

УДК 656.21

## Согласованное развитие железнодорожных инфраструктур необщего и общего пользования: технология, экономика, цифровые инструменты

В. В. Панин<sup>1,2</sup>, С. С. Греков<sup>1</sup>, Г. Г. Горбунов<sup>1</sup>, Е. В. Панин<sup>1</sup>, Г. В. Лысов<sup>1</sup>, А. Ф. Бородин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта», Российская Федерация, 105066, Москва, ул. Новорязанская, 24

<sup>2</sup>Российский университет транспорта (МИИТ), Российская Федерация, 127994, ГСП-4, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

**Для цитирования:** Панин В. В., Греков С. С., Горбунов Г. Г., Панин Е. В., Лысов Г. В., Бородин А. Ф. Согласованное развитие железнодорожных инфраструктур необщего и общего пользования: технология, экономика, цифровые инструменты // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2025. — Т. 22. — Вып. 3. — С. 698–711. DOI: 10.20295/1815-588X-2025-3-698-711

### Аннотация

**Цель:** Рассмотрена проблема координации развития взаимодействующих транспортных инфраструктур, технологий их функционирования, планирования и управления с учетом реинжиниринга бизнес-процесса реализации примыканий путей необщего пользования к инфраструктуре ОАО «РЖД» от момента обращения клиента до ввода новой инфраструктуры в эксплуатацию и постинвестиционного мониторинга исполнения перевозок. **Методы:** Структурно-функциональный анализ, имитационное моделирование, теория единого технологического процесса на транспорте, экспериментальное технорабочее проектирование программного обеспечения и баз данных. **Результаты:** Исследован и спроектирован функциональный состав, алгоритмические и интерфейсные решения автоматизированной подсистемы «Единая база данных обращений о развитии существующих или строительстве новых примыканий железнодорожных путей необщего пользования к инфраструктуре ОАО «РЖД» (АС ЕТП НП.ТУ). Сформирована схема информационных потоков и архитектуры системы с учетом уровней иерархии, степени централизации самой системы, смежных систем и пользователей, базирующаяся на интеграционном взаимодействии действующих в ОАО «РЖД» автоматизированных систем. Выполнено нивелирование последствий рассинхронизации реконструктивных и технологических мероприятий, несбалансированности их параметров, что устраняет затруднения в продвижении транспортных потоков и рост операционных расходов, предотвращает потери грузовой базы и избыточную мощность отдельных элементов транспортно-логистических систем. **Практическая значимость:** Организовано единое информационное пространство для всех участников процесса рассмотрения обращений о примыкании строящихся, реконструируемых, восстановленных железнодорожных путей необщего пользования к инфраструктуре ОАО «РЖД» или о развитии существующих примыканий с оперированием едиными данными. Это обеспечивает прозрачность рассмотрения обращений, улучшает взаимодействие причастных подразделений и повышает качество управленческих решений.

**Ключевые слова:** Примыкания путей необщего пользования, бизнес-процесс, функциональный состав, единая база данных, реконструктивные и технологические мероприятия, взаимодействие подразделений.

## Введение

Ключевой проблемой создания международных транспортных коридоров и железнодорожных подходов к морским портам является координация развития взаимодействующих транспортных инфраструктур, технологий их функционирования, планирования и управления. Рассинхронизация реконструктивных и технологических мероприятий, несбалансированность их параметров влекут за собой затруднения в продвижении транспортных потоков и повышенные операционные расходы, потери грузовой базы, а в ряде случаев — избыточную мощность отдельных элементов транспортно-логистических систем.

Актуальность данной проблематики подтверждают многие современные исследования [1–6]. Принципиальный методологический подход, развиваемый в АО «Институт экономики и развития транспорта», базируется на идеях компромиссного управления [7], обеспечивающих координацию взаимодействующих транспортных систем, каждая из которых имеет свои целевые функции и обладает самостоятельным набором управляемых переменных.

## Исследования и опыт

В статье [8] сформулированы основные научно-методические проблемы — определение границ объектов исследования и проектирования; классификация припортовых транспортных узлов по возможностям и условиям развития; обоснование эффективных траекторий развития припортовых узлов; недостатки теории взаимодействия и регулирования транспортных процессов; выбор адекватного методического аппарата. За прошедшие с выхода публикации [8] восемь лет получены определенные результаты не только в исследованиях, но и в выстраивании реальных инвестиционно-строительных и эксплуатационных процессов.

До недавнего времени в выдаваемых ОАО «РЖД» технических условиях на развитие примыкающих путей необщего пользования преобладающим решением было устройство полнофункциональных промышленных железнодорожных станций с максимальной транзитностью следования по инфраструктуре общего пользования. Сформулированы [8] основные преимущества и недостатки такого подхода. В работе [9] предложен подход к решению задачи по поиску мест концентрации выполнения однородных операций и (или) их дублирования в припортовых транспортных узлах на основе теории графов, обеспечивающий отсеивание неконкурентоспособных вариантов.

Технологические аспекты этой проблемы (в том числе как частично-формализуемые, так и не подлежащие формализации) практически отработаны в совместных разработках АО «ИЭРТ», ПГУПС и РГУПС по созданию и внедрению Единых комплексных технологических процессов (ЕКТП) крупных припортовых транспортных узлов [10–12].

Существенный прогресс достигнут в применении и развитии имитационных систем совместно с УрГУПС и ООО «Транспортный алгоритм» [13, 14].

## Реинжиниринг процессов

Крупным практическим шагом в решении рассматриваемой проблематики стал коренной пересмотр порядка рассмотрения обращений в ОАО «РЖД» о примыкании и развитии железнодорожных путей необщего пользования.

Правила [15] регламентируют взаимодействие ОАО «РЖД» с владельцами путей необщего пользования. Это взаимодействие осуществляется в следующих случаях:

- при строительстве, реконструкции, восстановлении или развитии путей;
- при строительстве или реконструкции инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и необщего пользования;

- для примыкания новых железнодорожных путей необщего пользования;
- для обеспечения перевозок дополнительных объемов грузов.

С участием авторов данной статьи структурирован рассматриваемый бизнес-процесс, включая оценку потенциальных доходов и затрат на реализацию мероприятий для пропуска дополнительного грузопотока, расчеты экономической эффективности строительства нового или развития существующего примыкания. Технологическая и коммерческая эффективность оценивается как для ОАО «РЖД», так и для заявителей, и служит основой для выбора схем финансирования мероприятий технологического присоединения.

Для ОАО «РЖД» оценка обращения о примыкании представляет собой решение технико-экономической задачи поиска набора инвестиционных и технологических мероприятий по инфраструктуре, подвижному составу и кадровому обеспечению, оцениваемого на каждом расчетном периоде  $t$  финансовым результатом:

$$R(t) = D(t) - Z(t) - E(t),$$

где  $D(t)$ ,  $Z(t)$ ,  $E(t)$  — соответственно доходы, инвестиционные и операционные затраты в расчетном периоде  $t$ .

