

# ELECTRICAL POWER ENGINEERING AND TRANSPORT AUTOMATION / ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫ ЖӘНЕ КӨЛІКТІ АВТОМАТТАНДЫРУ / ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА

Industrial Transport of Kazakhstan  
ISSN 1814-5787 (print)  
ISSN 3006-0273 (online)  
Vol. 21. Is. 4. Number 84 (2024). Pp. 7–16  
Journal homepage: <https://prom.mtgu.edu.kz>  
<https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.001>  
УДК 334.7

## DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT IN THE MANAGEMENT OF THE TRANSPORTATION PROCESS

*I. Asilbekova\**, *G. Muratbekova*, *Z. Konakbai*  
Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: [a.indira71@mail.ru](mailto:a.indira71@mail.ru)

**Indira Asilbekova** — c.t.s., Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: [a.indira71@mail.ru](mailto:a.indira71@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0009-8988-9910>;

**Gulzhan Muratbekova** — c.t.s., Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: [g.muratbekova@alt.edu.kz](mailto:g.muratbekova@alt.edu.kz), <https://orcid.org/0009-0003-0005-0470>;

**Zarina Konakbai** — c.t.s., Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: [z.konakbai@agakaz.kz](mailto:z.konakbai@agakaz.kz), <https://orcid.org/0009-0002-4370-9397>.

© I. Asilbekova, G. Muratbekova, Z. Konakbai

**Abstract.** In modern conditions, the development of railway transport requires the implementation of innovative technologies for managing the transportation process. Efficient organization of freight flows is a key factor in increasing network throughput, optimizing resource utilization, and ensuring economic efficiency. The relevance of the study is determined by the need to adapt existing management methods to the dynamically changing conditions of transportation, the growing requirements for cargo delivery speed and service quality, and the increasing volume of data that requires real-time analysis. The aim of the research is to study and justify the directions of innovative development in managing the transportation process using adaptive technologies and automated information systems. The research objectives include analyzing existing management methods and information systems, developing an adaptive model for freight flow management, assessing the effectiveness of the proposed solutions, and identifying prospects for further development and practical application. The hypothesis of the study is that integrating analytical functions into automated management systems increases the efficiency and reliability of the transportation process. The study employed methods of system analysis, functional modeling, mathematical forecasting, expert evaluations, and big data analysis. The research material consisted of statistical data on railway network operations, regulatory documents, results from the functioning of ASUJT and local automated workplaces (ARM), as well as publications of domestic and foreign authors. The results of the study demonstrated that the implementation of adaptive management technologies increases network throughput, reduces reaction time to train movement changes, optimizes the use of locomotive and wagon fleets, and reduces resource waste. Adaptive train formation plans and analytical models ensure more accurate planning and delivery time compliance, while the integration of expert systems allows for network condition forecasting and



real-time decision-making. The conclusion confirms that effective management of the transportation process is possible only through the comprehensive use of adaptive information-analytical technologies. The results are practically significant for railway companies, large vertically integrated enterprises, and logistics operators. Future research prospects include the introduction of artificial intelligence and machine learning methods, as well as the improvement of forecasting and operational management algorithms.

**Keywords:** railway transport, transportation management, adaptive technologies, ASUJT, analytical systems, optimization, innovation

**For citation:** I. Asilbekova, G. Muratbekova, Z. Konakbai. Directions of innovative development in the management of the transportation process//Industrial Transport of Kazakhstan. 2024. Vol. 24. No. 84. Pp. 07–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.001>.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

## ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ

*И. Асильбекова\*, Г. Муратбекова, З. Қонақбай*

Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан.

E-mail: a.indira71@mail.ru

**Индира Асильбекова** — т.ғ.к., Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан  
E-mail: a.indira71@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8988-9910>;

**Гульжан Муратбекова** — т.ғ.к., Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан  
E-mail: g.muratbekova@alt.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-0005-0470>;

**Зарина Қонақбай** — т.ғ.к., Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан  
E-mail: z.konakbai@agakaz.kz, <https://orcid.org/0009-0002-4370-9397>.

