

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Объект авторского права  
УДК 656.212.5: 625.1

**ПОТЫЛКИН**  
**Евгений Николаевич**

**УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ  
СТАНЦИЙ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАГОННОГО ПАРКА РАЗЛИЧНЫХ  
СОБСТВЕННИКОВ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок

Гомель, 2025

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта»

Научный руководитель **Еловой Иван Александрович**,  
доктор экономических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Управление  
грузовой и коммерческой работой»  
учреждения образования «Белорусский  
государственный университет транспорта»

Официальные оппоненты: **Пазойский Юрий Ошарович**,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Железнодорожные  
станции и транспортные узлы»  
федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский  
университет транспорта»  
(ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ))

**Пильгун Татьяна Владимировна**,  
кандидат технических наук, доцент, доцент  
кафедры «Экономика и логистика»  
Белорусского национального технического  
университета

Оппонирующая организация **государственное объединение  
«Белорусская железная дорога»**

Защита состоится **«30» апреля 2025 г.** в 10.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 08.01.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта» по адресу: 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34, ауд. 248, тел. (80232) 31-92-69, факс (80232) 20-22-35, e-mail: natalia.kekish@gmail.com.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

Автореферат разослан **«19» марта 2025 года.**

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат технических наук, доцент



Н.А. Кекиш

## ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт выполняет ключевую роль в перевозке продукции различных отраслей народного хозяйства и включает в свой состав комплекс технических средств общего и необщего пользования. Пути необщего пользования размещаются в начально-конечных пунктах в местах нахождения производителей и потребителей. За предшествующие десятилетия в ряде стран постсоветского пространства произошло реформирование железнодорожного транспорта, что привело к изменению структуры вагонного парка, породило ряд проблем и особенностей эксплуатации подвижного состава:

– увеличилась в общем количестве перевозочных средств доля собственных вагонов промышленных и других предприятий, компаний-операторов, арендованных, которые в нормативных документах Республики Беларусь названы вагонами грузоотправителей (грузополучателей). В то же время на Белорусской железной дороге эксплуатируются вагоны и инвентарного парка. Подвижной состав грузоотправителей (грузополучателей) и Белорусской железной дороги в сумме формируют парк вагонов различных собственников, что существенно усложняет перевозочный процесс;

– прирост в течение последних десятилетий в Республике Беларусь числа вагонов грузоотправителей (грузополучателей) составил более чем 10 тыс. единиц подвижного состава, при практически неизменной длине железнодорожных путей необщего пользования (2,97 тыс. км), что привело к увеличению дополнительной маневровой работы за счет недостаточного путевого развития и необходимости разделения вагонов инвентарного парка и подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей);

– децентрализация регулирования порожнего вагонного парка грузоотправителей (грузополучателей) привела к повышению неравномерности вагонопотоков и увеличению продолжительности нахождения подвижного состава на путях необщего пользования до 48-72 ч по сравнению с простым вагоном инвентарного парка, который составляет 16-22 ч.

Наличие вышеперечисленных проблем и условий работы с вагонами различных форм собственности требуют научного обоснования и решения ряда задач, связанных с управлением перевозочным процессом, включая: планирование потребности в вагонах в зависимости от спроса на перевозимую продукцию; организацию взаимодействия железнодорожных станций с путями необщего пользования и между объектами внутри последних, где под взаимодействием понимается участие необходимых структурных подразделений в соответствующих функциональных моделях; мотивацию к установлению равновыгодных условий для различных собственников вагонов и определение соответствующих параметров, в том числе их контроль, для достижения поставленных целей.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами), темами.** Выполненное исследование соответствует пункту 4 «Информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства» перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 №156, Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021 – 2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.03.2021 г. №165, и Стратегии инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года, утвержденной приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25.02.2015 г. №57-Ц.

Исследования по тематике диссертации проводились в рамках следующих НИР: № ГР 20112552, 2011 г.; № ГР 20163718, 2016 г.; № ГР 20164641, 2016 г.; № ГР 20181978, 2018 г.; № ГР 20201004, 2020-2023 гг. Автор принимал участие в проекте Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № ГР 20221311, 2022-2024 гг.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является повышение эффективности управления взаимодействием железнодорожных станций и путей необщего пользования в условиях наличия вагонов различных собственников.

Цель обусловила постановку и системное решение следующих задач:

а) формирование функциональных моделей взаимодействия и движения вагонопотоков различных собственников на железнодорожных путях общего и необщего пользования с целью выделения базовых схем и установления мест для размещения порожних вагонов грузоотправителей (грузополучателей);

б) разработка методики расчета технологических параметров процесса подачи-уборки вагонов на железнодорожные пути необщего пользования и внутри последних на основе систематизации существующих и формирования обобщенных функциональных зависимостей;

в) разработка методики расчета вместимости путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) в условиях децентрализации их регулирования из-под выгрузки под погрузку;

г) разработка методики определения параметров для оценки результативности функционирования грузовых комплексов путей необщего пользования в условиях эксплуатации вагонов грузоотправителей (грузополучателей) и расчета расстояний до мест их временного размещения.

**Объектом исследования** является технология взаимодействия железнодорожных станций и путей необщего пользования в условиях использования вагонов различных собственников, а **предметом** – определение эффективных технических и технологических параметров,

характеризующих внутренние и внешние взаимосвязи элементов железнодорожного пути необщего пользования.

**Научная новизна.** Наиболее значимыми положениями диссертации, содержащими научную новизну, являются:

1 Функциональные модели взаимодействия и движения вагонопотоков различных собственников, каждая из которых, по сравнению с существующими решениями, отображает индивидуальные особенности моделируемых объектов и случайную составляющую в спросе на перевозочные средства, что позволило учитывать как условия реальной действительности, так и принцип системности при решении поставленных задач.

2 Методика определения параметров процессов подачи-уборки вагонов между исследуемыми объектами функциональных моделей, отличительной особенностью которой является учет индивидуальных характеристик исследуемых объектов и вагонопотоков на путях необщего пользования, что позволило получить функциональные зависимости продолжительности выполнения маневровых операций и рассчитать количество вагонов в конкретной подаче-уборке, а также значения других параметров.

3 Методика определения вместимости железнодорожных путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), отличия которой состоят в установлении недетерминированных характеристик параметров, оказывающих существенное влияние на рассматриваемое путевое развитие, что позволило в дальнейшем разработать эффективные режимы взаимодействия грузовых комплексов с путями временного размещения подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей).

