Publishing House "ANALITIKA RODIS" (analitikarodis@yandex.ru) http://publishing-vak.ru/

УДК 33

Автоматизация логистических процессов на водном транспорте: инновационные решения и перспективы развития

Чеботарев Станислав Стефанович

Доктор экономических наук, профессор,
начальник отдела методологических и экономических исследований,
Научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры
им. академика В.С. Семенихина,
117393, Российская Федерация, Москва, ул. Профсоюзная, 78;
главный научный сотрудник кафедры логистики и маркетинга,
Волжский государственный университет водного транспорта,
603005, Российская Федерация, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Чеботарев Владислав Стефанович

Доктор экономических наук, профессор,
начальник кафедры экономики и экономической безопасности,
Нижегородская академия Министерства внутренних дел
Российской Федерации,
603144, Российская Федерация, Нижний Новгород, шоссе Анкудиновское, 3;
e-mail: vschebotarev@rambler.ru

Бондарь Илья Владимирович

Кандидат юридических наук, доцент
Военный университет имени князя Александра Невского Министерства
обороны Российской Федерации,
125047, Российской Федерации, Москва, Большая Садовая ул.,14;
e-mail: ilya.vl.bondar@gmail.com

Аннотация

Анализ развития процессов мировой экономики убедительно свидетельствует о том, что в современных условиях одним из основных факторов, определяющим экономическое развитие любого государства, является инновационно - информационная составляющая. Сущность заключается в том, что инновационно-информационное направление развития государства позволяет сформировать такую информационно-аналитическую управляющую среду, которая позволяет обеспечить решение насущных научно-технических проблем высокой сложности, создать высокотехнологические отрасли и наукоемкие технологии, расширить рынок интеллектуальных продуктов. В статье анализируются современные тенденции автоматизации логистических процессов на водном транспорте, где особое внимание уделено электоронной цифровизации, внедрению

интеллектуальных систем управления и роботизации портовых операций. Автоматизация в данной области рассматривается как ключевой фактор повышения эффективности, снижения издержек и минимизации человеческого фактора. Авторами статьи обсуждаются инновационные решения, такие как использование ERP и SCM систем, технологии интернета вещей (IoT), блокчейн и автономные суда. Приведены примеры успешного внедрения данных технологий в ведущих портах мира. Также акцентируется внимание на вызовах, с которыми сталкивается автоматизация, включая высокие капитальные затраты, недостаточную регуляторную базу и вопросы кибербезопасности. В заключение выделяются перспективные направления развития автоматизации водного транспорта, в том числе развитие экологичных технологий и увеличение роли искусственного интеллекта в управлении логистическими процессами.

Для цитирования в научных исследованиях

Чеботарев С.С., Чеботарев В.С., Бондарь И.В. Автоматизация логистических процессов на водном транспорте: инновационные решения и перспективы развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Том 14. № 9А. С. 469-482.

Ключевые слова

Автоматизация логистики, водный транспорт, цифровизация логистических процессов, интеллектуальные системы управления, роботизация портов, интернет вещей (IoT), ERP и SCM системы, автономные суда, блокчейн в логистике, экологические технологии, оптимизация грузоперевозок, мультимодальные перевозки, искусственный интеллект (ИИ), экономическая эффективность, логистические цепочки.

Введение

В современных условиях глобализации и стремительного технологического прогресса автоматизация становится одним из ключевых факторов повышения эффективности и конкурентоспособности различных отраслей экономики, включая транспортную логистику. Водный транспорт, обеспечивающий значительную часть международных перевозок, играет важную роль в мировой логистической цепочке. Однако для поддержания устойчивого роста и адаптации к новым требованиям рынка, водная транспортная отрасль не должна отставать от технического прогресса, внедрять инновационные решения, направленные в том числе и на автоматизацию логистических процессов.

Стратегические направления развития российских логистических систем отражены в «Транспортной Стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» (далее Стратегия) [Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, www…]. Данная Стратегия является основой вектора проведения научных исследований, а также - практического развития отечественных транспортных организаций. Стратегия определяет следующие современные целевые направления развития: повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий; повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма; цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий [Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, www…].

Среди наиболее актуальных задач развития грузовых перевозок в Стратегии обозначены следующие: повышение скорости и надежности грузовых перевозок, включая развитие мультимодальных перевозок; развитие транспортных коридоров; сокращение сроков доставки грузов; обновление подвижного состава и др. Особое внимание в Стратегии уделено цифровым технологиям в логистических системах «с учетом требований по импортозамещению в интересах развития глобальной конкурентоспособности отечественных поставщиков программных и аппаратных решений» [Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, www…].

Отдельно следует отметить направления, полученные в результате. научных исследований российских ученых с использованием цифровых технологий. К ним относятся следующие системы: мониторинга движения грузов; цифровой аналитики грузопотоков; электронных цифровых документов; беспилотных транспортных средств, а также развитие интеллектуальных транспортных систем и др. [Домнина, 2023].