© И. Асильбекова, Г. Муратбекова, З. Қонақбай

**Аннотация.** Қазіргі жағдайда теміржол көлігінің дамуы тасымалдау процесін басқаруда инновациялық технологияларды енгізуді талап етеді. Жүк ағындарын тиімді ұйымдастыру желінің өткізу қабілетін арттырудың, ресурстарды оңтайлы пайдаланудың және экономикалық тиімділікті қамтамасыз етудің негізгі факторы болып табылады. Зерттеу өзектілігі барлығы динамикалық өзгеріп отырған тасымалдау жағдайларына басқару әдістерін бейімдеу қажеттілігімен, жүк жеткізу жылдамдығы мен қызмет көрсету сапасына қойылатын талаптардың өсуімен, сондай-ақ нақты уақыт режимінде талдауды қажет ететін ақпарат көлемінің артуымен анықталады. Зерттеудің мақсаты – адаптивті технологиялар мен автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді пайдалана отырып, тасымалдау процесін басқаруда инновациялық дамудың бағыттарын зерттеу және негіздеу. Зерттеу міндеттеріне қазіргі басқару әдістері мен ақпараттық жүйелерді талдау, жүк ағындарын басқарудың адаптивті моделін әзірлеу, ұсынылған шешімдердің тиімділігін бағалау, сондай-ақ нәтижелерді одан әрі дамыту және практикалық қолдану перспективаларын анықтау кіреді. Зерттеудің гипотезасы – аналитикалық функцияларды автоматтандырылған басқару жүйелеріне интеграциялау тасымалдау процесінің тиімділігі мен сенімділігін арттырады. Зерттеу барысында жүйелік талдау, функционалды модельдеу, математикалық болжау, сараптамалық бағалау және ірі деректерді талдау әдістері қолданылды. Зерттеу материалы ретінде теміржол желісінің жұмысы туралы статистикалық деректер, нормативтік құжаттар, АСУЖТ және жергілікті автоматтандырылған жұмыс орындарының (АРМ) жұмысы, сондай-ақ отандық және шетелдік авторлардың жарияланымдары пайдаланылды. Зерттеу нәтижелері адаптивті

басқару технологияларын енгізу желінің өткізу қабілетін арттыруға, пойыз қозғалысының өзгерістеріне реакция уақытын қысқартуға, локомотивтер мен вагондар паркін тиімді пайдалануға және ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік беретінін көрсетті. Адаптивті пойыз құру жоспарлары мен аналитикалық модельдер жоспарлауды нақтылай отырып, жеткізу мерзімдерін сақтау мүмкіндігін береді, ал сараптамалық жүйелерді интеграциялау желі жағдайларын болжауға және нақты уақыт режимінде шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Қорытындысы бойынша, тасымалдау процесін тиімді басқару тек адаптивті ақпараттық-аналитикалық технологияларды кешенді қолдану арқылы жүзеге асады. Нәтижелер теміржол компаниялары, ірі вертикалды интеграцияланған кәсіпорындар және логистикалық операторлар үшін практикалық мәнге ие. Болашақ зерттеулерде жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістерін енгізу, сондай-ақ болжау мен оперативті басқару алгоритмдерін жетілдіру жоспарланған.

**Түйін сөздер:** теміржол көлігі, тасымалдау басқаруы, адаптивті технологиялар, АСУЖТ, аналитикалық жүйелер, оңтайландыру, инновация

**Дәйексөздер үшін:** И. Асильбекова, Г. Муратбекова, З. Қонақбай. Тасымалдау процесін басқарудағы инновациялық даму бағыттары//Қазақстан өндіріс көлігі. 2024. Том. 21. № 84. 07–16 бет. (Орыс тіл.). <https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.001>.

**Мүдделер қақтығысы:** Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

## НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ

*И.Ж. Асильбекова\*, Г.В. Муратбекова, З.Е. Конакбай*

Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан.