Обращение об устройстве (развитии) пути необщего пользования по станции примыкания  $k$  характеризуется значениями изменяемых вагонопотоков в расчетном периоде  $t$ : исходящих груженых и порожних  $\{\Delta N_{kj}^{гр}(t); \Delta N_{kj}^{пор}(t)\}$ , входящих груженых и порожних  $\{\Delta N_{jk}^{гр}(t); \Delta N_{jk}^{пор}(t)\}$ . Оценка доходов в расчетном периоде  $t$ :

$$D(t) = \sum_j [\Delta N_{kj}^{гр}(t) + \Delta N_{kj}^{пор}(t)] [d_{kj}^{тар}(t) + d_{kj}^{доп}(t)] + \sum_j [\Delta N_{jk}^{гр}(t) + \Delta N_{jk}^{пор}(t)] [d_{jk}^{тар}(t) + d_{jk}^{доп}(t)],$$

где  $d_{kj}^{тар}(t)$ ,  $d_{jk}^{тар}(t)$  — оценки тарифной составляющей доходов, приходящихся на один вагон в корреспонденциях соответственно  $(k, j)$  и  $(j, k)$ ;

$d_{kj}^{доп}(t)$ ,  $d_{jk}^{доп}(t)$  — оценки дополнительных доходов, приходящихся на один вагон в корреспонденциях соответственно  $(k, j)$  и  $(j, k)$ , за выполнение по договорам операций перевозочного процесса, не предусмотренных тарифными руководствами.

Оценка операционных расходов включает три основных составляющих:

- 1) расходы, не зависящие от объемов перевозок, связанные с содержанием введенных в рамках проекта объектов инвестиций,  $E_{сод}(t)$ ;
- 2) расходы, связанные с организацией и продвижением корреспонденций груженых и порожних вагонов в сообщениях со станцией примыкания  $k$ ;
- 3) изменяемая часть расходов, связанных с организацией и продвижением по железнодорожной сети других груженых и порожних корреспонденций  $\{N_{ij}^{гр}(t); N_{ij}^{пор}(t), i \neq k, j \neq k\}$  под влиянием изменений корреспонденций в сообщениях со станцией примыкания  $k$  и связанных с ними инвестиционных и технологических мероприятий. Оценка операционных расходов в расчетном периоде  $t$ :

$$E(t) = E_{сод}(t) + \sum_j [\Delta N_{kj}^{гр}(t) e_{kj}^{гр}(t) + \Delta N_{kj}^{пор}(t) e_{kj}^{пор}(t)] + \sum_j [\Delta N_{jk}^{гр}(t) e_{jk}^{гр}(t) + \Delta N_{jk}^{пор}(t) e_{jk}^{пор}(t)] + \sum_{i, i \neq k} \sum_{j, j \neq k} [N_{ij}^{гр}(t) \Delta e_{ij}^{гр}(t) + N_{ij}^{пор}(t) \Delta e_{ij}^{пор}(t)],$$

где  $e_{kj}^{гр}(t)$ ,  $e_{kj}^{пор}(t)$ ,  $e_{jk}^{гр}(t)$ ,  $e_{jk}^{пор}(t)$  — оценки расходов, приходящихся на один груженный и порожний вагон в корреспонденциях соответственно  $(k, j)$  и  $(j, k)$ ;

$\Delta e_{ij}^{гр}(t)$ ,  $\Delta e_{ij}^{пор}(t)$  — оценки изменяемой части расходов, приходящихся на один груженный и порожний вагон в других корреспонденциях.

Для оценки финансовых результатов заявителя и иных участников перевозочного про-

цесса записываются аналогичные формулы, однако структура расходов и доходов будет существенно отличаться для грузообразующих (грузопотребляющих) предприятий и для предприятий взаимодействующих видов транспорта.

При заключении договора присоединения закрепляются обязанности как заявителя, так и ОАО «РЖД», учитывая механизм компенсации затрат в случае неисполнения условий договора одной из сторон.

### Назначение и цели автоматизации

Цели подсистемы «Единая база данных обращений о развитии существующих или строительстве новых примыканий железнодорожных путей необщего пользования к инфраструктуре ОАО «РЖД»» (АС ЕТП НП.ТУ) в составе программного обеспечения «Ведение технологии взаимодействия железнодорожных путей необщего пользования и станций примыкания нового поколения» (АС ЕТП НП) [16]:

- организация единого информационного пространства для всех участников рассматриваемого бизнес-процесса;
- повышение качества и ускорение подготовки документов;
- создание сервиса мониторинга реализации заявленных объемов перевозок.

### Основные информационные потоки

Процесс базируется на интеграционном взаимодействии действующих в ОАО «РЖД» автоматизированных систем. Схема информационных потоков и архитектуры системы с учетом уровней иерархии, степени централизации самой системы, смежных систем и пользователей представлена на рис. 1.

Смежными системами являются:

