

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**
Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT
RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**E-ISSN: 2181-2438
ISSN: 3060-5164**

**VOLUME 2, ISSUE 3
SEPTEMBER, 2025**



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “Journal of Transport” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Complex automated transportation management system for railway transport in the Republic of Uzbekistan

Sh.Sh. Kamaletdinov¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This paper presents the concept of a complex automated transportation management system (CATMS) for the railway sector of the Republic of Uzbekistan. The proposed structure comprises six interrelated subsystems that support real-time planning, management, and monitoring of transportation operations. At the core of the architecture lies an intelligent control module utilizing digital twins and artificial intelligence technologies to optimize routing, resource allocation, and scheduling. The article highlights the importance of full integration across all operational levels — from stations to control centers. Key subsystem interactions and system advantages are discussed. The proposed model aims to improve the efficiency, transparency, and safety of railway transportation.

Keywords:

complex automated transportation management system, digital twin, artificial intelligence, subsystem integration, real time

Значение минеральных порошков в развитии транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог

Камалетдинов Ш.Ш.¹^a

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

В данной статье анализируются минеральные порошки, влияющие на срок эксплуатации автомобильных дорог асфальтовым покрытием. В последнее время большое внимание уделяется трудностям в улучшении асфальтового покрытия. Это обусловлено необходимостью продления срока службы дорожных покрытий из-за постоянно увеличивающейся транспортной нагрузки, интенсивности движения и климатических условий. Кроме того, необходимо удлинить функциональные качества покрытия. В исследовании предпринята попытка определить направления развития асфальтобетона путем анализа публикаций как зарубежных ученых, изучавших свойства асфальтового покрытия путем добавления новых компонентов и добавок в смесь.

Ключевые слова:

комплексная автоматизированная система управления перевозками (КАСУП), цифровой двойник, искусственный интеллект, интеграция подсистем, реальное время

времени, включая управление грузовыми и пассажирскими потоками, тяговыми ресурсами, станционной инфраструктурой и безопасностью движения.

Настоящая работа посвящена разработке концептуальной структуры КАСУП для железнодорожного транспорта Узбекистана. Предлагаемая модель включает шесть взаимосвязанных подсистем, каждая из которых выполняет специализированные функции в едином цифровом контуре. В основе системы лежит принцип интеграции и совместимости, что позволяет достичь высокого уровня автоматизации и повысить эффективность управления на всех уровнях — от локальных объектов инфраструктуры до централизованных диспетчерских и аналитических центров.

Целью исследования является описание логики взаимодействия между подсистемами, определение их функциональных назначений и обоснование архитектурных решений, направленных на построение единой, адаптивной и масштабируемой системы цифрового управления перевозками.

^a <https://orcid.org/0000-0002-4004-9736>



Современные исследования в области автоматизированных систем управления железнодорожными перевозками охватывают широкий спектр тем — от цифровых двойников и имитационного моделирования до вопросов кибербезопасности и использования искусственного интеллекта. В работе Ferrari и ter Beek представлен систематический обзор формальных методов, применяемых в проектировании железнодорожных систем, с акцентом на верификацию и моделирование [1]. Дополнительно они провели оценку удобства и применимости таких инструментов, как ProB и UPPAAL, что важно для создания корректных моделей перевозочного процесса [2].

Модели динамической оптимизации железнодорожного движения на основе методов MPC (Model Predictive Control) рассматриваются в статье Vujanic и Hill, где обоснована возможность адаптивного пересчета графиков с учетом ограничений пропускной способности [3]. Krmac и Djordjević предлагают оценку устойчивости информационных систем управления движением с использованием метода АНР, акцентируя внимание на роли человека-машинного взаимодействия [4].

Существенное внимание уделяется локализации и автономному обслуживанию инфраструктуры — Rahimi и соавторы провели всесторонний анализ современных навигационных технологий, применяемых в системах технического обслуживания железнодорожного транспорта [5]. В другом обзоре представлено применение искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли, включая задачи оптимизации поездной работы, диагностики и прогнозирования [6]. Hadj-Mabrouk и его коллеги фокусируются на аспектах обеспечения безопасности с использованием машинного обучения, таких как SVM и Random Forest, применительно к европейской железнодорожной системе [7].

