методы поиска играют важную роль в современных информационных технологиях, особенно в условиях больших объемов данных. Оптимизация процессов поиска позволяет значительно повысить производительность программного обеспечения и ускорить обработку запросов.

Введение

Алгоритмы поиска являются фундаментальным элементом компьютерных наук и находят широкое применение в самых разных областях, начиная от баз данных и заканчивая искусственным интеллектом. Простые повседневные дела, такие как приготовление пищи или уборка дома, выполняются по определенным алгоритмам. Алгоритмы занимают центральное место в образовательных программах, особенно в курсах математики, информатики и естественных наук. Учебники предлагают разнообразные задания, направленные на развитие навыков анализа и проектирования алгоритмов. Так,

в учебных пособиях часто встречаются упражнения на разработку простых алгоритмов, таких как расчет геометрических форм, работа с числами или реализация сортировок и поисков. Среди множества методов выделяются два наиболее распространенных подхода: линейный поиск и бинарный поиск. Каждый из них имеет свои особенности, преимущества и недостатки, определяющие область их эффективного использования.

Основная часть

Первый алгоритм линейного поиска был разработан в 1953 году и стал основой для многих последующих исследований в области информатики и алгоритмов. Линейный поиск представляет собой простой метод нахождения элемента в неупорядоченном массиве. Алгоритм последовательно проверяет каждый элемент массива, начиная с первого, и сравнивает его с искомым значением. Если элемент совпадает, поиск завершается, и возвращается индекс найденного элемента. В противном случае поиск продолжается до конца массива.

Несмотря на свою простоту, линейный поиск имеет свои ограничения. Его времененная сложность составляет $O(n)$, что означает, что время выполнения алгоритма пропорционально количеству элементов в массиве. Это делает его неэффективным для больших массивов, где требуется более быстрый доступ к данным. В таких случаях применяются более сложные алгоритмы, такие как бинарный поиск, который требует предварительной сортировки данных и имеет временную сложность $O(\log n)$.

Линейный поиск используется там, где данные находятся в несортированном состоянии или объем данных невелик. Примером может служить поиск номера телефона в небольшой телефонной книге.

Пример из жизни: приготовить чай утром.

Алгоритм:

1. Налить воду в чайник.
2. Включить чайник.
3. Положить чайный пакетик в чашку.
4. Подождать, пока вода закипит.
5. Залить кипятком чайный пакетик.
6. Добавить сахар или молоко по вкусу.
7. Перемешать напиток ложечкой.
8. Насладиться горячим напитком.

Этот пример иллюстрирует линейный алгоритм, поскольку каждая операция выполняется последовательно одна за другой без ветвления или возврата назад.

Линейные алгоритмы чаще всего встречаются в заданиях ОГЭ и ЕГЭ, где требуется простая последовательная обработка данных или выполнение операций в строгом порядке. Обычно линейные алгоритмы применяются в задачах типа: «выбор варианта ответа» и «краткий ответ». Например, задача на вычисление арифметического выражения или подсчет суммы элементов массива. Эти задачи проверяют умение учащихся понимать простейшие алгоритмы и правильно интерпретировать порядок выполнения команд.

Преимущества линейного алгоритма - простота реализации и универсальность. Недостаток заключается в том, что линейный алгоритм не удобен для обработки больших объемов данных.

Бинарный поиск — один из самых эффективных алгоритмов поиска. Его простота, предсказуемость и логарифмическая времененная сложность делают его незаменимым инструментом при работе с отсортированными данными. Однако, как и любой алгоритм, он имеет свои условия применимости, сильные стороны и ограничения, которые важно понимать для грамотного использования в реальных задачах.

В 1946 году вышла первая статья об алгоритмах сортировки данных, автором которой был Джон Уильям Мочли — американский физик и инженер, один из создателей первого в мире электронного цифрового компьютера общего назначения ENIAC. В статье рассматривался целый ряд новых алгоритмов сортировки, в том числе метод бинарных вставок. До середины 1950-х годов наиболее распространенными были модификации сортировки слиянием и вставками сложности $O(n \log n)$ для n элементов. Еще одним следствием перехода к сортировке данных с помощью ЭВМ стало разделение сортировки на два типа — внешнюю и внутреннюю, то есть на использующую и не использующую данные, расположенные на периферийных устройствах.

Бинарный поиск основан на предположении, что массив предварительно отсортирован. Метод делит массив пополам, сравнивая среднее значение с искомым значением, и продолжает процесс, исключая половину элементов, пока не найдет нужный элемент или исчерпает варианты.

Пример использования бинарного алгоритма в жизни: предположим, вам нужно найти нужную книгу на книжной полке, упорядоченной по алфавиту авторов.

Алгоритм:

1. Определите середину полки и посмотрите на автора средней книги.
2. Если нужная книга расположена раньше по алфавиту, повторяйте процесс слева от середины.
3. Если нужная книга расположена позже по алфавиту, повторяйте процесс справа от середины.
4. Повторяйте пункты 1–3, пока не найдете нужную книгу.

Это классический пример бинарного поиска. Такой метод значительно сокращает количество необходимых сравнений по сравнению с простым перебором каждой книги подряд (линейным поиском).

Бинарные алгоритмы часто фигурируют в задачах повышенной сложности, особенно находят свое применение в ЕГЭ. Они требуют понимания принципов оптимизации и эффективного поиска решений. Такие задачи обычно представлены в частях заданий высокого уровня сложности, например, в задачах №24–27 ЕГЭ по информатике, где учащимся предлагается реализовать оптимизированный алгоритм поиска или сортировки. Задания на бинарные алгоритмы позволяют оценить способность учеников применять эффективные методы обработки больших объемов данных, экономить вычислительные ресурсы и грамотно организовывать решение сложных задач.

Современная система образования стремится развивать навыки изучения и применения алгоритмов поиска, но, к сожалению, сталкиваются с трудностями. Во-первых, значительная доля учащихся испытывает трудности в понимании абстракций, лежащих в основе алгоритмов. К тому же по темам «Алгоритмы» и «Основы программирования» выделяется в 8 классе 21 час, в 9 классе 8 часов, в 10 классе не уделяется, в 11 классе 11 часов с расчетом, что информатика проходит 1 раз в неделю. Можно увидеть, что знакомство с алгоритмами начинается в 8 классе, объем материала большой и усвоить его очень тяжело детям, они начинают с создания блок схем, затем переходят к созданию своего алгоритма в приложении КуМир, далее знакомятся и с алгоритмическим языком и языком программирования Python. Выполняя практические работы, большая часть обучающихся сталкиваются с трудностями и теряют интерес в выполнении заданий. С каждым годом у них появляются новые понятия и усвоить программу становится сложнее, во-первых, из-за разрыва в занятиях (неделя), во-вторых, из-за появления критического мышления у детей. Понять суть линейного или бинарного поиска бывает непросто, особенно если преподаватель ограничивается лишь сухой теoriей и демонстрацией стандартных формул. Ученики зачастую теряются

среди терминологии и не видят четких связей между изучаемыми материалами и практической жизнью. Во-вторых, современные образовательные стандарты порой не успевают за стремительным развитием технологических требований рынка труда. Многие выпускники оказываются неподготовленными к условиям современной профессиональной среды, сталкиваясь с необходимостью самостоятельного овладения современными инструментами и методологиями, например, при выполнении проектов, написания дипломных работ в средне специальных и высших учебных учреждениях. Именно поэтому одним из главных направлений совершенствования школьного курса информатики должно стать постепенное введение комплексных задач, приближающих студентов к реалиям использования информационных программ.

Кроме того, существенный вклад в низкое качество преподавания вносят кадровые проблемы. Некоторые педагоги слабо знакомы с современными технологиями и методами обучения, полагаясь преимущественно на устаревшую методологию. Поэтому необходимым условием успешного внедрения инновационных методик является повышение квалификации самих учителей посредством регулярных курсов повышения квалификации и стажировок, а также привлечение молодых специалистов.

Особое внимание следует уделять детям младшего возраста, испытывающим значительные психологические нагрузки при знакомстве с такими непростыми концепциями, как цикл и рекурсия. Здесь необходимы специальные методики адаптации учебного материала, направленные на постепенное раскрытие базовых идей через увлекательные игры и эксперименты.

Подводя итог, можно сказать, что современная школа сталкивается с серьезными проблемами в деле преподавания алгоритмов поиска и других дисциплин, связанных с разработкой программного обеспечения. Решением этих проблем должна стать интеграция игровых подходов, разработка адаптивных учебных планов и активное привлечение работодателей к процессу формирования профессиональных стандартов. Только так можно воспитать поколение квалифицированных специалистов, готовых уверенно конкурировать на рынке труда XXI века.

Процесс освоения языков программирования требует систематического подхода, особенно когда речь идет о выборе наиболее эффективных и полезных алгоритмов для каждой стадии обучения. Грамотно подобранные алгоритмы способствуют лучшему пониманию фундаментальных принципов програм-

мирования и готовят учеников к успешному решению сложных задач в будущем.

Алгоритмы играют центральную роль в любом процессе обучения программированию, поскольку именно они формируют основу мышления разработчика. Их изучение начинается с простых шагов и постепенно усложняется, переходя от основ к углубленным знаниям.

Часто приходится искать информацию среди большого количества данных. Предположим, учитель потерял листок с заданием и хочет вспомнить, какому ученику оно было дано. Линейный поиск предполагает проверку каждого элемента последовательно. Но представьте, если ученик ищет своё имя среди тысячи записей — проверка займёт кучу времени. Здесь пригодится бинарный поиск. Его смысл состоит в том, чтобы разделить большой массив на равные половины и смотреть в нужном направлении. Чем больше исходный объём данных, тем сильнее выигрывает этот способ.

Вывод

Из алгоритмов состоит наша жизнь, выбор действия или совместимость нескольких действий. Правильный выбор алгоритма позволяет нам сократить время, сделать работу эффективной и продуктивной. Использование алгоритмов способствует развитию логического мышления, улучшению способности анализировать задачи и находить эффективные пути их решения. Это полезно как в академическом контексте, так и в профессиональной сфере, помогая людям справляться с любыми видами проблем и задач. Изучив принципы работы линейного и бинарного поиска, можно сделать вывод, что выбор метода поиска зависит от конкретной ситуации. Линейный поиск предпочтителен для небольших объемов данных или случайных структур, тогда как бинарный поиск эффективнее при работе с большими упорядоченными массивами. Оба метода имеют свои области применения и позволяют оптимизировать процессы обработки данных в зависимости от поставленных задач.

Эта статья призвана подчеркнуть значимость грамотного подбора алгоритмов поиска для повышения качества программного обеспечения. Представленный материал позволяет не только глубоко осознать механизмы работы обеих техник, но и уверенно ориентироваться в мире информационных технологий.

Обучение школьников правильной оценке потребностей проекта и соответствующему выбору алгоритма является важнейшим фактором успеха в профессиональной деятельности. Надеемся, что эта статья послужит полезным руководством для педагогов и учащихся, желающих достичь мастерства в искусстве выбора наилучших алгоритмов для своих задач.

Список литературы

1. Дзеранов И.В. Алгоритмы поиска и сортировки. — Москва: АСТ, 2025. — 144 с.
2. Кнут, Д.Э. Искусство программирования. Том 3: Сортировка и поиск. — Москва: Вильямс, 2025. — 840 с.
3. Программа общеобразовательных учреждений. Информатика и ИКТ. Базовый и профильный уровни. Семёнова А.Л., Михайлова С.А. — Москва: Просвещение, 2025. — 160 с.

© Тихова В.В., 2025

**СЕКЦИЯ
ТЕХНИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

**ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРНОГО ЦЕНТРА ДИСТАНЦИОННОГО
УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМИ СУДАМИ НА ОСНОВЕ
НАЦИОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

Трохаев Илья Константинович

аспирант

МГУ им. адм. Г.И. Невельского

Аннотация: в данной статье рассматривается комплексная оценка нормативных документов от российских классификационных обществ на вопрос применимости требований, относящихся к центрам дистанционного управления (ЦДУ), к тренажерным комплексам для подготовки операторов автономных судов. Методом анализа выявлены и систематизированы применимые положения, которыми можно руководствоваться для моделирования работы ЦДУ.

Ключевые слова: автономное судовождение, центр дистанционного управления, безэкипажные суда, оператор МАНС, требования, положения, правила, регистр.

**FORMATION OF A TRAINING CENTER FOR REMOTE CONTROL
OF AUTONOMOUS VESSELS BASED ON NATIONAL LEGISLATION**

Trokhayev Ilya Konstantinovich

Abstract: this article examines a comprehensive assessment of regulatory documents from Russian classification societies regarding the applicability of requirements for remote control centres (RCC) to training simulators for autonomous vessel operators. Through analysis, applicable provisions that can be used to model the operation of RCCs have been identified and systematized.

Key words: autonomous navigation, remote control centre, unmanned vessels, MANS operator, requirements, provisions, rules, register.

В настоящее время активно развиваются технологии автономного судовождения, которые находят своё применение при вводе в эксплуатацию морских автономных надводных судов (МАНС). Национальное правовое обеспечение МАНС разрабатывается по всем направлениям: Российской

морской регистр судоходства в 2020 году выпускает «Положения по классификации морских автономных и дистанционно управляемых надводных судов (МАНС)», а в 2024 году вступили в силу поправки в Кодекс торгового мореплавания.

Изменения в КТМ, внесённые на основании закона 294-ФЗ, вводят в нормативную сферу новые термины и определения. В частности, в новой редакции КТМ под автономным судном понимается «...самоходное судно, процессы управления которым частично или полностью осуществляются в автоматическом режиме без участия членов экипажа судна».

Работа операторов МАНС осуществляется непосредственно за аппаратурой дистанционного управления, которая берет за свою основу стандартные морские системы с установленными дополнительными технологиями. Все необходимые органы управления автономными судами располагаются в центре дистанционного управления (ЦДУ), поэтому тренажерный комплекс, на котором будут обучаться операторы, должен максимально приближенно моделировать организацию и деятельность такого центра. Необходимо понять, можно ли нормативные документы, согласно которым происходит освидетельствование ЦДУ, использовать для моделирования тренажерного центра, на котором будут обучаться будущие операторы.

Правила Российского классификационного общества

Согласно «Правилам классификации автономных судов, освидетельствования технических средств, предназначенных для обеспечения управления автономными судами» Российского классификационного общества от 28.08.2024 (Далее – Правила), вступившие в силу 01.09.2024, автономность судов подразделяется на следующие уровни (таблица 1)

Таблица 1

Уровни автономности согласно Правилам РКО

Уровни автономности	Описание
AL1	Полуавтономное судно. Экипаж находится на борту судна для выполнения технического обслуживания и может управлять судном самостоятельно. Судно наблюдается и, при необходимости, дистанционно управляется из ЦДУ.

Продолжение таблицы 1

AL2	Полуавтономное судно. Экипаж находится на борту судна для выполнения технического обслуживания. Судно дистанционно управляется из ЦДУ.
AL3	Полностью автономное судно. Экипаж на борту отсутствует. Судно дистанционно управляется из ЦДУ.
AL4	Полностью автономное судно. Экипаж на борту судна отсутствует. Судно при необходимости дистанционно управляется из ЦДУ.

Исходя из того, что обучаемый экипаж должен осваивать новые компетенции в области управления автономным или полуавтономным судном, актуально моделировать только первые три степени автономности, так как при четвертом уровне судно самостоятельно управляет от точки до точки, а вмешательство из ЦДУ происходит при необходимости.

На основании указанных описаний, тренажерный комплекс должен включать стандартный мостик судна, где будет располагаться экипаж, моделируя первую и вторую степени автономности судна, отдельный кабинет или комнату для организации центра дистанционного управления, а также комнату инструктора.

Согласно целям этих Правил, должны моделироваться следующие сценарии:

- ходовой режим в соответствии с планом рейса, а также при прохождении узостей;
- вход и выход из порта;
- постановка на якорь и снятие, нахождение на якорной стоянке;
- швартовные операции, движение в портовых водах;
- проведение грузовых операций, а также специальных операций, определяемых функциональным назначением судна;
- действия при аварийных ситуациях.

В большей степени требования данных Правил относятся к полноценным автономным судам и центрам дистанционного управления, однако все же можно выделить пункты, которые можно переформулировать и применить к тренажерному комплексу. На основе анализа раздела 12-ть «Центр дистанционного управления (ЦДУ)» Правил можно составить сводную таблицу применимости пунктов (таблица 2).

Таблица 2**Применимость Правил РКО для тренажерного комплекса**

Пункт	Краткое описание	Применимость
12.1.1-12.1.2	Подраздел 12.1 «Общие положения».	Применимо
12.2.1	Подраздел 12.2 «Цель», где содержится функциональная цель ЦДУ.	Применимо
12.3.1	Подраздел 12.3 «Функциональные требования к ЦДУ», подпункты 1-8 которого определяют функции, выполняющиеся ЦДУ.	Применимо
12.4.1-12.4.2	Подраздел 12.4 «Организация центра дистанционного управления», где формируются требования к организации ЦДУ.	Применимо
12.5.1-12.5.5	Подраздел 12.5 «Принцип построения системы для ЦДУ». Применимость некоторых пунктов (12.5.3-5) можно рассмотреть для тренажера.	Частично применимо
12.6.1	Подраздел 12.6 «Пожаротушение».	Неприменимо
12.7.1-12.7.2	Подраздел 12.7 «Электроснабжение».	Неприменимо
12.8.1-12.8.3	Подраздел 12.8 «Окружающая среда в ЦДУ», которые предъявляют требования к организации рабочего пространства в ЦДУ.	Частично применимы
12.9.1-12.9.4	Подраздел 12.9 «Обслуживающий персонал в ЦДУ», где определяются типы обслуживающего персонала в ЦДУ.	Неприменимо
12.10.1	Подраздел 12.10 «Требования к управлению», подпункты которого можно взять за основу формирования сценарий.	Частично применимо
12.11.1-12.11.7	Подраздел 12.11 «Освидетельствование и испытания», требования которого относятся к ЦДУ, который вводят в эксплуатацию.	Неприменимо

На основании результатов анализа можно заключить, что пункты данного документа можно переформулировать и отнести к тренажерным комплексам в том случае, если в них содержатся функциональные требования к системам или подсистемам ЦДУ, а также их цели и задачи.

Положения Российской морского регистра судоходства

«Положения по классификации морских автономных и дистанционно управляемых надводных судов (МАНС)» (Далее – Положения) вступили в силу 01.08.2020 года. На данный момент это единственный национальный документ, согласно которому проходят освидетельствования автономных судов и центров дистанционного управления.

Согласно Положениям РМРС подразделяет автономность судов на следующие категории (таблица 3).

Таблица 3

Уровни автономности согласно РМРС

Составные обозначения	Тип управления	Наличие экипажа
MC	Ручное управление	Человек на борту
MC _{DC}	Ручное управление с поддержкой принятия решения	Человек на борту
RC _{MC}	Дистанционное управление с возможностью перехода на ручное	Человек на борту
RC	Дистанционное управление	Нет человека на борту
AC	Автономное управление	Нет человека на борту

Если сравнивать классификацию автономных судов РМРС и РКО, можно заметить, что Регистр определяет больше уровней автономности, однако это не влияет на организацию структуры тренажерного комплекса, которая была указана в данной статье ранее, так как у обоих обществ МАНС делятся на полуавтономные с экипажем или полностью автономные без экипажа.

В Положениях цели данного документа не выделяются в отдельный подраздел, в отличии от Правил РКО, зато четко указывается область распространения требований, где включен центр дистанционного управления. Также стоит отметить, что Регистр подразделяет ЦДУ на два типа: стационарные и мобильные, однако к обоим выдвигаются одинаковые требования.

На основе анализа 10-ой главы «Центр дистанционного управления (стационарный или мобильный)» можно заключить, что Регистр для каждой подсистемы ЦДУ определяет её задачи, требования к ней и методы проверки.

Аналогично таблице 2 ниже приведен список применимых пунктов из Положений для тренажерного комплекса (таблица 4).

Таблица 4
Применимые пункты Положений РМРС
для тренажерного комплекса

Пункт	Описание пунктов
10.1.1 10.1.2	Составляют задачи и требования подраздела 10.1 «Ситуационная осведомленность», где четко указывается смысл этой системы, её состав и получаемые данные.
10.2.1 10.2.2	Составляют задачи и требования подраздела 10.2 «Стратегическое управление рейсом», где подробно расписываются ключевые аспекты стратегического управления рейсом, включая его реализацию путем передачи рейсового задания и аварийные случаи.
10.3.1 10.3.2	Составляют задачи и требования подраздела 10.3 «Дистанционное управление навигацией», где указываются функции ЦДУ на этапе управления навигацией автономным судном.
10.7.1 10.7.2	Составляют задачи и требования подраздела 10.7 «Принципы построения центра дистанционного управления», в котором указываются принципы построение целостной системы ЦДУ

Заключение

В заключение можно сказать, что оба документа от разных классификационных обществ предоставляют обширный список требований и задач к системам ЦДУ, которые не противоречат друг другу. Пункты, указанные в данной статье выше, можно применять для моделирования тренажерного комплекса путем переформулирования функциональных требований.

На данный момент более детализированным и основательным документом являются Положения РМРС, где конкретно разделяются задачи и требования каждой системы ЦДУ, что упрощает процесс моделирования центра и исключает неточности. При проектировании тренажерного комплекса требования РМРС можно использовать как базовый каркас, а Правилами РКО руководствоваться для соответствия обоим классификационным обществам.