- АС ЦНСИ (автоматизированная система централизованного ведения нормативно-спра-

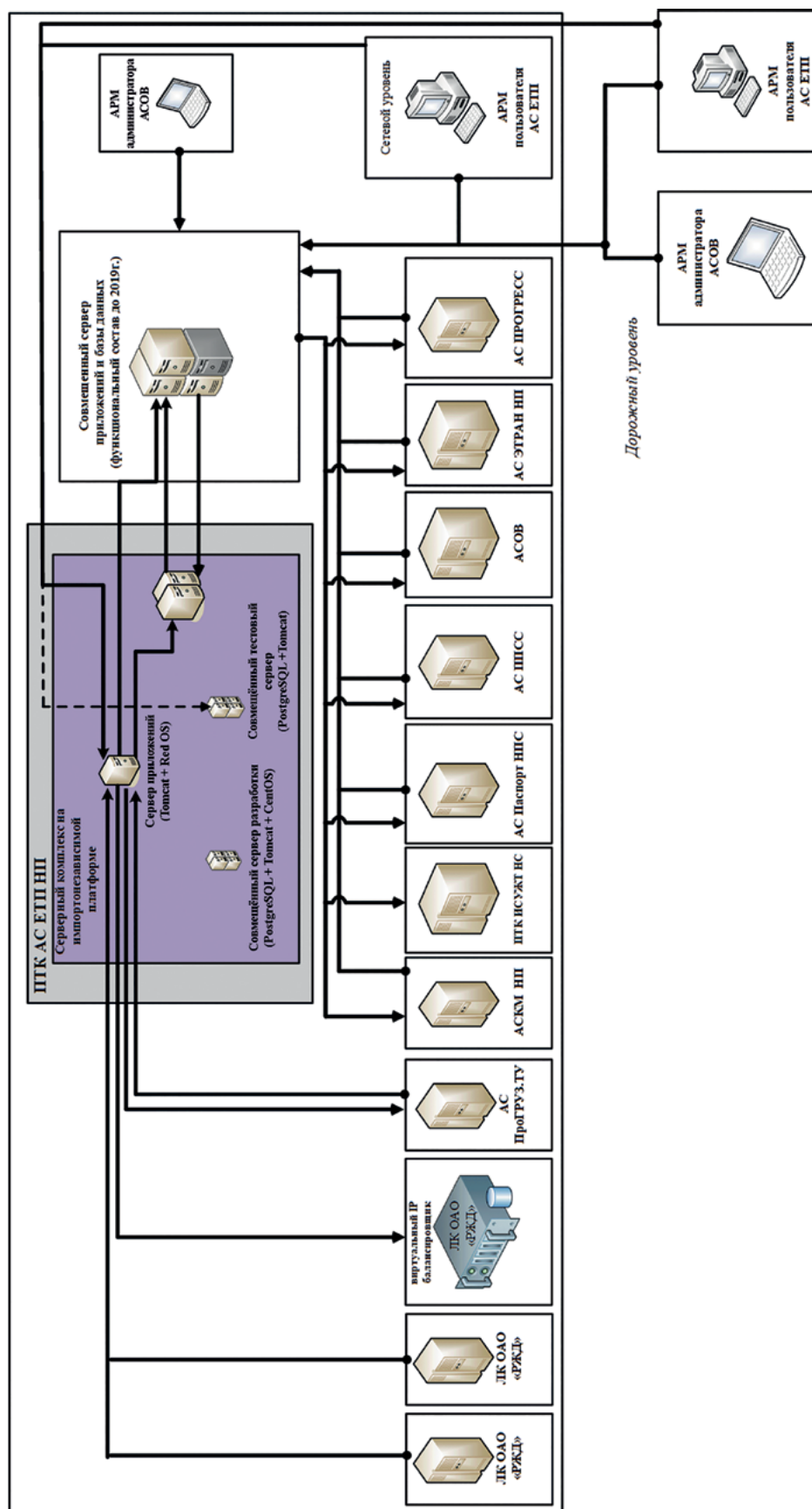
вочной информации) — взаимодействие через АС ПРОГРЕСС;

- АС ЭТРАН НП (автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов Новая платформа);
- АСОВ (программное обеспечение технологии организации вагонопотоков);
- АСКМ НП (автоматизированная система оперативного контроля и анализа качества коммерческой работы и безопасности грузовых перевозок Нового поколения);
- АС ПРОГРЕСС (имитационная ресурсная модель использования инфраструктуры ОАО «РЖД»);
- АС Паспорт НПС (автоматизированная система «Паспорт наличной пропускной способности железных дорог ОАО «РЖД»»);
- АС ППСС (автоматизированная система расчета пропускной и перерабатывающей способности станций);
- АС ТРА (ПТК ИСУЖТ НС) (автоматизированная система ведения техническо-распорядительных актов станций (Подсистема нормативного обеспечения планировщика работы железнодорожных станций для ПТК ИСУЖТ сетевого уровня));
- АС ПроГруз.ТУ (система автоматизированной разработки прогноза грузовых потоков по участкам и направлениям железнодорожной сети ОАО «РЖД» в части создания модуля учета данных для проектов примыкания).

В рамках работы системы администрирования осуществляется отправка сообщений через электронный почтовый сервер ОАО «РЖД».

### Функциональный состав, алгоритмы и интерфейсные решения

Логика функционирования системы и порядок взаимодействия пользователей построены в соответствии с действующими правилами [15]. В условиях взаимодействия с клиентом в циф-



**Рис. 1.** Схема информационных потоков и архитектура системы с учетом уровней иерархии, степени централизации самой системы, смежных систем и пользователей

ровом режиме заявки поступают в подсистему АС ЕТП НП.ТУ из системы «Личный кабинет клиента в сфере грузовых перевозок». Реализован функционал входного контроля обращения, позволяющий принимать их для дальнейшего рассмотрения или уведомлять клиентов о необходимости внесения в них соответствующих корректировок по типовым сценариям интерактивного взаимодействия.

Поскольку правилами [15] предусмотрена возможность поступления обращения в бумажном виде, для специалистов Центра фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) в программном обеспечении предусмотрена возможность создания обращения с возможностью загрузки необходимых файлов.

Главной составляющей системы является единая база данных, в которой хранится вся информация о поступивших в ОАО «РЖД» обращениях о развитии примыканий, их типах и статусе рассмотрения. В единую базу данных загружаются обращения, прошедшие входной контроль.

В единую базу данных также внесены действующие на текущий момент технические условия в соответствии с ранее действовавшими правилами.

Для удобства работы в единой базе данных реализована гибкая система фильтров для возможности отображения заявок в разрезе по полигону, станции, заявителю, типу обращения и статусу рассмотрения. В зависимости от выбранных значений фильтров изменяются показатели перспективного грузооборота и статистики по выданным исходным данным и заключенным договорам технологического присоединения.

Одним из основных элементов системы, наряду с единой базой данных, является жизненный цикл обращений. Его назначение — хранение и отображение всей хронологии рассмотрения конкретного обращения, включая как результаты рассмотрения причастными подразделени-

ями ОАО «РЖД», рабочей группой и правлением ОАО «РЖД», так и договоров на выдачу исходных данных, решений о согласовании проектной документации и заключения договоров технологического присоединения.

Выдача по каждому обращению справок унифицированной формы, ведение жизненного цикла и единой базы данных обеспечивается функционалом личных кабинетов подразделений, участвующих в бизнес-процессе работы с обращениями, с уникальными наборами функций, соответствующими сферам ответственности подразделений в соответствии с правилами [15].

Например, в личном кабинете главного инженера железной дороги (НГ) реализован функционал прикрепления проекта исходных данных со схемой станции примыкания с необходимыми мероприятиями, согласования поступающей проектно-сметной документации и прикрепления проекта договора на примыкание. В личном кабинете центральной дирекции управления движением, в свою очередь, реализован функционал рассмотрения, согласования или отклонения материалов, разработанных в личном кабинете НГ.

Личный кабинет АО «ИЭРТ» обладает функционалом для отображения основных параметров заключений о соответствии заявленных объемов и корреспонденций перевозок параметрам действующих на момент обращения заявителя стратегических документов развития ОАО «РЖД», учета их в комплексных инвестиционных проектах, проведения моделирования следования заявленных потоков с определением достаточности пропускных способностей, определения набора мероприятий по развитию инфраструктуры общего пользования.