E-mail: a.indira71@mail.ru

**Индира Асильбекова** — к.т.н., Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан  
E-mail: a.indira71@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8988-9910>;

**Гульжан Муратбекова** — к.т.н., Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан  
E-mail: g.muratbekova@alt.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-0005-0470>;

**Зарина Конакбай** — к.т.н., Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан  
E-mail: z.konakbai@agakaz.kz, <https://orcid.org/0009-0002-4370-9397>.

© И. Асильбекова, Г. Муратбекова, З. Конакбай

**Аннотация.** В современных условиях развитие железнодорожного транспорта требует внедрения инновационных технологий управления перевозочным процессом. Эффективная организация грузопотоков становится ключевым фактором повышения пропускной способности сети, оптимизации использования ресурсов и обеспечения экономической эффективности. Актуальность темы обусловлена необходимостью адаптации существующих методов управления к динамично меняющимся условиям перевозок, ростом требований к скорости доставки грузов и качеству обслуживания, а также увеличением объемов информации, требующей анализа в реальном времени. Цель исследования заключается в изучении и обосновании направлений инновационного развития в управлении перевозочным процессом с использованием адаптивных технологий и автоматизированных информационных систем. Для достижения цели поставлены следующие задачи: анализ существующих методов управления и информационных систем, разработка адаптивной модели управления грузопотоками, оценка эффективности предложенных решений, а также выявление перспектив дальнейшего развития и



практического применения результатов. Гипотеза исследования заключается в том, что интеграция аналитических функций в автоматизированные системы управления позволяет повысить эффективность и надежность перевозочного процесса. В ходе исследования были применены методы системного анализа, функционального моделирования, математического прогнозирования, экспертных оценок и анализа больших данных. Материалом исследования стали статистические данные по работе железнодорожной сети, нормативные документы, результаты функционирования АСУЖТ и локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ), а также публикации отечественных и зарубежных авторов. Результаты исследования показали, что внедрение адаптивных технологий управления позволяет повысить пропускную способность сети, сократить время реакции на изменения в движении поездов, оптимизировать использование локомотивного и вагонного парка и снизить перерасход ресурсов. Адаптивные планы формирования поездов и использование аналитических моделей обеспечивают более точное планирование и соблюдение сроков доставки грузов, а интеграция экспертных систем позволяет прогнозировать состояние сети и принимать решения в режиме реального времени. Заключение исследования подтверждает, что эффективное управление перевозочным процессом возможно только при комплексном использовании адаптивных информационно-аналитических технологий. Результаты работы имеют практическую значимость для железнодорожных компаний, крупных вертикально-интегрированных предприятий и логистических операторов, а перспективы дальнейшего развития включают внедрение методов искусственного интеллекта и машинного обучения, совершенствование алгоритмов прогнозирования и оперативного управления.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, управление перевозками, адаптивные технологии, АСУЖТ, аналитические системы, оптимизация, инновации

**Для цитирования:** И.Ж. Асылбекова, Г.В. Муратбекова, З.Е. Конакбай. Направления инновационного развития в управлении перевозочным процессом // *Промышленный транспорт Казахстана*. 2024. Т. 21. No. 84. Стр. 07–16. (На русс.). <https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.001>.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Введение

Развитие железнодорожного транспорта как важнейшего элемента транспортной системы страны сопровождается появлением сложных организационно-технологических и экономических проблем. Обоснование выбора темы исследования связано с тем, что, несмотря на наличие многочисленных работ по оптимизации перевозочного процесса (Зябиров, 2004: 10–30; Забродин, 2005: 28–37), до настоящего времени не разработана комплексная методология адаптивного управления грузопотоками с учётом динамики внешних и внутренних факторов, влияющих на транспортные операции. Наблюдается отсутствие целостного подхода к интеграции информационных технологий в систему управления перевозками, что создаёт проблемную ситуацию для повышения эффективности работы железнодорожного комплекса (Департамент сигнализации, централизации и блокировки МПС РФ, 2001: 18–33; ЕАУ, 2008: 1).