Автоматизация в логистике водного транспорта охватывает различные аспекты – от внедрения цифровых платформ и интеллектуальных систем управления до использования автономных судов и роботизированных технологий в портах. Эти новшества способны существенно снизить издержки, повысить скорость и точность операций, а также минимизировать влияние человеческого фактора. Тем не менее, процесс автоматизации сталкивается с рядом вызовов, связанных с техническими ограничениями, высокими инвестициями и необходимостью адаптации к международным стандартам и требованиям безопасности.

Целью данного исследования является анализ современного состояния автоматизации логистических процессов на водном транспорте, рассмотрение инновационных решений и оценка перспектив их дальнейшего развития. В рамках статьи будут рассмотрены ключевые технологии, применяемые в отрасли, проведен анализ экономической эффективности автоматизации и выявлены основные тренды, формирующие будущее водного транспорта.

Авторами статьи перед собой поставлены следующие исследовательские задачи:

1. Анализ теоретических аспектов автоматизации логистики в водном транспорте.
2. Изучение инновационных решений, таких как цифровизация, использование IoT, роботизация и автономные суда.
3. Оценка экономической эффективности автоматизации на примере реальных кейсов.
4. Определение перспектив дальнейшего развития автоматизированных систем в водной транспортной отрасли.

Методологической основой исследования является комплексный подход, включающий аналитические и сравнительные методы, а также экономический анализ внедрения инноваций в логистические процессы водного транспорта.

Теоретические аспекты автоматизации логистических процессов.

Логистика, как ключевой элемент мировой экономической системы, представляет собой сложный процесс планирования, управления и контроля за движением товаров, начиная от производителя и заканчивая конечным потребителем. Водный транспорт играет важную роль в международных логистических цепочках, обеспечивая перевозку крупных объемов грузов на дальние расстояния с относительно минимальными затратами. Так, на данный момент около 80% мирового товарооборота осуществляется по морю, что делает водный транспорт

критически важным для глобальной экономики (рис. 1).

Информационные технологии как автоматизированные информационно-аналитические системы управления логистическими транспортными процессами получают в современных условиях все более глубокое и широкое практическое внедрение в результате научных исследований по критерию экономической оптимизации и эффективности. Цифровизация транспортных логистических систем в результате научных исследований выделена сегодня учеными и практиками в отдельное целостное направление при том, что еще вчера традиционно рассматривались как неотъемлемая часть организационного аспекта в транспортно-логистических системах. А сегодня транспортно-логистическая система априори базируется на информационно-технологическом подходе и не возможна без цифрового сопровождения [Домнина, 2023]. То же самое применимо и к отдельным технологическим цепочкам в рамках каждого из направлений логистики.

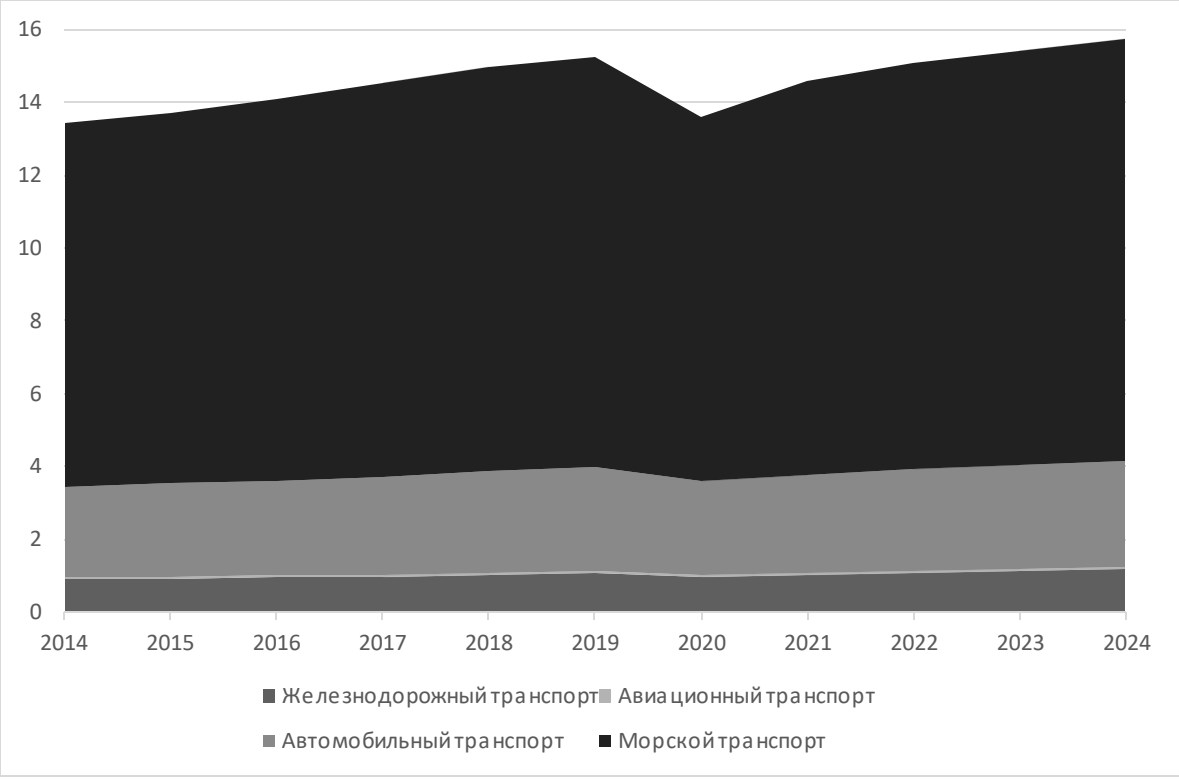

Рисунок 1 - Объемы мировых грузоперевозок по видам транспорта (млрд. тонн)

Логистика водного транспорта охватывает несколько ключевых технологических функций:

Транспортировка грузов. Водные маршруты часто используются для транспортировки крупных партий товаров, таких как нефть, газ, сырьевые материалы и готовая продукция.