Кибербезопасность рассматривается как ключевой вызов для цифровых железнодорожных дорог. В исследовании Soderi и др. анализируются риски и угрозы, связанные с межсистемным взаимодействием, а также предлагаются меры по защите цифровой инфраструктуры железнодорожного транспорта [8].

Работы Cheremisin и соавт. демонстрируют применение интеллектуальных систем мониторинга для оценки энергоэффективности эксплуатации подвижного состава [9]. Kramskoi и его команда предложили иерархическую модель защищенного документооборота на транспорте, устойчивую к компрометации электронных подписей — важный аспект для КАСУП [10].

В работах [11-13] рассмотрены реализация комплексных автоматизированных систем управления перевозками, на основе которых можно решать последующие задачи по построение оптимальной архитектуры новой комплексной автоматизированной системы управления перевозками.

2. Методика исследования

Разработка концептуальной структуры КАСУП основывается на анализе современных подходов к автоматизации управления железнодорожными перевозками. Использовались методы системного анализа, моделирования процессов управления и информационного обмена, а также изучение нормативно-технической документации железнодорожного транспорта Узбекистана. Основное внимание уделялось интеграции следующих подсистем:

1. Интеллектуальная система управления перевозками (ИСУП).
2. Автоматизированная система управления грузовыми и коммерческими работами (АСУ ГКР).
3. Автоматизированная система управления пассажирскими перевозками (АСУ ПП).
4. Автоматизированная система выдачи предупреждений на поезда (АСУ ПРЕД).
5. Автоматизированная система управления тяговыми ресурсами (АСУ ТР).
6. Автоматизированная система управления станциями (АСУ СТ).

Интеллектуальная система управления перевозками (ИСУП)

Интеллектуальная система управления перевозками как подсистема является центральным звеном КАСУП. Данная подсистема отвечает за информационную -аналитику и автоматическую планирования перевозочного процесса. На основе анализа предоставляет оптимальные решения при организации перевозок.

Интеллектуальная система управления перевозками имеет двух подсистем:

1. Информационно-аналитическая система перевозок (ИАСП).
2. Система автоматического планирования перевозок (САПП).

Информационно-аналитическая система перевозок (ИАСП)

ИАСП предназначена для предоставления оперативной и достоверной информации о перевозках. Архитектура системы построена на основе модели перевозочного процесса (рис.1).



Модель перевозочного процесса

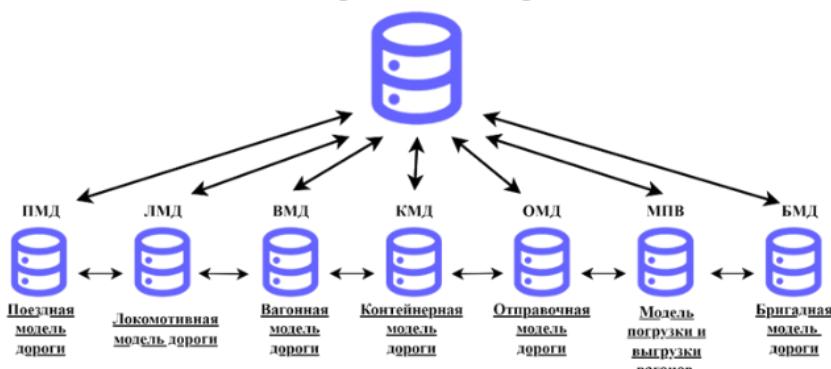


Рис. 1. Модель перевозочного процесса

Информационно-аналитическая система перевозок централизовано концентрирует информацию и обеспечивает первичной информации сопутствующих автоматизированных систем. База данных системы должно быть основой для всех последующих подсистем КАСУП. Система имеет возможность непосредственно собирать, обрабатывать и выдавать информацию. Это означает автономность и независимость от других систем. Данный подход обеспечивает надежность и устойчивость работы КАСУП.

Информационно-аналитическая система перевозок имеет в общей сложности

8 подсистем:

1. Обработка входных данных.
2. Обработка выходных данных.
3. Контроль входных и выходных данных.
4. Управление базой данных.
5. Интеграция с внешними автоматизированными системами.
6. Контроль соблюдения ключевых показателей эффективности железной дороги.
7. Ведение НСИ
8. Автоматическая система мониторинга подвижного состава и контейнеров.