4 Методика оценки результативности функционирования грузовых комплексов путей необщего пользования в условиях наличия подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей), которая в отличие от существующих методов основывается на системном подходе и увязывает в единое целое цикл погрузки вагонов на грузовом фронте с продолжительностью подачи-уборки порожних вагонов с путей их временного размещения, позволяя сократить потребность в складских площадях и количество грузовых операций.

**Положения, выносимые на защиту:**

1) функциональные модели взаимодействия и движения вагонопотоков различных собственников, реализующие реальные технологии временного размещения подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей) с отражением потребности конкретных грузовых комплексов в таких вагонах;

2) закономерности, определяющие изменения параметров процесса подачи-уборки вагонов на железнодорожные пути необщего пользования и внутри последних, учитывающие структуру потока грузовых перевозочных средств по принадлежности и изменения в нормативной базе, которая основывается на числе вагонов в конкретной подаче;

3) методика расчета потребной вместимости путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), учитывающая структуру вагонотока, технологические особенности регулирования следования данного подвижного состава из-под выгрузки под погрузку, включая организацию его отстоя, имеющие погрешность, не превышающую 10 %;

4) методика оценки результативности функционирования грузовых комплексов путей необщего пользования в условиях использования вагонов различных форм собственности, базирующаяся на их использовании для компенсации неравномерности входящего потока и продолжительности его обслуживания, обеспечивая сокращение площади стационарных складов до 15 %, увеличение коэффициента выполнения грузовых операций по прямому варианту «производство – вагон» до 20 %.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Основные результаты диссертационной работы и положения, выносимые на защиту, получены автором самостоятельно. В публикациях в соавторстве вклад соискателя определяется рамками излагаемых в диссертации результатов. Научным руководителем осуществлялось общее руководство работой, а также выбор направления исследования.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях: «Актуальные вопросы транспорта и управления перевозочным процессом» (г. Гомель, 2015); «Металл-2017» (г. Жлобин, 2017), «Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов» (г. Гомель, 2018), «Логистический аудит транспорта и цепей поставок» (г. Тюмень, 2018, 2020), «Проблемы безопасности на транспорте» (г. Гомель, 2019, 2020, 2021, 2022), «Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и оперативного управления» (г. Ростов-на-Дону, 2022), «Инженерное и экономическое обеспечение деятельности транспорта и машиностроения» (г. Гродно, 2023), «Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов» (г. Гомель, 2023).

**Опубликованность результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 42 научные работы, в том числе: 1 монография (объемом 12,6 авторских листа); 19 работ (из них 5 – за рубежом, 7 – без соавторов) в рецензируемых научных изданиях (объемом 4,1 авторских листа); 1 работа в сборниках научных трудов; 21 работа в материалах научных конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 200 страницах, из которых объем, занимаемый 32 рисунками, 10 таблицами и 14 приложениями, составляет 85 страниц. Библиографический список содержит 151 наименование, включая 42 публикации соискателя, и занимает 15 страниц.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

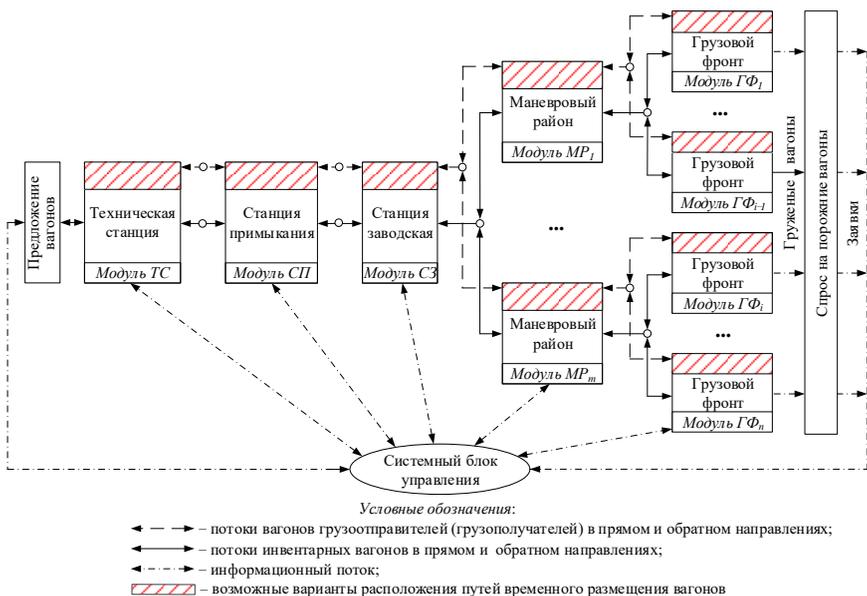
В первой главе «Современное состояние проблемы и анализ зарубежного опыта развития вагонного парка грузоотправителей (грузополучателей)» произведен анализ выполненных ранее и существующих в настоящее время теоретических исследований, решений и практических рекомендаций, связанных с управлением взаимодействием железнодорожных станций и путей необщего пользования. Последние имеют важнейшее значение в работе железнодорожного транспорта общего пользования, так как в Республике Беларусь за последние пять лет на путях необщего пользования выполнялось 85-89 % от общей погрузки и 64-68 % выгрузки.

Методологическую и теоретическую основу исследуемого взаимодействия составляют труды ученых: В. М. Акулиничева, П. П. Байкова, Р. В. Вернигоры, Е. Н. Гарлицкого, А. К. Головнича, А. Т. Дерибаса, И. А. Елового, О. С. Кирьяновой, Д. Н. Козаченко, В. Я. Негрея, Н. В. Правдина, В. В. Скоробогатько, А. А. Смехова, И. Б. Сотникова, А. В. Сугоровского, И. Г. Тихомирова, Г. А. Циркунова, В. П. Ярошевича и др. В то же время результаты исследований таких зарубежных авторов, как S. Baumhover, N. Boysen, M. Cichenski, C. Daganzo, V. Eusebio, F. Jaehn, H. Krampe, D. Ostrowski, W. Wilson и др., во многом ограничены к применению из-за различий в организации работы железнодорожного транспорта стран Европы, Америки и государств на постсоветском пространстве.