Складирование. Порты являются важнейшими узлами в логистических цепочках, где грузы хранятся, сортируются и перераспределяются.

Документация и оформление. Перевозка грузов по воде требует тщательного контроля и документального сопровождения для соблюдения международных стандартов и законодательства.

Координация перевозок. Управление логистическими потоками включает взаимодействие между транспортными компаниями, государственными органами и клиентами.

В современных условиях логистические процессы водного транспорта сталкиваются с рядом вызовов, таких как сложность координации больших объемов данных, необходимость интеграции с другими видами транспорта, обеспечение безопасности грузов и соблюдение экологических стандартов. В связи с этим автоматизация логистики на водном транспорте становится важным направлением повышения эффективности отрасли.

Следует оговориться, что под автоматизацией в настоящей статье понимается использование современных технологий для выполнения операций, которые ранее требовали непосредственного участия человека. В контексте логистики автоматизация способствует оптимизации таких процессов, как управление грузовыми потоками, мониторинг и отслеживание перемещений, планирование маршрутов и распределение ресурсов.

В последние десятилетия автоматизация логистики стала неотъемлемой частью развития транспортных систем по всему миру. Системы управления цепочками поставок (SCM), программное обеспечение для планирования ресурсов предприятия (ERP) и технологии интернета вещей (IoT) активно внедряются для улучшения координации и мониторинга в логистических операциях. Важно отметить, что автоматизация позволяет не только снижать затраты, но и значительно повышать прозрачность и контроль за процессами.

Таким образом, сегодня информационные технологии в целях гармонизации экономических интересов потребителя и исполнителя грузопотоков необходимы при создании единого информационного пространства как среды успешного функционирования современного транспортно-логистического комплекса переработки и движения грузопотоков [Ганчеренок, Горбачев, Ничипорук, Шумовская, Харченко, 2022]. Применительно к водному транспорту можно выделить несколько основных направлений оптимизации, в рамках которых применение современных технологий автоматизации наиболее эффективно. К ним относятся:

Оптимизация работы портов. Роботизированные краны, системы автоматического контроля груза и автоматизированные склады увеличивают скорость обработки контейнеров и снижают затраты на рабочую силу. Автоматизированные средства укрупнения сборных партий грузов при использовании контейнеров в зонах хинтерленда, оптимизации линейных маршрутов позволяет существенно снизить временные и материальные издержки при перемещении грузов [Тимошек, 2021].

Управление судами и флотом. Интеллектуальные системы навигации и мониторинга позволяют более эффективно управлять движением судов, сокращая время в пути и расход топлива и тем самым обеспечивая процесс оптимизации. Которая достигается на основе полученных расчетов методами экономико-математического моделирования сложных рыночных процессов транспортно-логистических систем морских и речных пассажирских и грузовых потоков: рейсовое планирование; эффективное использование плавсредств; закрепления тяги за тоннажем и др. [Домнина, 2023].

Мониторинг безопасности и экологической эффективности. Обеспечение безопасности плавания современных судов «река-море» уже не представляется без дальнейшего внедрения перспективных 3D электронных навигационных карт [Изотов, 2022]. Современные системы контроля за выбросами и мониторинга состояния судов помогают компаниям соответствовать международным стандартам экологической безопасности.

Для понимания значимости автоматизации в водной логистике важно провести сравнение с другими видами транспорта, такими как автомобильный и железнодорожный. В этих секторах автоматизация уже достигла значительных успехов. К примеру, в автомобильной логистике широко применяются беспилотные грузовики и дроны для доставки, а на железнодорожных

станциях автоматизированные системы управления грузопотоками стали нормой. Это подчеркивает необходимость внедрения аналогичных решений в водном транспорте для поддержания конкурентоспособности и эффективности логистических процессов.

Инновационные решения в автоматизации логистики на водном транспорте

Вопросы инновационного обеспечения логистических процессов и систем получили, как уже отмечалось выше, столь широкое распространение и пристальное внимание со стороны ученых, что стали отдельным целостным направлением, хотя раньше традиционно рассматривались как неотъемлемая часть организационного аспекта в транспортно-логистических системах [Домнина, 2023]. Сегодня все сферы логистики подразумевают обязательную проработку их информационного, цифрового сопровождения. Сферы применения цифровых технологий весьма разнообразны и многогранны. Это может быть цифровизация системы управления транспортным комплексом и его подсистемами; мониторинг (сбор данных и контроль) функционирования отраслевых предприятий и организаций, использование интеллектуальных систем и исследований, а также прогноз изменений на рынке транспортных услуг [Альпидовский, 2021].