Система автоматического планирования перевозок (САПП)

Система автоматического планирования перевозок (САПП) представляет собой интеллектуальный инструмент управления поездной работой, ориентированный на цифровую трансформацию перевозочного процесса. Её назначение заключается в создании цифрового двойника железнодорожной сети, с помощью которого осуществляется автоматизированное и адаптивное планирование маршрутов, формирование составов, прогнозирование графиков движения и оперативная корректировка планов в режиме реального времени. Эта система сочетает в себе технологии имитационного моделирования и искусственного интеллекта, что позволяет выстраивать высокоточные и устойчивые логистические схемы даже в условиях непредсказуемых изменений транспортной обстановки.

Цифровой двойник, лежащий в основе САПП, моделирует инфраструктуру железной дороги, включая станции, перегоны, подвижной состав и технологические процессы, обеспечивая полное соответствие планов реальным условиям. Интеллектуальные алгоритмы анализируют как

текущую, так и историческую информацию, включая данные о вагонопотоках, расписаниях, ремонтных окнах и технологических ограничениях. Это позволяет системе формировать оптимальные решения по поездообразованию, определению времени отправления и распределению локомотивов, минимизируя простой вагонов и сокращая временные издержки.

Процессы формирования составов в САПП полностью автоматизированы: система получает входные данные из базы вагонов, устройств СЦБ и других информационных источников, а затем прогнозирует оптимальные конфигурации поездов с учётом требований грузоотправителей и транспортной обстановки. Выбор ниток графика осуществляется с приоритетом на устойчивость движения и пропускную способность, а в случае возникновения конфликтов – система автоматически предлагает альтернативные решения или пересматривает приоритеты.

Интерфейс планирования и контроля делает работу системы прозрачной и управляемой для диспетчеров. Он визуализирует план поездной работы с детализацией по времени, составам и локомотивам, а также предоставляет возможность внесения корректировок вручную с фиксацией всех управляющих воздействий. На основе анализа текущей ситуации искусственный интеллект предлагает диспетчеру оптимальные сценарии реагирования, обеспечивая быстрое восстановление планов при сбоях и нестандартных ситуациях.

В основе методологии разработки САПП лежит принцип сквозного управления — от формирования состава до его отправления, а также стремление к полной автоматизации рутинных задач и обеспечению совместимости с другими подсистемами железнодорожной сети. Это делает САПП не только эффективным инструментом планирования, но и ядром цифровой экосистемы, способной обеспечить непрерывное, адаптивное и высокоточное управление перевозками.

Автоматизированная система управления грузовыми и коммерческими работами (АСУ ГКР)

АСУ ГКР обеспечивает автоматизацию ключевых процессов на железнодорожных станциях региона обслуживания, включая сбор, обработку и концентрацию информации о грузовых и коммерческих операциях, последовательную автоматизацию технологических процессов на линейных станциях. Кроме того, система поддерживает концентрацию



коммерческой работы с клиентами железнодорожного транспорта, статистический учет, формирование отчетности и информационно-справочное обслуживание производственного персонала.

Основным объектом автоматизации является процесс оформления перевозочных документов, расчета провозных платежей, ведения станционной и коммерческой отчетности, а также обмена данными с системами верхнего уровня. Объекты автоматизации подразделяются по функциям и месту выполнения: регистрация клиентов и оформление заявок на перевозку, оформление документов по отправлению и прибытию грузов, ведение станционной отчетности, управление документооборотом и работа на грузовом фронте. АСУ ГКР построена по модульному принципу и представляет собой комплекс автоматизированных рабочих мест, объединенных в едином информационном пространстве.

Автоматизированная система управления пассажирскими перевозками (АСУ ПП).

АСУ ПП – это человеко-машинная система коллективного пользования, объединяющая административные и технологические средства для обслуживания пассажиров и управления пассажирскими перевозками в реальном времени. Система позволяет решать задачи в сфере пассажирских перевозок, и представляет собой многофункциональный комплекс, охватывающий через сети связи все железные дороги и взаимодействующий с системами других видов транспорта. Это обеспечивает централизованное управление перевозками с использованием развитой вычислительной сети, автоматизацию взаиморасчетов между дорогами и государствами, а также формирование информационной базы для маркетинга и гибкой тарифной политики.