Обобщение теоретических исследований, зарубежного и отечественного опыта показало, что существует потребность в использовании системного научно-методического подхода к расчету параметров, характеризующих взаимодействие железнодорожных станций и путей необщего пользования для поддержки принятия соответствующих управленческих решений, где учитывается рост как парка вагонов грузоотправителей (грузополучателей), так и продолжительности их нахождения на путях временного размещения при практически неизменном состоянии инфраструктуры железнодорожного транспорта, а также индивидуальные особенности мест необщего пользования, включая грузовые комплексы. Под грузовым комплексом понимается совокупность зданий и сооружений для погрузки-выгрузки товарно-материальных ресурсов на грузовом фронте, имеющиеся для этих целей необходимое оборудование и персонал, тесно связанные и взаимодействующие между собой как единое целое.

Во второй главе «Формирование функциональных моделей взаимодействия и движения вагонопотоков железнодорожных станций и путей необщего пользования» выполнен комплексный анализ технических характеристик схем путевого развития железнодорожных станций и примыкающих к ним путей необщего пользования с целью установления возможных мест для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), а также системного подхода к определению технических и технологических параметров в процессе взаимодействия соответствующих

объектов. Результаты анализа для условий Республики Беларусь показали, что число путей необщего пользования со среднесуточным вагонооборотом до 5 ваг./сут. составляет 90 % от их общего количества и на них выполняется 10 % общей погрузки и 45 % выгрузки. Доля путей со среднесуточным вагонооборотом выше 10 ваг./сут. составляет 4 % и на них приходится соответственно 84 % погрузки и 40 % выгрузки. Результаты обобщения позволили выделить 4 базовые группы схем железнодорожных станций и путей необщего пользования, учитывающие возможные места временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), взаимное расположение грузовых комплексов и их фронтов погрузки-выгрузки с маневровыми районами, грузовыми и техническими станциями, а также особенности работы объектов путей необщего и общего пользования с вагонами различной принадлежности (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Функциональная модель взаимодействия и движения вагонопотоков различных собственников**

Согласно этим группам разработаны соответствующие функциональные модели взаимодействия и движения вагонопотоков различных собственников: 1) грузовые фронты – маневровые районы – станция заводская – станция примыкания – техническая станция (см. рисунок 1); 2) грузовые фронты – станция заводская – станция примыкания – техническая станция; 3) грузовые фронты – маневровые районы – станция примыкания – техническая станция; 4) грузовые фронты – станция примыкания – техническая станция. Каждая из моделей отображает существенные особенности моделируемого объекта с точки зрения цели

исследования и представлена в виде набора модулей – фрагментов, отличающихся по функциональному назначению при выполнении технологических операций с вагонами и грузами.

В основу каждой из 4 функциональных моделей закладывается спрос на готовую продукцию на конкретных фронтах погрузки-выгрузки, характеризующийся наличием случайной составляющей, конкурентными условиями на рынке товаров и другими обстоятельствами. В свою очередь, спрос определяет потребность в перевозочных средствах, на основании которой формируется и реализуется с помощью системного блока управления заявка на перевозку грузов. В результате появилась возможность обеспечить принцип системности при решении поставленных задач, а также использовать функциональные модели при разработке методического обеспечения расчета параметров, характеризующих взаимодействие железнодорожных станций и путей необщего пользования в условиях наличия вагонов различных форм собственности. Каждый из модулей предлагаемой модели характеризуется своей продолжительностью выполнения маневровых и других операций, что позволяет рассчитать общее время обслуживания вагонов.

В третьей главе «Методика расчета параметров процесса подачи-уборки вагонов с железнодорожных станций на пути необщего пользования и между объектами внутри последних» разработано методическое обеспечение, учитывающее индивидуальные характеристики путей необщего пользования: путевое развитие для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей); наличие устройств для выполнения маневровых операций; техническое оснащение грузовых комплексов; расстояние подачи-уборки вагонов; число маневровых локомотивов и их принадлежность; количество железнодорожного подвижного состава в конкретной подаче-уборке; долю вагонов грузоотправителей (грузополучателей) в общем поступающем потоке. Для учета особенностей маневровой работы, обусловленной наличием подвижного состава различных собственников и возникновением в связи с этим дополнительных маневровых операций, получены функциональные зависимости на основе обработки реальных исходных данных собранных более чем на 50 железнодорожных путях необщего пользования. Отличительной особенностью авторских функциональных зависимостей является учет продолжительности дополнительных маневровых операций по расстановке-сборке вагонов, обусловленных размещением вагонов грузоотправителей (грузополучателей), общей длиной путей  $L_n$  и числом путей  $p$ , задействованных в расстановке-сборке у мест выполнения грузовых операций, количеством фронтов погрузки-выгрузки  $N_{\Phi}$ . Для случая занятия выставочного пути у грузового фронта временно размещенными вагонами выведена формула расчета продолжительности расстановки-сборки вагонов у мест погрузки-выгрузки, мин,

$$t_{\text{пз}} = 3,6 + A p + 1,8 g_{\text{cp}} + 1,3 \cdot [m_{\text{пу}} (0,3 + B) + m_{\text{фр}} g_{\text{cp}} (0,6 + B)] \cdot (0,03 p - 0,135) \times$$

$$\times(1,41 - 0,17N_{\phi}) + (0,087L_{\text{н}} / p + 10,2) \cdot (0,16N_{\phi} + 0,44), \quad (1)$$

где А, Б – нормативные коэффициенты, измеряемые соответственно в мин./отцеп и мин./ваг.;  $g_{\text{ср}}$  – среднее количество отцепов в составе;  $m_{\text{пу}}$  – среднее количество вагонов в составе подачи на пути необщего пользования;  $m_{\text{фр}}$  – средний размер группы вагонов, поступающей на грузовой фронт.

Верификация позволила установить ограничения ( $m_{\text{пу}} \leq 40$  ваг.;  $p \leq 4$ ;  $N_{\phi} \leq 8$ ) на применение полученных зависимостей  $t_{\text{пз}}$ . При этом наибольшие отклонения расчетных параметров от реальных не превышают 9 %.

Решение задачи по расчету параметров процесса подачи-уборки вагонов базируется как на системном подходе, так и учете индивидуальных особенностей взаимодействия железнодорожных станций с путями необщего пользования и между объектами внутри последних. Это позволило получить ряд преимуществ по сравнению с существующими научными разработками: а) возможность определения величины конкретной подачи-уборки вагонов из условия эффективного использования маневровых локомотивов Белорусской железной дороги или собственных локомотивов предприятий, или транспортно-экспедиционных организаций, или частных перевозчиков (таблица 1); б) учет структуры потока вагонов различных собственников, включая появление на рынке транспортных услуг в ближайшей перспективе перевозчиков различных форм собственности.