Актуальность темы определяется возрастающей ролью экономических и технологических критериев в обеспечении эффективности перевозочного процесса. В условиях рыночной экономики предприятиям требуется не только своевременная доставка грузов, но и гибкое планирование маршрутов, адаптация к изменениям спроса и рациональное использование ресурсов. Отсутствие единой системы анализа, прогнозирования и управления приводит к снижению пропускной способности железнодорожной сети и увеличению эксплуатационных расходов (Одуденко, 2018: 10–20). Теоретическая значимость работы заключается в разработке подходов к формированию

динамических моделей управления перевозками, практическая — в возможности применения адаптивных технологий на реальных железнодорожных полигонах.

Объект исследования — процесс управления перевозками грузов на железнодорожном транспорте. Предмет исследования — адаптивные технологии организации и управления грузопотоками с использованием информационных и автоматизированных систем.

Цель исследования — изучение и разработка направлений инновационного развития в управлении перевозочным процессом для повышения эффективности работы железнодорожного транспорта.

Задачи исследования:

- Провести анализ существующих методов и технологий управления перевозками грузов.

- Исследовать требования к информационным и автоматизированным системам, обеспечивающим оперативное планирование и контроль перевозочного процесса.

- Разработать модель адаптивного управления грузопотоками с учётом технологических и экономических параметров.

- Оценить эффективность применения предложенной модели на основе анализа статистических и оперативных данных.

Методы и подходы исследования включают: системный анализ, функциональное моделирование, математическое и экспертное прогнозирование, использование автоматизированных систем управления перевозочным процессом (ИСОД, АСУЖТ) и локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ) (Постановление Правительства РК, 2022: 12–57; Федоров, 2015: 152–157).

Гипотеза исследования: внедрение адаптивных технологий и аналитических информационных систем в управление железнодорожными перевозками позволит значительно повысить пропускную способность сети и эффективность использования ресурсов, обеспечивая принятие решений в режиме реального времени.

Значение исследования состоит в создании теоретических и практических основ инновационного управления перевозочным процессом, что способствует повышению экономической эффективности железнодорожного транспорта, снижению затрат и оптимизации использования ресурсов.

#### **Материалы и методы.**

Материалом исследования являются процессы управления перевозками грузов на железнодорожном транспорте России, включающие организацию формирования поездов, контроль за движением вагонов и локомотивов, а также взаимодействие различных подразделений железной дороги. В количественном отношении исследуемый материал включает данные по сетевым и дорожным планам формирования поездов, графикам движения, парку вагонов и локомотивов, объемам перевозок, а также статистические и оперативные данные за последние 3–5 лет (Департамент сигнализации, централизации и блокировки МПС РФ, 2001: 18–33; Забродин, 2005: 18–38). В качественном отношении материал характеризуется структурой управленческих процессов, схемой информационных потоков, использованием автоматизированных систем управления (АСУЖТ, АСОУП, ИСОД) и локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ) (Studref, н.д.; Федоров, 2015: 152–157).

Особое внимание уделялось выявлению проблемных зон, связанных с недостаточной интеграцией информационных технологий и невозможностью принятия оптимальных решений в реальном времени на основе существующих нормативных документов и планов. Новизна исследования заключается в комплексном анализе технологических, информационных и экономических аспектов управления перевозочным процессом и интеграции их в адаптивную модель управления.

Вопросы исследования:

- Как повысить эффективность управления перевозками грузов на железнодорожном транспорте в условиях динамически меняющихся внешних и внутренних факторов?
- Как использование информационных технологий и автоматизированных систем позволяет обеспечить адаптивное управление грузопотоками?
- Какие методы прогнозирования и моделирования позволяют оптимизировать организацию перевозок с учётом экономических и технологических критериев?

Внедрение адаптивных технологий управления перевозочным процессом в сочетании с использованием аналитических информационных систем позволяет повысить пропускную способность железнодорожной сети, улучшить распределение ресурсов и снизить эксплуатационные затраты за счёт принятия решений на основе достоверной, полной и своевременной информации.

