

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ РЕЧНОГО ФЛОТА И ПОРТОВЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОРТАХ

Михеева Татьяна Александровна¹, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
ПиТПС

e-mail: MiheevaTA@yandex.ru

Лылова Арина Николаевна¹, бакалавр

e-mail: arlylova@gmail.com

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Речной транспорт играет важную роль в логистической инфраструктуре России, но процесс его развития сталкивается с вызовами, связанными с устаревшей инфраструктурой, низкой скоростью обработки данных и недостаточной координацией логистических процессов. В статье рассматривается потенциал применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) для повышения эффективности управления судами и портовыми операциями. Проанализирован мировой опыт использования ИИ на водном транспорте, представлены перспективные направления внедрения ИИ в России, на основании анализа текущей ситуации в речном транспорте России предложены меры для успешного внедрения ИИ.

Ключевые слова: управление судами, искусственный интеллект, портовые операции, инфраструктура, речной флот, портовая логистика.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONTROL OF RIVER FLEET VESSELS AND PORT OPERATIONS IN DOMESTIC PORTS

Tatyana A. Mikheeva¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of PiTPS

e-mail: MiheevaTA@yandex.ru

Arina N. Lylova¹, Bachelor's Degree Student

e-mail: arlylova@gmail.com

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. River transport plays an important role in the logistics infrastructure of Russia, but the process of its development faces challenges associated with outdated infrastructure, low data processing speed and insufficient coordination of logistics processes. The article examines the potential for using artificial intelligence (AI) technologies to improve the efficiency of ship management and port operations. The world experience of using AI in water transport is analyzed, promising areas for the implementation of AI in Russia are presented, and measures for the

successful implementation of AI are proposed based on the analysis of the current situation in river transport in Russia.

Keywords: ship management, artificial intelligence, port operations, infrastructure, river fleet, port logistics.

Введение

Речной транспорт играет важную роль в логистической инфраструктуре России, обладая преимуществами в перевозке крупногабаритных и тяжёлых грузов, снижении нагрузки на дорожную и железнодорожную сеть, а также меньшим уровнем выбросов, однако его доля в общем грузообороте России остается низкой. Россия обладает одной из крупнейших в мире сетей внутренних водных путей, однако их потенциал используется недостаточно [1]. Основные проблемы состоят в устаревшей инфраструктуре, низкой скорости обработки данных и недостатке координации между участниками логистических цепочек. Эти факторы снижают конкурентоспособность речного транспорта по сравнению с автомобильными и железнодорожными перевозками. В то же время индустрия речного судоходства сталкивается с рядом вызовов, связанных с поддержанием и развитием флота, повышением безопасности судоходства, оптимизацией логистики и сокращением эксплуатационных затрат. Одним из перспективных направлений решения этих задач является использование технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые способны повысить эффективность управления флотом и портовыми операциями, улучшить экологическую ситуацию и минимизировать риски аварий [2].

В ходе исследования были рассмотрены:

- Мировой опыт использования ИИ в транспортной отрасли.
- Моделирование возможных сценариев внедрения ИИ с учетом условий российских портов.
- Текущее состояние речного транспорта в России.

Обзор мирового опыта

Использование ИИ в управлении водным транспортом активно развивается в таких странах, как:

- Китай, где внедряются платформы, основанные на анализе большого объема данных для управления движением судов. Например, система RiverMap (рис. 1) автоматически рассчитывает оптимальные маршруты, учитывая загруженность портов, погодные условия и состояние каналов [3];



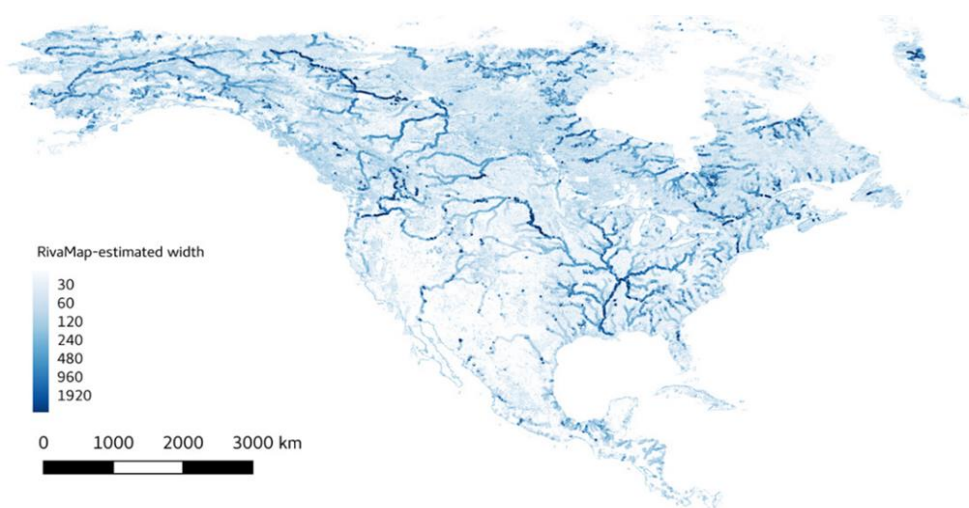


Рисунок 1 – Визуализация набора данных, сгенерированных системой RiverMap, показывающая общую площадь покрытия

- США, где разрабатываются надводные беспилотные буксиры, способные доставить заправочный шланг судна на сушу (рис. 2).