Основным достоинством разработанной методики расчета параметров процесса является возможность тарификации конкретной подачи-уборки подвижного состава, а не определение платы за маневровую работу в целом в зависимости от числа поданных и убранных вагонов за сутки. Исследования показали, что в условиях изменения структуры вагонного парка достижение минимальных издержек, приходящихся на один вагон, обеспечивается за счет как сокращения среднего периода времени между подачами-уборками на фронты погрузки-выгрузки, так и числа вагонов в них на 20-25% в зависимости от характеристик грузовых фронтов при организации погрузки по прямому варианту «производство – вагон». В результате появилась возможность разрабатывать эффективные режимы взаимодействия железнодорожных станций с путями необщего пользования и между объектами внутри последних, что нашло свое отражение при разработке соответствующих Единых технологических процессов.

**В четвертой главе «Разработка методики определения путевого развития для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей)»** учитываются особенности недетерминированного характера вагонопотоков различных собственников через случайную составляющую в системе регулирования порожнего подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей) из-под выгрузки под погрузку, что нашло свое отражение при определении продолжительности простоя данных

Таблица 1 – Расчет количества вагонов в подаче-уборке на железнодорожный путь необщего пользования и внутри последнего

Расчет исходя из условий	Расчетная формула количества вагонов в составе подачи-уборки, ваг./подачу	Примечания
<p>Минимизации платы за подачу-уборку вагонов локомотивом Белорусской железной дороги</p>	$m_{\text{пу}} = t_{\text{пу}} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\phi}} \lambda_{vij} \left( 1 + \sqrt{\frac{t_{\text{пу}} c_{\text{вч}} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\phi}} \lambda_{vij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\phi}} \lambda_{vij} (T_{\text{пер}} I_{\text{пу}}^{\circ} + T_{\text{ман}})}} \right);$	<p><math>c_{\text{вч}}</math>, <math>c_{\text{лч}}</math> – средневзвешенные расходные ставки в рублях за вагоно-час, локомотиво-час различной принадлежности; <math>m</math> – количество маневровых районов; <math>\lambda_{vij}</math> – интенсивность потока вагонов на <math>i</math>-ый фронт <math>j</math>-го маневрового района железнодорожного пути необщего пользования, ваг./ч; <math>T_{\text{пер}}</math> – тариф на перемещение вагонов на путь необщего пользования, руб./ваг-км; <math>I_{\text{пу}}^{\circ}</math> – расстояние подачи или уборки вагонов в один конец со станции примыкания на путь необщего пользования, км; <math>T_{\text{ман}}</math> – тариф на выполнение подготовительных и маневровых операций, связанных с подачей или уборкой вагонов, руб./ваг.; <math>\alpha_{\text{рт}}</math>, <math>\beta_{\text{рт}}</math> – нормативные коэффициенты; <math>v</math> – скорость движения состава, км/ч; <math>l_{\text{пу}j}^{\text{MP}}</math> – расстояние подачи вагонов со станции заводской в <math>j</math>-ый маневровый район, км; <math>\alpha_o</math> – доля собственных вагонов; <math>l_{\text{пу}j}^{\text{фр}}</math> – среднее расстояние подачи вагонов в <math>j</math>-ом маневровом районе на фронты погрузки-выгрузки, км; <math>q_{zj}</math>, <math>z_j</math> – соответственно средние значения эксплуатационной производительности и количества погрузочно-разгрузочных машин на фронтах в <math>j</math>-ом маневровом районе; <math>\lambda_{pj}</math> – расчетная средневзвешенная интенсивность потока вагонов на грузовые фронты <math>j</math>-го маневрового района, ваг./ч; <math>c_{\text{фр}j}</math> – расходная ставка простоя одного грузового фронта в <math>j</math>-ом маневровом районе в течение одного часа, руб./ч</p>
<p>Минимизации издержек в пределах цепочки «фронт погрузки-выгрузки – станция примыкания» при подаче вагонов собственным локомотивом предприятия или других организаций</p>	$m_{\text{пу}} = \{ [5,48T_{\text{пер}} I_{\text{пу}}^{\circ} (0,34I_{\text{пу}}^{\circ} - 0,02) + 2,55T_{\text{ман}} ] / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\phi}} \lambda_{vij} + c_{\text{лч}} \sum_{j=1}^m [ (2\alpha_{\text{рт}} v + \frac{0,12l_{\text{пу}j}^{\text{MP}}}{v} + Ag(1 + \alpha_o) + 1,8p_{\text{сб}} + \frac{0,12l_{\text{пу}j}^{\text{фр}}}{v} + 1,8 \cdot (p_j + 1) + 1,3 \frac{p}{N_{\phi j}} (0,06 \frac{L_{\text{т}j}}{p + 1} + A(g + 1) + 7,62) \cdot (0,31N_{\phi j} + 0,08) / (\lambda_{pj} N_{\phi j}) ] \cdot [2c_{\text{вч}} + \sum_{j=1}^m \left( 1 - \frac{\lambda_{pj} P_{\text{ст}}}{q_{zj} z_j} \right) (c_{\text{вч}} + c_{\text{фр}j}) N_{\phi j} ]^{-1} ]^{\frac{1}{2}} \cdot \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\phi}} \lambda_{vij}$	<p><math>c_{\text{лч}}</math> – расходная ставка простоя локомотива в течение одного часа, руб./ч; <math>g</math> – коэффициент, учитывающий влияние маневровых операций на стоимость подачи вагонов; <math>p_j</math> – коэффициент, учитывающий влияние маневровых операций на стоимость подачи вагонов; <math>p</math> – коэффициент, учитывающий влияние маневровых операций на стоимость подачи вагонов; <math>A</math> – коэффициент, учитывающий влияние маневровых операций на стоимость подачи вагонов; <math>L_{\text{т}j}</math> – длина фронта в <math>j</math>-ом маневровом районе, км; <math>q_{zj}</math>, <math>z_j</math> – соответственно средние значения эксплуатационной производительности и количества погрузочно-разгрузочных машин на фронтах в <math>j</math>-ом маневровом районе; <math>\lambda_{pj}</math> – расчетная средневзвешенная интенсивность потока вагонов на грузовые фронты <math>j</math>-го маневрового района, ваг./ч; <math>c_{\text{фр}j}</math> – расходная ставка простоя одного грузового фронта в <math>j</math>-ом маневровом районе в течение одного часа, руб./ч</p>