Функционал личного кабинета департамента долгосрочной тарифной политики и стратегического развития обеспечивает оценку соответствия заявленных объемов перевозок действу-

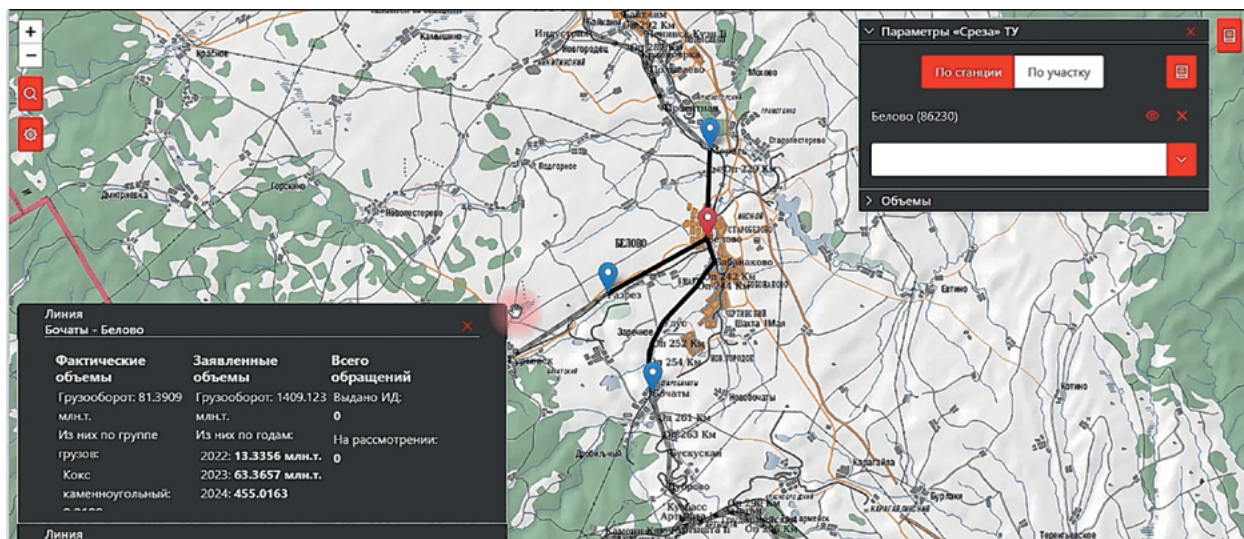


Рис. 2. Детализированная информация по участкам сети (данные условные)

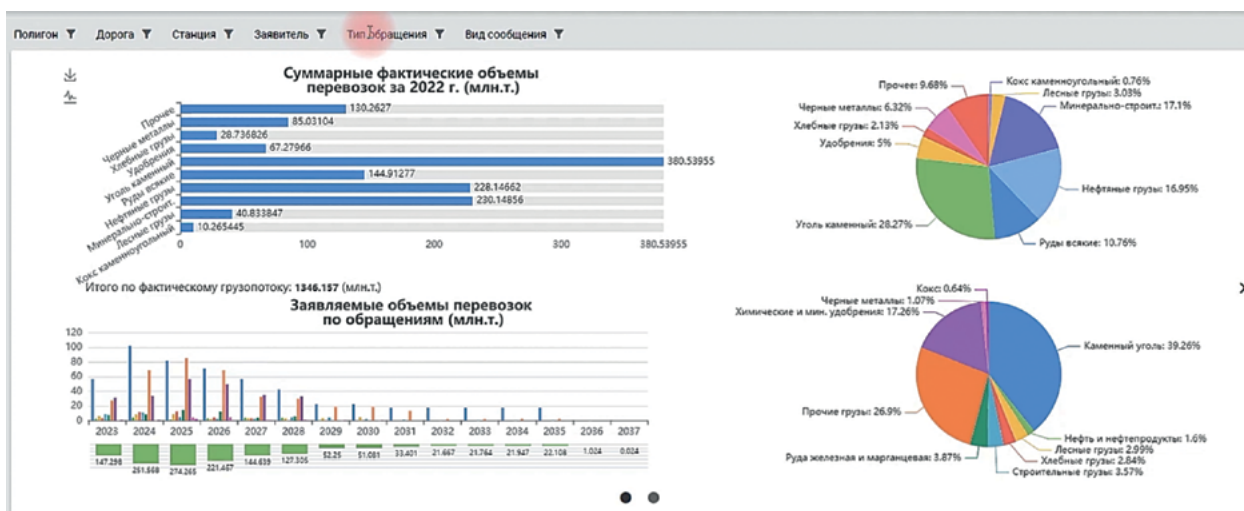


Рис. 3. Инфографика по структуре и объемам выполненных и заявляемых перевозок (данные условные)

ющим стратегическим документам развития отраслей промышленности.

Для личных кабинетов департамента инвестиций и инвестиционной службы железной дороги, помимо отображения основных параметров оценки предельного уровня инвестиций в инфраструктуру ОАО «РЖД», реализован расчет данных по тарифам и тарифному расстоянию заявляемых корреспонденций во взаимодействии с АС ЭТРАН.

Дополнительно в личных кабинетах департаментов предусмотрен функционал сравнения

фактических объемов перевозок грузов с заявляемыми по каждой корреспонденции клиента ОАО «РЖД».

За ЦФТО закреплены функции администратора процесса, позволяющие вести мониторинг хода рассмотрения обращений, вносить данные о результатах рассмотрения, изменять статусы рассмотрения с автоматизированным формированием соответствующих уведомлений клиента.

В числе интерфейсных решений АС ЕТП НП.ТУ развиваются:



– интерактивная карта, позволяющая анализировать заявляемые объемы перевозок по отдельным участкам, в сообщении отдельных дорог и полигонов, «срезы по участкам» для сравнения фактических и заявленных объемов перевозок по отдельным станциям или участкам (рис. 2), суммарные входящие и исходящие грузопотоки в сообщении между дорогами и полигонами сети ОАО «РЖД»;

– инфографика суммарных объемов перевозок с разложением на 10 основных родов грузов и заявляемых объемов перевозок в соответствии с обращениями (рис. 3).

Моделирование загрузки железнодорожной сети при увеличении и (или) перераспределении грузо-, вагоно- и поездопотоков предусматривает возможность прокладки корреспонденций в нескольких вариантах: по тарифному расстоянию, плану формирования грузовых поездов и плану маршрутизации (рис. 4), а также сравнение фактических и заявленных объемов перевозок. Синхронизация системы с АС Паспорт НПС [17–19] позволяет выявить уровни заполнения допустимых размеров движения грузовых поездов (рис. 5) и «узкие места» на маршруте следования корреспонденций в целом, а также на выделенных участках (рис. 6).