Основные цели автоматизированной системы управления пассажирскими перевозками включают повышение эффективности перевозочного процесса за счет оперативного управления, рост рентабельности и производительности труда, улучшение качества обслуживания и предоставление разнообразных услуг пассажирам. Система базируется на современных средствах вычислительной техники, СУБД и базах данных, с применением перспективных инструментов разработки ПО. Она поддерживает автоматизированное взаимодействие с другими транспортными системами и организациями, используя защищенные телекоммуникационные каналы. Объектами автоматизации являются пассажирское и финансовое хозяйство, охватывающие ключевые информационно-технологические аспекты пассажирских перевозок.

Автоматизированная система выдачи предупреждений на поезда (АСУ ПРЕД)

АС ПРЕД предназначена для автоматизации технологических процессов подготовки и выдачи предупреждений на поезда с использованием безбумажной технологии. Основная цель системы – эффективное organization перевозок и повышение безопасности движения поездов за счет автоматизации процессов оформления, выдачи и отмены предупреждений, включая создание унифицированных шаблонов заявок, контроль их исполнения, учет и составление справок.

Объектами автоматизации являются процессы оформления заявок на выдачу и отмену

предупреждений, передачи заявок и извещений, ведения книг заявок и выдачи предупреждений, а также заполнения бланков предупреждений. Система повышает достоверность и полноту информации за счет однократного формализованного ввода данных в централизованную базу с использованием ЭЦП, многократного применения этой информации, автоматизированного контроля и удостоверения подлинности документов. АС ПРЕД обеспечивает персональную ответственность работников и внедрение безбумажной технологии.

Автоматизированная система управления тяговыми ресурсами (АСУ ТР)

Автоматизированная система управления тяговыми ресурсами (АСУ ТР) представляет собой ключевое звено в цифровой трансформации железнодорожного транспорта, объединяя в себе современные подходы к организации эксплуатации, ремонту и планированию работы тягового подвижного состава и локомотивных бригад. Основной целью создания системы является обеспечение устойчивого роста эффективности работы локомотивного комплекса за счёт сокращения оборота вагонов, повышения производительности локомотивов и труда локомотивных бригад. Благодаря внедрению АСУТР достигается оптимизация использования ресурсов, своевременное техническое обслуживание и ремонт локомотивов, а также обеспечение необходимого объёма перевозок с требуемым уровнем безопасности и прозрачности.

Система решает комплекс взаимосвязанных задач, охватывающих оперативное управление локомотивным парком и бригадами, автоматизированное нормирование и планирование, а также управление ремонтным процессом. Особое внимание уделяется диспетчерскому контролю за дислокацией и техническим состоянием локомотивов, а также режимом труда и отдыха локомотивных бригад. Эти данные обрабатываются в реальном времени, что позволяет принимать обоснованные управленческие решения на всех уровнях – от линейных подразделений до центральных органов управления.

Развитие эксплуатационной функции АСУТР ориентировано на интеграцию технологий контроля психофизиологического состояния персонала, внедрение электронных маршрутов машиниста, систем автоматического ведения поездов и комплексного мониторинга параметров движения. Таким образом, формируется единая цифровая среда, способная обеспечивать полный цикл управления работой локомотивного хозяйства – от планирования и эксплуатации до анализа эффективности и управления качеством технического обслуживания.

Особое значение в структуре системы занимает управление ремонтами локомотивов. Здесь реализуются функции контроля соблюдения технологической дисциплины, отслеживания пробега, анализа отказов, ведения электронных паспортов подвижного состава, а также рационального планирования и снабжения ремонтных подразделений. Благодаря этому достигается не только повышение надежности и безопасности эксплуатации, но и экономическая эффективность ремонтного процесса.

Таким образом, АСУТР является многоуровневой системой автоматизации, охватывающей все ключевые объекты локомотивного хозяйства – локомотивы,



бригады, депо, линейные станции и ремонтные предприятия, и формирующей основу для перехода к интеллектуальному управлению перевозками.

Автоматизированная система управления станциями (АСУ СТ)

Автоматизированная система управления станциями (АСУ СТ) представляет собой современное цифровое решение, направленное на повышение эффективности и прозрачности работы железнодорожных станций. Её основное назначение заключается в оптимизации процессов составообразования, обработки вагонопотоков и управления всей инфраструктурой станции с минимальным участием человека. Система строится на интеграции технологических решений и интеллектуального планирования, позволяя централизованно управлять всеми операциями через функциональный навигатор.