вагонов на путях их временного размещения для всех четырех функциональных моделей. Данные вагоны могут быть направлены в отстой на свободные участки путей, поэтому использованы аналитические зависимости для расчета не числа путей, а их вместимости в вагонах

$$\Delta \bar{m}_3 = \lambda_B^c (v_\lambda^2 + v_\mu^2) T_3 \rho_3^2 / (2(1 - \rho_3)), \quad (2)$$

где  $\lambda_B^c$  – интенсивность потока вагонов грузоотправителей (грузополучателей), доля которых в общем потоке равна  $\alpha_o$ , на пути необщего пользования, ваг./ч,

$\lambda_B^c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\phi}} \lambda_{bij} \alpha_o$ ,  $v_\lambda$ ,  $v_\mu$  – соответственно коэффициенты вариации спроса на

такие вагоны и продолжительности их нахождения в системе обслуживания;  $T_3$  – средняя продолжительность временного размещения порожних грузовых перевозочных средств, которая для функциональной модели вида «грузовые фронты – станция примыкания» определяется по формуле, ч,

$$T_3 = \sqrt{\frac{0,04 \lambda_B^c C_{Тч}^H A + \left( \frac{\overline{\Pi_{пр}} P_{ст} \alpha_{от}}{n} + 24 C_{вч}^P \right) (2,48 \cdot 10^{-4} l_{пор}^c + 0,182) \frac{341,34}{\lambda_B^c} + D}{c_{вч}^P - 0,0014 \lambda_B^c C_{Тч}^H A}}, \quad (3)$$

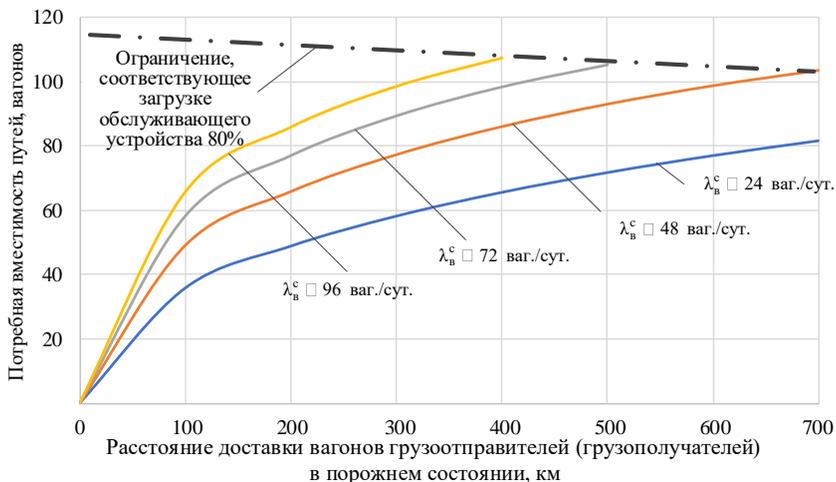
$C_{Тч}^H$  – нормативная тарифная ставка за перемещение порожнего вагона грузоотправителя (грузополучателя), руб./ваг.;  $A$ ,  $D$  – коэффициенты, учитывающие размер ответственности за невыполнение контрактных условий;  $\alpha_{от}$  – относительный размер ответственности за несвоевременную отгрузку по договору поставки в расчете на 1 сутки;  $\overline{\Pi_{пр}}$  – средневзвешенная цена продукции, руб./т;  $P_{ст}$  – статическая нагрузка вагона, т/вагон;  $n$  – число направлений, с которых поступают вагоны грузоотправителей (грузополучателей);  $l_{пор}^c$  – расстояние порожнего рейса вагонов грузоотправителей (грузополучателей), км;  $c_{вч}^P$  – рыночная стоимость вагоноч, руб./ваг.-ч;  $\rho_3$  – среднее значение коэффициента загрузки рассматриваемой системы обслуживания,

$$\rho_3 = [v_d / l_{пор}^c] / [l_{пор}^c / (n v_d) + \sqrt{l_{пор}^c c_{вч}^P (v_\lambda^2 + v_\mu^2) / (2 n^2 v_d C_{Тч}^H)}], \quad (4)$$

$v_d$  – нормативная скорость доставки, км/сут.

Пример графической зависимости (2) при  $v_\lambda = 0,5$ ,  $v_\mu = 0,8$ ,  $n = 1$ ,  $c_{вч}^P / C_{Тч}^H = 0,2$  приведен на рисунке 2. Согласно рисунку 2 повышение значений интенсивности вагонопотока  $\lambda_B^c$  и расстояния порожнего рейса сопровождается увеличением потребной вместимости путей со снижением темпов прироста. Это подтверждает положение, что при длительных рейсах вагонов грузоотправителей (грузополучателей) следует содержать большой

запас порожних перевозочных средств для компенсации неравномерности, что соответствует реальной действительности. Результаты расчета вместимости путей по разработанной методике по сравнению с существующей являются более достоверными на 10%.



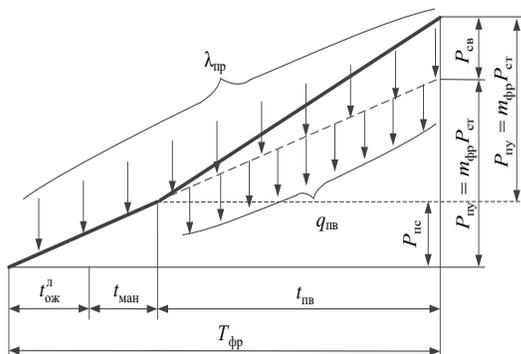
**Рисунок 2 – График динамики потребной вместимости путей в зависимости от расстояния доставки и интенсивности потока вагонов**

В отличие от известных способов расчета разработанная методика учитывает в явном виде потребность в подвижном составе грузоотправителей (грузополучателей), а также возросший уровень неравномерности прибытия на путь необщего пользования групп вагонов из-за увеличения числа собственников подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей). Кроме того, выполненные исследования показали, что порожние вагоны грузоотправителей (грузополучателей) длительное время находятся на путях необщего пользования по причине недостатков в планировании и регулировании их подачи из-под выгрузки под погрузку. В связи с этим их целесообразно использовать для погрузки по прямому варианту «производство-вагон», что позволяет учитывать интересы владельцев вагонов и их пользователей.