Автоматизация логистических процессов на водном транспорте активно развивается благодаря внедрению современных технологий, которые оптимизируют процессы управления перевозками, снижают издержки и повышают эффективность цепочек поставок. Одним из ключевых направлений автоматизации стало использование программного обеспечения для управления транспортными операциями и интеграции информационных систем. Рассмотрим основные виды информационно-технических решений, позволяющие перевозчикам существенно продвинуться в сфере автоматизации.

ERP и SCM системы (Enterprise Resource Planning и Supply Chain Management) являются основными инструментами для управления логистикой на водном транспорте. Эти системы позволяют координировать все этапы перевозки грузов: от планирования маршрутов до управления складированием и мониторинга транспортных средств. Они также способствуют интеграции различных участников цепочки поставок, что улучшает прозрачность и согласованность логистических процессов.

Интернет вещей (IoT) активно применяется для мониторинга и контроля за состоянием судов и грузов. Датчики, установленные на судах, товарах и на таре, позволяют отслеживать параметры работы судового оборудования, а также контролировать условия хранения грузов, такие как температура, влажность и вибрации. Это особенно важно для перевозки товаров, требующих специальных условий, например, продуктов питания или химических веществ. С помощью IoT технологии компании-перевозчики могут в режиме реального времени реагировать на отклонения от нормы и предотвращать возможные проблемы, а у заказчика появляется дополнительный инструмент контроля качества услуг перевозок.

Блокчейн-технологии находят применение для обеспечения прозрачности и надежности логистических операций. В блокчейн можно записывать информацию о каждом этапе перевозки, что предотвращает возможность подделки данных и позволяет более эффективно отслеживать груз. Это особенно важно в международных перевозках, где требуется высокая степень доверия между всеми участниками процесса – от грузоотправителя до получателя.

Роботизация портовых операций становится важным элементом автоматизации логистики. В ведущих мировых портах активно используются роботизированные краны,

которые могут автоматически загружать и разгружать контейнеры с минимальным участием человека. Автоматизированные системы управления грузами позволяют оптимизировать процесс обработки и хранения контейнеров на складах, что повышает общую скорость операций и снижает затраты на рабочую силу.

Несмотря на самостоятельную эффективность каждой из названных технологий, они, как правило, не применяются в отрыве друг от друга. Цифровизация водного транспорта направлена на создание интегрированных платформ и решений для координации и управления логистическими операциями, обеспечивая взаимодействие всех необходимых технологий в единой информационной системе.

Так цифровые платформы для координации транспортных потоков позволяют осуществлять автоматическое распределение грузов и планирование маршрутов в зависимости от текущих условий. Эти системы интегрируются с данными о загруженности портов, погодных условиях и состоянием транспортных средств, состоянием груза (интернет вещей) что позволяет оптимизировать выбор маршрута для каждого судна, минимизируя простои и издержки.

Умные порты – это интегрированные системы, использующие различные цифровые технологии для автоматизации всех аспектов портовых операций. В таких портах осуществляется автоматическая регистрация и обработка грузов, взаимодействие с транспортными средствами, а также контроль за движением судов. Это позволяет значительно сократить время обработки грузов и минимизировать риск человеческой ошибки.

Одним из наиболее перспективных направлений автоматизации в водной логистике является разработка и внедрение автономных судов и автоматизированных систем навигации. Эти технологии представляют собой революционные решения, способные кардинально изменить существующие логистические процессы и повысить их эффективность.

Автономные суда – это транспортные средства, способные выполнять навигационные и транспортные задачи без непосредственного участия человека. В таких судах используются системы искусственного интеллекта (ИИ), сенсоры и технологии машинного обучения для принятия решений в реальном времени, что позволяет им самостоятельно прокладывать маршруты, избегать препятствий и поддерживать оптимальные условия для перевозки грузов. Применение автономных судов имеет ряд преимуществ:

– снижение операционных затрат: исключение экипажа из повседневных операций позволяет существенно сократить расходы на зарплаты и социальные выплаты, а также снизить затраты на обеспечение условий проживания команды на борту;
– повышение безопасности: автономные системы навигации снижают вероятность человеческих ошибок, которые являются одной из основных причин морских аварий. Суда оснащены системами мониторинга окружающей среды, позволяющими в реальном времени отслеживать метеорологические условия, движение других судов и потенциальные препятствия;
– экологическая эффективность: автономные суда могут быть более экологичными как инновационные проекты благодаря снижению негативного воздействия на окружающую среду вследствие точных расчетов оптимизации расхода горюче-смазочных материалов, а, следовательно, снижения выбросов углекислого газа, а также использования судов на электрической и гибридной тяге.

Несмотря на эти преимущества, массовое внедрение автономных судов сталкивается с рядом вызовов. Прежде всего, это необходимость разработки и принятия международных стандартов и нормативных актов, регламентирующих использование таких судов в мировых водах. Также важен вопрос взаимодействия автономных и традиционных судов, которые будут

сосуществовать в ближайшие десятилетия. При этом следует учитывать главный принцип инновационного подхода к данному взаимодействию – сопутствующее и опережающее развитие электронной цифровизации водного транспорта [Классовская, 2022].