Список литературы

1. Российский морской регистр судоходства. Положения по классификации морских автономных и дистанционно управляемых надводных судов (МАНС). НД № 2-030101-037. — Введ. 01.08.2020.
2. Российское классификационное общество. Правила классификации автономных судов, освидетельствования технических средств, предназначенных для обеспечения управления автономными судами. № 63-п от 28.08.2024. — Введ. 01.09.2024.
3. Актуальные проблемы автономного судовождения / Артемьев А.В., Гриняк В.М., Комаровский Ю.А., Лентарёв А.А., Оловянников А.Л., Оськин Д.А., Петров В.А; Под ред. Лентарёва А.А. — М.: МОРКНИГА, 2024. — 252 с.
4. Доклад Комитета по безопасности на море о его 101-й сессии. MSC 101/24. 10.07.2019.
5. Амбросовский В.М., Казунин Д.В., Орлов А.П. Система управления автономных и дистанционно управляемых судов // Морской вестник. 2019. № 3 (71). — с. 87.
6. Barakat Lama Ali. Developing a decision-making Mechanism for autonomous collision avoidance of unmanned navigation: fuzzy approach / Barakat Lama Ali, I. Yu. Kvyatkovskaya // Izvestiya SFedU. Engineering Sciences. — 2023. — No. 3(233). — P. 35-45. — DOI 10.18522/2311-3103-2023-3-35-45. — EDN JBVMUG.
7. Казунин, Д. В. Навигационный тренажер для подготовки специалистов автономного судовождения на основе технологий дополненной и виртуальной реальности / Д. В. Казунин, В. В. Рыбий // Морской вестник. — 2023. — № 3(87). — С. 83-87. — DOI 10.56192/1812-3694_2023_87_83. — EDN ONKIJN.
8. Комплекс программно-аппаратных средств для решения задач автономного судовождения / Я. В. Бурылин, А. В. Гринек, И. П. Бойчук [и др.] // Морские интеллектуальные технологии. — 2022. — № 4-1(58). — С. 68-74. — DOI 10.37220/MIT.2022.58.4.025. — EDN VBEWWG.
9. Algorithm for analyzing the automatic identification system data to identify typical scenarios for vessel divergence and testing the systems of autonomous shipping / S. V. Smolentsev, A. A. Butsanets, S. F. Shakhnov [et al.] // T-Comm.

– 2024. – Vol. 18, No. 3. – P. 50-59. – DOI 10.36724/2072-8735-2024-18-3-50-59.
– EDN TYZNSI.

10. Чижикова, М. И. Оценка функциональных свойств систем автономного судовождения / М. И. Чижикова, Д. Е. Студеникин // Соискатель - приложение к журналу "Мир транспорта". – 2023. – № 3(14). – С. 17-21. – EDN WDNELI.

© Трохаев И.К.

**МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
В РАСЧЕТЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ**

Сак Владислав Дмитриевич

студент гр. 10111125

Бобков Иван Сергеевич

студент гр. 10111125

Научный руководитель: **Савостьянов М.С.**

ассистент

Белорусский национальный технический университет

Аннотация: в данной работе исследуются макроскопические модели транспортных потоков как ключевой инструмент борьбы с заторами и экологическим загрязнением в условиях современной городской среды. В статье рассматривается практический опыт применения программного комплекса PTV Vissim в Республике Беларусь, а также проводится критический анализ стандартных математических алгоритмов распределения трафика. В качестве решения проблемы неточности прогнозирования предлагается внедрение аппарата смешанного логита (Mixed Logit), который позволяет учитывать индивидуальную гетерогенность участников движения.

Ключевые слова: транспортные потоки, макромоделирование, логит-модель, смешанный логит, PTV Vissim, экология городской среды, оптимизация дорожного движения, пропускная способность, устойчивое развитие.

**MACROSCOPIC MODELS
IN TRAFFIC FLOW CALCULATIONS**

Sak Vladislav Dmitrievich

Bobkov Ivan Sergeevich

Scientific adviser: **Savostyanov M.S.**

Abstract: This paper examines macroscopic traffic flow models as a key tool for combating congestion and environmental pollution in modern urban environments. The article discusses practical experience with the PTV Vissim software package in the Republic of Belarus and provides a critical analysis of

standard mathematical traffic distribution algorithms. To address the problem of forecasting inaccuracy, we propose the implementation of a mixed logit approach, which takes into account the individual heterogeneity of road users.

Key words: traffic flows, macromodeling, logit model, mixed logit, PTV Vissim, urban ecology, traffic optimization, capacity, sustainable development.

Проблема транспортных заторов в современных урбанизированных системах приобрела характер глобального вызова, затрагивающего социальные, экономические и экологические аспекты жизни общества. Пробки не только снижают мобильность населения, но и выступают основным источником хронического стресса для водителей. С точки зрения экологии, заторы являются критическим фактором загрязнения: работа двигателей в режиме «старт-стоп» приводит к неполному сгоранию топлива. Это провоцирует резкий скачок концентрации диоксида углерода (CO_2), оксидов азота (NO_x) и мелкодисперсных частиц (PM2.5), которые оседают в легких жителей мегаполисов.

Экономические потери от несовершенства транспортных систем исчисляются миллиардами рублей ежегодно. Сюда входят затраты на избыточное потребление топлива, срывы графиков поставок и амортизация транспортных средств. Традиционный метод решения проблемы через экстенсивное расширение дорог часто заходит в тупик из-за ограниченности городского пространства. В связи с этим актуальным становится интенсивный путь — использование методов математического моделирования для оптимизации существующих потоков.

Транспортное моделирование строится на иерархии подходов, каждый из которых предназначен для решения специфических задач. Макроскопический подход, рассматриваемый в данной статье, базируется на аналогии между транспортным потоком и течением сжимаемой жидкости. В отличие от микромоделирования, здесь не отслеживается траектория каждой машины, а анализируются суммарные показатели: интенсивность (q), плотность (k) и средняя скорость (u).

Для понимания места макромоделей в системе проектирования, авторами проведена сравнительная характеристика уровней моделирования (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика уровней моделирования

Критерий сравнения	Макроскопический уровень	Мезоскопический уровень	Микроскопический уровень
Объект описания	Поток как единая среда (агрегированные данные)	Пакеты (группы) транспортных средств	Индивидуальное ТС и поведение водителя
Масштаб сети	Страна, регион, весь город	Жилой район, магистраль	Перекресток, развязка
Математический аппарат	Дифференциальные уравнения, логит-модели	Теория массового обслуживания	Психофизические модели (Видман)
Вычислительные затраты	Низкие (высокая скорость расчета)	Средние	Высокие (требуются мощные ЭВМ)
Сфера применения	Стратегическое планирование	Тактическое управление	Проектирование ОДД на узлах

Как видно из представленных данных, макроскопическое моделирование является наиболее эффективным при работе с масштабными сетями, такими как республиканские дороги Беларусь. Оно позволяет за короткое время просчитать тысячи вариантов развития транспортной инфраструктуры, что невозможно на микроуровне из-за колоссальных вычислительных затрат.

В Республике Беларусь стратегическое моделирование осуществляется государственным предприятием «Белгипродор». В ходе работы над Моделью транспортных потоков страны (актуализация 2022 г.) были решены задачи прогнозирования интенсивности движения, оценки влияния платных дорог и оптимизации грузовых маршрутов.

Ключевым инструментом выступает программный комплекс PTV Vissim. Его работа опирается на фундаментальное уравнение $q = k \cdot u$ (q — Интенсивность транспортного потока (Flow): это количество автомобилей, которые проезжают через определенное сечение дороги за единицу времени (например, автомобилей в час). Аналогия: сколько литров воды вытекает из трубы в минуту. k — Плотность транспортного потока (Density): это количество автомобилей, находящихся на единице длины участка дороги (например, автомобилей на километр). Примечание: Чем выше плотность, тем ближе машины друг к другу. u — пространственная средняя скорость (Speed): средняя скорость всех транспортных средств, находящихся на данном участке в

данный момент времени (обычно км/ч)), а также на специфические поведенческие алгоритмы, представленные в Таблице 2.

Таблица 2

Поведенческие алгоритмы

Модель	Назначение	Особенности
Wiedemann 74	Следование за лидером (город)	Основана на психофизических порогах восприятия
Wiedemann 99	Следование за лидером (трасса)	Улучшенная точность для высоких скоростей
Route Choice	Выбор маршрута	Базируется на минимизации времени в пути

Важнейшим этапом макромоделирования является распределение корреспонденций по сети. Традиционно для этого используется логит-модель (Logit Model), рассчитывающая вероятность выбора пути k:

$$P_k = \frac{\exp(-\theta \cdot T_k)}{\sum \exp(-\theta \cdot T_i)}$$

где T_k — время в пути, θ — параметр восприятия, T_i — это время движения по каждому из доступных маршрутов (включая и сам k, и все остальные варианты от точки А до точки Б), а i — это порядковый номер маршрута в наборе всех альтернатив ($i = 1, 2, 3, \dots n$).

Однако был выявлен существенный недостаток этого метода: модель не учитывает корреляцию (схожесть) маршрутов. Если два пути на 90% совпадают, логит-модель все равно считает их абсолютно разными альтернативами, что ведет к искусственно завышению трафика на таких участках.

Для устранения указанного дефекта предлагается использование модели Mixed Logit. Ее научная новизна заключается в том, что коэффициенты предпочтений водителей (β) принимаются не как константы, а как случайные величины. Вероятность в этом случае определяется через интеграл функции плотности:

$$P = \int L(\beta) f(\beta) d\beta$$

Это позволяет учитывать, что разные водители по-разному оценивают время, комфорт и стоимость проезда. Переход к смешанному логиту повышает точность прогнозных моделей на 15–20%, что критически важно при планировании новых автомагистралей.

Оптимизация транспортных потоков на основе уточненных моделей имеет выраженный экологический результат. Плавное движение без резких торможений (режим «зеленой волны») позволяет:

1. Снизить выбросы CO₂ на 12–15% за счет оптимального режима работы двигателя.
2. Уменьшить шумовое загрязнение в жилых зонах.
3. Сократить износ шин и тормозных колодок, что снижает количество микропластика и тяжелых металлов в почве вдоль дорог.

Макроскопическое моделирование является фундаментом для построения умных городов и эффективных транспортных коридоров. Внедрение продвинутых стохастических моделей, таких как Mixed Logit, позволяет не только экономить бюджетные средства при строительстве дорог, но и напрямую способствует оздоровлению экологической обстановки в Республике Беларусь.

Список литературы

1. Белгипродор. Моделирование транспортных потоков [Электронный ресурс]. URL: <https://belgiprodor.by/>
2. Reader CT4821: Traffic Flow Theory and Simulation. TU Delft, 2022.
3. Врубель Ю.А. Организация дорожного движения. Минск.: БНТУ, 2003.
4. Greenshields B. A study of traffic capacity. Highway Research Board Proc., 1935.
5. Train K. Discrete Choice Methods with Simulation. Cambridge University Press, 2009.

© Сак В.Д., Бобков И.С., 2026

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ

Бобрик Валерия Станиславовна

студент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

Аннотация: в настоящее время этап освоения космического пространства характеризуется огромной динамикой роста числа пусков ракет-носителей (далее РН). Согласно официальным национальным реестрам, представленным в ООН, с 1957 по 2024 год было зарегистрировано 20 344 запуска космических объектов, включая спутники, зонды, пилотируемые корабли и элементы космических станций. По оценкам самой ООН, эти данные охватывают приблизительно 88% от всех произведенных запусков [1].

В контексте активного развития частной космонавтики и увеличения частоты пусков, активно ставится вопрос об их экологических последствиях, ключевым фактором которых является выбор ракетного топлива.

Ключевые слова: ракета-носитель, экологические последствия, ракетное топливо, запуски, космонавтика.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE FROM THE USE OF ROCKET FUELS

Bobrik Valeria Stanislavovna

Abstract: The current phase of space exploration is characterized by a dramatic increase in the number of launch vehicle launches. According to official national registries submitted to the UN, 20,344 space launches, including satellites, probes, manned spacecraft, and space station elements, were recorded from 1957 to 2024. The UN itself estimates that these data cover approximately 88% of all launches [1].

With the active development of private astronautics and the increasing frequency of launches, the question of their environmental impacts is being actively raised, a key factor in which is the choice of rocket fuel.

Key words: launch vehicle, environmental impacts, rocket fuel, launches, cosmonautics.

Существует три ключевых типа топлив при запуске ракетных носителей, такие как пара несимметричного диметилгидразина (далее — НДМГ) и азотного тетраоксида (далее — АТ), широко распространённый керосин RP-1 (Ракетное топливо-первое) и метан, оба использующие в связке кислород.

Самым распространённым и самым токсичным ракетным топливом на сегодняшний день является пара НДМГ и АТ. Их применение оправдывается высокой надежностью и высокой удельной тягой, однако нанесенный экологический ущерб остается неприемлемо высоким. Гептил относится к веществам I класса опасности. При сгорании данной топливной пары образуется комплекс высокотоксичных соединений, включая оксиды азота, формальдегид, угарный газ и т.д. Эти вещества загрязняют нижние слои атмосферы и вносят вклад в глобальные процессы, такие как разрушение озонового слоя.

Наиболее тяжелые последствия проявляются в районах падения отработанных ступеней. Ярким примером долгосрочного экологического ущерба являются территории, прилегающие к космодрому Байконур, находящиеся в Казахстане. На территориях районов штатного и аварийных падений происходит загрязнение окружающей среды компонентами ракетного топлива и тяжелыми металлами [2]. В 2006 году 26 июля состоялся запуск РН «Днепр». На 75 секунде после старта произошло выключение двигательной установки 1 ступени РН "Днепр" и как следствие, ее падение и взрыв. Авария РН привела к огромному количеству мероприятий по ликвидации последствий, в том числе и больших финансовых затрат [3]. Здесь в множественном количестве отмечалось химическое загрязнение почвы и водных ресурсов, приводящее к нарушению целостности природных систем и гибели сельскохозяйственных животных, а также значимому росту онкологической заболеваемости среди местного населения. Содержание несимметричного диметилгидразина в почве и, особенно, в растениях, произрастающих в районах штатного падения отделяющихся частей ракет-носителей, в несколько раз превышает нормируемые величины [2].

Установлено, что вещество обладает высокой токсичностью. При любых путях поступления в организм, он быстро всасывается в кровь и распределяется по внутренним органам, вызывая тяжелые системные поражения нервной системы, печени и крови. Среди населения, проживающего на территориях

влияния ракетно-космической деятельности отмечается рост заболеваемости болезнями органов пищеварения, мочеполовой системы и системы кроветворения [2]. Критическая опасность НДМГ подтверждается крайне низкой смертельной концентрацией его паров—1–2 мг/л. Ситуацию усугубляет его окислитель—АТ, вызывающий тяжелые химические ожоги, а при аварийных ситуациях или неполном сгорании топлива образуются дополнительные высокотоксичные соединения, многократно увеличивающие риск отравления [4].

Таким образом, несмотря на свои технические преимущества, применение гептила влечет за собой недопустимые экологические проблемы, требующие переоценки его использования в развитии космонавтики.

В противовес высокотоксичным гипергольным топливам, связка ракетного керосина (далее RP-1) с жидким кислородом стала стандартом для многих современных ракет-носителей. В настоящее время оно активно используется в проектах компаний Роскосмос (семейство ракет "Союз") и SpaceX (ракеты Falcon 9 и Falcon Heavy).

Основной проблемой экологического ущерба RP-1 являются массивные выбросы сажи и парниковых газов (CO_2). Особую опасность представляет сажа, попадающая непосредственно в стратосферу. Ее частицы создают мощный парниковый эффект, поглощая солнечное излучение в сотни раз эффективнее CO_2 , а также выступают катализатором химических реакций, разрушающих озоновый слой. В районах космодромов постоянные разливы топлива при заправках и обслуживании накапливаются в почвах и проникают в грунтовые воды, вызывая долговременную деградацию экосистем.

В отличие от гептила, RP-1 не вызывает мгновенных острых отравлений, однако хроническое воздействие его паров и продуктов сгорания связывают с риском респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний у персонала и проживающего рядом населения. В то же время, пара НДМГ и АТ обладает комплексным преимуществом: она сочетает высокий удельный импульс и высокую плотность, но немаловажно то, что компоненты RP-1 менее токсичны и более безопасны при хранении, а их стоимость значительно ниже.

Таким образом, ущерб от RP-1 представляет собой трехуровневую проблему: глобальное воздействие на климат и озоновый слой через высотные выбросы, локальное химическое загрязнение территорий, региональное ухудшение качества воздуха в районах запусков. Поэтому топливная пара ракетного керосина с жидким кислородом — не более экологичная

альтернатива, а скорее источник иного типа экологических рисков, что подчеркивает необходимость перехода к более чистым топливам.

Метан, напротив, занимает особое место в ряду перспективных ракетных топлив. В ракетных двигателях он используется в паре с жидким кислородом. Первый успешный запуск в мире произвела Китайская компания «LandSpace» в 2023 году, успешно вывив на орбиту ракету «Zhuque-2». Также в настоящее время большим успехом пользуется Американская компания SpaceX с системой «Starship». В России на сегодняшний день проектируется многоразовая метановая ракета «Амур-СПГ», запуск которой планируется в период с 2028-2030 год.

Метан превосходит керосин, имея более высокий удельный импульс, и одновременно экологически безопасной альтернативой токсичному НДМГ, сохраняя при этом конкурентные энергетические характеристики. Главным эксплуатационным преимуществом является чистота сгорания, так как образование сажи минимально, что практически предотвращает накопление углеродистых отложений двигателя и упрощает его повторное использование.

При сгорании топлива образуются выбросы диоксида углерода и водяной пар, не обладающие острой токсичностью. Попадание жидкого метана в окружающую среду при авариях или падении ступеней не приводит к стойкому загрязнению, так как он быстро испаряется и рассеивается в атмосфере. В воде он также не сохраняется в значимых концентрациях. Он нетоксичен для человека и экосистем, что кардинально снижает риски для ухудшения здоровья.

Переработка и использование метана широко освоено промышленностью, что позволяет использовать уже готовые инфраструктурные решения. Так, не нужно будет разрабатывать особые хранилища для метана на наземном комплексе, так как будут взяты стандартные конструкции [5].

Основная опасность связана лишь с образованием взрывоопасных смесей при утечках и с его вкладом в парниковый эффект в случае накопления в атмосфере. Метан подвержен естественному окислению и разлагается в течение 10–12 лет, что имеет огромное преимущество перед гептилом. По сравнению с керосином, метан сложнее в эксплуатации из-за необходимости поддержания криогенного режима, но его высокая эффективность и чистота сгорания оправдывают эти технологические сложности.

Для более подробного сравнительно анализа была разработана таблица 1, включающая в себя показатели удельной теплоты сгорания топливных пар [6]:

Таблица 1

Энергетические параметры ракетных топлив

Класс ракеты (по массе полезной нагрузке на низкую опорную орбиту)	Пример РН (начальная масса)	Полезная нагрузка на низкую опорную орбиту ¹ , т	Тип топлива	Удельная энергия топливной пары, МДж/кг	Температура в камере сгорания, °C
Легкий (до 5 т)	Electron (~ 12 т)	0,3	Керосин / Кислород	9,7–10,2	~ 3500
Средний (5–20 т)	Союз-2.1б (~ 312 т)	8,2	Керосин / Кислород	9,7–10,2	~ 3500
Тяжелый (20–50 т)	Протон-М (~ 705 т)	23	НДМГ / АТ	9,0–9,5	~ 3200
Сверхтяжелый (свыше 50 т)	Starship (~ 5000 т)	~ 150	Метан / Кислород	10,5–11,0	~ 3300

¹Удельная энергия топливной пары рассчитана для смеси горючего и окислителя

Для наглядности приведены графики удельной энергии топливных ракетных пар (рис. 1) и температуры ракетных топливных пар в камере сгорания (рис. 2).

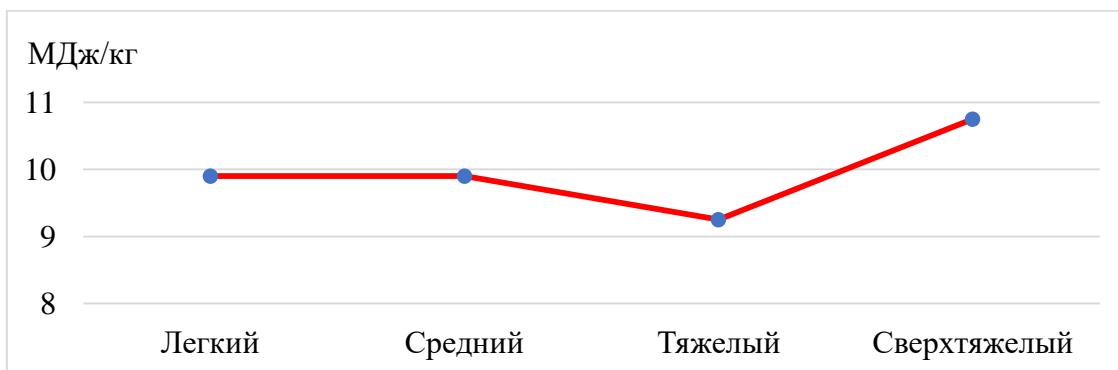


Рис. 1. Удельная энергия топливных ракетных пар

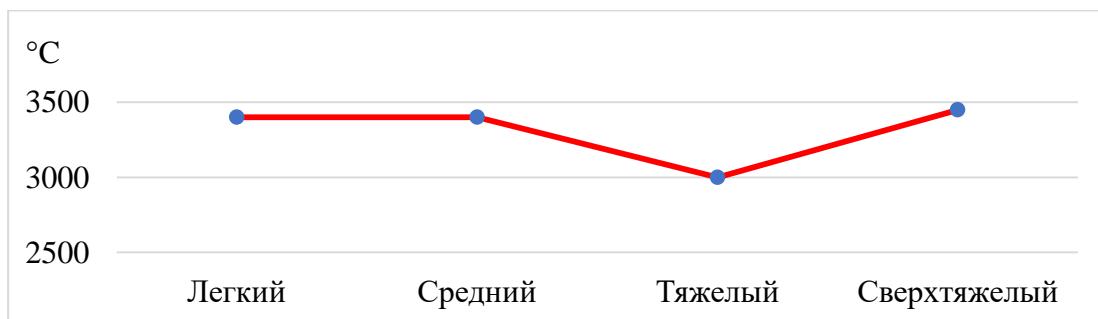


Рис. 2. Температура ракетных топливных пар в камере сгорания

Проведенный сравнительный анализ энергетических параметров демонстрирует, что рассматриваемые виды ракетных топлив достигли, условно, технологического равенства, однако экологический ущерб от их применения все равно имеет неблагоприятный характер.