В пятой главе «Разработка методики оценки результативности функционирования грузовых комплексов путей необщего пользования» предложена методика определения технологических параметров в условиях изменения структуры вагонного парка, которая базируется на применении системного подхода и схемах взаимодействия элементов грузового комплекса в условиях осуществления одновременной погрузки продукции в транспортное средство со склада и производства в условиях наличия (рисунок 3) и отсутствия запаса порожних вагонов грузоотправителей

(грузополучателей). Соответственно, в первом случае не учитывается продолжительность простоя в ожидании грузовым фронтом порожних перевозочных средств, а во втором – учитывается.

На рисунке 3 по оси ординат показано количество перерабатываемого груза погрузочно-разгрузочными машинами за время цикла обработки вагонов  $T_{фр}$ . Здесь использованы следующие условные обозначения:  $\lambda_{пр}$  – интенсивность производства продукции, т/ч;  $q_{пв}$  – производительность погрузочно-разгрузочных машин, т/ч;  $P_{пс}$ ,  $P_{св}$  – количество продукции, поступающей с производства соответственно в склад



**Рисунок 3 – Схематическое изображение работы грузового комплекса в условиях наличия запаса вагонов**

или вагон, т/под.;  $P_{пу}$  – количество загруженного в вагоны груза, т/под.;  $t_{ож}^л$  – продолжительность ожидания локомотива, ч/подачу;  $t_{ман}$  – продолжительность маневровых операций по расстановке-сборке вагонов у фронтов, ч/под.;  $t_{пв}$  – продолжительность погрузки продукции по прямому варианту, ч/под.

Разработанная методика предусматривает расчет следующих параметров грузового комплекса в условиях наличия запаса порожних вагонов грузоотправителей (грузополучателей):

– средняя производительность фронта погрузки-выгрузки, т/ч,

$$q_{фр} = [\lambda_{пр} t_{пв} + 2\lambda_{пр} (t_{ман} + t_{ож}^л)] / T_{фр}; \quad (5)$$

– коэффициент выполнения грузовых операций по прямому варианту «производство – вагон»

$$\alpha'_{пр} = [P_{ст} z / \lambda_{пр} - (t_{ман} + t_{ож}^л)] / [P_{ст} z / \lambda_{пр} + (t_{ман} + t_{ож}^л)]; \quad (6)$$

– средневзвешенное расстояние от места временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) до фронтов погрузки-выгрузки для пути необщего пользования, м,

$$l_{от} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{фj}} (l_{отij} \lambda_{вij} / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{N_{фj}} \lambda_{вij}), \quad (7)$$

где  $l_{отij}$  – расстояния от места размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) до  $i$ -го фронта в  $j$ -ом районе, м.

В результате исследований установлено, что увеличение продолжительности выполнения грузовых операций с вагонами на фронте погрузки-выгрузки сопровождается ростом искомого расстояния  $l_{ог}$ . Это обусловлено тем, что при прочих равных условиях вагоны грузоотправителей (грузополучателей) следует направлять во временное размещение ближе к тем местам погрузки-выгрузки, где грузовые операции выполняются более быстрыми темпами. Данную особенность следует также учитывать при проектировании путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей).

Сформирован алгоритм расчета параметров в процессе взаимодействия станций и путей необщего пользования (рисунок 4), использование которого обусловлено неопределенностью

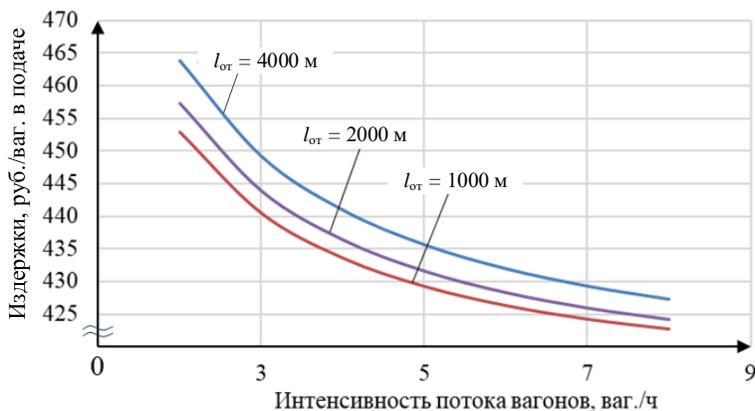
исходных данных и многовариантностью задач, решаемых с помощью разработанного методического обеспечения. Применение данного алгоритма обеспечивает системный подход, позволяет разрабатывать мероприятия по эффективному управлению взаимодействием железнодорожных станций и путей необщего пользования и рассчитывать: среднее количество вагонов в



**Рисунок 4 – Алгоритм расчета параметров, характеризующих взаимодействие станций и путей необщего пользования**

группах на фронты погрузки-выгрузки грузов; число вагонов в подаче-уборке на путь необщего пользования; коэффициент использования маневровых локомотивов по времени; потребность в складских помещениях и в путевом развитии для временного размещения вагонов. В результате выполненных исследований установлено:

а) при организации временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) их целесообразно направлять: в первую очередь – на выставочные пути вблизи фронтов погрузки-выгрузки; в последнюю – на пути станции заводская или железнодорожной станции примыкания (рисунок 5);



**Рисунок 5 – График зависимости издержек грузоладельца от интенсивности потока вагонов для различных расстояний от грузового фронта до мест временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей)**

б) с ростом объемов погрузки-выгрузки и значения коэффициента двойных операций наблюдается увеличение расчетного количества вагонов в составе подачи-уборки и расширение области комбинированного способа компенсации неравномерности с использованием как складов, так и временно размещенных грузовых железнодорожных перевозочных средств грузоотправителей (грузополучателей). При этом происходит одновременное уменьшение необходимых складских площадей и увеличение коэффициента выполнения грузовых операций по прямому варианту «производство – вагон» за счет сокращения их количества.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации:

1. Сформированы функциональные модели взаимодействия и движения вагонопотоков различных собственников, позволившие комплексно подойти к исследованию взаимодействия железнодорожных станций и путей необщего пользования, а также между объектами внутри последних, в условиях организации временного размещения подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей), отличительной особенностью которых являются: учет потребности в порожних вагонах для конкретных грузовых фронтов, в результате чего обеспечивается связь товарного рынка с рынком вагонов различных собственников; возможность формирования исходной базы для разработки методического обеспечения расчета эффективных параметров, характеризующих выполнение необходимых технологических операций на железнодорожных путях общего и необщего пользования, что в конечном счете позволяет принимать объективные управленческие решения. Элементы разработанных моделей объединены в единое целое через системный блок управления, что позволяет закладывать их в основу информационных технологий в условиях цифровизации процессов доставки грузов железнодорожным транспортом [1-А, 4-А, 8-А, 11-А, 13-А, 19-А, 21-А, 22-А, 25-А, 30-А, 32-А, 35-А, 39-А].