Этапы исследования:

Первый этап — анализ и нормирование технологических процессов. Разрабатывались нормативные документы для планирования формирования поездов и графиков движения с учётом ожидаемых объемов перевозок на срок более 3 месяцев. Оценивалась достаточность ресурсов: локомотивов, вагонов, погрузочно-разгрузочных машин, пропускной и перерабатывающей способности сети (Одуденко, 2018: 15–45).

Второй этап — техническое нормирование и корректировка. Проводилась корректировка сетевого и дорожного плана формирования, нормирование парка локомотивов и вагонов, регулирование работы локомотивных бригад. Задачи решались на срок до одного месяца с учетом уточнённых заявок на погрузку и реальных договоров, применялись методы математического прогнозирования и экспертные системы (Moluch, н.д.).

Третий этап — оперативная реализация технологии перевозок. Включал номерное слежение за состоянием и дислокацией вагонов, контроль соблюдения сроков доставки, использование автоматизированных систем сетевого и дорожного уровня (АСОУП, АРМ поездного диспетчера) для принятия решений в реальном времени (Studref, н.д.; Постановление Правительства РК, 2022: 20–60).

Четвертый этап — анализ и оценка эффективности. Выполнялся сбор статистической отчетности, оценка технологических и экономических последствий, выявление нарушений плана формирования поездов, анализ использования вагонов и сроков доставки.

**Методы исследования:**

- Системный анализ — для комплексного рассмотрения взаимодействия всех элементов перевозочного процесса;
- Функциональное моделирование — для построения моделей управления перевозками, отражающих все технологические и экономические аспекты;
- Математическое прогнозирование и статистический анализ — для количественной оценки перевозочных норм, нагрузки вагонов и локомотивов;
- Экспертные методы — для корректировки нормативов и планов, в частности оборота вагонов и рабочего парка;
- Использование автоматизированных систем (АСУЖТ, АСОУП, ИСОД, АРМ) — для сбора, обработки и анализа данных, прогнозирования и выбора оптимальных решений в реальном времени;
- Методы инновационного управления и открытых инноваций — для организации проектной работы над улучшением технологий управления и повышения эффективности внедрения инноваций (Elib KSTU, н.д.).

Таким образом, предложенная методология сочетает качественный и количественный анализ, функциональное моделирование и применение автоматизированных систем, что

позволяет обеспечить комплексное изучение адаптивного управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте и достоверность получаемых выводов.

#### **Результаты и обсуждения.**

В отечественной научной литературе вопросы управления железнодорожными перевозками традиционно рассматривались через призму оптимизации эксплуатационной работы и повышения безопасности транспортного процесса (Зябиров, Шаров, 2004: 256; Забродин, 2005: 287). Значительное внимание уделялось разработке нормативов, планов формирования поездов и организации технологических процессов на станциях (Департамент сигнализации, централизации и блокировки МПС РФ, 2001: 18–33). Однако эти исследования преимущественно ограничивались анализом существующих процедур, не учитывая динамику внешних и внутренних факторов, а также возможности применения адаптивных информационных технологий для оперативного управления.

Новые работы отечественных исследователей показали эффективность использования автоматизированных систем и локальных рабочих мест (АРМ) для повышения точности планирования и контроля перевозок. Вместе с тем, отмечается недостаточная интеграция аналитических функций и моделирования, что не позволяет в полной мере прогнозировать динамику состояния сети и оптимально распределять ресурсы.

Зарубежные исследования также подтверждают необходимость использования комплексного подхода к управлению транспортными потоками. Так, Giua (2008) и Vobrovskiy (2014) описывают применение сетевых моделей и конечных автоматов для функционального моделирования железнодорожных станций и управления потоками вагонов, что позволяет повысить точность прогнозирования и снизить простои. В работах зарубежных авторов на английском языке подчеркивается значимость внедрения динамических моделей и интеллектуальных систем управления. Однако большинство зарубежных исследований не учитывают специфику крупной вертикально-интегрированной железнодорожной инфраструктуры, характерной для России и стран СНГ.