Автоматизированные системы навигации являются неотъемлемой частью автономных судов, но также могут использоваться и на обычных судах для повышения безопасности и оптимизации маршрутов. Эти системы включают в себя GPS-навигацию, радары, системы мониторинга окружающей среды и цифровые карты, которые автоматически обновляются в режиме реального времени. Системы навигации могут учитывать множество факторов, таких как погодные условия, загруженность морских путей и состояние судна, для выбора оптимального маршрута и предотвращения потенциальных опасностей.

Внедрение автоматизированных навигационных систем позволяет повысить точность планирования маршрутов, уменьшить время в пути, повысить безопасность судоходства.

Современные навигационные системы обрабатывают огромные объемы данных и позволяют выбирать наиболее оптимальные маршруты с учетом множества факторов, таких как погодные условия, течение и загруженность портов. Технологии навигационной автоматизации помогают минимизировать простои и задержки, связанные с неблагоприятными погодными условиями или человеческими ошибками при прокладке маршрутов. Благодаря постоянному мониторингу окружающей среды и мгновенному реагированию на возникающие опасности, системы автоматической навигации снижают вероятность аварий и столкновений.

Кроме того, современные технологии позволяют интегрировать навигационные системы с другими аспектами логистических процессов. Например, данные о местонахождении судна и его предполагаемом времени прибытия могут передаваться в реальном времени в порты, что улучшает координацию грузовых операций и снижает время ожидания. Это особенно актуально для крупных портов, где высокая загруженность может приводить к значительным задержкам.

Экономическая эффективность автоматизации логистики на водном транспорте

Инновационный подход как глобальный по масштабу цифровизации логистики водного транспорта является сегодня и в ближайшей перспективе главным. Он обеспечивает возможность создания информационной экологической системы, пронизывающей всю производственную деятельность транспорта и смежных отраслей промышленности по целевой производственной функции повышения эффективности функционирования транспортного комплекса методом сквозного использования цифровых технологий [Домнина, 2023].

Внедрение автоматизации в логистические процессы водного транспорта оказывает значительное влияние на экономическую эффективность предприятий. Применение инновационных решений позволяет существенно сократить издержки и оптимизировать процессы, что оказывает положительное влияние на финансовые показатели компаний и общую конкурентоспособность отрасли.

Основные преимущества автоматизации для бизнеса можно разделить на несколько ключевых аспектов:

Снижение операционных издержек. Автоматизация позволяет уменьшить расходы на рабочую силу, особенно в портах, где значительная часть работ, таких как разгрузка, хранение и перемещение грузов, может быть выполнена роботизированными системами. В то время как традиционные процессы требуют большого количества операторов и длительного времени на выполнение операций, автоматизированные системы позволяют ускорить этот процесс, снизив

затраты на оплату труда и ошибки, связанные с человеческим фактором.

Оптимизация использования ресурсов. Автоматизированные системы управления судами и портовыми процессами могут помочь лучше использовать доступные ресурсы – от более эффективного расхода топлива судов до управления складскими пространствами. Например, системы интеллектуального управления флотом могут оптимизировать маршруты судов с учетом текущих погодных условий и загруженности морских путей, что снижает затраты на топливо и сокращает время в пути.

Сокращение времени обработки грузов. Автоматизация позволяет существенно ускорить процесс обработки контейнеров в портах, что снижает время простоя судов и ускоряет транспортировку товаров к конечному потребителю. Быстрая разгрузка и обработка грузов не только экономят время, но и сокращают затраты на эксплуатацию судов, что особенно важно при больших объемах перевозок.

Повышение качества услуг. Использование современных систем мониторинга и отслеживания грузов в реальном времени обеспечивает большую прозрачность логистических операций и позволяет быстро реагировать на изменения условий перевозки. Это повышает доверие клиентов к транспортным компаниям и улучшает их сервис, что положительно сказывается на репутации и привлекает новых клиентов.

Снижение рисков. Автоматизация минимизирует ошибки, связанные с человеческим фактором, что снижает вероятность аварий, порчи грузов и непредвиденных простоев. Это особенно актуально в таких операциях, как навигация судов и разгрузка контейнеров, где ошибки могут привести к серьезным финансовым потерям.

Экономическая эффективность автоматизации в водной логистике подтверждается успешными кейсами внедрения инновационных технологий в ряде ведущих портов и транспортных компаний по всему миру. Рассмотрим несколько примеров.

Например, порт Роттердам, один из крупнейших в мире, является пионером в области автоматизации портовых операций. В этом порту успешно внедрены роботизированные краны, автоматизированные складские системы и интеллектуальные системы управления грузопотоками. По данным порта, автоматизация позволила сократить время обработки контейнеров на 30%, что привело к значительному снижению затрат на эксплуатацию и увеличению пропускной способности.

Экономические результаты автоматизации в порту Роттердам включают: снижение затрат на рабочую силу на 25%; увеличение скорости обработки контейнеров на 20%; сокращение времени простоя судов на 15%, что позволило ускорить оборот судов и повысить их экономическую эффективность.