2. Разработана методика расчета параметров процесса подачи-уборки вагонов на железнодорожные пути необщего пользования, учитывающая расчетный период взаимодействия исследуемых объектов, интересы хозяйствующих субъектов, технические и технологические ограничения, характерные для конкретных железнодорожных станций и путей необщего пользования в условиях временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), изменения в нормативной базе, которая ранее основывалась на среднесуточном количестве подаваемого и убираемого подвижного состава, а по разработанной методике – на числе вагонов в конкретной подаче или уборке. Методика позволяет определить величину конкретной подачи-уборки с учетом возможностей и интересов грузоотправителей (грузополучателей) и перевозчиков. Апробация методики показала, что в условиях увеличения в общем парке доли вагонов грузоотправителей (грузополучателей) целесообразно: использовать технологию взаимодействия железнодорожной станции с путями необщего пользования и между объектами последних, основанную на рациональном соотношении интервалов между подачами-уборками и количеством грузовых перевозочных средств в них; уменьшать число вагонов в подаче-уборке на 20-25% для обеспечения минимальных издержек, приходящихся на один подаваемый вагон [1-А, 2-А, 3-А, 5-А, 6-А, 12-А, 17-А, 18-А, 26-А, 28-А, 34-А, 37-А, 38-А, 40-А].

3. Разработана методика расчета потребной вместимости путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), в которой в отличие от существующих подходов: учитывается в явном виде потребность в грузовых перевозочных средствах в соответствии со спросом на готовую продукцию, технологические особенности регулирования их подачи

из-под выгрузки под погрузку, а также случайная составляющая, связанная с появлением значительного числа операторов подвижного состава; используется понятие «вместимости путей по длине» вместо общепринятого расчета количества путей; установлены зависимости потребной вместимости путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) от влияющих параметров, что повышает практическую ценность использования методики при разработке Единых технологических процессов взаимодействия железнодорожных станций с путями необщего пользования и между объектами внутри последних. Результаты верификации показали, что погрешность расчетов по методике не превышает 10 % [1-А, 9-А, 15-А, 16-А, 23-А, 31-А, 36-А].

4. Разработана методика оценки результативности функционирования грузовых комплексов в условиях использования подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей), позволяющая определять наиболее результативные технологические параметры: производительность фронта погрузки-выгрузки; коэффициент выполнения грузовых операций по прямому варианту «производство – вагон» и обратно; расстояние от места временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) до фронтов погрузки-выгрузки. Отличительными особенностями методики являются: учет места временного размещения подвижного состава различных форм собственности; целесообразность его использования для компенсации неравномерности; отражение в явном виде связи процесса производства продукции со спросом на перевозочные средства; определение показателей грузового фронта в зависимости от наличия вагонов грузоотправителей (грузополучателей), а также расстояния от места временного размещения такого подвижного состава до грузовых комплексов. Результаты апробации методики подтвердили возможность повышения коэффициента выполнения грузовых операций по прямому варианту «производство – вагон» до 20 %, что позволяет сократить потребность в складских площадях до 15 % [1-А, 7-А, 10-А, 14-А, 20-А, 24-А, 27-А, 29-А, 33-А, 40-А, 42-А].

**Рекомендации по практическому использованию результатов диссертации.** Основные результаты диссертации, предложенные для практического использования:

1. Функциональные модели взаимодействия и движения вагонопотоков различной принадлежности применены при разработке Единого технологического процесса работы станции Рось и железнодорожного пути необщего пользования ОАО «Красносельскстройматериалы» (акт от 07.07.2023 ОАО «Красносельскстройматериалы»).

2. Методика расчета параметров процесса подачи-уборки вагонов на железнодорожные пути необщего пользования и функциональные зависимости для расчета продолжительности расстановки-сборки вагонов у фронтов погрузки-выгрузки использованы при:

определении расходов, которые несет Белорусская железная дорога при временном размещении собственного порожнего подвижного состава на путях станций (акт от 11.05.2018 Управления Белорусской железной дороги);

разработке Единых технологических процессов работы станций и примыкающих путей необщего пользования (акт от 07.07.2023 ОАО «Красносельскстройматериалы»; акт от 04.12.2021 ООО «Белагротерминал»; акт от 10.05.2018 ОАО «Беларуськалий»; акт и справка от 01.11.2016 ОАО «Кричевцементношифер»);

разработке договоров на подачу и уборку вагонов, расчете платы за подачу и уборку вагонов локомотивом перевозчика (акт от 13.11.2023 Минского отделения Белорусской железной дороги; акт от 05.10.2018 ОАО «Житковичилес»).

3. Методика расчета потребной вместимости путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) использована при:

определении расходов Белорусской железной дороги, связанных с размещением подвижного состава на путях общего пользования по причинам, зависящим от грузоотправителей, грузополучателей (акт от 11.05.2018 Управления Белорусской железной дороги);

разработке Единых технологических процессов работы станций и примыкающих путей необщего пользования (акт от 07.07.2023 ОАО «Красносельскстройматериалы»; акт от 04.12.2021 ООО «Белагротерминал»);

разработке методики определения стоимости услуг по накоплению и формированию прямых отправительских маршрутов из собственных вагонов на станциях Белорусской железной дороги (акт от 11.05.2018 Управление Белорусской железной дороги);

разработке Технологического процесса работы Барановичского грузового центра транспортной логистики (акт от 16.06.2019).

4. Методика оценки результативности функционирования грузовых комплексов в условиях использования подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей) применена при разработке Единого технологического процесса работы станции Рось и железнодорожного пути необщего пользования ОАО «Красносельскстройматериалы», а также при расчете перерабатывающей способности фронтов погрузки-выгрузки (акт от 07.07.2023 ОАО «Красносельскстройматериалы»).