Функциональный навигатор является сердцем подсистемы. Он обеспечивает директивное управление всеми действиями на станции, начиная от формирования индивидуальных заданий для сотрудников и заканчивая контролем за их исполнением. Эти задания генерируются автоматически на основе имитационного моделирования технологического процесса станции, что позволяет достигать высокого уровня адаптивности и точности в управлении. Навигатор отображает текущие и предстоящие операции, предоставляет ссылки на функции АСУ СТ и фиксирует любые отклонения с указанием причин, что делает рабочие процессы прозрачными и контролируемыми.

Система также автоматизирует подготовку технологических документов, генерируя необходимые справки и отчеты, обеспечивая полное документальное сопровождение операций. Особое внимание уделено управлению маневровой работой: формируются наряды и заявки для маневровых локомотивов, перемещения вагонов регистрируются в реальном времени на основе сигналов СЦБ и СНС, а графическая схема станции постоянно обновляется. Это позволяет оперативно

отслеживать дислокацию подвижного состава, занятость путей, статус технологических операций и контролировать соблюдение специализации путей.

Графическое отображение данных и ведение графика исполненной работы (ГИР) позволяют в реальном времени фиксировать и визуализировать все происходящие процессы, обеспечивая надежную координацию между сотрудниками и цифровыми модулями управления. Таким образом, АСУ СТ с функциональным навигатором формирует основу цифровой станции, где все процессы синхронизированы, документированы и поддаются мониторингу. Это значительно повышает производительность, снижает риски ошибок и создает устойчивую платформу для интеграции станции в общую цифровую инфраструктуру железнодорожной сети.

3. Результаты исследования

Концептуальная структура КАСУП включает шесть взаимосвязанных подсистем, обеспечивающих комплексное управление перевозочным процессом. Каждая подсистема выполняет специализированные функции, интегрируясь с общей базой данных и интерфейсом управления. Взаимодействие подсистем в рамках Комплексной автоматизированной системы управления перевозками (КАСУП) строится на принципах интеграции, сквозного управления и единой информационной базы, что позволяет достигать согласованности и непрерывности всех этапов перевозочного процесса. Центральным элементом КАСУП выступает Интеллектуальная система управления перевозками (ИСУП), которая через две ключевые составляющие — Информационно-аналитическую систему перевозок (ИАСП) и Систему автоматического планирования перевозок (САПП) — координирует работу остальных подсистем.

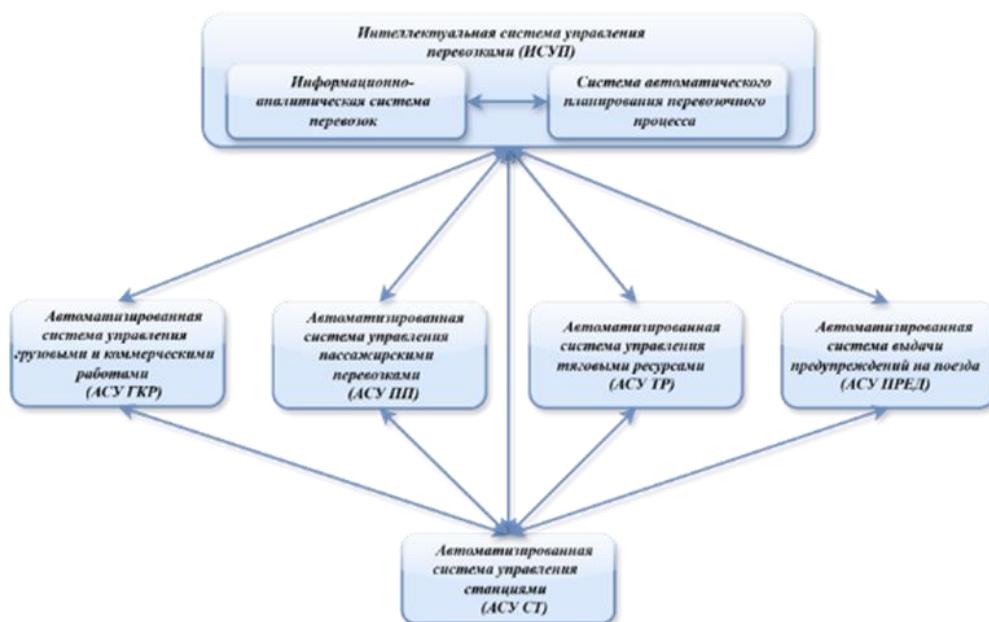


Рис. 2. Архитектура комплексной автоматизированной системы управления перевозками