Также в Норвегии был запущен проект по использованию автономного судна Yara Birkeland, предназначенного для перевозки грузов на небольшие расстояния. Судно, управляемое системой искусственного интеллекта, способно самостоятельно передвигаться по заранее запрограммированным маршрутам, что исключает необходимость наличия экипажа на борту. Ожидается, что проект сократит затраты на рабочую силу и эксплуатацию на 90%, а также уменьшит выбросы углекислого газа на 750 тонн в год за счет более эффективного использования энергии и отказа от дизельного топлива.

Экономический эффект от использования автономных судов проявляется в существенном снижении операционных затрат (включая затраты на экипаж и топливо), а также в уменьшении времени простоя судов и минимизации логистических затрат.

Порт Сингапур является одним из самых цифровизированных портов в мире, использующих умные технологии для управления грузопотоками и оптимизации работы. В порту внедрена

цифровая платформа, которая объединяет все этапы логистического процесса – от прибытия судна до его разгрузки и отправки груза получателю. Цифровизация позволила сократить время ожидания в порту и улучшить координацию между различными участниками логистической цепочки.

Экономические результаты: сокращение времени пребывания судов в порту на 20%; увеличение эффективности использования портовых ресурсов и снижение затрат на логистику; повышение качества обслуживания клиентов благодаря прозрачности и точности операций.

Экономическая эффективность автоматизации логистики на водном транспорте заключается не только в сокращении затрат и повышении скорости обработки грузов, но и в улучшении качества услуг, что ведет к повышению удовлетворенности клиентов и росту выручки компаний. В долгосрочной перспективе автоматизация способствует устойчивому развитию бизнеса, снижению экологических рисков и повышению конкурентоспособности компаний в глобальном масштабе.

Рассмотренные кейсы демонстрируют, что автоматизация позволяет добиться значительных финансовых и операционных улучшений, однако для полной реализации ее потенциала необходимо продолжать инвестиции в инновационные решения и совершенствовать нормативную базу для поддержки новых технологий.

Перспективы развития автоматизации логистики на водном транспорте

В последние годы автоматизация водного транспорта и логистических процессов набирает обороты благодаря ряду факторов, таких как рост мирового товарооборота, развитие цифровых технологий и увеличение требований к экологической устойчивости. Основные текущие тенденции в автоматизации логистики на водном транспорте проявляются в постоянно увеличивающемся росте использования автономных судов, цифровизации всей цепочки поставок, развитии «умных» портов. Однако, следует отметить, что несмотря на значительные успехи в автоматизации логистических процессов на водном транспорте, отрасль сталкивается с рядом вызовов, которые затрудняют более широкое внедрение инновационных решений.

К одному из таких вызовов можно отнести высокие капитальные затраты. Внедрение автоматизированных систем требует значительных инвестиций, особенно в таких областях, как роботизация портов и разработка автономных судов. Несмотря на долгосрочные выгоды, не все компании и порты готовы нести высокие начальные затраты на модернизацию.

Существует также проблема недостаточного технического совершенства внедряемых решений. Технологии автономных судов и автоматизации портов находятся на ранних стадиях развития. Некоторые системы все еще недостаточно совершенны для эксплуатации в сложных условиях, таких как штормовые погодные условия, высокая загруженность морских путей или недостаточная инфраструктура в развивающихся странах.

Существенную деструктивную роль играют юридические и регуляторные проблемы. Международное морское право и национальные законодательства не всегда готовы к внедрению автономных судов и цифровых решений. Например, до сих пор нет единых стандартов для использования автономных судов в международных водах, что создает правовые барьеры для их массового внедрения.

Отдельным проблемным направлением являются киберугрозы и несовершенство в области обеспечения безопасности данных. С ростом цифровизации и увеличением объемов данных, обрабатываемых в автоматизированных системах, возрастает риск кибератак. Логистические

компании и порты сталкиваются с необходимостью усиления мер по защите данных, чтобы предотвратить утечки информации и нарушения работы автоматизированных систем.

Однако несмотря на наличие трудно решаемых проблем автоматизация логистики на водном транспорте имеет огромный потенциал для дальнейшего развития. В будущем можно ожидать расширения использования таких технологий, как автономные суда, цифровые системы управления портами и блокчейн для отслеживания грузов. Прогнозируется, что водный транспорт станет одним из самых технологически продвинутых секторов, и автоматизация будет ключом к повышению его эффективности.

В современном мире учеными и передовыми практиками водно-транспортной отрасли все большее внимание уделяется использованию: цифровых транспортных моделей в среде AnyLogic, Matlab и др.; расчетных значений как данных для модернизации транспортной инфраструктуры методами оптимизационного моделирования в целях выработки решений по определению (поиску) рентабельных маршрутов; оценки в среде моделирования Matlab систем управления движением для безэкипажных судов, позволяющих выполнять расхождение, обгоны, обхождение препятствий [Мазуренко, 2022]. Актуализируются исследования по цифровизации стратегического планирования и управления транспортным комплексом, аналитической работе морской паромной компании [Домнина, 2023].

С учетом проведенного анализа можно сформулировать наиболее перспективные направления развития автоматизации логистики на водном транспорте.

Унификация и стандартизация технологий. Для успешного внедрения автоматизации на глобальном уровне необходимо разработать международные стандарты и регламенты, которые будут регулировать использование автономных судов, управление логистическими процессами с использованием искусственного интеллекта и цифровых платформ. Это будет способствовать более быстрому и безопасному внедрению технологий.