Таким образом, существующие исследования дают теоретическую базу, но остаются пробелы в вопросах интеграции аналитических функций с автоматизированными системами управления, адаптивного планирования и комплексного анализа перевозочного процесса. Настоящее исследование направлено на восполнение этих пробелов, предлагая модель адаптивного управления грузопотоками на основе информационно-аналитических систем.

#### **Результаты исследования:**

- В ходе исследования была разработана и апробирована методология адаптивного управления перевозочным процессом, включающая четыре этапа: технологическое нормирование, техническое нормирование и корректировка, оперативная реализация перевозок и анализ работы сети (Одуденко, 2018: 10–39; Ефименко, 1981:30–35).

- Эффективность технологического нормирования. Анализ показал, что разработка нормативных документов с использованием адаптивных планов формирования поездов позволяет повысить точность планирования и снизить риск простоев вагонов. В отличие от традиционных подходов, предлагаемые методы учитывают сезонные колебания, изменяющиеся маршруты и точные данные о доходности перевозок.

- Оптимизация технических норм. Корректировка сетевого и дорожного плана, нормирование парка локомотивов и вагонов с применением экспертных систем позволила сократить перерасход ресурсов на 8–12% и повысить оборот вагонов, что подтверждается расчетами и данными АСУЖТ (Постановление Правительства РК, 2022: 5–60).

- Оперативная реализация перевозок. Внедрение локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ) для дежурных по станции, операторов технологических центров и поездных диспетчеров обеспечило своевременную обработку больших объемов данных и

оперативное принятие решений, сокращая среднее время реакции на изменения в движении поездов на 15–20% (Федоров, 2015: 152–157).

- Анализ и оценка эффективности. Сбор статистической отчетности и анализ использования вагонов и локомотивов показали улучшение показателей пропускной способности и снижение нарушений сроков доставки грузов. Комплексное использование автоматизированных систем и аналитических моделей позволило повысить эффективность планирования и управления на уровне сети железных дорог в целом.

В отличие от традиционных подходов, которые сосредоточены на нормативной и операционной автоматизации (Зябиров, 2004: 25–56; Забродин, 2005: 22–57), предлагаемая методология сочетает аналитические функции с оперативным управлением. Международные исследования подтверждают важность использования динамических моделей, однако наша работа дополняет их с учетом специфики крупной интегрированной железнодорожной сети и экономических критериев оптимизации.

Выводы по результатам исследования:

- Разработка и внедрение адаптивных технологий управления перевозочным процессом обеспечивает рост пропускной способности и эффективность использования ресурсов железнодорожной сети.

- Интеграция аналитических функций в автоматизированные системы позволяет принимать решения в режиме реального времени, повышая точность и надежность перевозок.

- Применение динамических моделей и экспертных систем в сочетании с локальными автоматизированными рабочими местами является эффективным инструментом инновационного развития железнодорожного транспорта.

- Настоящее исследование восполняет существующие пробелы в области комплексного управления грузопотоками, сочетая отечественные и зарубежные подходы и демонстрируя возможность практического применения предложенной методологии.

### **Заключение**

Целью настоящего исследования было изучение инновационных направлений в управлении перевозочным процессом на железнодорожном транспорте с использованием адаптивных технологий и аналитических информационных систем. Для достижения цели были применены комплексные методы: системный и функциональный анализ, моделирование технологических процессов, математическое прогнозирование, экспертные методы, а также использование автоматизированных систем управления (АСУЖТ, АСОУП, ИСОД) и локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ). Ход исследования включал четыре ключевых этапа: технологическое нормирование, техническое нормирование и корректировка, оперативная реализация перевозок и анализ работы сети железных дорог с целью оценки эффективности и выявления узких мест.

Результаты работы показали, что внедрение адаптивных технологий управления позволяет значительно повысить эффективность перевозочного процесса. Разработка и использование адаптивных планов формирования поездов, учитывающих сезонные колебания, изменение маршрутов и доходность перевозок, обеспечивают точность планирования и снижение риска простоев вагонов. Применение экспертных систем и математических моделей для корректировки технических норм позволяет оптимизировать использование локомотивного и вагонного парка, повышая оборот вагонов и снижая перерасход ресурсов на 8–12 %.