Менее вредоносное топливо на метане не является полноценным решением проблемы, связанной с экологией, что указывает на необходимость дальнейших исследований в области перспективных двигательных технологий, обеспечивающих минимальное воздействие на окружающую среду на всех этапах цикла — от производства до утилизации.

Список литературы

1. Our World in Data. Cumulative number of objects launched into space. URL: <https://archive.ourworldindata.org/20250909-093708/grapher/cumulative-number-of-objects-launched-into-outer-space.html> (дата обращения: 11.09.2025).
2. Сраубаев, Е. Н. Гигиено-экологические и медицинские проблемы в зоне влияния ракетно-космической деятельности / Е. Н. Сраубаев, Е. Т. Токбергенов, А. И. Галаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 2. – С. 14-18. – EDN КНМУРР.
3. Анопка, А. С. Влияние токсичных компонентов топлива на экологию Земли при запусках ракет / А. С. Анопка // Научно-исследовательские публикации. – 2016. – № 2(34). – С. 135-140. – EDN WFEOL.
4. Юданов Пётр Михайлович Перспективные методы анализа несимметричного диметилгидразина в окружающей среде // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-metody-analiza-nesimmetrichnogo-dimetilgidrazina-v-okruzhayushey-srede> (дата обращения: 25.09.2025).
5. Осико, С. М. Альтернативное ракетное топливо: жидкий метан как горючее и его преимущества / С. М. Осико // E-Scio. – 2022. – № 12(75). – С. 289-294. – EDN KOSXQJ.
6. Сравнение топливных пар жидкостных ракетных двигателей по энергетическим и термическим характеристикам / А. А. Савиных, Г. В. Грициенко, М. А. Марк [и др.] // Научный аспект. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 3112-3124. – EDN JXDWAZ.

© Бобрик В.С., 2026

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ
НЕФТИ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО
НЕФТЕПРОВОДА «ОХА – КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ»**

Туракулова Карина Илхомовна

студент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

Аннотация: в статье представлены результаты комплексного исследования, направленного на оценку экологических рисков аварийных разливов нефти на линейной части магистрального нефтепровода «Оха – Комсомольск-на-Амуре». Актуальность исследования обусловлена повторяющимися авариями, высокой степенью износа инфраструктуры и уязвимостью природных экосистем Дальнего Востока. В работе применены вероятностные методы анализа: метод деревьев отказов (FTA) и деревьев событий (ETA). На основе анализа статистики аварий, материалов судебной практики и природно-климатических условий выделены три наиболее уязвимых участка трассы. Для каждого участка рассчитана вероятность аварии и потенциальный экономический ущерб. Наибольший риск идентифицирован для участка в устьевой зоне ручья Голый. По результатам анализа разработан комплекс практических мер по снижению риска до приемлемого уровня. Полученные данные имеют практическую ценность для планирования аварийно-восстановительных работ и оптимизации затрат на обеспечение промышленной и экологической безопасности.

Ключевые слова: экологический риск, магистральный нефтепровод, разлив нефти, дерево отказов (FTA), дерево событий (ETA), Дальний Восток, оценка ущерба.

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS
OF EMERGENCY OIL SPILLS ON THE LINEAR PART
OF THE «OKHA - KOMSOMOLSK-ON-AMUR» MAIN OIL PIPELINE**

Turakulova Karina Ilhomovna

Abstract: The article presents the results of a comprehensive study aimed at assessing the environmental risks of accidental oil spills on the linear part of the Okha – Komsomolsk-on-Amur mainline oil pipeline. The relevance of the study is due to repeated accidents, a high degree of infrastructure wear and vulnerability of the natural ecosystems of the Far East. The work uses probabilistic analysis methods: the method of fault trees (FTA) and event trees (ETA). Based on the analysis of accident statistics, materials of judicial practice, and natural and climatic conditions, three most vulnerable sections of the highway have been identified. The probability of an accident and potential economic damage are calculated for each site. The greatest risk has been identified for the site in the mouth of the Goly Stream. Based on the results of the analysis, a set of practical measures has been developed to reduce the risk to an acceptable level. The data obtained has practical value for planning emergency recovery operations and optimizing costs for ensuring industrial and environmental safety.

Key words: environmental risk, main oil pipeline, oil spill, fault tree (FTA), event tree (ETA), Far East, Okha – Komsomolsk-on-Amur.

Магистральный нефтепровод «Оха – Комсомольск-на-Амуре», введённый в эксплуатацию в 1974 году, является важным элементом транспортной инфраструктуры нефтедобывающего региона Сахалина. Протяженность трассы составляет 400 км; она соединяет месторождение севера Сахалина с нефтеперерабатывающим заводом в г. Комсомольск-на-Амуре. Ввиду повторяющихся аварий, изношенности оборудования и высокой уязвимости природных комплексов Дальнего Востока проблема аварийных разливов нефти на данном объекте приобретает особую остроту.

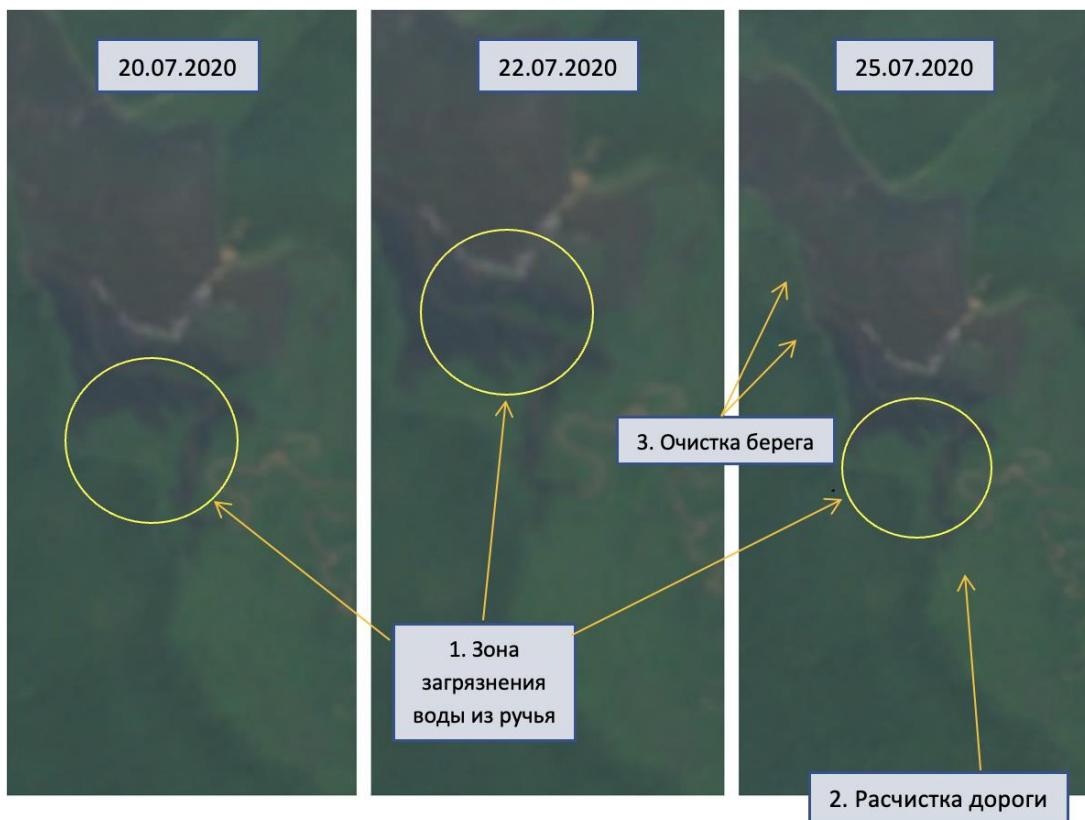
Цель исследования – количественная оценка экологических рисков и разработка обоснованных мер по их снижению на линейной части нефтепровода. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Идентифицировать наиболее опасные участки трассы на основе анализа природных условий и статистики аварийности.
2. Построить модели вероятности возникновения аварийных ситуаций методами FTA и ETA.
3. Рассчитать величину совокупного риска для каждого участка, учитывая вероятность аварии и потенциальный экологический ущерб.
4. На основе полученных результатов разработать меры по снижению риска.

Как отмечается в исследованиях: «несмотря на большой список исследований, проведенных в сфере обеспечения безопасности техносферных систем, проблема выбора метода обеспечения остаётся актуальной» [1]. В рамках данной работы для анализа рисков были применены методы дерева отказов (FTA) и дерева событий (ETA).

Экологические риски объекта подтверждаются многочисленными авариями. В июле 2020 года произошел разлив более 120 тонн нефти, в результате чего было загрязнено 1700 м² почв и 70 тыс. м² вод озера Голое [2]. Приамурское отделение Росприроднадзора по специальной утвержденной Минприроды методике, применяемой в случае загрязнения водных объектов нефтепродуктами в результате аварий, рассчитало, что ущерб окружающей среде в денежном выражении составляет 81 978 272 рубля. В ноябре 2020 года произошел очередной разлив нефтепродуктов на площади порядка 1 тыс. м².

Данные инциденты свидетельствуют о системных проблемах, нарушениях эксплуатационных норм и подтверждают необходимость внедрения современных методов оценки рисков. Для наглядности масштабов и динамики загрязнения представлены снимки с космоса (рис. 1).



**Рис. 1. Устье ручья Голый при впадении в озеро Голое
на снимках Sentinel-2 L1C**

Дерево отказов – это дедуктивный метод анализа, который позволяет определить причины возникновения нежелательного события. Как отмечают специалисты: «при использовании первого метода мы как раз упускаем из виду такую важную причину аварий, как человеческий фактор» [2]. Однако для технических систем трубопроводного транспорта этот метод остается наиболее эффективным для анализа аппаратных сбоев.

Дерево событий – индуктивный метод, который показывает развитие аварии от инициирующего события к различным сценариям последствий. «В случае дерева событий мы будем рассматривать различные события, к которым может привести одно инициирующее событие» [2].

В качестве исходных данных для анализа были изучены материалы официальных расследований аварий, статистические данные по отказам магистральных нефтепроводов, судебные решения о взыскании ущерба, а также сведения о природно-климатических условиях на трассе их пролегания.

Риск рассчитывается по формуле (1):

$$R = P \times C, \#(1)$$

где P – вероятность аварии (1/год);

C – величина ущерба (млн руб.).

В соответствии со структурой критериев приемлемости рисков, предложенной Британским управлением по здравоохранению и безопасности (UK HSE), риски распределяются по 3 категориям [3]:

- $IR > 10^{-3}$ – область недопустимых рисков: риск считается недопустимым, поскольку вероятность и последствия его возникновения слишком велики. Здесь обязательны меры по снижению риска или соответствующие проектные изменения;
- $5 \cdot 10^{-5} < IR < 10^{-3}$ – область допустимых рисков: риск считается допустимым только тогда, когда приняты меры, позволяющие сделать вероятность и последствия такого риска «настолько низкими, насколько это практически целесообразно». Меры по снижению рисков должны осуществляться только при условии их практической целесообразности, определенной расчетом рентабельности;
- $IR < 5 \cdot 10^{-5}$ – область пренебрежимо малых рисков: риск считается допустимым, так как вероятность его возникновения настолько мала или последствия настолько незначительны, что никаких мер по снижению риска не требуется.

Наиболее опасные участки трассы:

1. пересечение с ручьем Голый (участок А);
2. зона нестабильной многолетней мерзлоты (участок Б);
3. пересечение автодорогой в районе г. Комсомольск-на-Амуре (участок В).

Статистика аварий на магистральных нефтепроводах показывает, что «в результате строительного брака происходит 31% аварий, из-за заводских дефектов труб – 22%; из-за коррозии – 22%» [4]. Эти данные используются как базовые вероятности для построения дерева отказов.

Структура анализа причин (FTA) для типового участка представлена на рис. 2, а сценарное моделирование последствий (ETA) – на рис. 3.

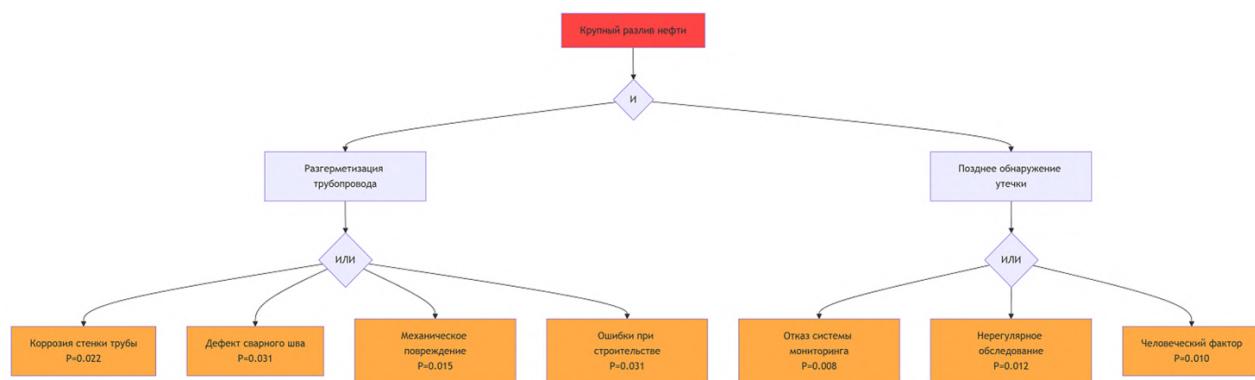
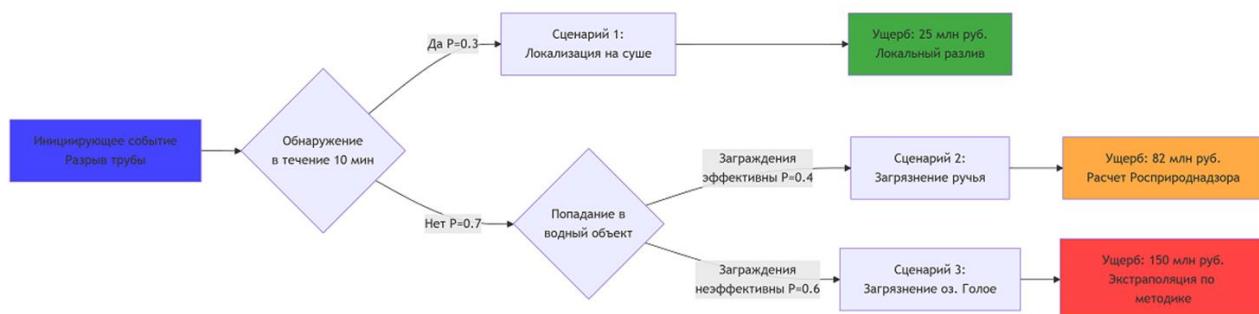


Рис. 2. Дерево отказов для магистрального нефтепровода



Оценка ущерба основана на реальных данных Росприроднадзора [5], и выполнена с методикой определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах [6].

На основе построенных моделей FTA и ETA для трех выделенных участков была рассчитана вероятность аварий и оценен потенциальный ущерб (табл.1).

Таблица 1
Результаты оценки рисков

Участок	Вероятность, 1/год	Потенциальный ущерб, млн руб.	Риск, млн. руб./год	Категория риска
A (Устьевой)	0,00297	82	0,243	Неприемлемый
Б (Мерзлотный)	0,00185	45	0,083	Предельный
В (Техногенный)	0,00320	25	0,080	Предельный

Сравнительный анализ результатов позволяет сделать ключевой вывод: несмотря на то, что участок В имеет наибольшую вероятность аварии, участок А характеризуется максимальным совокупным риском. Решающий вклад вносит не частота событий, а величина потенциального ущерба, обусловленная попаданием нефти в водный объект с последующим загрязнением акватории, что подтверждается последствиями реальной аварии 2020 года.

Все рассчитанные риски находятся в области предельных и неприемлемых значений по шкале UK HSE.

Для устранения системных нарушений и повышения уровня безопасности предлагается комплекс мер:

1. Технические меры, направленные на устранение основных причин аварий:

- Против коррозии: внедрение системы катодной защиты и регулярный ультразвуковой контроль толщины стенки трубы.
- Против строительного брака и дефектов: усиленный контроль качества сварочных работ.

2. Мероприятия по минимизации последствий (участок А):

- Установка стационарных боновых заграждений в устье ручья Голый.
- Внедрение систем автоматического отключения с дублированием.

3. Организационные меры по устранению системных нарушений:

- Разработка «Положения о производственном контроле» и укомплектование штата аттестованными специалистами.

- Создание неснижаемого запаса материалов для ЛАРН и укомплектование аварийно-ремонтной службы.

Годовой риск составляет 0,243 млн руб. для участка А, что оправдывает инвестиции в предлагаемые мероприятия. Затраты на установку стационарных заграждений и системы автоматизации будут возмещены за счет предотвращения хотя бы одной аварии, подобной произошедшей в 2020 году.

Проведенное исследование позволило достичь поставленной цели – выполнить количественную оценку экологических рисков для магистрального нефтепровода «Оха – Комсомольск-на-Амуре». Благодаря методам FTA и ETA идентифицированы три наиболее опасных участка трассы, при этом наибольший совокупный риск (0,243 млн руб./год) выявлен для участка пересечения с водным объектом, что связано с потенциально катастрофическими последствиями разлива.

Полученные результаты позволяют обоснованно определить приоритеты при планировании природоохранных мероприятий и инвестиций в модернизацию инфраструктуры. Предложенный комплекс мер может служить основой для разработки плана повышения промышленной и экологической безопасности эксплуатирующей организацией.

Список литературы

1. В результате аварии из нефтепровода Оха – Комсомольск-на-Амуре вытекло более 120 т нефти [Электронный ресурс] // Нефтегаз.ру. 2020. URL: <https://neftgaz.ru/news/ecology/625362-v-rezultate-avarii-iz-nefteprovoda-okha-komsomolsk-na-amure-vyteklo-bolee-120-t-nefti/>.
2. Развитие методики прогнозирования возникновения аварийных ситуаций на магистральных нефтепроводах / А. В. Баранова, И. С. Гумеров, А. А. Ишков [и др.] // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2021. № 2. С. 62–69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-metodiki-prognozirovaniya-vozniknoveniya-avariynyh-situatsiy-na-magistralnyh-nefteprovodah>.
3. Health and Safety Executive (UK HSE). Reducing risks, protecting people [Электронный ресурс]. 2001. URL: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf>.

4. Нуртазин А. Р. Оценка риска возникновения аварий (разливов нефтепродуктов) // Научный аспект. 2019. № 1. С. 12–18. EDN: VRBPOV.
5. Решение Арбитражного суда Сахалинской области по делу № А59-843/2014 от 23.05.2014.
6. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах: утв. Минтопэнерго РФ 01.11.1995.

© Туракулова К.И., 2026

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Шаванов Иван Дмитриевич

студент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация: в статье исследуются закономерности взаимодействия дорожно-строительных машин с опорной поверхностью, определяющие их энергоэффективность и воздействие на грунт. Обоснован ключевой критерий оптимизации — тяговый КПД, и выявлена проблема снижения эффективности из-за роста массы машин без совершенствования ходовых систем. На основе анализа сил сцепления и уплотнения показано, что минимизация воздействия на грунт достигается оптимизацией распределения нагрузки через увеличение площади контакта движителя. Рассмотрены особенности машин циклического и непрерывного действия. Предложен комплекс мер по совершенствованию ходовых систем, приводов, рабочих органов и внедрению систем интеллектуального управления, направленный на создание нового поколения дорожно-строительных машин.

Ключевые слова: наземные транспортно-технологические машины, дорожно-строительная техника, рабочий орган, опорная поверхность, тяговый КПД, рабочая среда, интеллектуализация

STUDY OF WORKING PROCESSES OF ROAD CONSTRUCTION MACHINES IN INTERACTION WITH THE SUPPORTING SURFACE

Shavanov Ivan Dmitrievich

Abstract: The article investigates the patterns of interaction between construction machinery and the bearing surface, which determine their energy efficiency and impact on soil. The key optimization criterion — traction efficiency — is substantiated, and the problem of reduced efficiency due to increased machine mass without improving undercarriage systems is identified. Based on the analysis of traction and compaction forces, it is shown that minimizing soil impact is achieved

by optimizing load distribution through increasing the mover's contact area. The features of cyclic and continuous-action machines are considered. A set of measures is proposed to improve undercarriage systems, power units, working tools, and implement intelligent control systems, aimed at creating a new generation of adaptive and energy-efficient machines.