Рисунок 2 – Надводный беспилотный буксир

- Голландия, где ведутся разработки "умных портов" с автоматизацией операции посредством использования ИИ и Интернета вещей (IoT) [4]. В порту Роттердама внедрили систему аналитики большого объема данных, которая отслеживает всю логистическую цепочку грузовых контейнеров (рис. 3).



Рисунок 3 – Порт Роттердама с развитой инфраструктурой обслуживания судов

Возможные технологии ИИ, применимые в речном транспорте:

- Машинное обучение (machine learning). Прогнозирование уровня воды и погодных условий для планирования маршрутов.
- Обработка естественного языка (NLP - natural language processing). Автоматизация обработки документов и заявок в портах.
- Компьютерное зрение. Мониторинг состояния инфраструктуры (гидротехнических сооружений, судов) с использованием дронов и камер.
- Мультиагентные системы. Координация действий между флотом и портовыми службами в режиме реального времени.
- Технологии DeepSea AI демонстрируют, как ИИ может оптимизировать управление судами, особенно в маневренных задачах, которые часто выполняются буксирами.

В данной работе рассматриваются основные подходы к использованию ИИ в речном судоходстве и управлению инфраструктурой портов, предлагаются пути интеграции ИИ в процессы планирования и эксплуатации судов, а также перспективы и потенциальные сложности внедрения этих технологий. Исследование проводилось с использованием аналитического подхода, анализа практик внедрения ИИ в транспортной отрасли и моделирования возможных сценариев [5]. Наиболее перспективные области внедрения ИИ в управлении речным флотом и портовыми операциями включают:

1. Оптимизация маршрутов судов. Использование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования метеорологических условий и уровня воды на основе данных метеослужб и гидрологических наблюдений позволяет обеспечить безопасность движения и избегать зон мелководья. Оптимизация маршрутов с учётом загруженности водных путей и погодных факторов позволяет минимизировать временные и топливные затраты.

2. Управление портовой логистикой. Прогнозирование грузопотоков и автоматизация складских операций. Для эффективного управления логистикой ИИ может анализировать спрос на перевозки, плотность судоходства, состояние погрузочно-разгрузочного оборудования и другие переменные, что снижает риски задержек и увеличивает рентабельность перевозок. Кроме того, использование технологий ИИ способствует автоматизации расчёта времени прибытия, что критично для портовых операторов. За счёт прогнозирования прибытия судов и анализа загруженности порта ИИ позволяет заранее распределять ресурсы, минимизировать временные задержки и планировать работы по разгрузке и погрузке. В результате снижаются затраты на поддержание инфраструктуры и увеличивается пропускная способность порта.

3. Диагностика и прогнозирование технического состояния судов. Цифровые решения для управления флотом включают мониторинг состояния судов в реальном времени с

использованием ИИ. Анализ данных с бортовых датчиков, фиксирующих работу двигателя, электроники, корпуса и других компонентов, позволяет прогнозировать потенциальные поломки, планировать обслуживание и избегать незапланированных простоев. Автоматизация технического контроля снижает эксплуатационные расходы и увеличивает срок службы судов, что особенно актуально для крупных судоходных компаний. ИИ также может использоваться для оптимизации расхода топлива, анализируя данные о течении, погоде, нагрузке судна и других факторах. Например, путем автоматической корректировки скорости и курса судна в зависимости от данных о внешней среде можно минимизировать расход топлива, что приводит к значительному снижению эксплуатационных затрат и уменьшению углеродного следа.

4. Автоматизированное диспетчерское управление. Разработка систем, объединяющих данные о флоте, портах и грузах в режиме реального времени.

5. Обеспечение безопасности судоходства. Внедрение систем автономного управления на основе компьютерного зрения и обработки сигналов с радаров позволяет избегать столкновений и выявлять возможные препятствия на маршруте. Это особенно перспективно для регулярных грузовых перевозок на внутренних водных путях, где навигационная среда остаётся относительно постоянной. Автономное управление также помогает решать проблему дефицита кадров и улучшает эксплуатационные характеристики флота. Кроме того, ИИ-системы могут интегрироваться с системой мониторинга соблюдения правил судоходства, анализируя действия экипажа и указывая на потенциальные нарушения норм безопасности. Это способствует повышению безопасности как для судов, так и для окружающей среды.