ИСУП обеспечивает интеллектуальное сопровождение перевозок: анализ текущей и прогнозной ситуации, генерацию решений на основе данных из всех подсистем, формирование планов и их адаптацию в реальном времени. САПП, входящая в ИСУП, отвечает за автоматизированное планирование маршрутов, поездообразование, управление графиком движения и перераспределение ресурсов, а ИАСП формирует единую информационную основу, объединяя данные с грузовых, пассажирских, локомотивных и станционных уровней.

Автоматизированная система управления станциями (АСУ СТ) служит связующим звеном между всеми подсистемами на линейном уровне. Она реализует задачи, поставленные САПП, АСУ ГКР, АСУ ТР и АСУ ПП, обеспечивая исполнение операций в натуре. Через функциональный навигатор она получает задания, управляет маневровой деятельностью, контролирует исполнение операций и возвращает данные обратно в ИСУП для актуализации цифрового двойника сети.

Автоматизированная система управления грузовыми и коммерческими работами (АСУ ГКР) взаимодействует с ИСУП и САПП, обеспечивая передачу информации о грузах, оформленных перевозочных документах, объемах и направлении перевозок. Эти данные служат исходными для формирования оптимальных графиков и маршрутов движения.

Автоматизированная система управления пассажирскими перевозками (АСУ ПП) интегрируется с САПП и ИАСП для координации пассажирских поездов в графике, обеспечения баланса между грузовыми и пассажирскими нитками, а также синхронизации работы с другими видами транспорта. Информация о пассажиропотоках и расписаниях поступает в ИСУП, что позволяет учитывать ее при планировании.

Автоматизированная система управления тяговыми ресурсами (АСУ ТР) тесно связана с САПП, получая плановые задания на формирование и распределение локомотивов, управление бригадами, а также с АСУ СТ — для синхронизации подачи локомотивов к составам. ИСУП получает от АСУ ТР данные о состоянии тяговых ресурсов, что критично для адаптивного планирования перевозок.

Автоматизированная система выдачи предупреждений на поезда (АСУ ПРЕД) обеспечивает оперативное информирование всех подсистем о возможных ограничениях, связанных с безопасностью движения — таких как ремонтные работы, неисправности и погодные условия. Эти данные учитываются в ИСУП при построении и корректировке графиков и маршрутов.

Таким образом, каждая подсистема КАСУП выполняет специализированные функции, но их взаимодействие организовано таким образом, чтобы обеспечивать единое информационное пространство, взаимную координацию и оперативное принятие решений на основе полноты и согласованности данных. Это создает основу для интеллектуального, адаптивного и устойчивого управления перевозочным процессом.

Обсуждение. Разработка концептуальной структуры КАСУП отражает стремление к интеграции всех ключевых аспектов управления перевозочным процессом в единую цифровую экосистему. Представленная архитектура, построенная на

взаимодействии шести специализированных подсистем, позволяет реализовать сквозное планирование, оперативное управление и автоматический контроль исполнения перевозок как в грузовом, так и в пассажирском сегментах.

Одной из отличительных черт КАСУП является центральная роль Интеллектуальной системы управления перевозками, включающей ИАСП и САПП. Такое решение обеспечивает высокую степень адаптивности системы: планирование и перераспределение ресурсов может производиться в реальном времени на основе данных, поступающих от всех подсистем. Это особенно актуально в условиях нестабильной транспортной ситуации, изменяющихся объемов перевозок и ограничений инфраструктуры.

Эффективное взаимодействие между подсистемами, в частности между АСУ СТ, АСУ ТР, АСУ ГКР и АСУ ПП, создает предпосылки для повышения оперативности и точности решений на уровне линейных предприятий. Интеграция с АСУ ПРЕД обеспечивает информационную безопасность перевозок и минимизирует риски, связанные с нарушениями регламента. Цифровизация процессов поездообразования, документирования, выдачи предупреждений и использования локомотивных ресурсов открывает возможности для широкого применения аналитики и искусственного интеллекта.