### Технология функционирования

Утвержденная Технология функционирования АС ЕТП НП.ТУ (автоматизированной системы единого технологического процесса необщего пользования. Технические условия определяют:

- уровни ответственности (сферы компетенций) соответствующих специалистов и руководителей;
- порядок взаимодействия участников;
- основные информационные потоки в процессе принятия решений.

При этом мониторинг объемов перевозок грузов позволяет отслеживать разницу между заявляемым объемом на основании корреспонденций, указанных в обращении клиентом ОАО «РЖД», и фактически исполненным объемом перевозок грузов по итогам предыдущего года.

### Заключение

Подсистема АС ЕТП НП.ТУ, обеспечивая достижение заявленных целей ее создания, реализует цифровое ведение бизнес-процесса от момента подачи заявки до ввода новой инфраструктуры в эксплуатацию и постинвестиционного мониторинга исполнения перевозок. При этом достигается прозрачность рассмотрения обращений, улучшается взаимодействие причастных подразделений и повышается качество управленческих решений.

Практика инвестиционной и эксплуатационной деятельности холдинга «РЖД» подтвердила правильность разработки и внедрения АС ЕТП НП.ТУ не как отдельной АСУ, а в составе программного комплекса АС ЕТП. Дело в том, что обращения заявителей поступают несинхронно, сроки и объемы ввода объектов в эксплуатацию могут изменяться в ходе выполнения принятых решений. Разные обращения требуют обеспечения доступа к одним и тем же ресурсам станционной и перегонной инфраструктуры, тягово-энергетических ресурсов в поездной и маневровой работе. Различная динамика грузопотоков вносит изменения в схемы обращения и регулирования грузовых вагонных парков.

Поэтому совместное развитие и применение методического обеспечения и рассматриваемых программных средств на основе идеологии ЕКТП в дальнейшем обеспечит своевременное принятие решений о перераспределении перевозочной мощности в случае нереализации ранее согласованных объемов перевозок, высокую результативность инвестиционных мероприятий и устойчивость транспортного обслуживания.



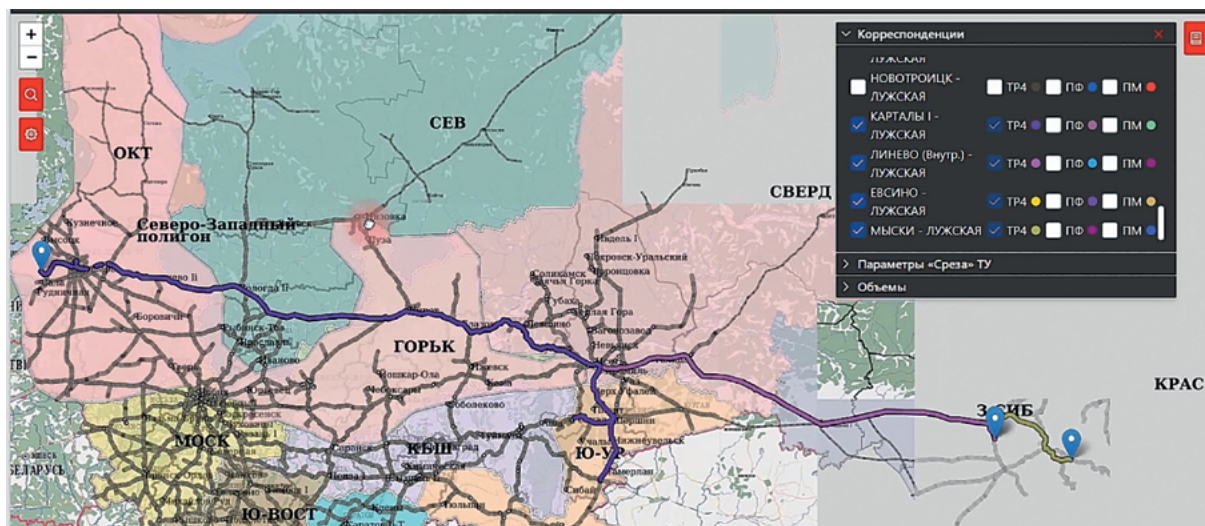


Рис. 4. Пути следования корреспонденций (представлены экспериментальные данные)

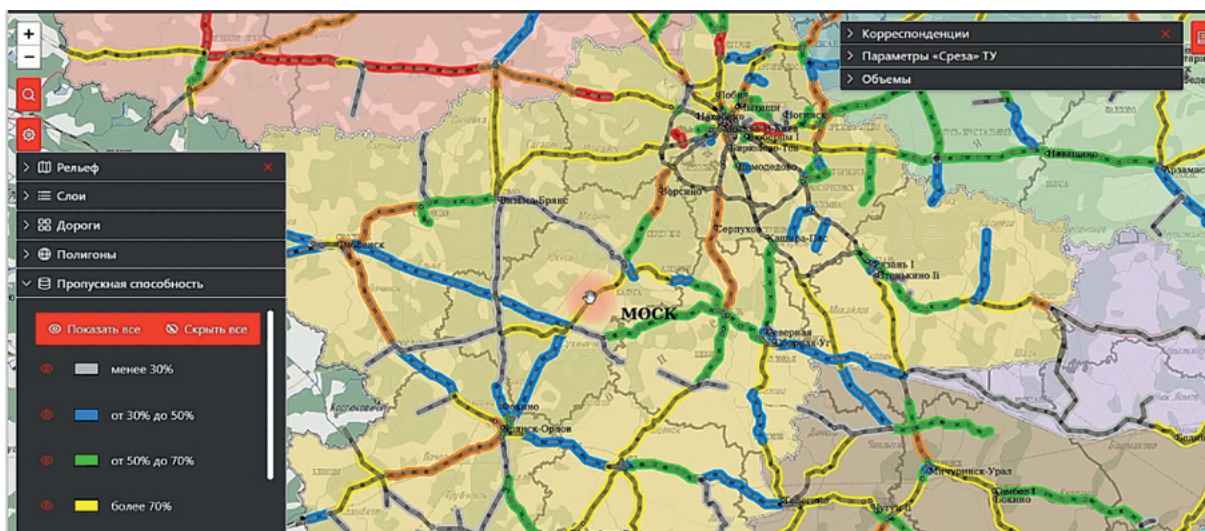


Рис. 5. Загрузка участков сети (представлены экспериментальные данные)