Key words: ground transport and technological machines, road construction equipment, working element, supporting surface, traction efficiency, working environment, intellectualization

Развитие дорожно-строительной отрасли невозможно без применения большого количества специализированной техники, обеспечивающей механизацию трудоёмких процессов на всех этапах создания и эксплуатации транспортной инфраструктуры. В ходе таких работ используется техника, каждая из которых выполняет строго определённую технологическую операцию и в процессе работы вступает в механическое воздействие с опорной поверхностью.

Любая дорожно-строительная машина модифицируется с целью повышения мощности, эффективности и тягово-цепных качеств, что в последующем сопровождается ростом давления на грунт и изменением его свойств, в следствие чего происходят деформации сжатия, сдвига и растяжения грунта [1]

Эффективность работы дорожно-строительных машин во многом определяется закономерностями их взаимодействия со слабонесущим основанием. В ряде исследований в качестве критерия эффективности предложено использовать тяговый КПД машин.

Тяговый КПД представляет собой комплексный показатель, отражающий все энергетические потери, возникающие в процессе преобразования мощности двигателя в тяговое усилие. Его можно представить, как произведение трех основных составляющих, учитывающих потери [2]:

$$\eta_{\text{т}} = \eta_{\text{тр}}(1 - \delta) * (1 - \frac{P_k}{P_f}) \quad (1)$$

где: $\eta_{\text{тр}}$ — коэффициент полезного действия в трансмиссии, δ — коэффициент буксования движителей, P_f — сила сопротивления качению (перекатыванию), P_k — касательная сила тяги на ведущих колесах.

Тяговый КПД необходим для определения оптимального соотношения между мощностью двигателя и массой машины, поскольку именно это

соотношение определяет ее энергетическую эффективность. Таким образом, тяговый КПД является важнейшим критерием оптимизации рабочего процесса, позволяющим максимизировать производительность агрегата при минимальных энергетических.

Проектирование гусеничных и колесных дорожно-строительных машин (далее ДСМ) традиционно ведется с учетом двух критически важных параметров: распределения контактных нагрузок и обеспечения необходимого сцепления с опорной поверхностью. Современная тенденция модернизации ДСМ характеризуется повышением производительности, но зачастую не подкрепляется совершенствованием конструкций ходовых систем. Следствием этого является увеличение массы машины, что провоцирует ряд негативных явлений: возрастает интенсивность динамического воздействия движителя на грунт, приводящая к деградации его структуры, и, как итог, наблюдается существенное снижение тягового КПД всего транспортно-технологического средства [3].

Следовательно, актуальной задачей становится разработка перспективных конструкций ходовых систем, обладающих принципиально новыми эксплуатационными характеристиками.

Для количественной оценки влияния параметров движителя и грунта на конечную эффективность машины применяются методы расчёта тяговых характеристик.

$$F_{\text{сц}} = \frac{G_{\text{сц}} * \sin \varphi * \cos \varphi + C * b * L * \cos \varphi^2}{1 + \sin \varphi} \quad (3)$$

$$F_{\text{уп}} = G_{\text{сц}}(1 - \sin \varphi) - C * b * L * \cos \varphi \quad (4)$$

где $F_{\text{сц}}$ – сила сцепления; $F_{\text{уп}}$ – сила уплотнения; C – сцепление грунта; b – ширина гусеницы; L – длина опорной поверхности движителя; φ – угол внутреннего трения грунта [4].

Как следует из формулы (1), величина $F_{\text{сц}}$ прямо пропорциональна ширине b и длине L опорной поверхности, значит увеличение площади контакта является эффективным способом повышения тяговых возможностей машины без увеличения удельного давления на грунт.

Формула (2) демонстрирует, что сила, уплотняющая грунт, напрямую зависит от сцепного веса $G_{\text{сц}}$, поэтому снижение вредного воздействия на грунт не зависит от уменьшения общего веса машины, а зависит от распределения этого веса по большей площади контакта.

Наземные транспортно-технологические машины (далее НТТМ) классифицируют по режиму работы или принципу действия. Машины циклического действия характеризуются импульсным воздействием на грунт, что приводит к образованию зон локального уплотнения и сдвига. Для машин данного типа доминирующим фактором воздействия является пиковое давление в момент начала копания или внедрения рабочего органа.



Рис. 1. НТТМ циклического действия

Например, при работе бульдозерного оборудования импульсные нагрузки от внедрения отвала носят ударный характер, вызывая волновые деформации в грунтовом массиве. Это приводит к значительному уплотнению подстилающих слоев грунта. Дополнительным фактором является изменение влажности грунта, при котором амплитуда импульсных воздействий и глубина распространения деформаций варьируются.



Рис. 2. Работа бульдозеров на переувлажнённом и сухом грунте

Таким образом, для машин циклического действия важнейшими характеристиками взаимодействия с опорой являются пиковое давление, частота циклов и динамическая жёсткость системы «грунт – рабочий орган».

Машины непрерывного действия оказывают стационарное или длительное нагружочное воздействие.



Рис. 3. НТТМ непрерывного действия

Например, вибрационные катки создают сложное напряженно-деформированное состояние уплотняемой среды, где ключевым параметром становится средняя величина давления и частота колебаний. Эффективность уплотнения достигается за счет явления резонанса, когда частота вынужденных колебаний совпадает с собственной частотой грунта.

Комплекс мер по совершенствованию рабочих процессов дорожно-строительных машин включает в себя:

1. Совершенствование ходовых систем. Ключевое направление — адаптация геометрии и свойств движителя к условиям грунта. Это достигается за счёт оптимизации площади контакта (расширенные гусеницы, шины низкого давления), внедрения систем регулирования давления в шинах, применения эластичных элементов в подвесках для гашения динамических нагрузок и развития модульных конструкций для быстрой смены типа движителя [5,6].

2. Повышение энергоэффективности приводов. Для минимизации энергетических потерь предлагается переход на гидрообъёмные и электрогидравлические трансмиссии, обеспечивающие плавное регулирование. Внедрение рекуперационных систем и интеллектуального управления распределением мощности позволяет снизить расход топлива и предотвратить буксование. Надёжность обеспечивается системами мониторинга на основе смарт-датчиков.

3. Оптимизация рабочих органов. Цель — снижение разрушительного воздействия на грунт при сохранении производительности. Меры включают: оптимизацию формы и углов установки рабочих органов для снижения сопротивления; использование вибрационных и комбинированных органов с регулируемыми режимами для эффективного уплотнения; применение износостойких материалов и защитных покрытий для повышения долговечности.

4. Автоматизация и интеллектуализация управления. Интеграция интеллектуальных систем позволяет в реальном времени оптимизировать траектории движения, режимы работы (давление, скорость, вибрацию) и контролировать состояние опорной поверхности. Это обеспечивает адаптацию машины к изменяющимся условиям и её интеграцию в цифровую среду строительного объекта.

Таким образом, предлагаемый комплекс мер — оптимизация ходовой части, модернизация приводов, рациональное проектирование рабочих органов и внедрение систем автоматизированного управления — формирует основу для создания нового поколения адаптивных, энергоэффективных и цифровых ДСМ. Их внедрение позволит максимизировать производительность при минимизации энергозатрат и негативного воздействия на грунтовое основание, что соответствует стратегическим задачам развития дорожно-строительной отрасли.

Список литературы

1. Козбагаров Р. А. Взаимодействие рабочих органов машин со средой // Наука и современность. 2010. №3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-rabochih-organov-mashin-so-sredoy> (дата обращения: 23.07.2025).
2. Яровой В. Г., Сергеев Н. В., Шипик Л. Ю. Оптимальное соотношение мощности двигателя и массы сельскохозяйственного трактора // Вестник ОрелГАУ. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-sootnoshenie-moschnosti-dvigatelya-i-massy-selskohozyaystvennogo-traktora> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Долгов И. А. Тенденции развития конструкции моторно-трансмиссионных установок и сельскохозяйственных тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2006. - № 6. - С. 3-8.
4. Махмутов М.М., Сахапов Р. Л. Анализ факторов, влияющих на опорную проходимость строительной машины // Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал. 2017. №2 (3). С. 7.
5. Кромский Евгений Ильич, Жиляев Сергей Владимирович Новая техника для уплотнения земляного полотна // Вестник ЮУрГУ. Серия: Машиностроение. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-tehnika-dlya-uplotneniya-zemlyanogo-polotna> (дата обращения: 27.08.2025).

6. Ануфриев, К. А. Разработка комплекта сменных рабочих органов землеройной машины для расчистки транспортных путей от завалов при чрезвычайных ситуациях / К. А. Ануфриев, С. В. Репин, Р. А. Литвин // Современное состояние безопасности на транспорте и перспективы ее совершенствования: Материалы межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, Петергоф, 20 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург, Петергоф: Военный институт (инженерно-технический) - структурное подразделение Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования "Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации, 2022. – С. 4-12. – EDN VCIJUQ.

© Шаванов И.Д., 2026

**СЕКЦИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
НАУКИ**

**РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗНОСОВ
ОПОРНЫХ РОЛИКОВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА**

Аносова Анна Иннокентьевна

к.т.н., доцент

Бураев Михаил Кондратьевич

д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный
университет им. А.А. Ежевского

Аннотация: в данной работе рассмотрено расчетно-технологические исследования износов опорных роликов гусеничного трактора. Исследование проводилось на предприятиях СХ ПАО «Белореченское» Усольского района Иркутской области, ЗАО "Сибтрансэко" (Иркутск) и АО «Октан» (г. Иркутск), измерялись детали ходовой части тракторов Т-170М: ролик двубортный, ролик однобортный, ролик поддерживающий, натяжное колесо, колесо ведущее. Всего число измерений составило 245. В работе приведены значения износа элементов деталей ходовой части тракторов в сравнение с размерами по чертежу (верхнему пределу отклонений) по позициям. Средний износ двубортных роликов наружные бурты беговой дорожки поступающими на ремонт по сравнению с новыми роликами, который составил 8,49/7,99 мм.

Ключевые слова: гусеничные трактора, гусеничный движитель, износ, сельское хозяйство, опорные ролики.

**A COMPUTATIONAL AND TECHNOLOGICAL STUDY
OF CRAWLER-TRACKED TRACTOR TRACK ROLLER WEAR**

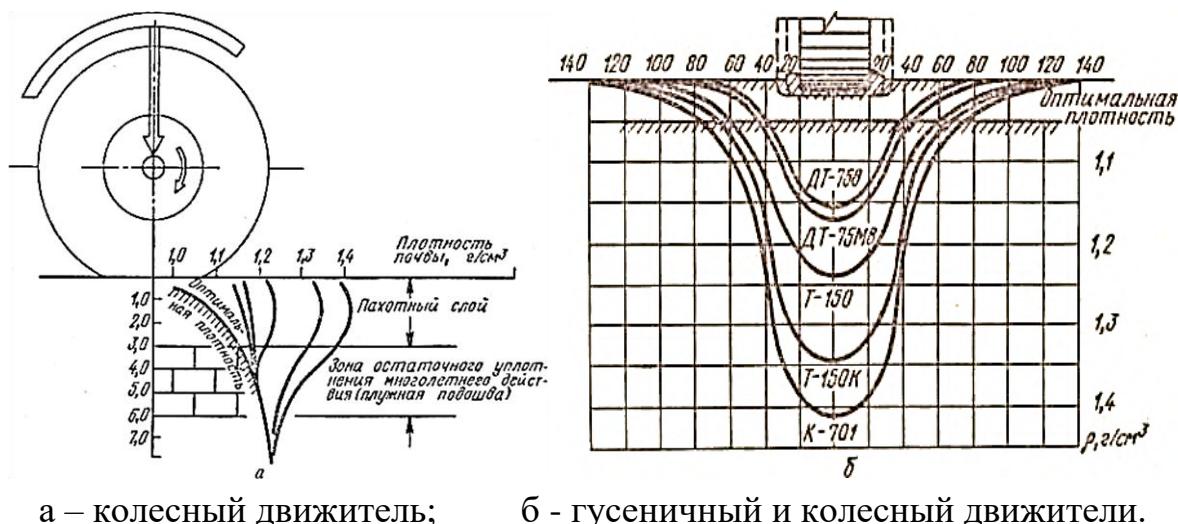
Anosova Anna Innokentyevna
Buraev Mikhail Kondratievich

Abstract: This paper examines computational and technological studies of tracked tractor track roller wear. The study was conducted at the following enterprises: PAO Belorechenskoye Agricultural Enterprise in the Usolsky District of the Irkutsk Region, ZAO SibtransEco (Irkutsk), and AO Oktan (Irkutsk). The following undercarriage components were measured for T-170M tractors: double-flange roller, single-flange roller, support roller, tensioner wheel, and drive

wheel. A total of 245 measurements were taken. The paper presents wear values for tractor undercarriage components compared to the drawing dimensions (upper limit of deviations) for each item. The average wear of double-flanged rollers on the outer flanges of the treadmill received for repair, compared to new rollers, was 8.49/7.99 mm.

Key words: tracked tractors, tracked drive, wear, agriculture, support rollers.

Гусеничный движитель и подвеска является ходовой системой гусеничного трактора [2]. Трактор при выполнении полевых операций может проходить по полю от пяти до пятнадцати раз. В результате этого на почве появляются уплотненные участки, образующиеся от следов трактора. На рисунке 1 показаны данные следы, образованные от движителей колесных и гусеничных [9-11].

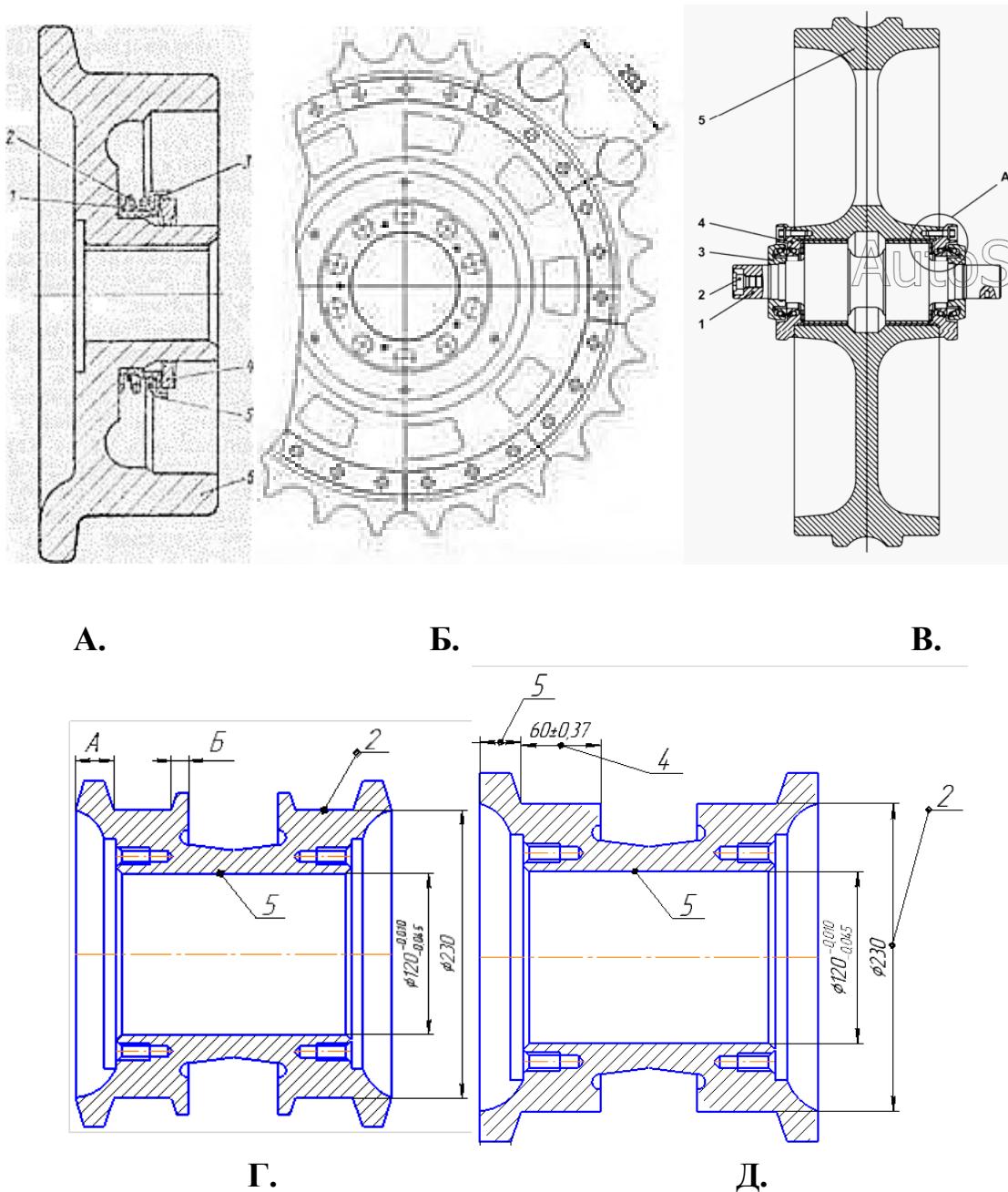


а – колесный движитель; б - гусеничный и колесный движители.

Рис. 1. Физические процессы, происходящие в почве в результате воздействия движителей тракторов

Исследования проводилось на предприятиях СХ ПАО «Белореченское» Усольского района Иркутской области, ЗАО "Сибтрансэко" (Иркутск) и АО «Октан» (г. Иркутск) [4-8]. Исследование подвергались детали ходовой части тракторов Т-170М. Тракторы работали в основном в карьерах, на земляных работах строительных объектов, мелиоративных и других работах, т.е. они работали в условиях абразивного изнашивания деталей ходовой части. Места измерения размеров изношенных элементов деталей ходовой части тракторов показаны на рис. 2. (А – ролик двубортный, Б – ролик однобортный,

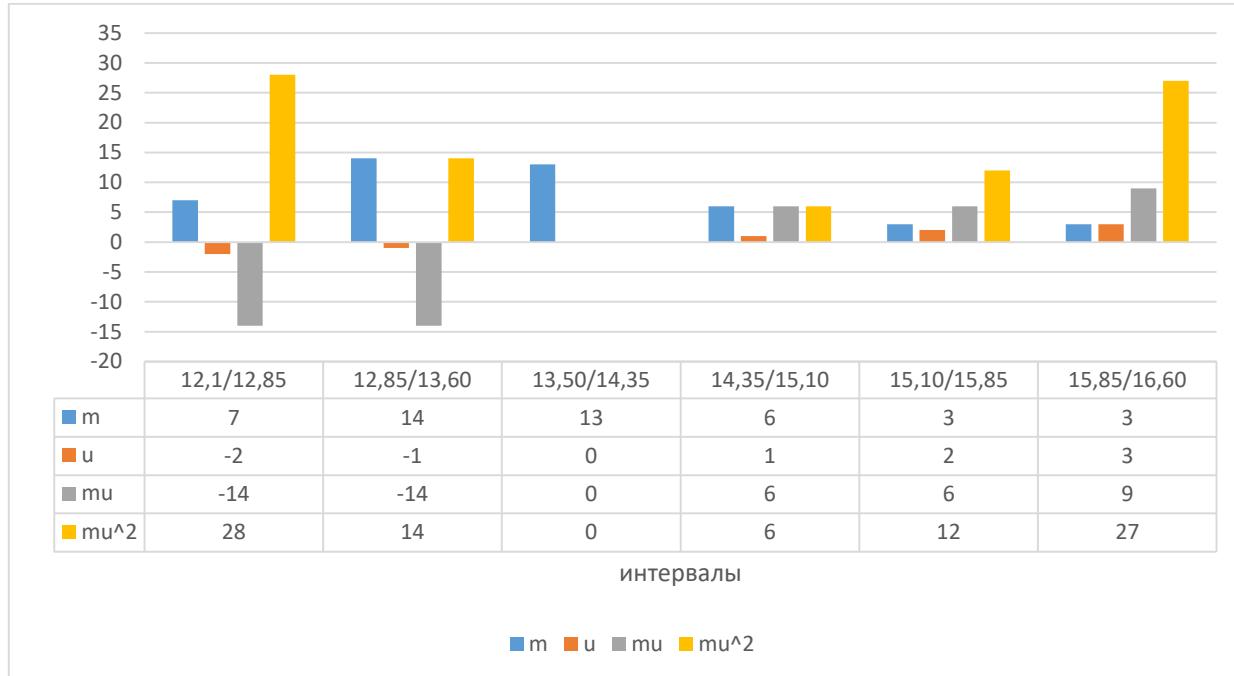
В – ролик поддерживающий, Г – натяжное колесо, Д – колесо ведущее), всего число измерений составило 245.



**А. Ролик поддерживающий, Б. Колесо ведущее, В. Натяжное колесо,
Г. Ролик двубортный, Д. Ролик однобортный.**

Рис. 2. Детали ходовой части тракторов Т-170М

Группированные по интервальным рядам размеры (мм), порядок расчета согласно методике приведены на рисунке 3.



**Рис. 3. Распределение толщины бурта
(размера А) двубортного ролика**

$$h = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{6} = \frac{16,6 - 12,1}{6} = 0,75 \text{ мм}; \quad \bar{u} = \frac{mu}{n} = \frac{-7}{46} = -0,152;$$

$$\bar{x} = 13,935 + 0,75(-0,152) = 13,86 \text{ мм};$$

$$S = 0,75 \sqrt{1,89 - (-0,152)^2} = 1,02 \text{ мм};$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{1,02}{6,78} = 0,15 \text{ мм};$$

$$U = \frac{1,02 * 100}{13,86} = 7,35\%;$$

$$\varepsilon = \frac{0,15 * 100}{13,86} = 1,08\%$$

Отсюда $13,71 < \bar{x} < 14,01$ мм.