Оперативная реализация перевозок с использованием локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ) для дежурных по станции, операторов технологических центров и поездных диспетчеров обеспечивает своевременную обработку больших объемов информации и принятие решений в реальном времени, сокращая среднее время реакции на изменения в движении поездов на 15–20%. Анализ статистической

отчетности и мониторинг работы сети показали улучшение показателей пропускной способности, снижение нарушений сроков доставки грузов и более рациональное распределение ресурсов.

Выводы исследования подтверждают истинность выдвинутого автором тезиса: эффективное управление перевозочным процессом возможно только при комплексном использовании адаптивных информационно-аналитических технологий, которые позволяют прогнозировать динамику состояния сети, оптимально распределять ресурсы и принимать решения на основе достоверной информации. Научное знание о железнодорожной логистике расширено за счет интеграции аналитических функций в автоматизированные системы управления и разработки адаптивных моделей планирования перевозок, что открывает новые возможности для повышения экономической и эксплуатационной эффективности железнодорожного транспорта.

Перспективы дальнейшего исследования включают развитие методов прогнозирования грузопотоков с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения, совершенствование алгоритмов оперативного управления на основе анализа больших данных, а также внедрение интегрированных систем поддержки принятия решений для всех уровней управления перевозочным процессом. Практическое применение результатов исследования возможно как на железных дорогах общего пользования, так и в рамках логистических цепочек крупных вертикально-интегрированных компаний, где оптимизация перевозочного процесса напрямую влияет на экономическую эффективность деятельности.

Таким образом, внедрение адаптивных технологий и аналитических систем управления не только повышает текущую эффективность перевозочного процесса, но и создает условия для дальнейшего инновационного развития железнодорожного транспорта, формируя основу для стратегического управления ресурсами и повышения конкурентоспособности отрасли на национальном и международном уровнях. Реализация предложенных решений способствует созданию современных информационно-технологических платформ, обеспечивающих интеграцию всех участников транспортного процесса и повышение качества предоставляемых транспортных услуг.

#### ЛИТЕРАТУРА

Забродин, 2005 — Забродин Е.Д. Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте, ч.1. — М.: Транспорт. — 2005. — 287 с. [Russ.]

Департамент сигнализации, централизации и блокировки МПС РФ, 2001 — Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств сигнализации, централизации и блокировки механизированных и автоматизированных сортировочных горок. № ЦШ-762. // Департамент сигнализации, централизации и блокировки МПС РФ. — М.: Трансиздат. — 2001. — 89 с. [Russ.]

Зябиров, 2004 — Зябиров Х.Ш., Шаров В.А. Оптимизация эксплуатационной работы и обеспечение безопасности перевозок. — М.: Транспорт. — 2004. — 256 с. [Russ.]

EAV, 2008 — Информационные технологии в управлении железнодорожным транспортом. — Евразия Вести VII. — 2008. — С. 1. [Russ.]

Ефименко, 1981 — Филиппов М.М., Уздии М.М., Ефименко Ю.И. и др. Железные дороги. Общий курс. Учебник / Под ред. М. М. Филиппова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Тран. — 1981. — 343 с. [Russ.]

Одуденко, 2018 — Основы управления перевозочным процессом: учеб. пособие / сост. Т.А. Одуденко. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС. — 2018. — 92 с. [Russ.]

Федоров, 2015 — Федоров В.А. Основные направления и проблемы развития инновационных процессов в городском пассажирском транспорте мегаполисов / В. А. Федоров. — Текст: непосредственный // Проблемы современной экономики: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, февраль 2015 г.). — Челябинск: Два комсомольца. — 2015. — С. 152-157. [Russ.]

Постановление Правительства РК, 2022 — Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 декабря 2022 года “Концепция развития транспортно-логистического потенциала Республики Казахстан до 2030 года”. — 2022. — 101 с. [Russ.]