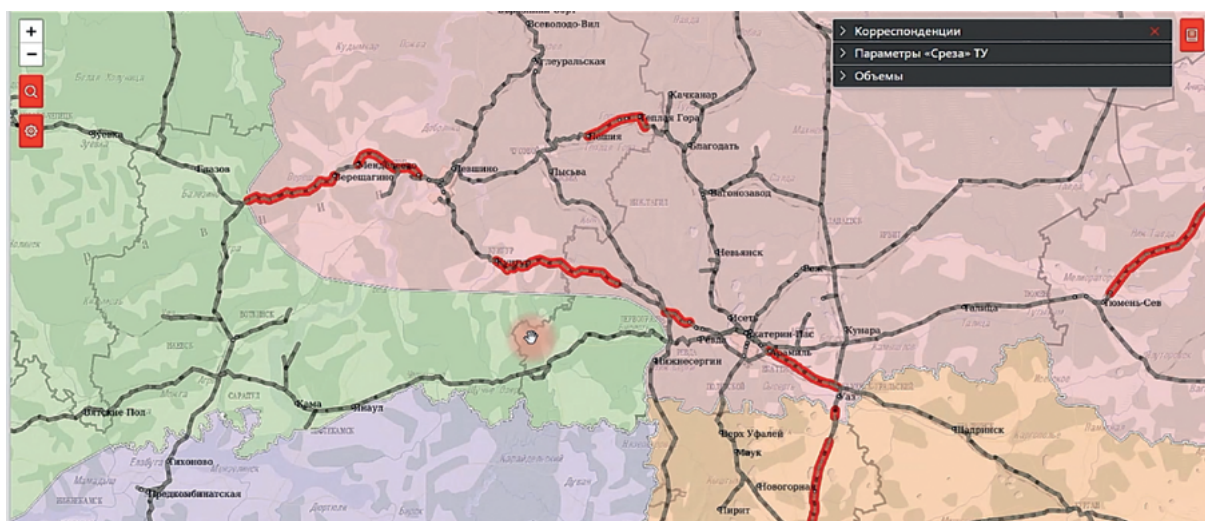


Рис. 6. «Узкие места» железнодорожной сети (представлены экспериментальные данные)

**Список источников**

1. Черняев А. Г. Повышение эффективности работы припортовой железнодорожной станции / А. Г. Черняев, О. И. Колобов, Е. А. Чеботарева // Железнодорожный транспорт. — 2025. — № 5. — С. 18–23.
2. Чеботарева Е. А. Системный подход к исследованию сложных объектов (на примере припортовых транспортно-технологических систем) / Е. А. Чеботарева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2024. — № 1(93). — С. 113–121.
3. Числов О. Н. Генетический компоновочный алгоритм размещения объектов транспортного узла: постановка задачи, формирование и использование массивов данных, методика решения / О. Н. Числов, Е. Е. Мизгирева, Н. М. Луганченко // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2025. — Т. 22. — № 1. — С. 32–46.
4. Числов О. Н. Принципы формирования комплексного критерия оценки структуры транспортного узла / О. Н. Числов, Е. Е. Мизгирева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2024. — № 1(93). — С. 122–131.
5. Числов О. Н. Развитие методов моделирования в выборе рациональных параметров распределения вагонопотоков припортовых транспортных систем / О. Н. Числов, М. В. Колесников, В. М. Задорожний, М. В. Бакалов и др. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2021. — № 2(82). — С. 168–179.
6. Рыбин П. К. Особенности развития припортовых железнодорожных узлов: оптимизация инфраструктурных решений и технология взаимодействия видов транспорта / П. К. Рыбин, М. В. Четчуев // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». — 2022. — № 7. — С. 68–71.
7. Панин В. В. Задачи и методы компромиссного управления в организации перевозочного процесса / В. В. Панин // В сборнике: Кочневские чтения — 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог. Труды II-й Международной научно-практической конференции. — М., 2023. — С. 56–66.
8. Бородин А. Ф. Проблемы комплексного развития железнодорожной инфраструктуры в припортовых транспортных узлах / А. Ф. Бородин // Транспорт Российской Федерации. — 2017. — № 4(71). — С. 45–50.
9. Петров А. С. К вопросу концентрации и дублирования однородных операций в припортовых транспортных узлах / А. С. Петров // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». — 2022. — № 7. — С. 94–97.
10. Рыбин П. К. О взаимодействии АО «ИЭРТ» и ПГУПС при разработке Единого комплексного технологического процесса Усть-Лужского транспортного узла / П. К. Рыбин, М. В. Четчуев, А. Ю. Голубева // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». — 2023. — № 8-1. — С. 78–87.
11. Краснощек А. А. Единый комплексный технологический процесс (ЕКТП) — современная основа взаимодействия транспортных систем в рыночных условиях / А. А. Краснощек, П. К. Рыбин, В. В. Панин, М. В. Четчуев // Интеллектуальные системы на транспорте: материалы IV международной научно-практической конференции. — 2014. — С. 6–23.
12. Бородин А. Ф. Взаимодействие и развитие железнодорожных узлов Центра и Северо-Запада сети ОАО «РЖД» / А. Ф. Бородин // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». — 2023. — № 8-1. — С. 44–61.
13. Петров А. С. Методы обоснования использования и развития железнодорожной инфраструктуры и перевозочных ресурсов припортовых транспортных узлов и подходов к ним с учетом логистического взаимодействия транспортных предприятий / А. С. Петров // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». — 2020. — № 5. — С. 80–89.
14. Бородин А. Ф. Методы гибридной технологии имитационного моделирования при выборе вариантов реконструктивных мероприятий по развитию железнодорожных направлений и крупных узлов / А. Ф. Бородин, А. А. Кравченко, К. Ю. Николаев, А. С. Петров и др.; под общ. ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021): труды Четырнадцатой международной конференции. — М., 2021. — С. 963–971.

15. Об утверждении Правил рассмотрения обращений юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, владеющих на праве собственности или на ином праве железнодорожными путями необщего пользования, о примыкании строящихся, реконструируемых, восстановленных железнодорожных путей необщего пользования к инфраструктуре ОАО «РЖД» или о развитии существующих примыканий (в ред. № 480/р от 28 февраля 2025 г.) — Распоряжение ОАО «РЖД» от 03.10.2022 № 2542/р. — URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=2022> (дата обращения: 01.08.2025).

16. Бородин А. Ф. Программное обеспечение ведения технологии взаимодействия железнодорожных путей необщего пользования и станций примыкания (АС ЕТП) / А. Ф. Бородин, В. В. Панин, К. А. Капунов, Е. В. Панин и др. // Железнодорожный транспорт. — 2019. — № 4. — С. 11–18.

17. Соколов А. Ю. Автоматизированная система расчета наличной пропускной способности железных дорог / А. Ю. Соколов, С. Ю. Кириллова, Е. В. Панин // Железнодорожный транспорт. — 2017. — № 10. — С. 42–45.

18. Соколов А. Ю. Автоматизированные системы «Паспорт НПС» и АС ТУ / А. Ю. Соколов, С. Ю. Кириллова, Е. В. Панин, М. В. Тарар // Автоматика, связь, информатика. — 2020. — № 2. — С. 12–14.