Следовательно, у поступающих на ремонт двубортных роликов наружные бурты беговой дорожки имеют средний износ по сравнению с новыми роликами в пределах 8,49/7,99 мм [1, 3].

Результаты обработки замеров размеров элементов деталей ходовой части тракторов Т – 170 приведены в табл. 1 (по позициям, указанных на чертежах).

Таблица 1

Средние размеры и статистические характеристики по элементам изношенных деталей ходовой части тракторов ЧТЗ

Наимено-вание деталей	Число изме-рений	Номера пози-ций по рис	\bar{x} , (мм)	s , (мм)	$s_{\bar{x}}$, (мм)	$\varepsilon, \%$	$u, \%$	Пределы изменения средней величины, мм
1.Двубортный ролик	46	4А	13,86	1,02	0,15	1,08	7,35	13,71-14,01
		3Б	12,43	0,852	0,125	1,0	6,85	12,305-12,55
		5	120,26	0,207	0,030	0,024	0,77	120,23-120,20
		2	219,76	3,62	0,53	0,24	1,64	219,23-220,29
2.Ролик поддерживающий	50	2	156,45	6,52	0,92	0,588	4,16	155,53-157,37
		3	12,37	1,26	0,178	1,436	10,18	12,19-12,54
		4	55,385	0,135	0,019	0,034	2,24	55,36-55,40
		5	19,42	0,97	0,137	0,705	4,99	19,28-19,55
3.Колесо ведущее	50	1	1,9	0,72	0,27	14,2	37,8	1,63-2,17
		2	85,19	2,2	0,31	0,36	2,6	84,98-85,5
4.Колесо натяжное	44	2	12,8	1,3	0,196	1,53	10,15	12,60-12,99
		3	94,66	3,5	0,527	0,55	3,7	94,13-95,18
		4	120,16	0,056	0,008	0,036	0,05	120,15-120,16
5.Ролик однобортный	55	2	213,9	23,79	3,21	1,5	11,12	210,7-217,4
		3	14,01	1,6	0,216	1,54	11,42	13,79-14,23
		4	120,17	0,034	0,024	0,019	0,028	120,14-120,19

Как видно из таблицы 3.2. средний износ элементов деталей ходовой части тракторов по сравнению с размерами по чертежу (верхнему пределу отклонений) по позициям, приведенным на рисунках, составляют (мм):

1. Ролик двубортный – (2)-11,24; (4А)-8,14; (3Б)-8,57; (5)-0,28.
2. Ролик поддерживающий – (2)-15,66; (3)-6,63; (4)-0,18; (5)-0,44.
3. Колесо ведущее – (1)-0,40; (2)-7,81.
4. Колесо натяжное – (2)-5,2; (3)-13,34; (4)-0,18.
5. Ролик однобортный – (2)-16,1; (3)-9,99; (4)-0,19.

Отсюда можно сделать вывод о том, что поступающие на капитальный ремонт тракторы имеют значительный износ деталей их ходовой части, что обуславливает значительные затраты средств и материальных ресурсов на восстановление этих деталей.

Список литературы

1. Аносова, А. И. Повреждения и износ деталей ходовых систем гусеничных тракторов / А. И. Аносова, И. В. Белоусов, Т. И. Кривцова, Г. М. Бураева // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2025. – № 55. – С. 8-16. – DOI 10.51215/2411-6483-2025-55-8-16.
2. Бураева, Г. М. Обработка отверстия опорного ролика ходовой системы трактора прошивкой / Г. М. Бураева, А. В. Шистеев, М. К. Бураев // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62, № 3. – С. 91-96. – DOI 10.22314/2618-8287-2024-62-3-91-96. – EDN DSROST.
3. Бураева, Г. М. Ремонт опорных роликов ходовой части гусеничных тракторов / Г. М. Бураева, А. В. Шистеев, М. К. Бураев // Машиностроение: инновационные аспекты развития: Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29 марта 2024 года. – Санкт-Петербург: Индивидуальный предприниматель Жукова Елена Валерьевна, 2024. – С. 76-81.
4. Иваньо, Я.М. Пространственно-временная оценка редких потерь урожайности сельскохозяйственных культур / Я.М. Иваньо, С.А. Петрова, И.М. Колокольцева // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2024. – № 50. – С. 65-73. – DOI 10.51215/2411- 6483-2024-50-65-73.
5. Инновационные технологии технического сервиса в агропромышленном комплексе / И. Н. Шило, Н. К. Толочко, Н. Н. Романюк, С. А. Войнаш, В. А. Соколова, С. А. Партико, А. А. Лучинович, Е. В. Тимофеев, А. Ф. Эрк. СПб: ИАЭП. 2021.260 с.
6. Кривцов, С. Н. Оценка показателей надежности амортизационных стоек автомобилей категории М1 в условиях нарушения устоявшихся рыночных отношений между конечными потребителями запасных частей и поставщиками / С. Н. Кривцов, Т. И. Кривцова // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21, № 1(95). – С. 98-107. – DOI 10.26518/2071-7296-2024-21-1-98-107.
7. Степанов В. А. Ремонт ходовой части гусеничных тракторов / В. А. Степанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Колос, 1982. - 127 с.: ил.; 20 см. - (Б-чка рабочего-ремонтника).
8. Топилин, Г. Е. Работоспособность тракторов / Г. Е. Топилин, В. М. Забродский. – Москва: Колос, 1984. – 303 с.

9. Хизов, А. В. Снижение воздействия ходовой системы гусеничного трактора Т-4А на почву: 05.20.01, автореф. дисс. к.т.н. Хизов, Андрей Викторович, 2007.
10. Ходовые системы тракторов: Справочник / В.М. Забродский, А.М. Файнлейб, Л.Н. Кутин, О.Л. Уткин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.
11. Эдигаров, В. Р. Повышение износостойкости деталей ходовой части многоцелевых гусеничных машин комбинированными методами электромеханической обработки / В. Р. Эдигаров, В. В. Малый // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2014. – № 4(38). – С. 57-64.
12. Юферев, С. С. Использование гусеничных тракторов в агропромышленном комплексе / С. С. Юферев // Технические науки в России и за рубежом: Материалы III Международной научной конференции, Москва, 20–23 июля 2014 года. – Москва: Буки-Веди, 2014. – С. 100-105.

© Аносова А.И., Бураев М.К., 2026

**МАРКЕР-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СЕЛЕКЦИЯ (MAS)
В УСКОРЕНИИ СОЗДАНИЯ СОРТОВ СОИ**

Алексеенко Елизавета Алексеевна

студент агрономического факультета

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ,

лаборант лаборатории биотехнологии растений

Научно-образовательный центр «Ботанический сад» НИУ «БелГУ»

Вашилин Виктор Эдуардович

аспирант 4.1.2 «Селекция, семеноводство

и биотехнология растений»

НИУ «БелГУ»,

ассистент кафедры биологии

Институт фармации, химии и биологии НИУ «БелГУ»

Аннотация: в статье рассматриваются теоретические основы и практическое применение маркер-ориентированной селекции (Marker-Assisted Selection, MAS) как ключевого инструмента ускорения и повышения эффективности селекционного процесса сои (*Glycine max L.*). Освещены принципы метода, типы молекулярных маркеров (SSR, SNP), стратегии селекции (MAS, MABC, MARS, GS). Подробно описаны ключевые целевые признаки, для которых разработаны маркеры: устойчивость к патогенам (фитофтороз, цистообразующая нематода, склеротиниоз), устойчивость к абиотическим стрессам (засуха, засоление), качество семян (содержание и состав белка, масличность). Проанализированы преимущества MAS (сокращение времени селекции, повышение точности отбора, преодоление доминирования и пенетрантности) и существующие ограничения (стоимость, необходимость насыщенных генетических карт, полигенный контроль признаков). На примере конкретных успешных кейсов (создание сортов, устойчивых к нематоде SCN и расам фитофторы) продемонстрирована эффективность технологии. Сделан вывод, что интеграция MAS в традиционные селекционные программы является необходимым условием для быстрого создания конкурентоспособных, высокопродуктивных и стресс-толерантных сортов сои, отвечающих вызовам современного растениеводства и рынка.

Ключевые слова: соя, Glycine max, маркер-ориентированная селекция (MAS), молекулярные маркеры, устойчивость к болезням, засухоустойчивость, качество семян, селекционное ускорение.

MARKER-BASED BREEDING (MAS) IN ACCELERATING THE CREATION OF SOYBEAN VARIETIES

**Alekseenko Elizaveta Alekseevna
Vashchilin Viktor Eduardovich**

Abstract: The article discusses the theoretical foundations and practical application of Marker-Assisted Selection (MAS) as a key tool for accelerating and improving the efficiency of the soybean breeding process (*Glycine max* L.). The principles of the method, types of molecular markers (SSR, SNP), breeding strategies (MAS, MABC, MARS, GS) are highlighted. The key target features for which markers have been developed are described in detail: resistance to pathogens (late blight, cyst-forming nematode, sclerotinia), resistance to abiotic stresses (drought, salinity), seed quality (protein content and composition, oil content). The advantages of MAS (reduction of breeding time, improvement of selection accuracy, overcoming dominance and penetrance) and existing limitations (cost, need for rich genetic maps, polygenic trait control) are analyzed. The effectiveness of the technology has been demonstrated using the example of specific successful cases (the creation of varieties resistant to the SCN nematode and phytophthora races). It is concluded that the integration of MAS into traditional breeding programs is a prerequisite for the rapid creation of competitive, highly productive and stress-tolerant soybean varieties that meet the challenges of modern crop production and the market.

Key words: soybeans, *Glycine max*, marker-oriented breeding (MAS), molecular markers, disease resistance, drought resistance, seed quality, breeding acceleration.

Соя является одной из важнейших мировых сельскохозяйственных культур, обеспечивая человечество растительным белом и маслом. Растущий глобальный спрос, климатические изменения и ужесточение фитосанитарных требований ставят перед селекционерами сложные задачи: необходимо в сжатые сроки создавать сорта, сочетающие высокую продуктивность с комплексной устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам, а также с улучшенными качественными характеристиками зерна.

Традиционная селекция, основанная на фенотипическом отборе, сталкивается с рядом объективных ограничений в решении этих задач. Длительность селекционного цикла (8-12 лет), зависимость от условий среды, сложность оценки таких признаков, как устойчивость к болезням на ранних стадиях или качественный состав белка, требуют внедрения принципиально новых подходов.

Таким подходом стала маркер-ориентированная селекция (Marker-Assisted Selection, MAS) – метод, использующий молекулярные маркеры (фрагменты ДНК), тесно сцепленные с генами целевых признаков, для косвенного отбора желательных генотипов на ранних этапах развития растения, независимо от условий среды. Интеграция MAS в классические селекционные программы позволила совершить качественный скачок, превратив селекцию из искусства в высокотехнологичную, прогнозируемую науку. Цель данной статьи – всесторонне рассмотреть роль MAS как драйвера ускорения и повышения эффективности селекции сои [1].

Теоретические основы и инструментарий MAS

Маркер-ориентированная селекция базируется на фундаментальном принципе генетического сцепления. Если ген, определяющий ценный признак (например, устойчивость к болезни), расположен в хромосоме в непосредственной близости от известной нуклеотидной последовательности (маркера), то наличие этого маркера в ДНК растения с высокой вероятностью свидетельствует и о наличии целевого гена.

Ключевыми инструментами MAS являются молекулярные маркеры: Микросателлиты (SSR – Simple Sequence Repeats): короткие tandemные повторы. Высокополиморфны, кодоминантны (позволяют различать гомо- и гетерозиготы), надежны. Долгое время были «золотым стандартом» для построения генетических карт и первичной ассоциации признаков.

Однонуклеотидные полиморфизмы (SNP – Single Nucleotide Polymorphisms): замены одного нуклеотида в конкретной позиции генома. Крайне многочисленны (миллионы на геном), поддаются высоко-производительной автоматизированной детекции (SNP-чибы, секвенирование). В современной селекции сои практически полностью вытеснили SSR в роли основного маркера для крупномасштабного генотипирования [2].

Стратегии применения MAS в селекции сои:

Простая MAS (Marker-Assisted Backcrossing, MABC): Используется для переноса одного или нескольких главных генов (например, гена устойчивости Rps к фитофторе) из донора в элитный сорт-реципиент. Маркеры применяются

для: а) отбора растений с целевым геном; б) контроля за фоновым геномом реципиента (фоновый отбор), что позволяет восстановить его генотип за 2-3 поколения вместо 6-7 при традиционном беккроссном скрещивании.

Геномная селекция (Genomic Selection, GS): Наиболее современная стратегия. Использует данные по сотням тысяч SNP по всему геному для расчета геномной селекционной ценности (GEBV) каждого растения. Позволяет проводить отбор на самой ранней стадии (всходы) без необходимости фенотипирования по сложным признакам, радикально сокращая длительность цикла.

Целевые признаки для MAS в селекции сои

1. Устойчивость к болезням (биотические стрессы)

Это наиболее успешная область применения MAS благодаря часто моногенному контролю признаков.

Фитоптоз корней и стеблей: Устойчивость определяется рядом главных генов (*Rps1a*, *Rps1c*, *Rps1k*, *Rps3a*, *Rps6*). Разработаны тесные PCR-маркеры для большинства из них, что позволяет быстро и точно вводить в сорта устойчивость к конкретным расам патогена.

Цистообразующая соевая нематода (SCN, *Heterodera glycines*): Основные источники устойчивости – линии PI 88788 и Peking (гены *rhg1* и *Rhg4*). Устойчивость имеет количественную природу, но выявлены ключевые QTL. SNP-маркеры в локусе *rhg1* широко используются для отбора устойчивых генотипов, что является стандартной практикой в селекционных программах США и Бразилии.

Склеротиниоз (белая гниль, *Sclerotinia sclerotiorum*): Устойчивость количественная. Выявлено несколько QTL, и MAS применяется для пирамидирования аллелей, увеличивающих толерантность.

2. Устойчивость к абиотическим стрессам

Засухоустойчивость: Сложный полигенный признак. Идентифицированы QTL, связанные с глубиной корневой системы, эффективностью использования воды (WUE), осморегуляцией. MAS на основе этих QTL позволяет вести отбор в контролируемых условиях (например, в теплице), имитируя засуху, что невозможно в полевых условиях со строгой повторяемостью.

Устойчивость к засолению: Ведутся поиск генов-кандидатов (например, гены ионных транспортеров *GmSALT3*) и разработка диагностических маркеров для создания сортов для засоленных почв.

3. Качество семян

Содержание и состав белка/масла: Эти признаки имеют высокую наследуемость и контролируются множеством генов. Обнаружены стабильные QTL, влияющие на соотношение белок/масло. MAS позволяет вести селекцию на специфический химический состав, востребованный пищевой (высокобелковые сорта) или масложировой (высокомасличные сорта) промышленностью.

Состав жирных кислот: Маркеры для генов FAD2 и FAD3 используются для создания сортов с высокоолеиновым (устойчивое к окислению) или низколиноленовым маслом без необходимости длительного химического анализа каждого образца.

Преимущества и экономическая эффективность MAS

Внедрение MAS в селекцию сои приносит ряд неоспоримых преимуществ:

Сокращение времени селекционного цикла: Отбор можно проводить на стадии проростков по ДНК, экономя целый вегетационный сезон на выращивании растения до проявления признака. Бекроссная селекция сокращается в 2-3 раза.

Повышение точности и эффективности отбора: Независимость от условий среды. Возможность отбора по признакам, которые трудно или дорого оценивать фенотипически (устойчивость к почвенным патогенам, качество зерна).

Возможность пирамидирования генов: Комбинирование в одном генотипе нескольких генов устойчивости к разным расам патогена или разным стрессам с помощью маркеров – задача, практически нерешаемая традиционными методами из-за маскировки одних признаков другими.

Снижение затрат в долгосрочной перспективе: Несмотря на высокие первоначальные вложения в оборудование и разработку маркеров, удельная стоимость генотипирования одного растения постоянно снижается. Экономия за счет сокращения площадей полевых испытаний и более быстрого выхода сорта на рынок многократно окупает затраты.

4. Ограничения и будущие направления

Несмотря на успехи, MAS имеет ограничения:

Высокая начальная стоимость создания инфраструктуры и насыщенных генетических карт.

Неполное сцепление маркера с геном может приводить к ошибкам отбора из-за кроссинговера.

Генотип-средовое взаимодействие (GxE): Эффект QTL может различаться в разных условиях, что требует валидации маркеров в целевых регионах.

Будущее MAS в селекции сои неразрывно связано с развитием геномной селекции (GS) и технологий редактирования генома (CRISPR/Cas9). GS позволит прогнозировать комплексную селекционную ценность на основе полногеномного профиля. CRISPR/Cas9 даст возможность напрямую вносить точечные изменения в уже известные гены (например, повышая активность гена устойчивости или редактируя гены, отвечающие за состав масла), что можно рассматривать как высшую форму «идеального» маркер-ориентированного отбора – прямое создание желаемого аллеля.

Список литературы

1. Structure of soy 7S globulin: from the genome to molecular dynamics / V. E. Vashchilin, A. A. Orehovskaya, E. A. Alekseenko, I. V. Sagalaeva // 10 апреля 2025 года, 2025. – P. 164-168. – EDN GJVJNU.
2. Алексеенко, Е. А. Биотехнологические методы ускорения селекционного процесса у сои / Е. А. Алексеенко, В. Э. Вашилин // Наука и молодёжь: актуальные вопросы и пути инновационного развития АПК : Материалы национальной научно-практической студенческой конференции, Майский, 02 октября 2025 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 20-21. – EDN RXIWPZ.

© Алексеенко Е.А., Вашилин В.Э., 2026

**ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ЛЫЖНЫМИ ГОНКАМИ
НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ В СТЕНАХ АГРАРНОГО ВУЗА**

Клинушкина Анастасия Юрьевна

студент 3 курса

Матчинова Нина Викторовна

заведующая кафедрой физического воспитания

КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: статья посвящена исследованию влияния систематических занятий лыжными гонками на процесс развития личностных качеств у студентов в условиях аграрного высшего учебного заведения. Рассматриваются особенности интеграции спортивной деятельности (лыжные гонки) с образовательным процессом, специфичным для аграрных специальностей, включающим практическую работу, полевые исследования и сезонные нагрузки. Основное внимание уделяется анализу формирования таких ключевых компетенций, как волевые качества (дисциплина, целеустремленность, настойчивость), стрессоустойчивость, ответственность, способность к самоорганизации и управлению временем в условиях двойной нагрузки (академическая успеваемость и спортивные тренировки/соревнования).

Ключевые слова: лыжные гонки, профессионально значимые качества, психофизическая активность, аграрный ВУЗ, АПК.

**THE IMPACT OF SKI RACING ON PERSONAL
DEVELOPMENT IN AN AGRARIAN UNIVERSITY**

Klinushkina Anastasia Yurievna

Matchinova Nina Viktorovna

Abstract: the article is devoted to the study of the influence of systematic skiing on the development of personal qualities among students in an agrarian higher educational institution. The features of the integration of sports activities (cross-country skiing) with the educational process specific to agricultural specialties, including practical work, field research and seasonal loads, are considered. The main attention is paid to the analysis of the formation of such key competencies as strong-willed qualities (discipline, determination, perseverance), stress tolerance,

responsibility, the ability to self-organize and manage time under conditions of double workload (academic performance and sports training/competitions).

Key words: skiing, professionally significant qualities, psychophysical activity, agricultural university, agro-industrial complex.

Исследование влияния занятий лыжными гонками на личностное развитие студентов аграрного вуза базируется на сплетеении фундаментальных положений психологии развития, педагогики спорта, теории профессионального образования и специфики аграрной отрасли.

Период обучения в вузе совпадает с завершающей стадией юношества – этапом интенсивного личностного становления, характеризующимся активным формированием мировоззрения, системы ценностей, самосознания и саморегуляции. В этом возрасте ведущей деятельности, наряду с учебно-профессиональной, становится деятельность, направленная на построение жизненных планов и личностное самоопределение. Спортивная деятельность, в силу своей специфики, предоставляет уникальную среду для развития ключевых личностных структур. Систематические тренировки и соревнования выступают мощным катализатором формирования волевых качеств (дисциплинированности, целеустремленности, настойчивости, решительности), поскольку требуют постоянного преодоления внешних препятствий (физические нагрузки, сложные погодные условия) и внутренних барьеров (усталость, сомнения, страх неудачи). Процесс достижения спортивных целей способствует развитию рефлексии, ответственности за результат и способности к саморегуляции эмоциональных и поведенческих реакций.

Лыжные гонки как циклический вид спорта, предъявляющий исключительно высокие требования к психофизической выносливости, являются эффективной моделью для изучения влияния спорта на личность. Длительные монотонные нагрузки на дистанции тренируют не только физическую, но и психологическую устойчивость, умение концентрироваться, управлять усилиями на протяжении продолжительного времени и противостоять дискомфорту. Необходимость тактического планирования гонки, анализа трассы и действий соперников развивает оперативное мышление и способность к принятию решений в условиях неопределенности. Соревновательный компонент неизбежно связан с стрессогенными факторами, что при систематическом преодолении способствует формированию стрессоустойчивости и адаптационных механизмов. Командные дисциплины в рамках лыжных гонок создают условия для развития навыков кооперации,

взаимопомощи, коллективной ответственности и социального интеллекта, так как успех зависит не только от индивидуального мастерства, но и от слаженности группы. Таким образом, лыжные гонки выступают полигоном для отработки широкого спектра личностно значимых компетенций.