Интеграция с другими видами транспорта. Автоматизация водного транспорта будет тесно связана с развитием мультимодальных перевозок, где цифровые платформы позволят интегрировать морской, железнодорожный и автомобильный транспорт в единую логистическую систему. Это позволит снизить затраты на транспортировку и повысить скорость доставки грузов.

Развитие экологичных технологий. В ближайшем будущем будет расти спрос на экологически чистые технологии в водной логистике. Это предполагает дальнейшее развитие судов на альтернативных источниках энергии, а также внедрение систем для сокращения выбросов и энергопотребления в портах.

Повышение роли искусственного интеллекта. Системы искусственного интеллекта будут играть все большую роль в управлении логистическими процессами на воде. Искусственный ителлект может применяться не только для навигации автономных судов, но и для прогнозирования спроса, оптимизации маршрутов и управления рисками.

Заключение

Автоматизация логистических процессов на водном транспорте является одним из ключевых направлений развития современной мировой экономики. В условиях глобализации, роста объемов международной торговли и усиления конкуренции внедрение инновационных технологий позволяет значительно повысить эффективность логистических операций, снизить издержки и улучшить качество услуг.

Развитие автономных судов, цифровизация цепочек поставок, использование роботизированных систем в портах и применение искусственного интеллекта создают новые

возможности для оптимизации логистических операций. Примеры успешного внедрения инновационных технологий в ведущих мировых портах и транспортных компаниях показывают, что автоматизация позволяет сократить операционные издержки, повысить безопасность и экологическую устойчивость, а также улучшить взаимодействие между всеми участниками цепочки поставок.

Однако наряду с очевидными преимуществами автоматизация водного транспорта сталкивается с рядом вызовов, таких как высокие капитальные затраты, недостаточная правовая и техническая регуляция, а также киберугрозы. Для успешного внедрения автоматизированных технологий необходимо решение этих проблем через международное сотрудничество, стандартизацию и инвестиции в исследования и разработки.

Перспективы автоматизации логистики на водном транспорте открывают перед отраслью огромные возможности для дальнейшего экономического роста. Ожидается, что в ближайшие годы цифровизация и внедрение автономных систем станут неотъемлемой частью логистики, что позволит достичь более высокого уровня эффективности, снизить углеродный след и сделать водный транспорт важной частью устойчивого развития мировой экономики.

Автоматизация логистики на водном транспорте представляет собой неизбежный этап эволюции глобальных цепочек поставок. Технологические инновации станут драйвером конкурентных преимуществ для компаний и стран, которые первыми начнут использовать эти возможности на полную мощность.

Библиография

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2021 No 3363-р [Электронный ресурс]. URL: https://mintrans.gov.ru/file/473193 (дата обращения: 23.09.2024)
2. Домнина, О. Л. Современное состояние, проблемы и основные направления развития логистики на водном транспорте / О.Л. Домнина, В.Н. Костров, А.О. Ничипорук // Научные проблемы водного транспорта. – 2023. – № 76. – С. 141-165
3. Ганчеренок, И. И., Горбачев, Н. Н., Ничипорук, А. О., Шумовская, Н. Е., Харченко, О. А. Проблемы цифровизации внутреннего водного транспорта. Научные проблемы водного транспорта, 2022. № 70. – с. 110-124
4. Изотов, О. А. Анализ контейнерного грузораспределения отправки сборных партий из морского порта / О. А. Изотов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 87-92.
5. Галин, А. В. Модель оптимизации линейных маршрутов на основе генетического алгоритма / А. В. Галин, А. С. Малыхин // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 530- 538.
6. Тимошек, Е. С. Оптимизация процесса обработки транспортных судов на рейде средствами линейного программирования MATLAB / Е. С. Тимошек, Т. Е. Маликова // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2021. – Т. 13, № 6. – С. 771-781.
7. Альпидовский, А.Д. Применение интеллектуальных технологий на водном транспорте / А.Д. Альпидовский // Транспорт. Горизонты развития. 2021: Материалы международного научно-практического форума. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2021. – Режим доступа: http://вф-река-море.рф/2021/PDF/1_1.pdf . (дата обращения 24.09.2024).
8. Классовская, М. И. Построение процессно-ориентированной системы управления транспортным предприятием в условиях цифровизации экономики. Научные проблемы водного транспорта, 2022. - №73.- 124-136
9. Мазуренко, О. И. Дискретно-событийное имитационное моделирование склада морского угольного терминала в среде Anylogic / О. И. Мазуренко, И. А. Русинов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 181-198.
10. Чертков, А. А. Автоматизация поиска маршрутов рентабельных грузоперевозок средствами целочисленного программирования MATLAB / А. А. Чертков, Я. Н. Каск, С. В. Сабуров // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 496-504.
11. Пушкарев, И. И. Система управления движением и расхождением безэкипажного судна в соответствии с МППСС-72 / И. И. Пушкарев // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2022. – Т. 14, № 6. – С. 837-848

Automation of logistics processes in water transport: innovative solutions and development prospects