19. Панин В. В. Развитие и применение автоматизированной системы «Паспорт наличной пропускной способности железных дорог ОАО «РЖД» / В. В. Панин, А. Ю. Соколов, С. Ю. Кириллова // Бюллетень ученого совета АО «ИЭРТ». — 2018. — № 3. — С. 61–65.

Дата поступления: 27.08.2025

Решение о публикации: 25.09.2025

#### Контактная информация:

ПАНИН Виталий Владимирович — канд. техн. наук;  
iedt@iedt.ru

ГРЕКОВ Сергей Сергеевич — iedt@iedt.ru

ГОРБУНОВ Георгий Глебович — iedt@iedt.ru

ПАНИН Евгений Владимирович — iedt@iedt.ru

ЛЫСОВ Глеб Викторович — iedt@iedt.ru

БОРОДИН Андрей Федорович — д-р техн. наук, проф.;  
borodinaf@mail.ru

## Coordinated Development of Non-Public and Public Railway Infrastructures: Technology, Economics and Digital Tools

V. V. Panin<sup>1,2</sup>, S. S. Grekov<sup>1</sup>, G. G. Gorbunov<sup>1</sup>, E. V. Panin<sup>1</sup>, G. V. Lysov<sup>1</sup>, A. F. Borodin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>JSC “Institute of Economics and Development of Transport”, 24, Novoryazanskaya str., Moscow, 105066, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian University of Transport (MIIT), 9, bld. 9, Obraztsova str., Moscow, 127994, GSP-4, Russian Federation

**For citation:** Panin V. V., Grekov S. S., Gorbunov G. G., Panin E. V., Lysov G. V., Borodin A.F. Coordinated Development of Non-Public and Public Railway Infrastructures: Technology, Economics and Digital Tools // *Proceedings of Petersburg State Transport University*, 2025, vol. 22, iss. 3, pp. 698–711. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2025-3-698-711

### Summary

**Purpose:** The paper investigates the issue of coordinating the development of interacting transport infrastructures and their operating technologies, as well as the associated planning and management. This takes into account the re-engineering of business processes for implementing non-public railway junctions within the JSC “Russian Railways” infrastructure, from the moment a client makes a request to the commissioning of new infrastructure, as well as post-investment monitoring of transportation performance.

**Methods:** Structural and functional analysis, simulation modelling theory of a unified technological process in transport, experimental technical and working design of software and databases. **Results:** The functional composition, algorithms and interface solutions of the automated subsystem of the “Unified Database of Requests for the Development of Existing or Construction of New Non-Public Railway Junctions and Their Implementation into the Infrastructure of JSC “Russian Railways” (AS ETP NP.TU)” have been investigated and designed. Taking into account the hierarchy levels, the degree of centralisation of the system itself, related systems and users, the scheme of information flows and the architecture of the system have been created. They are based on the integrated interaction of automated systems operating within Russian Railways. Levelling the consequences of desynchronisation between reconstruction and technological measures and the imbalance of their parameters eliminates difficulties in promoting traffic flows and growth in operating costs. It also prevents the loss of the cargo base and the excess capacity of individual elements of transport and logistics systems.

**Practical significance:** A unified information space has been organised for all participants in the process of reviewing applications to connect railway tracks under construction, reconstruction or restoration that are not in public use to the Russian Railways infrastructure, or to develop existing junctions, using unified data. This will ensure transparency in the consideration of applications, improve interaction between the relevant departments, and enhance the quality of management decisions.

**Keywords:** Non-public railway junctions, business process, functional composition, unified database, reconstructive and technological measures, interaction of departments.

## References

1. Chernyaev A. G., Kolobov O. I., Chebotareva E. A. Povyshenie effektivnosti raboty priportovoy zheleznodorozhnoy stantsii [Increasing the efficiency of port railway station operations]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway Transport]. 2025, Iss. 5, pp. 18–23. (In Russian)
2. Chebotareva E. A. Sistemnyy podkhod k issledovaniyu slozhnykh ob’ektov (na primere priportovykh transportno-tekhnologicheskikh sistem) [System approach to researching complex objects (on the example of port transport-technological systems)]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Bulletin of Rostov State Transport University]. 2024, Iss. 1(93), pp. 113–121. (In Russian)
3. Chislov O. N., Mizgireva E. E., Luganchenko N. M. Geneticheskiy komponovochnyy algoritm razmeshcheniya ob’ektov transportnogo uzla: postanovka zadachi, formirovaniye i ispol’zovaniye massivov dannykh, metodika resheniya [Genetic layout algorithm for placing transport hub objects: problem statement, data arrays formation and usage, solution methodology]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya* [Proceedings of Petersburg Transport University]. 2025, vol. 22, Iss. 1, pp. 32–46. (In Russian)
4. Chislov O. N., Mizgireva E. E. Printsipy formirovaniya kompleksnogo kriteriya otsenki struktury transportnogo uzla [Principles of forming a comprehensive criterion for assessing the transport hub structure]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Bulletin of Rostov State Transport University]. 2024, Iss. 1(93), pp. 122–131. (In Russian)
5. Chislov O. N., Kolesnikov M. V., Zadorozhnyy V. M., Bakalov M. V. et al. Razvitiye metodov modelirovaniya v vybore ratsional’nykh parametrov raspredeleniya vagonopotochkov priportovykh transportnykh sistem [Development of modeling methods in selecting rational parameters for distributing port transport system car flows]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Bulletin of Rostov State Transport University]. 2021, Iss. 2(82), pp. 168–179. (In Russian)
6. Rybin P. K., Chetchuev M. V. Osobennosti razvitiya priportovykh zheleznodorozhnykh uzlov: optimizatsiya infrastrukturykh resheniy i tekhnologiya vzaimodeystviya vidov transporta [Features of port railway hubs development: infrastructure solutions optimization and transport interaction technology]. *Byulleten’ uchenogo soveta AO “IERT”* [Bulletin of the Scientific Council of JSC “IERT”]. 2022, Iss. 7, pp. 68–71. (In Russian)