Образовательный процесс в аграрном вузе обладает выраженной спецификой, обусловленной объектом будущей профессиональной деятельности – агропромышленным комплексом. Он включает значительный объем практико-ориентированной работы: полевые и лабораторные исследования, сезонные сельскохозяйственные работы, работу с живыми системами и сложной техникой. Это предъявляет особые требования к личностным качествам выпускника:

- 1) Высокая физическая и психическая выносливость для работы в условиях длительных нагрузок, неблагоприятных погодных факторов, ненормированного графика в страдные периоды.
- 2) Стессоустойчивость и адаптивность к изменяющимся производственным условиям, неопределенности, связанной с природно-климатическими рисками. Ответственность, дисциплинированность, самостоятельность и инициативность, необходимые при работе на удаленных участках, принятии оперативных решений.
- 3) Навыки самоорганизации и тайм-менеджмента для эффективного планирования работ в условиях сезонных пиков нагрузки.
- 4) Коммуникативные навыки и способность к командной работе в крупных производственных коллективах, при взаимодействии со смежными службами.

Формирование этих профессионально значимых качеств является неотъемлемой частью образовательного процесса в аграрном вузе.

Анализ специфики лыжных гонок и требований аграрного образования позволяет выявить значительную область пересечения развиваемых спортом качеств и необходимых профессиональных компетенций. Психофизическая выносливость, воспитываемая длительными тренировками и гонками, напрямую соотносится с выносливостью, требуемой для полевых работ. Стессоустойчивость, вырабатываемая в соревновательных ситуациях и при преодолении дистанции в сложных условиях, аналогична устойчивости к производственным стрессам в АПК. Волевые качества (дисциплина, настойчивость, умение преодолевать трудности), формируемые в спорте, являются основой профессиональной надежности специалиста. Навыки самоорганизации и тайм-менеджмента, жизненно важные для совмещения

спорта и учебы, напрямую переносятся на умение планировать сельскохозяйственные процессы. Командное взаимодействие, отрабатываемое в эстафетах, моделирует совместную проектную и производственную деятельность. Таким образом, занятия лыжными гонками потенциально обладают значительным ресурсным потенциалом для развития качеств, критически важных для успешной адаптации и деятельности в агропромышленном комплексе.

Совмещение интенсивной спортивной подготовки с освоением сложной образовательной программы, особенно в вузе с практико-ориентированной спецификой, представляет собой модель двойной карьеры. Теоретические модели двойной карьеры подчеркивают важность интеграции, а не просто баланса, спортивной и образовательной или профессиональной сфер для устойчивого развития личности. Успешность совмещения зависит от факторов:

- 1) Индивидуальных: Личностные ресурсы: воля, мотивация, самоорганизация, навыки тайм-менеджмента, стресс-менеджмента.
- 2) Микросоциальных: Поддержка тренера, преподавателей, администрации вуза, сокурсников, семьи.
- 3) Институциональных: Гибкость учебных планов, возможность индивидуального графика, академическая поддержка, признание спортивных достижений, инфраструктура.

Специфика аграрного вуза добавляет фактор сезонности и практической нагрузки, создающий пики напряжения (например, совпадение соревновательного сезона с периодом экзаменов или уборочной страды). Теоретически, преодоление этих специфических трудностей может выступать дополнительным фактором развития адаптационных механизмов и ресурсности личности, но требует целенаправленного педагогического и организационного сопровождения.

Систематические занятия лыжными гонками выступают действенным фактором комплексного личностного развития студентов аграрного вуза. Эмпирически выявлена и теоретически обоснована устойчивая корреляция между спортивной активностью и повышением уровня развития ключевых волевых качеств: дисциплинированность, целеустремленность, настойчивость, решительность, психофизической выносливость, стрессоустойчивость и адаптационные способности. У студентов-лыжников формируются эффективные стратегии планирования и распределения ресурсов, необходимые для совмещения интенсивной спортивной подготовки с академической

нагрузкой, включая сезонные практики и полевые работы. Командные аспекты лыжного спорта вносят значительный вклад в развитие навыков командного взаимодействия, взаимопомощи, коммуникативной компетентности и коллективной ответственности. Эти социальные компетенции необходимы для совместной проектной деятельности в вузе и командной работы в агропромышленном комплексе. Условия аграрного вуза, характеризующиеся практико-ориентированностью, сезонными нагрузками и необходимостью работы в сложных внешних условиях, создают уникальную среду. Преодоление различных трудностей совмещения спорта и учебы в этом контексте дополнительно стимулирует развитие адаптивности, стрессоустойчивости и оперативного мышления, закаляя личность. Выявлен и обоснован значимый трансфер личностных качеств и компетенций, развиваемых в лыжных гонках, в профессиональную сферу агропромышленного комплекса. Психофизическая выносливость, воля, ответственность, самоорганизация, стрессоустойчивость и умение работать в команде, сформированные на лыжне, являются ключевыми компонентами профессиональной надежности и конкурентоспособности будущего специалиста АПК. Спорт выступает эффективной моделью отработки качеств, необходимых для преодоления производственных вызовов. Успешное совмещение лыжных гонок с обучением в аграрном вузе не только возможно, но и обладает значительным воспитательным и развивающим потенциалом. Преодоление объективных трудностей такого совмещения само по себе является мощным тренажером личностной зрелости и адаптивности.

Список литературы

1. Матчинова Н.В., Жирная О.В., Учебное пособие для студентов очной и заочной формы обучения для изучения темы «Простейшие методики самооценки работоспособности, усталости, утомления и применение средств физической культуры для их направленной коррекции» по дисциплине «Физическая культура и спорт». Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). – 2019. – 108 с., ил.

2. Матчинова Н.В., Жирная О.В., Лыжный спорт в системе подготовки лыжников-гонщиков, поли-атлонистов и биатлонистов в условиях вуза для студентов очной и заочной формы обучения для самостоятельной работы по дисциплине «Базовые виды спорта»/Учебное пособие. Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). – 2020. – 114 с., ил.
3. Матчинова Н.В., Жирная О.В., Беляев Н.Н., Основы здорового образа жизни. Методическое пособие – Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). – 2024. – 88 с.

© Клинушкина А.Ю., Матчинова Н.В.

**СЕКЦИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

УДК 577.17.085

DOI 10.46916/09012026-978-5-00215-971-0

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ
АДРЕНОКОРТИКОТРОПНОГО ГОРМОНА (АКТГ)
НА СИСТЕМНУЮ И ЛОКАЛЬНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ ДЕРМАТОЗОВ**

Лысенко Ангелина Игоревна

студент

Научный руководитель: **Савинова Алла Анатольевна**

преподаватель, доцент

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Аннотация: Адренокортикотропный гормон (АКТГ) является основным регулятором стресс-ответа и работы гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Современные научные данные показывают важность активности данного гормона на его локальной и паракринной активности в периферических тканях, он также влияет на ось «кишечник–мозг». В данной статье был проведен систематический анализ современных представлений о многофункциональной роли АКТГ, с акцентом на оценку метода «кожного окна», для определения его тканевой концентрации. В результате обзора установлено, что АКТГ выступает не только как системный гормон, но и как значимый локальный медиатор. Применение методики «кожного окна» выявило снижение уровня АКТГ в коже при ряде дерматозов, что подтверждает роль локального нарушения в их патогенезе. Следовательно, особое внимание уделяется исследованию тканеспецифичной активности АКТГ, которое открывает новые перспективы для диагностики и понимания механизмов эндокринных, дерматологических и психоневрологических заболеваний.

Ключевые слова: адренокортикотропный гормон (АКТГ), гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось (ГГН-ось), кортизол, локальная регуляция, кожа, метод «кожного окна», атопический дерматит, псориаз, ось «кишечник–мозг», стресс, диагностика.

**THE RELEVANCE OF STUDYING THE EFFECT
OF ADRENOCORTICOTROPIC HORMONE (ACTH) ON SYSTEMIC
AND LOCAL REGULATION OF DERMATOSES**

Lysenko Angelina Igorevna
Scientific adviser: **Savinova Alla Anatolyevna**

Abstract: Adrenocorticotropic hormone (ACTH) is the main regulator of the stress response and the work of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. Modern scientific data show the importance of the activity of this hormone on its local and paracrine activity in peripheral tissues, and also affects the "gut–brain" axis. In this article, a systematic analysis of modern ideas about the multifunctional role of ACTH was carried out, with an emphasis on evaluating the "skin window" method to determine its tissue concentration. As a result of the review, it was found that ACTH acts not only as a systemic hormone, but also as a significant local mediator. The use of the "skin window" technique revealed a decrease in the level of ACTH in the skin in a number of dermatoses, which confirms the role of local disorders in their pathogenesis. Therefore, special attention is paid to the study of tissue-specific ACTH activity, which opens up new perspectives for the diagnosis and understanding of the mechanisms of endocrine, dermatological and neuropsychiatric diseases.

Key words: adrenocorticotropic hormone (ACTH), hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA axis), cortisol, local regulation, skin, skin window method, atopic dermatitis, psoriasis, gut–brain axis, stress, diagnosis.

Введение

Адренокортикопротонный гормон (АКТГ), который синтезируется в передней доле гипофиза из предшественника проопиомеланокортина, в основном рассматривается как важный регулятор системы «гипоталамус–гипофиз – надпочечники» (ГГН-ось) [2, с. 10]. Данный пептид, состоящий из 39 аминокислотных остатков, выполняет важную функцию в адаптации организма к стрессу, напрямую стимулируя секрецию кортизола и надпочечниковых андрогенов [6, с. 34]. Его действие, опосредованное связыванием с меланокортиновыми рецепторами и активацией аденилатциклазного каскада, направлено на мобилизацию всех этапов стероидогенеза — от обеспечения клеток-мишеней холестерином до индукции синтеза стероидогенных ферментов [6, с. 34]. Нарушения в синтезе, секреции или метаболизме АКТГ лежат в основе тяжелых эндокринных патологий, таких как гиперкортицизм различного генеза и надпочечниковая недостаточность, диагностика которых зачастую представляет значительную клиническую сложность, особенно в случаях эктопической продукции гормона [5, с. 239].

За последние несколько лет концепция понимания биологической роли АКТГ претерпевала значительные изменения. Внимание ученых-исследователей смещается от его исключительно системных, эндокринных эффектов к изучению локальных, паракринных и аутокринных функций. Особый интерес представляет теория существования локальной ГГН-оси в периферических тканях, в первую очередь, в коже, которая сама является мощным эндокринным органом [3, с. 4]. Обнаружение полного аппарата для синтеза и рецепции АКТГ в кератиноцитах, меланоцитах и других кожных клетках указывает на его важную роль в автономной регуляции местных воспалительных, репаративных и стрессовых реакций [3, с. 4]. Данная последовательность актуализирует проблему диагностики: традиционное измерение уровня АКТГ в системном кровотоке не отражает его концентрацию и активность в тканевых микроокружениях, что может быть ключевым звеном в патогенезе ряда дерматозов [3, с. 5].

Дальнейшее развитие исследований преимущественно связано с изучением влияния АКТГ и его синтетических фрагментов на интегративные системы организма, в частности на ось «кишечник–мозг». Показано, что некоторые аналоги АКТГ способны модулировать поведенческие реакции при стрессе, воздействуя как на центральные нервные механизмы, так и опосредованно, через изменение состава кишечной микробиоты [1, с. 34]. Это открывает новые перспективы для понимания патофизиологии тревожных и депрессивных расстройств.

Вследствие этого, значимость данного исследования обусловлена необходимостью комплексного анализа многогранной роли АКТГ — от его классических функций до новых, локальных и системно-интегративных эффектов. Целью данной работы является обобщение современных данных о биохимии, физиологии и клиническом значении АКТГ, с особым акцентом на обоснование и перспективы методов оценки его локальной активности (на примере усовершенствованной методики «кожного окна») для углубленного понимания патогенеза и совершенствования диагностики ряда эндокринных и связанных с иммунитетом заболеваний.

Актуальность выбранной работы обусловлена центральной ролью адренокортикопротоного гормона (АКТГ), в соединении эндокринного ответа на стресс и поддержании гомеостаза. АКТГ, будучи ключевым регулятором продукции надпочечниковых андрогенов и кортизола, синтезируется в передней доле гипофиза из проопиомеланокортина и оказывает действие через мембранные рецепторы клеток коры надпочечников по аденилатциклазному

механизму [6, с. 34]. Его секреция характеризуется выраженным циркадным ритмом с пиком в утренние часы и находится под сложным контролем гипоталамуса, что делает систему уязвимой к нарушениям и возникновениям патологий в организме человека [6, с. 34]. Одной из наиболее сложных в диагностическом отношении патологий является синдром эктопической продукции АКТГ, клиническая картина которого может маскироваться возрастными изменениями и сопутствующей терапией, требуя высокой врачебной осторожности [5, с. 239]. Помимо этого, современные исследования все больше внимания уделяют не только системной, но и локальной, паракринной роли АКТГ, особенно в таком крупнейшем эндокринном органе, как кожа [3, с. 4]. Существующие методы диагностики, как правило, ограничиваются определением уровня гормона в системном кровотоке, что не отражает его концентрацию и активность в тканях-мишениях, например, в коже при вызванных сбоем в иммунитете заболеваниях [3, с. 5]. Это определяет необходимость разработки и внедрения новых методов локальной оценки гормональной активности.

Нами проведены исследования, направленные на анализ современных представлений о функциях АКТГ и оценку перспектив нового метода его количественного определения на локальном уровне. В рамках теоретического анализа подтверждено, что АКТГ, представляя собой пептид из 39 аминокислотных остатков, является мощным стимулятором стероидогенеза: он активирует гидролиз эфиров холестерола, увеличивает захват липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и индуцирует ключевые ферменты синтеза кортикостероидов [6, с. 34]. Его действие распространяется и на продукцию надпочечниковых андрогенов, таких как дегидроэпиандростерон (ДГЭА) и андростендион, ритм секреции которых синхронен с кортизолом [2, с. 10]. Физический и эмоциональный стресс вызывает быстрое, в течение нескольких минут, увеличение секреции АКТГ, что приводит к резкому выбросу кортизола [2, с. 11]. Обратную связь в этой системе обеспечивают глюкокортикоиды, способные к быстрому, а также к пролонгированному, зависимому подавлению секреции АКТГ и кортикотропин-рилизинг-гормона (КРГ) [2, с. 12].

Особый интерес представляет роль локальной гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси в коже. Кожа является мишенью для множества гормонов, и в поддержании ее гомеостаза, особенно в условиях стресса и воспаления, ключевую роль играют местные аналоги системных регуляторов, включая АКТГ [3, с. 4]. Для обнаружения АКТГ и его рецепторов в кожных

моделях, в основном применяются иммуногистохимия, ПЦР и иммунофлуоресцентная микроскопия [3, с. 5]. Однако для количественной оценки секретируемого в кожу гормона необходим альтернативный подход. Таким методом является модифицированная техника «кожного окна», которая позволяет собрать экссудат с скарифицированного участка кожи для последующего анализа [3, с. 5; 4, с. 50]. В отличие от устаревших методик, ориентированных на иммуноглобулины, современный способ предполагает использование центрифугирования полученного экссудата и измерение уровня АКТГ в супернатанте, с помощью автоматического электрохемилюминесцентного иммуноанализатора [3, с. 6].

Применение данного метода в клинических исследованиях выявило значимые закономерности. У пациентов с такими иммуноопосредованными заболеваниями кожи, как атопический дерматит, псориаз и склеродермия, концентрация АКТГ в экссудатах «кожного окна» оказалась практически в два раза ниже, чем в контрольной группе [4, с. 51]. Менее выраженное, но также статистически достоверное снижение отмечено у пациентов с хронической крапивницей [4, с. 51]. Эти данные позволяют предположить, что снижение локальной продукции АКТГ в коже ведет к дисфункции взаимодействия между эндокринной и иммунной системами, что клинически проявляется соответствующими дерматологическими клиническими признаками [4, с. 51].

Кроме кожной патологии, актуальным направлением является изучение влияния аналогов АКТГ на оси «кишечник–мозг». Корреляционный анализ показывает, что пептид АКТГ (6-9) модулирует взаимосвязь между поведенческими показателями тревожности и депрессии и составом кишечной микробиоты (такой как уровни *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Proteus* spp.) в условиях хронического социального стресса [1, с. 34]. Это указывает на вовлеченность производных АКТГ в сложные межсистемные взаимодействия, выходящие далеко за рамки классической стимуляции надпочечников.

Вывод. Таким образом, АКТГ остается гормоном, значение которого постоянно расширяется — от классического регулятора надпочечникового стероидогенеза до важного локального медиатора в коже и модулятора оси «кишечник–мозг». Разработка и внедрение методов, подобных усовершенствованному методу «кожного окна», открывают новые возможности для точной диагностики и углубленного понимания патогенеза широкого спектра заболеваний.

Заключение

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие основные выводы, отражающие фундаментальную роль адрено-кортикотропного гормона (АКТГ) в физиологии и патологии человека.

Адренокортикотропный гормон является центральным регулятором кортикостероидогенеза. Синтезируемый в передней доле гипофиза из предшественника проопиомеланокортина (ПОМК), данный пептид, состоящий из 39 аминокислотных остатков, оказывает свое основное действие на корковый слой надпочечников [2, с. 10; 6, с. 34]. Через связывание со специфическими меланокортиновыми рецепторами 2-го типа (MC2R) на мембранах клеток пучковой и сетчатой зон и активацию аденилатциклазного механизма, АКТГ стимулирует ключевые этапы синтеза кортизола: от гидролиза эфиров холестерина и захвата липопroteинов низкой плотности (ЛПНП) до индукции транскрипции генов стероидогенных ферментов [6, с. 34]. Он также регулирует секрецию надпочечниковых андрогенов, таких как дегидроэпиандростерон (ДГЭА) и андростендион, ритм которых совпадает с кортизоловым [2, с. 10]. Секреция самого АКТГ находится под строгим контролем гипоталамуса (через кортикотропин-рилизинг-гормон, КРГ) и регулируется по принципу отрицательной обратной связи глюкокортикоидами, что обеспечивает стабильность системы «гипоталамус–гипофиз–надпочечники» (ГГН-ось).

Нарушение секреции АКТГ лежит в основе широкого спектра серьезных клинических патологий, что определяет его высокую диагностическую ценность. Хроническое повышение уровня АКТГ, как при болезни Иценко-Кушинга (аденома гипофиза) или синдроме эктопической продукции (негипофизарные опухоли), приводит к гиперкортицизму с характерными проявлениями: ожирением, артериальной гипертензией, гипергликемией и остеопорозом. Дифференциальная диагностика этих состояний, как и выявление первичной (болезнь Аддисона) или вторичной надпочечниковой недостаточности, напрямую зависит от точного определения уровня АКТГ в сочетании с кортизолом. Данный клинический случай АКТГ-эктопированного синдрома наглядно демонстрирует диагностические трудности, связанные с атипичным течением у пациентов пожилого возраста, и подчеркивает необходимость врачебной настороженности [5, с. 239].

Современные исследования раскрывают новые грани биологической роли АКТГ, выходящие за рамки классической эндокринологии. Обнаружение локальной ГГН-оси в коже, где АКТГ выступает важным паракринным регулятором воспаления и ответа на стресс, открывает новое направление в дерматологии [3, с. 4]. Разработанный метод количественного определения АКТГ в экссудатах «кожного окна» показал значимое снижение его уровня при атопическом дерматите, псориазе и других иммуноопосредованных заболеваниях, указывая на deregуляцию местного эндокринного ответа [4, с. 51]. Кроме того, изучение влияния синтетических аналогов АКТГ (таких как АКТГ6-9-Pro-Gly-Pro) на ось «микробиота–кишечник–мозг» свидетельствует о вовлеченности этого гормона и его производных в модуляцию поведенческих реакций (тревоги и депрессии) при хроническом стрессе, что определяет потенциальные терапевтические перспективы [1, с. 34].

Вследствие чего, можно сделать выводы о том, что АКТГ остается не только ключевым объектом фундаментальной эндокринологии, но и активно изучаемой молекулой на стыке иммунологии, дерматологии и нейробиологии. Дальнейшие исследования, направленные на углубление понимания его локальных эффектов и разработку новых методов диагностики (таких как определение в «кожном окне»), будут способствовать совершенствованию подходов к диагностике и лечению широкого круга заболеваний.

Список литературы

1. Гайсина Л.Р., Сейфуллаева Г.Р., Устинова С.М. Биохимия стероидных гормонов: учебно-методическое пособие. – Казань: Казан. ун-т, 2022. – С. 10-12.
2. Носарева О.Л., Степовая Е.А., Шахристова Е.В. Биохимические функции гормонов: учебное пособие. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2021. – С. 34.
3. Лукьянова И.Ю., Булач Т.П., Семенова О.И. Синдром эктопической продукции адренокортикотропного гормона с гиперкортицизмом // Артериальная гипертензия. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 239-246.
4. Загрешенко Д.С., Климов В.В. Способ определения адренокортикотропного гормона в экссудате "Кожного окна": патент на изобретение RU 2798903 С1. – Заявл. 13.09.2022; опубл. 28.06.2023. – С. 49-52.