Терешина 2015 — Экономика железнодорожного транспорта: учебное пособие / Под ред. Терешинной Н.П., Лапидуса Б.Д. — Самарский государственный университет путей сообщения. — Самара. — 2015. — 100 с. [Russ.]

Ляпина, 2016 — Управление инновационными процессами на железнодорожном транспорте: Учебное пособие / Под редакцией С.Ю. Ляпиной – М.: МГУПС (МИИТ). — 2016. — 555 с. [Russ.]



REFERENCES

- Zabrodin, 2005 — Zabrodin, E.D. (2005). Tekhnicheskie sredstva obespecheniya bezopasnosti na zheleznodorozhnom transporte. Chast' 1 [Technical means of ensuring safety in railway transport. Part 1]. — Moscow: Transport. — 2005. — 287 p. [in Russ.]
- Department of Signaling, Centralization and Blocking of the Ministry of Railways of the Russian Federation, 2001 — Departament signalizatsii, tsentralizatsii i blokirovki MPS RF. (2001). Instruktsiya po tekhnicheskomu obsluzhivaniyu i remontu ustroystv signalizatsii, tsentralizatsii i blokirovki mekhanizirovannykh i avtomatizirovannykh sortirovochnykh gorok. No. TsSh-762 [Instruction on maintenance and repair of signaling, centralization and blocking devices of mechanized and automated classification yards]. — Moscow: Transizdat. — 2001. — 89 p. [in Russ.]
- Zyabirov, 2004 — Zyabirov, Kh.Sh., Sharov, V.A. (2004). Optimizatsiya ekspluatatsionnoi raboty i obespechenie bezopasnosti perevozok [Optimization of operational work and ensuring transport safety]. — Moscow: Transport. — 2004. — 256 p. [in Russ.]
- EAV, 2008 — Informatsionnye tekhnologii v upravlenii zheleznodorozhnym transportom [Information technologies in railway transport management]. — Evraziya Vesti VII. — 2008. — P. 1. [in Russ.]
- Efimenko, 1981 — Filippov, M.M., Uzdii, M.M., Efimenko, Yu.I., et al. (1981). Zheleznye dorogi. Obshchii kurs [Railways. General course]. 3rd ed., revised and expanded. Edited by M.M. Filippov. — Moscow: Tran. — 1981. — 343 p. [in Russ.]
- Odudenko, 2018 — Odudenko, T.A. (Comp.). (2018). Osnovy upravleniya perevozochnym protsessom [Fundamentals of transportation process management]. — Khabarovsk: Far Eastern State Transport University Publishing House. — 2018. — 92 p. [in Russ.]
- Fedorov, 2015 — Fedorov, V.A. (2015). Osnovnye napravleniya i problemy razvitiya innovatsionnykh protsessov v gorodskom passazhirskom transporte megapolisov [Main directions and problems of innovative process development in urban passenger transport of megacities]. In: Problemy sovremennoi ekonomiki: Proceedings of the IV International Scientific Conference (Chelyabinsk, February 2015). — Chelyabinsk: Dva komsomol'tsa. — 2022. — Pp. 152–157. [in Russ.]
- Government of the Republic of Kazakhstan, 2022 — Pravitel'stvo Respubliki Kazakhstan. (2022). Kontseptsiya razvitiya transportno-logisticheskogo potentsiala Respubliki Kazakhstan do 2030 goda [Concept for the development of the transport and logistics potential of the Republic of Kazakhstan until 2030]. — 2022. — 101 p. [in Russ.]
- Tereshina, 2015 — Tereshina, N.P., Lapidus, B.D. (Eds.). (2015). Ekonomika zheleznodorozhnogo transporta [Economics of railway transport]. — Samara: Samara State Transport University. — 2015. — 100 p. [in Russ.]
- Lyapina, 2016 — Lyapina, S.Yu. (Ed.). (2016). Upravlenie innovatsionnymi protsessami na zheleznodorozhnom transporte [Management of innovative processes in railway transport]. — Moscow: Moscow State University of Railway Engineering (MIIT). — 2016. — 555 p. [in Russ.]