Stanislav S. Chebotarev

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Methodological and Economic Research,
Scientific Research Institute of Automatic Equipment named after academician V.S. Semenikhin,
117393, 78 Profsoyuznaya str., Moscow, Russian Federation;
Chief Scientific Officer of the Department of Logistics and Marketing,
Volga State University of Water Transport,
603005, 5 Nesterova str., Nizhny Novgorod, Russian Federation;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Vladislav S. Chebotarev

Doctor of Economics, Professor,
Head of the Department of economics and economic security,
Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation,
603144, 3 Ankudinovskoe shosse, Nizhnii Novgorod, Russian Federation;
e-mail: vschebotarev@rambler.ru

Il'ya V. Bondar'

Candidate of Legal Sciences, Associate Professor
Prince Alexander Nevsky Military University of the Ministry of Defense of the Russian Federation,
125047, 14, Bolshaya Sadovaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: ilya.vl.bondar@gmail.com

Abstract

The analysis of the development of the processes of the world economy convincingly indicates that in modern conditions, the main factor determining the economic development of any state is the innovation and information component. The essence lies in the fact that the innovative information direction of the development of the state allows us to form such an information and analytical management environment that allows us to provide solutions to urgent scientific and technical problems of high complexity, create high-tech industries and high-tech technologies, expand the market for intelligent products. The article analyzes current trends in automation of logistics processes in water transport, paying special attention to digitalization, the introduction of intelligent control systems and robotization of port operations. Automation in this field is considered as a key factor in increasing efficiency, reducing costs and minimizing the human facto. The authors of the article discuss innovative solutions such as the use of ERP and SCM systems, Internet of Things (IoT) technologies, blockchain and autonomous vessels. Examples of successful implementation of these technologies in the world's leading ports are given. Attention is also focused on the challenges faced by automation, including high capital costs, insufficient regulatory framework and cybersecurity issues. In conclusion, promising directions for the development of automation of water

transport are highlighted, including the development of environmentally friendly technologies and an increase in the role of artificial intelligence in managing logistics processes.

For citation

Chebotarev S.S., Chebotarev V.S., Bondar' I.V. (2024) Avtomatizatsiya logisticheskikh protsessov na vodnom transporte: innovatsionnye resheniya i perspektivy razvitiya [Automation of logistics processes in water transport: innovative solutions and development prospects]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 14 (9A), pp. 469-482.

Keywords

Logistics automation, water transport, logistics process digitalization, intelligent management systems, port robotization, Internet of Things (IoT), ERP and SCM systems, autonomous ships, blockchain in logistics, eco-friendly technologies, cargo optimization, multimodal transport, artificial intelligence (AI), economic efficiency, supply chains.

References

1. Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period up to 2035. Order of the Government of the Russian Federation of November 27, 2021 No. 3363-r [Electronic resource]. URL: https://mintrans.gov.ru/file/473193 (date of access: 09/23/2024)
2. Domnina, O. L. Current state, problems and main directions of development of logistics in water transport / O.L. Domnina, V.N. Kostrov, A.O. Nichiporuk // Scientific problems of water transport. - 2023. - No. 76. - P. 141-165
3. Gancherenok, I. I., Gorbachev, N. N., Nichiporuk, A. O., Shumovskaya, N. E., Kharchenko, O. A. Problems of digitalization of inland water transport. Scientific Problems of Water Transport, 2022. No. 70. – pp. 110-124
4. Izotov, O. A. Analysis of container cargo distribution for sending consolidated shipments from a seaport / O. A. Izotov // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet. – 2022. – Vol. 14, No. 1. – pp. 87-92.
5. Galin, A. V. Model for optimizing linear routes based on a genetic algorithm / A. V. Galin, A. S. Malykhin // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet. – 2021. – Vol. 13, No. 4. – P. 530- 538.
6. Timoshek, E. S. Optimization of the process of handling transport vessels at anchor using MATLAB linear programming tools / E. S. Timoshek, T. E. Malikova // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet. – 2021. – Vol. 13, No. 6. – P. 771-781.
7. Alpidovskiy, A. D. Application of intelligent technologies in water transport / A. D. Alpidovskiy // Transport. Development horizons. 2021: Proceedings of the international scientific and practical forum. FSBEI HE "VSUVT". – 2021. – Access mode: http://вф-река-море.рф/2021/PDF/1_1.pdf . (date of access 09.24.2024).
8. Klassovskaya, M. I. Construction of a process-oriented management system for a transport enterprise in the context of digitalization of the economy. Scientific problems of water transport, 2022. - No. 73.- 124-136
9. Mazurenko, O. I. Discrete-event simulation modeling of a marine coal terminal warehouse in the Anylogic environment / O. I. Mazurenko, I. A. Rusinov // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet. - 2022. - Vol. 14, No. 2. - P. 181-198.
10. Chertkov, A. A. Automation of the search for profitable cargo transportation routes by means of integer programming MATLAB / A. A. Chertkov, Ya. N. Kask, S. V. Saburov // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet. - 2021. - Vol. 13, No. 4. - P. 496-504.
11. Pushkarev, I. I. Unmanned vessel movement and divergence control system in accordance with COLREG-72 / I. I. Pushkarev // Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet. - 2022. - Vol. 14, No. 6. - P. 837-848