6. С точки зрения экологии, ИИ может обеспечивать мониторинг выбросов от судов, контролировать качество воды в порту и следить за соблюдением экологических стандартов. Такие системы, анализируя в режиме реального времени данные о расходе топлива и выбросах, могут корректировать режим работы судна для минимизации его экологического следа.

Искусственный интеллект получил наиболее удачное применение на буксирном флоте по причинам, приведенным в таблице 1. В данной таблице представлено сравнение факторов, способствующих более успешной интеграции искусственного интеллекта на буксирном флоте по сравнению с грузо-пассажирским флотом [6]. Анализ основан на особенностях работы, маршрутов, затрат и рисков, связанных с управлением судами.

Таблица 1

Сравнение интеграции искусственного интеллекта в буксирный и обычный флот

Фактор	Буксирный флот	Грузовой и пассажирский флот
Маршруты и задачи	Короткие и фиксированные маршруты. Простота анализа и прогнозирования задач с помощью ИИ.	Длинные и сложные маршруты. Учет множества переменных, включая погоду и логистику.
Топливная эффективность	Высокий расход топлива на малых расстояниях. ИИ позволяет оптимизировать тягу и маневры.	Низкий расход топлива на единицу расстояния. Оптимизация менее заметна.
Маневренность	Высокая маневренность и компактность судов упрощают применение ИИ для автоматизации.	Ограниченная маневренность крупных судов создает дополнительные сложности для ИИ.
Локальная среда	Работа в пределах портов и рек позволяет применять локализованные ИИ-системы.	Работа на глобальных маршрутах требует сложных и масштабируемых решений.



Риски внедрения	Ошибки ИИ имеют ограниченные последствия, что упрощает тестирование и адаптацию.	Ошибки могут приводить к серьезным последствиям, особенно в открытом море.
Сложность задач	Ограниченное число параметров для управления (например, шлюзы, причалы).	Широкий спектр задач, включая навигацию в открытом море и сложную логистику.

Также можно сказать о снижении зависимости работы буксирного флота от человеческого фактора при использовании ИИ. Работа буксиров требует высокой квалификации и быстрой реакции капитана. Автоматизация с помощью ИИ снижает нагрузку на экипаж и вероятность ошибок.

Таким образом, уникальные задачи и сложные условия работы буксиров делают их оптимальной площадкой для внедрения технологий ИИ.

Анализ ситуации в России

На данный момент в России реализовано несколько пилотных проектов в области цифровизации речного транспорта, но их масштабы ограничены. Примерами являются: проект в Волго-Каспийском бассейне, где внедрение систем мониторинга позволило снизить простои судов; проект «Москва. Река» [7], в рамках которого была обеспечена реализация мероприятий по осуществлению мониторинга акватории внутренних водных путей, состояния их инфраструктуры в границах города Москвы и мероприятий по организации транспортного обслуживания населения внутренним водным транспортом (рис. 4).

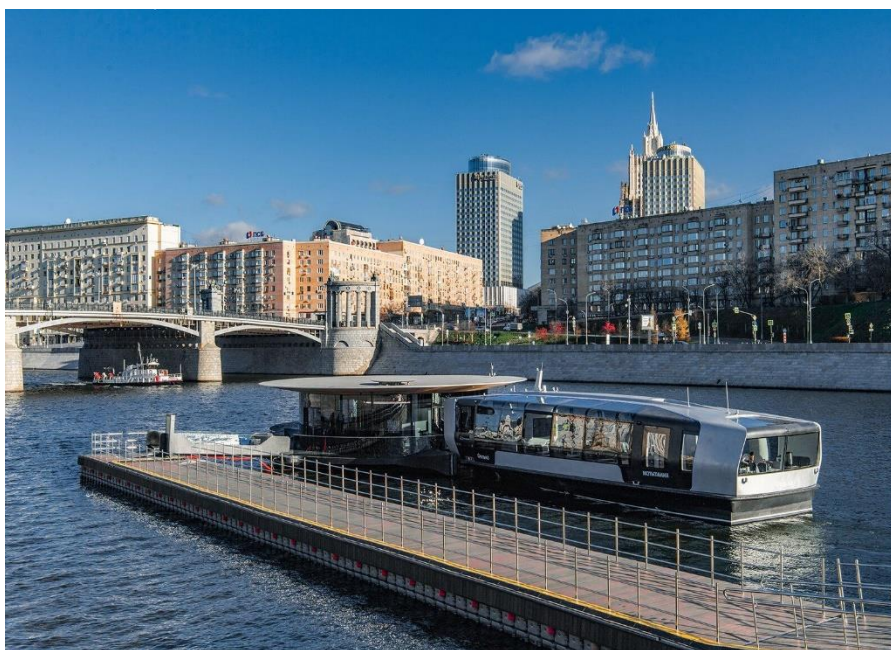


Рисунок 4 – Речные трамвайчики ледового класса в Москве

Однако, в целом, уровень автоматизации остается низким. Основными барьерами являются:

- Низкий уровень финансирования.
- Устаревшее оборудование большинства портов и судов.
- Отсутствие единой цифровой экосистемы.