7. Panin V. V. Zadachi i metody kompromissnogo upravleniya v organizatsii perevoznogo protsessa [Tasks and methods of compromise management in transportation process organization]. *Kochnevskie chteniya — 2023: sovremennaya teoriya i praktika ekspluatatsionnoy raboty zheleznykh dorog. Trudy II-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Kochnev Readings — 2023: modern theory and practice of railway operations. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference]. Moscow, 2023, pp. 56–66. (In Russian)
8. Borodin A. F. Problemy kompleksnogo razvitiya zheleznodorozhnoy infrastruktury v priportovykh transportnykh uzлах [Problems of integrated development of railway infrastructure in port transport hubs]. *Transport Rossiyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2017, Iss. 4(71), pp. 45–50. (In Russian)
9. Petrov A. S. K voprosu kontsentratsii i dublirovaniya odnorodnykh operatsiy v priportovykh transportnykh uzлах [On the issue of concentration and duplication of homogeneous operations in port transport hubs]. *Byulleten' uchenogo soveta AO "IERT"* [Bulletin of the Scientific Council of JSC "IERT"]. 2022, Iss. 7, pp. 94–97. (In Russian)
10. Rybin P. K., Chetchuev M. V., Golubeva A. Yu. O vzaimodeystvii AO «IERT» i PGUPS pri razrabotke Edinogo kompleksnogo tekhnologicheskogo protsessa Ust'-Luzhskogo transportnogo uzla [On the interaction between JSC "IERT" and PGUPS in developing the Unified Complex Technological Process of the Ust-Luzhsky transport hub]. *Byulleten' uchenogo soveta AO "IERT"* [Bulletin of the Scientific Council of JSC "IERT"]. 2023, Iss. 8-1, pp. 78–87. (In Russian)
11. Krasnoshchek A. A., Rybin P. K., Panin V. V., Chetchuev M. V. Edinyy kompleksnyy tekhnologicheskyy protsess (EFTP) — sovremennaya osnova vzaimodeystviya transportnykh sistem v rynochnykh usloviyakh [Unified Complex Technological Process (UCTP) — modern basis for interaction of transport systems in market conditions]. *Intellectual'nye sistemy na transporte: materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intellectual Systems in Transport: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference]. 2014, pp. 6–23. (In Russian)
12. Borodin A. F. Vzaimodeystvie i razvitie zheleznodorozhnykh uzlov Tsentra i Severo-Zapada seti OAO "RZhD" [Interaction and development of railway hubs in the Center and North-West of JSC "RZD" network]. *Byulleten' uchenogo soveta AO "IERT"* [Bulletin of the Scientific Council of JSC "IERT"]. 2023, Iss. 8-1, pp. 44–61. (In Russian)
13. Petrov A. S. Metody obosnovaniya ispol'zovaniya i razvitiya zheleznodorozhnoy infrastruktury i perevoznovykh resursov priportovykh transportnykh uzlov i podkhodov k nim s uchetom logisticheskogo vzaimodeystviya transportnykh predpriyatiy [Methods for substantiating the use and development of railway infrastructure and transportation resources of port transport hubs and approaches to them, taking into account the logistic interaction of transport enterprises]. *Byulleten' uchenogo soveta AO "IERT"* [Bulletin of the Scientific Council of JSC "IERT"]. 2020, Iss. 5, pp. 80–89. (In Russian)
14. Borodin A. F., Kravchenko A. A., Nikolaev K. Yu., Petrov A. S. et al. Metody gibridnoy tekhnologii imitatsionnogo modelirovaniya pri vybore variantov rekonstruktivnykh meropriyatiy po razvitiyu zheleznodorozhnykh napravleniy i krupnykh uzlov; pod obshch. red. S. N. Vasil'eva, A. D. Tsvirkuna [Methods of hybrid technology of simulation modeling in selecting options for reconstruction measures for the development of railway directions and large hubs; ed. by S. N. Vasil'ev, A. D. Tsvirkun]. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD'2021): trudy Chetyrnadtsatoy mezhdunarodnoy konferentsii* [Management of Large-Scale Systems Development (MLSD'2021): Proceedings of the Fourteenth International Conference]. Moscow, 2021, pp. 963–971. (In Russian)
15. Ob utverzhdenii Pravil rassmotreniya obrashcheniy yuridicheskikh lits ili individual'nykh predprinimateley, vladayushchikh na prave sobstvennosti ili na inom prave zheleznodorozhnymi putyami neobshchego pol'zovaniya, o primykaniy stroyashchikhsya, rekonstruiuemyykh, vosstanovlennyykh zheleznodorozhnykh putey neobshchego pol'zovaniya k infrastrukture OAO "RZhD" ili o razvitiy sushchestvuyushchikh primykaniy (v red. № 480/r ot 28

fevralya 2025 g.) [On approval of the Rules for considering applications of legal entities or individual entrepreneurs owning railway tracks of non-public use, regarding the connection of constructed, reconstructed, restored railway tracks of non-public use to the infrastructure of JSC “RZD” or the development of existing connections (as amended by No. 480/r dated February 28, 2025)]. *Rasporyazhenie OAO “RZhD” ot 03.10.2022 № 2542/r* [Order of JSC “RZD” dated October 3, 2022 № 2542/r]. Available at: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=2022> (accessed: August 1, 2025). (In Russian)

16. Borodin A. F., Panin V. V., Kapunov K. A., Panin E. V. et al. Programmnoe obespechenie vedeniya tekhnologii vzaimodeystviya zheleznodorozhnykh putey neobshchego pol'zovaniya i stantsiy primykaniya (AS ETP) [Software for maintaining the technology of interaction between non-public railway tracks and adjacent stations (AS ETP)]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway Transport]. 2019, Iss. 4, pp. 11–18. (In Russian)

17. Sokolov A. Yu., Kirillova S. Yu., Panin E. V. Avtomatizirovannaya sistema rascheta nalichnoy propusknoy sposobnosti zheleznikh dorog [Automated system for calculating the available capacity of railways]. *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway Transport]. 2017, Iss. 10, pp. 42–45. (In Russian)

18. Sokolov A. Yu., Kirillova S. Yu., Panin E. V., Tarar M. V. Avtomatizirovannye sistemy “Pasport NPS” i AS TU [Automated systems “NPS Passport” and AS TU]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, Communication, Informatics]. 2020, Iss. 2, pp. 12–14. (In Russian)

19. Panin V. V., Sokolov A. Yu., Kirillova S. Yu. Razvitie i primeneniye avtomatizirovannoy sistemy “Pasport nalichnoy propusknoy sposobnosti zheleznikh dorog OAO “RZhD” [Development and application of the automated system “Passport of the available capacity of railways of JSC “RZD”]. *Byulleten' uchenogo soveta AO “IERT”* [Bulletin of the Scientific Council of JSC “IERT”]. 2018, Iss. 3, pp. 61–65. (In Russian)

Received: August 27, 2025

Accepted: September 25, 2025

#### Author's information:

Vitaly V. PANIN — PhD in Engineering; [iedt@iedt.ru](mailto:iedt@iedt.ru)

Sergey S. GREKOV — [iedt@iedt.ru](mailto:iedt@iedt.ru)

Georgy G. GORBUNOV — [iedt@iedt.ru](mailto:iedt@iedt.ru)

Evgeny V. PANIN — [iedt@iedt.ru](mailto:iedt@iedt.ru)

Gleb V. LYSOV — [iedt@iedt.ru](mailto:iedt@iedt.ru)

Andrey F. BORODIN — Dr. Sci. in Engineering, Professor; [borodinaf@mail.ru](mailto:borodinaf@mail.ru)