5. Загрешенко Д.С., Климов В.В., Трофименко Н.А., Дорофеева М.С. Содержание адренокортикотропного гормона в экссудатах кожного окна при некоторых иммуноопосредованных заболеваниях кожи // Медицина в Кузбассе. – 2022. – Т. 21, № 4. – С. 49-52.
6. Ворвуль А.О., Бобынцев И.И., Медведева О.А., Мухина А.Ю., Ворсина Е.С., Коробова В.Н. Влияние N-концевого аналога адренокортико-тропного гормона на взаимоотношение "Кишечная микробиота-мозг" в условиях хронического стресса // Клиническая патофизиология. – 2024. – Т. 30, № S2. – С. 1-9.

© Лысенко А.И.

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ
МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ РОДНИК «ТАРТАКИ»**

Шевцова Вероника Николаевна

ГУО «Почаповская средняя школа Барановичского района»
аг. Почапово, Республика Беларусь

Научный руководитель: **Якимчик Юлия Васильевна**

Аннотация: в данной статье рассматривается родник «Тартаки» Барановичского района Брестской области Республики Беларусь. Комплексный анализ его состояния – от общего изучения до органолептической оценки и химического анализа воды, а также исследования состояния почв вокруг родника – обеспечивает всестороннее понимание как природной ценности источника, так и рисков его деградации.

Ключевые слова: родник, памятник природы, питьевая вода, экологический туризм, мониторинг, устойчивое использование.

**HYDROLOGICAL NATURAL MONUMENT
OF LOCAL SIGNIFICANCE: THE «TARTAKI» SPRING**

Shevtsova Veronika Nikolaevna

Scientific adviser: **Yakimchik Yulia Vasilyevna**

Abstract: this article examines the Tartaki spring in the Baranovichi district of the Brest region of the Republic of Belarus. A comprehensive analysis of its condition – from a general study to an organoleptic assessment and chemical analysis of water, as well as a study of the soil around the spring – provides a comprehensive understanding of both the natural value of the source and the risks of its degradation.

Key words: spring, natural monument, drinking water, ecological tourism, monitoring, sustainable use.

Изучение гидрологических памятников природы необходимо, потому что эти объекты являются ключевыми элементами локальных водных систем, обеспечивают поддержание биологического разнообразия и стабильность гидрологического режима, служат источниками питьевой воды и рекреации для местных сообществ; мониторинг их физико-химических и органолептических

показателей, оценки состояния почв и антропогенной нагрузки позволяют своевременно выявлять деградацию, предотвращать санитарные и экологические риски, разрабатывать обоснованные меры охраны и восстановления, а также планировать устойчивое использование в целях экологического туризма и просвещения – всё это повышает устойчивость ландшафта и качество жизни населения, что делает систематическое научное исследование гидрологических памятников неотъемлемой частью региональной природоохранной и социально-экономической политики. А потому исследования подобного рода являются актуальными.

Научная новизна работы заключается в следующем: интеграция органолептических и лабораторных подходов к оценке качества воды. Сопоставление оперативной органолептической оценки с результатами аккредитованной лаборатории показывает эффективность комбинированного мониторинга: органолептика служит ранним индикатором изменений, а аналитика подтверждает или опровергает наличие загрязнений. Предложенная методическая последовательность может быть адаптирована для полевого мониторинга малых гидрологических памятников; работа объединяет гидрологические, химические, почвенные и социально-культурные критерии оценки, предлагая многомерную шкалу значимости (эстетическая, наследия, историко-культурная, религиозная, здравоохранительная, образовательно-патриотическая, ресурсная). Такая интеграция поддерживает теоретическое развитие подходов к приоритезации охраны малых объектов в ландшафтной и природоохранной географии; работа впервые документирует факт распространения непроверенной информации о возможном превышении меди в пробах и демонстрирует оперативную верификацию через лабораторный протокол с последующей корректировкой публичной информации (пример взаимодействия научного исследования и информационных ресурсов), что имеет значение для теории управления природоохранной информацией и доверия общественности.

В сумме теоретическая значимость исследования заключается в расширении знаний о функционировании и уязвимости малых гидрологических памятников в лесных ландшафтах, в развитии методологии их комплексной оценки и мониторинга, а также в интеграции природных и социально-культурных аспектов, что обогащает региональную гидрологическую науку и служит базой для дальнейших прикладных исследований.

Практическая значимость работы выражается в конкретных, реализуемых рекомендациях по охране, мониторингу и устойчивому использованию родника «Тартаки».

Источник «Тартаки (Тхоровка)» расположен в двух с половиной километрах к югу от деревни Тартаки, в ста метрах к северо-западу от дороги Тартаки – Гать, на территории Барановичского лесного хозяйства. Географические координаты: широта 53.003649, долгота 25.713748.

Исток возле деревни Тартаки зафиксирован еще на картах девятнадцатого столетия. Настоящее наименование источника «Тартаки» восходит к названию расположенной поблизости деревни Тартаки; примечательно, что суффикс «-и» появился в топонимическом названии деревни относительно недавно. Изначально же слово «тартак» берет свое начало от польского языка и обозначает территорию, где осуществляли вырубку леса, пилили бревна и располагались лесопилки [1].

Расход воды (дебит) составляет 0,3 литра в секунду.

Родник «Тартаки» имеет статус гидрологического памятника природы регионального значения, установленный решением Барановичского районного исполнительного комитета от 21 декабря 2010 года под номером 1472.

Окружающая территория источника определяется верхней границей оврага. Общая площадь охраняемой природной территории составляет шестьсот квадратных метров, а размер защитной зоны – тридцать тысяч квадратных метров. Этот источник является одним из немногих в регионе, который сохранился практически нетронутым человеком, отличается высоким качеством воды и расположен в районе активного отдыха в окрестностях водохранилища Гать.

Родник «Тартаки» представляет собой несколько реокренов, потоки от которых сливаются в один ручей.

Для удобства посетителей к источнику ведут ступеньки, оборудована емкость для фильтрации воды, а вода вытекает через трубу на противоположной стороне тропинки, формируя впоследствии сильный поток реки Тхоровка – приток реки Лохозвы.

В итоге, основная антропогенная нагрузка заключается в интенсивности посещений в выходные дни, наличии троп, мест для декоративных элементов создают локальные точки уплотнения и риск эрозии; прямых признаков промышленного загрязнения не выявлено.

Отсюда следует, что благодаря удалённости от крупных населённых пунктов и малой антропогенной нагрузке родник сохраняет высокое качество

воды, имеет инфраструктуру для посетителей и служит зоной активного отдыха. Его сочетание экологической чистоты, историко-культурной значимости и рекреационного потенциала обосновывает необходимость поддержания охранного режима, регулярного мониторинга качества воды и почв, проведения просветительских мероприятий и организации устойчивого использования территории во избежание деградации источника.

Оценка органолептических свойств воды играет важную роль в оценке ее качества. В результате, оценка органолептических показателей воды родника в деревне Тартаки позволила сделать следующие выводы: вода из родника мягкая, прозрачная, не имеет вкуса, запаха и посторонних частиц.

По данным сайта rodnikbel.by, вода из источника признана пригодной к употреблению, однако также пишется, что имеются непроверенные сведения о повышенном содержании меди в источнике «Тартаки». В связи с этим, систематическое питье этой воды нежелательно.

В рамках исследования 6 августа 2025 года из родника «Тартаки» отобрали пробу воды и передали её в ГУ «Барановичский зональный центр гигиены и эпидемиологии» для выполнения клинических микробиологических исследований.

Цель испытаний: соответствие требованиям Гигиенического норматива «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденного постановлением Совета Министров РБ от 25.01.2021 №37 (нитраты, водородный показатель, аммиак (по азоту), жесткость общая, сульфаты, железо, медь, цинк, мышьяк, кадмий).

Была составлена программа проведения испытаний по десяти пунктам. Результаты испытаний образца показали: вода из родника соответствует требованиям Гигиеническому нормативу «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденного постановлением Совета Министра Республики Беларусь от 25.01.2021 в объеме проведенных испытаний.

Первоначальные непроверенные сведения о повышенном содержании меди не подтвердились; после получения официальных протоколов испытаний соответствующая информация на странице источника на сайте «Родники Беларуси» была скорректирована (изменение данных зафиксировано).

Иными словами, определение качества воды методами химического анализа показало, что вода из родника «Тартаки» соответствует требованиям и пригодна для питья. Однако при дальнейшей эксплуатации рекомендуется регулярный мониторинг качества воды и соблюдение мер охраны вокруг источника для предотвращения возможного загрязнения.

Чтобы получить представление о состоянии и качестве почвы вокруг родника в деревне Тартаки, было решено произвести изучение её состояния.

Итак, почва вокруг родника в деревне Тартаки по проведённым полевым обследованиям характеризуется оптимальной плотностью, хорошей влажностью (по тактильной пробе — ком при сжатии держится и скатывается в шар), слабокислой реакцией (опосредованно определённой по видовому составу сорняков: выонок, пырей, лебеда, крапива, клевер, ромашка) и суглинистым механическим составом (по «методу шнуря» — образование трещин при изгибе шнуря).

Родник Тартаки может использоваться как объект экологического туризма. От родника берет свое начало экологическая тропа «Под сенью вековечного леса «Тхароўка», разработанная специалистами Барановичского лесного хозяйства для ценителей активного отдыха [2].

Тропа включает 10 остановочных пунктов. Значение тропы носит учебно-познавательный характер и подразумевает проведение экскурсий исторического и природоведческого профиля.

Создание экотропы осуществлялось поэтапно: специалисты внимательно подбирали путь, чтобы он был привлекательным для всех возрастов, разрабатывали концепцию и обустраивали зоны отдыха вдоль маршрута. Этот пеший маршрут протяженностью 4,3 километра проходит через живописные уголки местности.

Завершение маршрута приходится на водохранилище Гать, где функционирует туристическая база Барановичского лесного хозяйства.

Водохранилище Гать – популярное место отдыха и рыбалки для жителей окрестных районов. В нём водится разнообразная рыба: щука, лещ, карп, линь, окунь, плотва, белый амур, толстолобик, ёрш, налим. В последние годы водоём активно заселяют молодью карпа и мальками щуки.

Но не менее привлекательна Гать для сторонников наблюдения за птицами (бёрдволтчинга). Здесь можно увидеть и изучить поведение крякв, лысух, гоголей, чомг и множества других видов птиц. Стоит отметить, что неподалёку гнездится и орлан-белохвостый, включённый в Красную книгу Беларуси.

Расположение этого места удалено от города Барановичи, тем не менее оно пользуется популярностью, особенно в выходные дни, когда здесь собирается большое количество людей.

Заметным элементом ландшафта являются яркие ленты и обрывки ткани, украшающие перила лестницы рядом с родником.

Источник был освящён священником отцом Василием из храма Казанской иконы Божией Матери деревни Лесная в 2006 году, рядом расположен деревянный крест.

Таким образом, родник «Тартаки» служит не только источником чистой воды с относительно стабильным дебитом, но и центром экологической тропы «Под сенью вековечного леса «Тхароўка», развиваемой Барановичским лесным хозяйством. Историко-культурная и религиозная значимость места (освящение источника, традиции привязывания лент) усиливают его притягательность для посетителей; близость водохранилища Гать и богатая орнитофауна увеличивают рекреационный потенциал.

Список литературы

1. Родник – Режим доступа: Родник Тартаки – Дата доступа: 09.04.2025.
2. Родник – Сотрудники Барановичского лесхоза разработали новую экологическую тропу для любителей активного отдыха – Zarya – Дата доступа: 29.07.2025.

© Шевцова В.Н.

**СЕКЦИЯ
МЕДИЦИНСКИЕ
НАУКИ**

**ВЛИЯНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ
ЛЫЖАМИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

**Сукач Дарья Николаевна
Шпеть Дарья Викторовна**

студенты

Научный руководитель: **Тонкоблатова Ирина Викторовна**

ст. преподаватель

УО «Гродненский государственный университет

имени Янки Купалы»

Аннотация: в статье проводится комплексный анализ влияния оздоровительных занятий лыжами на основные системы организма человека. Рассматриваются позитивные эффекты аэробной циклической нагрузки в условиях природной среды с учетом холодового фактора. На основе анализа литературных данных и эмпирических наблюдений делается вывод о том, что лыжная подготовка является одним из наиболее гармоничных и эффективных видов оздоровительной физической культуры, способствующим повышению общей резистентности организма и качества жизни.

Ключевые слова: оздоровительная физическая культура, лыжный спорт, аэробная нагрузка, кардиореспираторная система, адаптация к холodu, психофизиологическое состояние.

**THE IMPACT OF RECREATIONAL
SKIING ON THE HUMAN BODY**

**Sukach Daria Nikolaevna
Shpet Daria Viktorovna**

Scientific adviser: **Tonkoblatova Irina Viktorovna**

Abstract: This article provides a comprehensive analysis of the impact of recreational skiing on the main systems of the human body. The positive effects of aerobic cyclic exercise in a natural environment, taking into account the cold factor, are examined. Based on an analysis of literary data and empirical observations, it is concluded that ski training is one of the most harmonious and effective forms of

health-improving physical education, contributing to an increase in overall body resilience and quality of life.

Key words: health-improving physical education, skiing, aerobic exercise, cardiorespiratory system, cold adaptation, psychophysiological state.

Введение

В современном обществе, характеризующимся гиподинамией, стрессогенностью и проживанием в урбанизированной среде, поиск эффективных и доступных средств оздоровления населения приобретает особую актуальность. Среди многообразия форм двигательной активности оздоровительные занятия лыжами занимают особое место, сочетая в себе мощный тренировочный эффект, естественность движений и уникальный природный контекст. Лыжная подготовка представляет собой циклический вид физической активности аэробной направленности, который вовлекает в работу практически все главные мышечные группы. Отличительной чертой является выполнение нагрузки на открытом воздухе в зимних условиях, что добавляет фактор холодового воздействия и повышенного потребления кислорода. Данная статья ставит целью систематизировать и углубить знания о многогранном влиянии этого вида активности на организм, выявить ключевые механизмы адаптации и сформулировать принципы его оптимального использования в оздоровительных целях.

Данное исследование представляет собой аналитический обзор и синтез современной научной литературы по вопросам физиологии спорта, спортивной медицины, физической культуры и реабилитации. Методы исследования включали компаративный анализ, систематизацию, обобщение и интерпретацию полученных данных.

Основное содержание

1. Влияние на кардиореспираторную систему (КРС):

1.1 Сердечная мышца (миокард): Регулярные занятия приводят к экономизации работы сердца. У тренированных лиц отмечается урежение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое (брадикардия) и при стандартной нагрузке. Это связано с увеличением ударного объема крови (количество крови, выбрасываемое за одно сокращение) и усилением парасимпатических влияний. Миокард становится более сильным и выносливым.

1.2 Периферическое кровообращение и капилляризация: Нагрузка стимулирует раскрытие резервных капилляров в работающих мышцах (прежде

всего ног, рук, туловища). Длительная циклическая работа способствует развитию коллатерального кровообращения и улучшению эластичности сосудистой стенки, что является профилактикой атеросклероза и артериальной гипертензии.

1.3 Дыхательная система: Потребность мышц в кислороде резко возрастает. Это приводит к увеличению жизненной емкости легких (ЖЕЛ), усилию вентиляции и, что особенно важно, к более эффективному усвоению кислорода из вдыхаемого воздуха (повышение коэффициента использования кислорода). Дыхание на морозном воздухе, который обычно менее запылен и более ионизирован, также оказывает закаливающий и тонизирующий эффект на слизистые оболочки дыхательных путей.

2. Влияние на опорно-двигательный аппарат (ОДА):

2.1 Мышечная система: В работу последовательно включаются мышцы ног (квадрицепсы, бицепсы бедра, икроножные), ягодичные мышцы, мышцы спины, живота, плечевого пояса и рук. Таким образом, нагрузка является глобальной и гармоничной, способствуя пропорциональному развитию мышечного корсета. Динамический характер работы в сочетании с поочередным напряжением и расслаблением способствует улучшению трофики мышц, увеличению их силы и выносливости без значительной гипертрофии, характерной для силовых видов спорта.

2.2 Костная система и суставы: Цикличность и плавность движений, а также амортизирующий эффект снежного покрова делают лыжную подготовку малотравматичным видом активности. Осевая нагрузка на скелет является умеренной и естественной, что стимулирует минерализацию костной ткани, служа профилактикой остеопороза. Суставы (коленные, тазобедренные, голеностопные, плечевые) работают в физиологическом диапазоне, укрепляется связочный аппарат, улучшается выработка синовиальной жидкости.

3. Влияние на нейроэндокринную регуляцию и обмен веществ:

3.1 Энергообмен: Длительная мышечная деятельность аэробного характера является мощным стимулятором липолиза – расщепления жиров. Лыжные занятия – один из наиболее эффективных способов нормализации массы тела и улучшения липидного профиля крови (снижение уровня «вредного» холестерина ЛПНП).

3.2 Адаптация к холodu: Нахождение и физическая активность на холода активизируют симпато-адреналовую систему и функцию щитовидной железы, повышая основной обмен. Это приводит к закаливанию организма, улучшению терморегуляции и повышению устойчивости к простудным заболеваниям.

3.3 Гормональный фон: Физическая нагрузка способствует выбросу эндорфинов («гормонов радости») и энкефалинов, которые обладают свойствами естественных антидепрессантов и анальгетиков. Снижается уровень кортизола – гормона стресса.

4. Психоэмоциональное воздействие:

4.1 Снижение стресса: Ритмичные, повторяющиеся движения на лоне природы обладают медитативным эффектом, способствуя снятию психоэмоционального напряжения.

4.2 Эстетическое удовольствие и рекреация: Занятия в лесных массивах, на заснеженных полях обеспечивают мощную психофизиологическую разгрузку от городской среды. Смена визуальных образов, чистый воздух, тишина способствуют восстановлению психических ресурсов.

4.3 Повышение когнитивных функций: Улучшение мозгового кровообращения на фоне общей аэробной тренированности положительно сказывается на памяти, концентрации внимания и скорости мыслительных процессов.

Для максимального положительного эффекта и минимизации рисков необходимо соблюдать следующие принципы:

1. Постепенность и регулярность: Начинать с 20-30 минут в спокойном темпе, 2-3 раза в неделю, постепенно увеличивая продолжительность до 60-90 минут.

2. Контроль интенсивности: Основной режим – аэробный, при котором возможно поддерживать разговор без одышки. Для контроля можно использовать пульсометры, ориентируясь на целевую зону ЧСС (примерно 60-75% от максимальной, которая рассчитывается как $220 - \text{возраст}$).

3. Техника и экипировка: Освоение базовой техники скользящего шага повышает эффективность и удовольствие от процесса. Правильно подобранные лыжи, палки, одежда по системе многослойности и термобелье обязательны для обеспечения комфорта и безопасности.

4. Учет противопоказаний: К абсолютным противопоказаниям относятся острые заболевания (ОРВИ, грипп, воспалительные процессы), серьезные патологии сердечно-сосудистой системы (стенокардия покоя, неконтролируемая гипертензия, тромбофлебит), обострения хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата. При наличии любых сомнений необходима консультация врача.

Заключение

Проведенный анализ позволяет утверждать, что оздоровительные занятия лыжами представляют собой высокоэффективное полифункциональное средство укрепления здоровья человека. Их уникальность заключается в синергетическом сочетании аэробной циклической нагрузки, вовлекающей все главные мышечные группы, с мощным закаливающим фактором и благотворным психоэмоциональным воздействием природной среды.

Систематические занятия способствуют:

1. Укреплению кардиореспираторной системы и повышению аэробной производительности.
2. Гармоничному развитию и укреплению опорно-двигательного аппарата.
3. Нормализации обмена веществ и массы тела.
4. Активизации адаптационных резервов и повышению устойчивости к факторам внешней среды.
5. Снижению уровня стресса и улучшению психического состояния.

Таким образом, лыжная подготовка в ее оздоровительном варианте в полной мере соответствует современным принципам профилактической медицины и здорового образа жизни, являясь доступным и высокоценным инструментом для поддержания и улучшения качества жизни в различных возрастных группах.

Список литературы

1. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. – Киев: Здоровье, 1998. – 248 с.
2. Дубровский В.И. Спортивная медицина: Учебник для вузов. – М.: ВЛАДОС, 2002. – 512 с.
3. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. – М.: Спорт, 2012. – 620 с.

© Сукач Д.Н., Шпеть Д.В.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ
В СЕЛЕ ЛЕНИНО-КОКУШКИНО ПЕСТРЕЧИНСКОГО РАЙОНА
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Шарифуллина Лейла Данилевна

Зиннатова Рената Радиковна

студенты

ФГБОУ ВО «Казанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ

Аннотация: данная работа включает проведение гигиенической оценки качества родниковой воды в с. Ленино-Кокушкино (РТ) на основе лабораторного анализа и анкетирования жителей. Приведены выдержки из нормативной документации. Анализ протоколов исследования. Результаты рассмотрены в виде таблицы.

Ключевые слова: вода, родник, физико-химические показатели, мониторинг, анкетирование населения, источники водоснабжения.

**HYGIENIC ASSESSMENT OF SPRING WATER IN THE VILLAGE
OF LENIN-KOKUSHKINO OF PESTRECHINSKY DISTRICT
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Sharifullin Leila Danilevna

Zinnatova Renata Radikovna

Abstract: this work includes a hygienic assessment of the quality of spring water in the village of Lenino-Kokushkino (RT) based on laboratory analysis and a questionnaire survey of residents. Excerpts from regulatory documentation are provided. Analysis of research protocols. The results are presented in the form of a table.

Key words: water, spring, physical and chemical indicators, monitoring, public opinion survey, water sources.