При этом успешная реализация КАСУП требует решения ряда вызовов, включая необходимость модернизации технической инфраструктуры (устройства СЦБ, системы связи, серверное оборудование), адаптацию персонала к новым технологиям и создание нормативно-правовой базы для межсистемного информационного взаимодействия.

4. Заключение

Предложенная концепция Комплексной автоматизированной системы управления перевозками обеспечивает целостный и интеграционный подход к организации и управлению железнодорожными перевозками в Узбекистане. Структура КАСУП, основанная на взаимодействии интеллектуальных и специализированных подсистем, позволяет реализовать принципы адаптивного, сквозного и прогнозного управления. Она охватывает все уровни перевозочного процесса — от стратегического планирования до исполнения операций на станции.

Информационная связность, единая база нормативно-справочной информации и цифровой двойник железнодорожной сети создают условия для перехода к более устойчивой, безопасной и экономически эффективной модели управления транспортом. Внедрение КАСУП будет способствовать не только повышению производительности железнодорожной отрасли, но и интеграции Узбекистана в международные транспортные коридоры на цифровом уровне.

Дальнейшие исследования и пилотные проекты должны быть направлены на апробацию взаимодействий между подсистемами в реальных условиях, тестирование интеллектуальных алгоритмов планирования и разработку механизмов



масштабируемости системы в рамках национальной цифровой транспортной платформы.

Использованная литература / References

- [1] Ferrari A., ter Beek M.H. Formal Methods in Railways: a Systematic Mapping Study. arXiv preprint arXiv:2105.03924, 2021.
- [2] Ferrari A., Mazzanti F., Basile D., ter Beek M.H. Systematic Evaluation and Usability Analysis of Formal Tools for Railway System Design. arXiv preprint arXiv:2107.05413, 2021.
- [3] Vujanic R., Hill A. Computationally Efficient Dynamic Traffic Optimization of Railway Systems. arXiv:2112.06176, 2021.
- [4] Krmac E., Djordjević B. An evaluation of train control information systems for sustainable railway using the analytic hierarchy process (AHP) model. European Transport Research Review, 9(3), 2017.
- [5] Rahimi M. et al. A Review on Technologies for Localisation and Navigation in Autonomous Railway Maintenance Systems. Sensors, 22(11), 2022.
- [6] A literature review of Artificial Intelligence applications in railway systems. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 144, 2022.
- [7] Hadj-Mabrouk H. et al. Applications of AI to Rail Transport Safety: A Review. IET Intelligent Transport Systems, 2024.
- [8] Soderi S., Masti D., Lun Y.Z. Railway cybersecurity in the era of interconnected systems: a survey. arXiv preprint arXiv:2207.13412, 2022.
- [9] Cheremisin V. et al. Intelligent Automated System for the Monitoring of Railway Areas with a Low Transport Process Energy Efficiency. In: Proceedings of the 2017 International Conference on Industrial Engineering.

[10] Kramskoi N., Shchurov A., Ageev A. Hierarchical Model of Automated Document Management System for Railway Transport Sustainable to Compromising of Signature Keys. In: Advances in Intelligent Systems, Springer, 2024.

[11] Камалетдинов Ш.Ш. Цифровизация информационно-аналитических процессов систем оперативного управления перевозками железнодорожного транспорта: диссертация/ Ш.Ш. Камалетдинов; Ташкентский государственный транспортный университет –Ташкент: ТГТРУ, 2024. – 192 с.

[12] Ерофеев А. А. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: учеб.-метод. пособие: в 2 ч. Ч. /А. А. Ерофеев, Е. А. Федоров; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 256 с.

[13] Ерофеев А.А. Информационные технологии на железнодорожном транспорте :учеб.-метод. пособие: в 2 ч. Ч. 1/ А.А. Ерофеев ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012.

Информация об авторах/ Information about the authors

Камалетдинов Ташкентский государственный транспортный университет, доцент
Шохрух / кафедра «Управление Shokhrukh Kamaletdinov эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте», д.т.н. (DSc), доцент
E-mail: shoxruxkamaletdinov@gmail.com
Tel.: +998935834569
<https://orcid.org/0000-0002-4004-9736>



Sh. Kamaletdinov

Complex automated transportation management system for railway transport in the Republic of Uzbekistan 92

Sh. Kamaletdinov

Railcar monitoring system based on BLE and LoRaWAN 99