Предложения по внедрению ИИ в сферу речного транспорта

Для успешного внедрения ИИ в речной транспорт России необходимо предпринять следующие шаги:

1. Институциональные меры. Введение нормативных актов, регулирующих использование ИИ в транспортной отрасли.
2. Инвестиции и финансирование. Предоставление налоговых льгот и субсидий компаниям, внедряющим ИИ, создание совместных фондов для финансирования стартапов в области речного транспорта и логистики [8].
3. Технологическое развитие. Разработка платформы управления флотом на основе ИИ, объединяющей данные о судах, портах и погодных условиях.
4. Образовательные инициативы. Организация образовательных программ для подготовки специалистов в области ИИ и транспортной логистики. Создание центров компетенций на базе ведущих университетов России.

Выводы

Применение технологий ИИ в речном транспорте России обладает огромным потенциалом, который может привести к росту эффективности отрасли, снижению затрат и увеличению ее экологичности. Несмотря на необходимость значительных инвестиций и сложность интеграции ИИ в традиционные логистические процессы, долгосрочные выгоды, такие как снижение операционных расходов, улучшение качества обслуживания и сокращение выбросов, делают использование ИИ в речной индустрии перспективным направлением [9]. С учётом стратегического значения речного транспорта для России, развитие технологий ИИ на водном транспорте может стать важным элементом модернизации транспортной инфраструктуры страны [10].

Для достижения этих целей необходимо комплексное решение, включающее развитие нормативной базы, инвестиции в технологии и подготовку квалифицированных специалистов. Успешная реализация предложенных инициатив позволит увеличить конкурентоспособность речного транспорта и интегрировать его в международные логистические цепочки.

Список литературы:

1. Министерство транспорта РФ. Государственная программа развития речного транспорта: офиц. сайт. Москва. URL – <http://mintrans.gov.ru> (дата обращения: 19.11.2024)
2. Колокутский А. Искусственный интеллект в транспортной логистике: оптимизация маршрутов и снижение затрат // Евразийский научный журнал: электрон. версия. 2024. № 2. URL – <https://journalpro.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-transportnoy-logistike-optimizatsiya-marshrutov-i-snizhenie-zatrat> (дата обращения: 02.12.2024)
3. RiverMap: official site. Hong Kong. URL – <https://www.rivermap.com.hk> (дата обращения: 02.12.2024)
4. Isikdogan F., Bovika A., Passalacqua P. RivaMap: An automated river analysis and mapping engine // Remote Sensing of Environment. 2017. 202: 88-97. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425717301475> (дата обращения: 29.11.2024)
5. WaveAccess: сайт. Санкт-Петербург. 2022. Цифровизация судоходной отрасли: повышение эффективности и устойчивости. URL – <https://www.waveaccess.ru/blog/2022/july/22/цифровизация-судоходной-отрасли-повышение-эффективности-и-устойчивости.aspx> (дата обращения: 25.11.2024)



6. Панамарева О.Н. Особенности цифровой трансформации транспортной отрасли и ее влияние на развитие портов России // Вестник МФЮА. 2022. №2. URL - <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tsifrovoy-transformatsii-transportnoy-otrasli-i-ee-vliyanie-na-razvitie-portov-rossii> (дата обращения: 25.11.2024)
7. Ассоциация «Цифровой транспорт и логистика»: офиц. сайт. Москва. URL – <https://www.dtl.ru> (дата обращения: 26.11.2024)
8. Какалыева А., Керими К. Оптимизация процессов в транспортной логистике: современные подходы, инновации и вызовы в контексте глобализации // Всемирный ученый. 2024. №25. URL - <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-protsessov-v-transportnoy-logistike-sovremennye-podhody-innovatsii-i-vyzovy-v-kontekste-globalizatsii> (дата обращения: 25.11.2024)
9. И. Н. Пугачев, А. В. Казарбин. Совершенствование транспортной системы страны и ее регионов, посредством цифровой трансформации транспортной отрасли России // Вестник СибАДИ. 2023. №20(6):762-772. URL – <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-762-772> (дата обращения: 03.12.2024)
10. Станкевич Т.С. Перспективы применения искусственных нейронных сетей для обеспечения безопасности морского транспорта // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития. 2024. №6. URL – <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-iskusstvennyh-neyronnyh-setey-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-morskogo-transporta/viewer> (дата обращения: 01.12.2024)