Введение. Потребление чистой питьевой воды, свободной от вредных примесей, является важнейшим условием для поддержания здоровья человека. Благодаря естественной фильтрации родниковая вода сохраняет природные

качества, структуру и свойства, не подвергаясь обработке хлором, озоном или другим физико-химическим воздействиям, а также не содержит искусственных добавок. Также, употребление родниковой воды способствует заживлению ран, улучшению работы сердца и почек, устраниению угревой сыпи и стабилизации артериального давления, так как болезни системы кровообращения занимают первое место среди причин смертности в России

Цель: Провести анализ влияния состава родниковой воды на здоровье человека и выяснить информированность и отношение населения.

Материалы и методы исследования: Физико-химические показатели определяли весной и осенью 2025 года по средней пробе, объемом 3л и проводили сравнение изменений физико-химических показателей качества родниковой воды и результатов протоколов испытаний лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» г. Казань.

Результаты и анализ:

Результаты анкетирования.

Проведено анкетное исследование среди 112 жителей (муж.- 45 чел., жен.- 67 чел.) села Ленино-Кокушкино Пестречинского района РТ в возрасте 18-75 лет в интернете с помощью сервиса docs.google.com.

Анализ результатов анкетирования потребителей воды родника «Ярдэм» показывает следующее:

- 1) Родниковая вода пользуется популярностью среди населения, особенно старшего возраста 54%, а также молодого возраста 46%.
- 2) Большинство потребителей оценивают экологическое состояние территории родников как хорошее 95% и удовлетворительное 5%.
- 3) Большинство жителей не отмечают изменений в состоянии родников 90%, 2% ответили «заметно улучшилось», 2% «незначительно улучшилось» и остальные 6% затрудняются ответить.
- 4) Население не регистрируют (89%) изменений органолептических свойствах воды, а 11% затрудняются ответить.
- 5) В подавляющем большинстве случаев употребление родниковой воды не вызывает негативных последствий для здоровья 98%, 2% подчеркивают возникновение общей слабости.
- 6) 75% респондентов не отмечают образование накипи после кипячения воды, оставшиеся 25% наблюдают небольшое количество накипи.

Родниковая вода популярна среди людей всех возрастов, экологическое состояние родников оценивается как хорошее, большинство не видят изменений в состоянии природных источников и свойствах воды, а также не

испытывают проблем со здоровьем от её употребления. Несмотря на в целом положительную оценку, небольшая часть потребителей не доверяет качеству родниковой воды и в некоторых случаях отмечает образование накипи. Это указывает на необходимость регулярного мониторинга качества воды и информирования населения о результатах.

Анализ протоколов исследования.

Жители сельских районов в качестве источника водоснабжения используют централизованные, а также применяют и нецентрализованные источники – родники. Качество воды в родниках зависит от наличия на территории промышленных предприятий, количества дождей и паводков, воздействия сельскохозяйственных и коммунальных объектов [1].

Источник находится на склоне. Вода вытекает самотеком за счет силы тяжести (нисходящий родник). Из отверстия в каменной кладке, выходит водоотводная труба. Под ней находится чаша-приёмник. Над сливом построен деревянный навес-теремок. Он защищает место от осадков и мусора. Рядом установлена скамья, а к роднику ведёт тропинка, выложенная плоским песчаником.

Рядом с родником (на расстоянии 1 км) находится машинно-тракторный парк (место стоянки, обслуживания техники), который может представлять опасность, так как является потенциальным источником химического загрязнения (ГСМ, масла, технические жидкости, выхлопные газы). Это нарушает зону санитарной охраны родника, относится к пограничной зоне второго пояса (по СанПиН 2.1.4.1110-02 [2]).

Для профилактики загрязнения источника нужно проводить регулярный мониторинг качества воды, визуальный органолептический контроль.

По результатам анализа составлена Таблица 1, родниковая вода характеризуется как чистая, слабоминерализованная, с хорошими органолептическими показателями (низкая мутность, цветность и слабый запах). Содержание основных ионов, азотсодержащих соединений и тяжелых металлов значительно ниже предельно допустимых концентраций. pH находится в оптимальном диапазоне. Выделяется высокая щелочность и умеренная жесткость, что объясняет появление накипи после кипячения. Остальные параметры в норме. Вода соответствует основным требованиям, предъявляемым к питьевой воде по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [3].

Нитраты – один из ключевых и токсичных показателей в воде, их присутствие свойственно верхним водоносным горизонтам и связано с техногенным воздействием, химизацией сельского хозяйства, а именно использованием минеральных удобрений или органических отходов с территории водосбора. В результате происходит насыщение почвы азотистыми соединениями, которые проникают в грунтовые воды. При потреблении питьевой воды с повышенным содержанием нитратов, они всасываются в кровь и накапливаются в организме [1]. Значения текущих проб близки к ПДК, что указывает на значительное загрязнение азотными соединениями. Рост на 2.13 мг/дм³ — негативная динамика, сигнализирующая о продолжающемся поступлении загрязнителя. При дальнейшем увеличении уровня нитратов, вода может представлять опасность для регулярного употребления. Жесткость воды обусловлена присутствием в ней ионов щелочно-земельных элементов кальция и магния.

Кальций и магний – биологически весьма активные элементы. Они инициируют протекание большого количества метаболических и транспортных процессов в клетке. Это послужило основанием для изучения роли кальция, магния и жесткой воды в возникновении таких заболеваний, как гипертоническая болезнь, инфаркт миокарда, а также мочекаменная болезнь. [4] Значение во второй пробе приближается к верхнему пределу ПДК. Рост на 0.11 ммоль/дм³ — относительная негативная динамика, делающая воду очень жесткой. Причиной может быть усиление вымывания солей кальция и магния из пород. Требуется умягчения перед бытовым использованием.

Таблица 1

Результаты анализа природной воды

№	Определяемый показатель	Ед.изм.	ПДК	Результаты анализа №1	Результаты анализа №2	Шифр НД
1	Щелочность, НСО ₃	Мг/дм ³	Не норм.	433,42	431,56	ПНД Ф 14.1:2:3.99
2	Карбонаты, СО ₃	Мг/дм ³	Не более 1	Не обнар.	Не обнар.	ПНД Ф 14.1:2:3.99
3	Сульфаты, SO ₄	Мг/дм ³	Не более 500	1,42	2,01	ПНД Ф 14.1:2:4.132
4	Хлориды, Cl ⁻	Мг/дм ³	Не более 350	40,64	45,32	ПНД Ф 14.1:2:4.132
5	Нитраты, NO ₃	Мг/дм ³	Не более 45	33,55	35,68	ПНД Ф 14.1:2:4.132

Продолжение таблицы 1

6	Нитриды, NO ₂	Mг/дм ³	Не более 3	<0,05	<0,02	ПНД Ф 14.1:2:3
7	Натрий+Калий, Na+ K	Mг/дм ³	Не более 200	41,63	39,58	Расчёт
8	Кальций, Ca	Mг/дм ³	Не более 50	39,19	40,62	ПНД Ф 14.1:2:4.135
9	Магний, Mg	Mг/дм ³	Не более 50	17,43	18,36	ПНД Ф 14.1:2:4.135
10	Аммиак, NH ₃	Mг/дм ³	Не более 1,5	<0,05	<0,05	ПНД Ф 14.1:2:4.1
11	Водородный показатель, pH	Едини цы pH	6-9	7,52	7,89	ПНД Ф 14.1:2:4.121
12	Жёсткость общая	Mмоль /дм ³	Не более 7	6,76	6,87	ПНД Ф 14.1:2:98
13	Жёсткость некарбонатная	Mмоль /дм ³	-	-	-	Расчёт
14	Жёсткость карбонатная	Mмоль /дм ³	-	6,76	6,87	Расчёт
15	Железо общее, Fe общ	Mг/дм ³	Не более 0,3	<0,05	<0,05	ПНД Ф 14.1:2:4.135
16	Марганец, Mn	Mг/дм ³	Не более 0,1	0,002	0,002	ПНД Ф 14.1:2:4.135
17	Кремниевая кислота	Mг/дм ³	Не более 30-50	15,23	15,30	ПНД Ф 14.1:2:4.135
18	Минерализация	Mг/дм ³	Не более 1000	626	632	СанПиН 2.1.3685-21
19	Мутность	Mг/дм ³	Не более 1,5	<0,001	0,001	ГОСТ 3351
20	Цветность	Ед.ЕМ Ф	Не более 20(30)	1,65	1,84	ПНД Ф 14.1:2:4.207
21	Запах при 20°C	Баллы	Не более 2	1,00	1,00	ГОСТ 3351
22	Окисляемость	Mг O ₂ /дм ³	Не более 5	1,16	1,10	ПНД Ф 14.1:2:4.154
23	Сухой остаток	Mг/дм ³	Не более 1000	572,6	568,8	ПНД Ф 14.1:2.114

Вывод. Проведенный анализ показал, что, несмотря на близость источника потенциального загрязнения (машино-тракторного парка), качество воды в роднике остается на должном уровне.

Население Ленино-Кокушкино активно используют родниковую воду (54%). Большинство не отмечают влияние на здоровье и оценивают этот родник как экологический безопасный источник питьевой воды. Таким образом, для обеспечения безопасного потребления родниковой воды необходим регулярный мониторинг её состава и информирование населения о результатах.

Список литературы

1. Альмитова, Л. И. Результаты исследований качества родниковых вод Республики Татарстан / Л. И. Альмитова, В. И. Макаева, А. Р. Макаева // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2021. – № 5. – С. 75-83.
2. Санитарно-эпидемиологические требования. СанПиН 2.1.4.1110-02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения". М., 2002.
3. Санитарно-эпидемиологические требования. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. 2021) [Электронный ресурс].
4. Мазаев, В. Т. Коммунальная гигиена: учебник / под ред. В. Т. Мазаева. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – С. 30.

© Шарифуллина Л.Д., Зиннатова Р.Р., 2025

СЕКЦИЯ НАУКИ О ЗЕМЛЕ

ОСОБЕННОСТИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Кулаков Илья Дмитриевич

студент

Научный руководитель: **Еременко Евгений Владимирович**

к.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Аннотация: в данной работе исследована возможность планирования объемов работ в условиях золоторудного месторождения путем построения новых промежуточных контуров карьера и распределения объемов работ по существующему рабочему парку оборудования при использовании имеющегося резерва производительности. Данные мероприятия позволяют сократить срок отработки месторождения на 1 год, повысить производственную мощность предприятия по добыче полезного ископаемого, а также высвободить оборудование для использования на иных месторождениях недропользователя. Для сравнения вариантов проведена оценка с помощью технико-экономических показателей эффективности проекта.

Ключевые слова: календарное планирование, проектирование контуров карьера, производственная мощность предприятия, золоторудное месторождение.

FEATURES OF CALENDAR PLANNING IN GOLD DEPOSIT CONDITIONS

Kulakov Ilya Dmitrievich

Scientific adviser: **Eremenko Evgeny Vladimirovich**

Abstract: in this work, the possibility of planning the volume of work in the conditions of a gold ore deposit is studied by constructing new intermediate contours of the quarry and distributing the volume of work among the existing equipment fleet, using the available reserve of productivity. These measures allow for a 1-year reduction in the development time of the deposit, an increase in the production capacity of the mining enterprise, and the release of equipment for use at other

deposits of the subsoil user. To compare the options, the project's technical and economic efficiency was evaluated.

Key words: calendar planning, quarry outline design, enterprise production capacity, gold ore deposit.

В настоящее время производительность предприятия и его экономическая эффективность тесно связана с календарным планированием объемов работ и проектированием промежуточных контуров карьера.

Анализируя календарный план горных работ и промежуточные контура карьера условного золоторудного месторождения, выявлена возможность сокращения сроков отработки карьера. Связано это с небольшим резервом в производительности выемочно-погрузочного оборудования на вскрышных работах (используемое оборудование – Komatsu PC750-7). А также значительный резерв в производительности имеет оборудование, занятое на добычных работах (используемое оборудование - Hitachi ZX450-3).

Целью работы является повышение производительности предприятия по добыче руды, согласно рекомендациям ВНТП 35-86 [1], календарное планирование или же распределение объемов вскрышных и добычных работ по годам отработки месторождения и построение промежуточных контуров карьера, удовлетворяющих условиям календарного планирования.

Изначально проведем расчет производительности карьера по горнотехническим возможностям, согласно ведомственным нормам технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки [1].

$$A_{\Gamma} = h_{\Gamma} \cdot S \cdot \eta_o \cdot (1 + r_0) \cdot \gamma \quad (1)$$

где h_{Γ} – среднегодовое понижение добычных работ, м/год;

$$h_{\Gamma} = h_b + \Delta h, \text{ м/год}, \quad (2)$$

где h_b – базовая среднегодовая скорость понижения горных работ, м/год; Δh – поправка при автомобильном транспорте, м/год; S – средняя площадь рудного тела, тыс. m^2 ; η_o – коэффициент извлечения руды в долях единицы; r_0 – разубоживание руды в долях единицы; γ – объёмный вес руды t/m^3 .

В настоящее время в условиях данного месторождения при использовании автомобильного транспорта годовое понижение составляет 39 м/год, с учетом использования современных гидравлических экскаваторов.

Расчет производительности в соответствии с данными с условного рассматриваемого золоторудного месторождения приведен в таблице (табл. 1).

Таблица 1

**Расчёт производительности карьера
по горнотехническим возможностям**

Наименование показателя	Ед. изм.	Обозначение	Значение
Мощность карьера по руде по горнотехническим условиям	m^3	Аг	58 006,4
	т		153 717,1
Объемный вес	d	t/m^3	2,65
Среднегодовое понижение добычных работ	m	hg	37,8
Средняя площадь рудного тела	m^2	S	1250
Коэффициент извлечения руды в долях единицы	д.е	n0	0,945
Коэффициент разубоживания руды в долях единицы	д.е	r0	0,2991
Базовая среднегодовая скорость понижения добычных работ	м/год	hb	39
Поправка при автомобильном и комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте	м/год	dh	-1,2

По горнотехническим возможностям, условиям залегания полезного ископаемого и расчетным показателям, достижение проектной мощности карьера в размере 150 тыс. тонн руды в год является возможной, тогда как предприятие нацелено на производительность в 100 тыс. тонн.

Срок отработки запасов месторождения принят 4 года, при эксплуатационных запасах – 330,7 тыс. тонн. Предлагается сокращение срока отработки до 3 лет.

Производительность выемочно-погрузочного оборудования рассчитана с учетом «Единых норм выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Экскавация и транспортирование» [2].

Сводная таблица рабочего парка выемочно-погрузочного оборудования по предприятию представлена ниже (табл. 2).

Таблица 2

Используемый парк выемочно-погрузочного оборудования

Год работы	ед. изм.	1 год	2 год	3 год	4 год
Вскрышные породы	тыс. m^3	4493,67	3525,33	479,36	415,93
Руда	тыс. т	30,7	100	100	100
Производительность Hitachi ZX450-3 на добычных работах	т.т/год			2000	
Производительность Hitachi ZX450-3 на вскрышных работах	т.м ³ /год			762	
Производительность Komatsu PC750-7 на вскрышных работах	т.м ³ /год			1189	
Рабочий парк экскаваторов Hitachi ZX450-3	ед.	1,0	1,0	1,0	1,0
Рабочий парк экскаваторов Komatsu PC750-7	ед.	4,0	3,0	0	0

Согласно табл. 1 увеличение производительности добычных экскаваторов по горнотехническим возможностям осуществимо. Согласно табл. 2 резерв в производительности на вскрышном участке по каждому экскаватору:

- 1 год – 64,6 тыс. м³;
- 2 год – 14,1 тыс. м³;
- 3 год – 282,6 тыс. м³.

Расчетное количество выемочно-погрузочного оборудования после перераспределения объемов вскрышных и добычных работ (табл. 3).

Таблица 3
Расчёт количества выемочно-погрузочного оборудования

Год работы	ед. изм.	1 год	2 год	3 год
Вскрышные породы	тыс. м ³	4720,05	3561,26	632,98
Руда	тыс. т	30,7	150	150
Производительность Hitachi ZX450-3 на добычных работах	т.т/год		2000	
Производительность Hitachi ZX450-3 на вскрышных работах	т.м ³ /год		762	
Производительность Komatsu PC750-7 на вскрышных работах	т.м ³ /год		1189	
Рабочий парк экскаваторов Hitachi ZX450-3	ед.	1,0	1,0	1,0
Рабочий парк экскаваторов Komatsu PC750-7	ед.	4,0	3,0	0

Наглядно изменения работы вскрышных экскаваторов до и после календарного планирования можно отразить на диаграмме сравнения производительности (рис. 1).

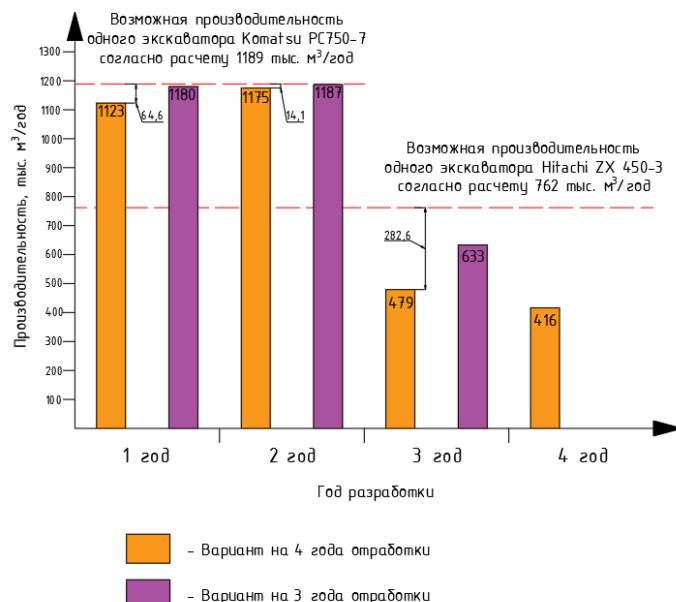


Рис. 1. Сравнение производительности вскрышных экскаваторов

Далее необходимо скорректировать объемы вскрышных и добывчих работ в календарном плане ведения горных работ по горизонтам и отстроить новые промежуточные положения карьера.

Для оценки эффективности предложенного изменения был проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей. По предложенному и базовому варианту. Результаты расчета представлены в таблице 4.

Таблица 4
Сравнительный анализ технико-экономических показателей

Наименование показателей	По предлагаемому варианту			По базовому варианту			
	1	2	3	1	2	3	4
Промышленные запасы, тыс. т.	330,7			330,7			
Годовая производительность, тыс. т	30,7	150	150	30,7	100	100	100
Себестоимость добычи, руб./т	11678,13	4141,53	4631,46	11792,69	4823,15	5284,81	5850,93
Себестоимость вскрыши, руб./м ³	472,48	520,66	1044,87	501,27	538,67	1262,47	1435,70
Удельные капитальные затраты, руб./ед.	207896,4	2585,36	1158,3	202031,6	2799,3	1640,9	1640,9
Амортизация, всего тыс. руб.:	791036,9	664114,1	204594,8	768247,9	650237,6	167754,1	167754,1
Прибыль, тыс. руб.	13121025,00			12140100,00			
Прибыль, остающаяся в предприятии, тыс. руб.	5780080,5			4768735,4			
Рентабельность производства, %	23,1			18,7			
Рентабельность продукции, %	30,0			22,8			
Фондоотдача, руб./руб.	1,93			1,62			

Продолжение таблицы 4

Срок окупаемости затрат, лет	1,2	1,4
ЧДД, тыс. руб.	1497982,65	1395778,74
Индекс доходности, д. е.	1,45	1,15

Результаты расчетов показали, что вариант предлагаемый вариант имеет большую экономическую эффективность. За счет меньшего срока эксплуатации оборудования сокращается амортизация и затраты на топливо для вспомогательного оборудования.

Оборудование, неиспользуемое на золоторудном месторождении в 4 год разработки высвобождается, и может быть продано по остаточной стоимости, либо задействовано на других объектах горнодобывающей промышленности недропользователя.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Календарное планирование объемов вскрышных и добывчных работ необходимо в условиях горнодобывающей промышленности для извлечения максимального экономического эффекта производства.

2. Даже незначительное сокращение сроков отработки позволяет существенно увеличить общую прибыль предприятия. А также создает резерв оборудования на балансе предприятия.

3. Использование резервов, имеющихся у предприятия, может заменить наращивание парка рабочего оборудования и возможность сокращения сроков отработки месторождения.

Список литературы

1. Ведомственные нормы технологического проектирования нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки ВНТП 35-86.

2. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Экскавация и транспортирование. Часть 1-4. Госкомтруд СССР. НИИ труда, 1981.

© Кулаков И.Д.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ

Часть 2

Сборник статей
XI Международной научно-практической конференции,
состоявшейся 5 января 2026 г. в г. Петрозаводске.

Ответственные редакторы:
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.
Подписано в печать 09.01.2026.
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 7.03.
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
185002, г. Петрозаводск,
ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ.35
office@sciencen.org
www.sciencen.org



НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

МЦНП «НОВАЯ НАУКА» - член Международной ассоциации издателей научной литературы
«Publishers International Linking Association»

ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ

- 1. в сборниках статей Международных
и Всероссийских научно-практических конференций**
<https://www.scienzen.org/konferencii/grafik-konferencij/>



- 2. в сборниках статей Международных
и Всероссийских научно-исследовательских,
профессионально-исследовательских конкурсов**
<https://www.scienzen.org/novaja-nauka-konkursy/grafik-konkursov/>



- 3. в составе коллективных монографий**
<https://www.scienzen.org/novaja-nauka-monografii/grafik-monografij/>



<https://scienzen.org/>