Результаты исследования используются в учебном процессе Белорусского государственного университета транспорта при подготовке инженерных кадров.

Разрабатанные в ходе исследования методики могут быть использованы при формировании рекомендаций для поддержки принятия управленческих решений при организации взаимодействия железнодорожных станций и путей необщего пользования, расположенных на территории стран СНГ, Балтии, а также на железных дорогах, у которых структура вагонного парка и технология обслуживания мест необщего пользования совпадают с рассмотренными в диссертационном исследовании. В результате практического использования результатов имеется возможность учета интересов перевозчиков, владельцев путей необщего пользования, локомотивов, операторов вагонов, грузовладельцев, что позволит повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### *Монография*

1-А. Еловой И.А. Методы и модели повышения эффективности взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования : [монография] / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. гос. университет трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 210 с.

### *Статьи в изданиях, отвечающих требованиям ВАК*

2-А. Еловой, И.А. Классификация режимов взаимодействия и транспортного обслуживания потоков в логистических системах / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2015. – № 1 (30). – С. 92–95.

3-А. Еловой, И.А. Расчет оптимальных интервалов для выбора режимов взаимодействия станций и путей необщего пользования / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2016. – № 5 (65). – С. 30–42.

4-А. Еловой, И.А. Требования к повышению конкурентоспособности логистических схем доставки грузов с использованием железнодорожных путей необщего пользования / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 2 (33). – С. 37–40.

5-А. Потылкин, Е.Н. Закономерности технологических параметров в логистических системах доставки грузов с использованием железнодорожных путей необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 2 (33). – С. 51–53.

6-А. Еловой, И.А. Определение оптимальной загрузки маневровых локомотивов в условиях увеличения доли частных вагонов / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2017. – № 6. – С. 19–22.

7-А. Еловой, И.А. Оптимизация работы при погрузке готовой продукции из производства в перевозочные средства / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2017. – № 2 (35). – С. 80–85.

8-А. Еловой, И.А. Распределение подвижного состава для отстоя между путями общего и необщего пользования / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2018. – №2 (74). – С. 44–56.

9-А. Потылкин, Е.Н. Определение потребного путевого развития для временного размещения частных вагонов / Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2018. – № 1 (36). – С. 85–89.

10-А. Потылкин, Е.Н. Особенности взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта в условиях увеличения количества частных вагонов / Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2018. – № 1 (36). – С. 79–84.

11-А. Потылкин, Е.Н. Взаимная работа промышленного и магистрального железнодорожного транспорта в условиях наличия частного вагонного парка / Е.Н. Потылкин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – Пермь : ПНИПУ, 2018. – № 3. – С. 69–78.

12-А. Осипенко, Л.В. Исследование доходов Белорусской железной дороги при эксплуатации вагона инвентарного парка за пределами Республики Беларусь / Л.В. Осипенко, Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2018. – № 2 (37). – С. 85–87.

13-А. Потылкин, Е.Н. Анализ основных параметров железнодорожных путей необщего пользования в Республике Беларусь / Е.Н. Потылкин, Л.В. Осипенко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. д-ра техн. наук А.К. Головнича. – Гомель : БелГУТ, 2019. – Вып. 1 – С. 107–113.

14-А. Потылкин, Е.Н. Выбор режимов взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Железнодорожный транспорт: актуальные вопросы и инновации. – Ташкент : ТашГТУ, 2019. – № 1-2. – С. 28–40.

15-А. Потылкин, Е.Н. Оборот вагона в условиях множественности операторов подвижного состава / Е.Н. Потылкин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. д-ра техн. наук А.К. Головнича. – Гомель : БелГУТ, 2020. – Вып. 2 – С. 126–130.

16-А. Потылкин, Е.Н. Потребная вместимость железнодорожных путей для временного размещения вагонов / Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2020. – № 2 (41). – С. 80–85.

17-А. Еловой, И.А. Подходы к формированию тарифов за услуги по подаче и уборке вагонов локомотивом перевозчика на железнодорожные пути необщего пользования / И.А. Еловой, Л.В. Осипенко, Е.Н. Потылкин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. д-ра техн. наук А.К. Головнича. – Гомель : БелГУТ, 2021. – Вып. 3 – С. 90–96.

18-А. Еловой, И.А. Разработка процессной модели для тарификации услуг по подаче и уборке вагонов на железнодорожные пути необщего пользования / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2021. – № 2 (43). – С. 62–64.

19-А. Еловой, И.А. Стратегия формирования грузового вагонного парка железнодорожного транспорта Республики Беларусь / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. д-ра техн. наук А.К. Головнича. – Гомель : БелГУТ, 2022. – Вып. 4 – С. 93–101.

20-А. Колос, М.М. Актуальные вопросы расчета перерабатывающей способности фронтов погрузки-выгрузки / М.М. Колос, Е.Н. Потылкин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. д-ра техн. наук А.К. Головнича. – Гомель : БелГУТ, 2023. – Вып. 5 – С. 124–128.

### ***Статьи в сборниках научных трудов***

21-А. Еловой, И.А. Влияние избытка парка вагонов грузоотправителей и грузополучателей на работу станции и их взаимодействие с путями необщего пользования / И.А. Еловой, С.А. Петрачков, Е.Н. Потылкин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. д-ра техн. наук А.К. Головнича. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 127–131.

### ***Материалы научных и научно-практических конференций***

22-А. Потылкин, Е.Н. Роль подъездного пути в логистической системе доставки материальных ресурсов / Е.Н. Потылкин // Логистические системы и процессы в современных экономических условиях : материалы II Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 1–15 дек. 2014 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Институт бизнеса и менеджмента технологий Белорус. гос. ун-та ; редкол.: В.В. Апанасович [и др.]. – Минск, 2015. – С. 193–200.

23-А. Потылкин, Е.Н. Особенности моделирования операций в рамках схем доставки грузов с использованием железнодорожных путей необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Логистические системы и процессы в условиях экономической нестабильности : материалы III Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 26–27 нояб. 2015 г. / Институт бизнеса и менеджмента технологий Белорус. гос. ун-та ; редкол.: В.В. Апанасович [и др.]. – Минск, 2015. – С. 281–288.

24-А. Потылкин, Е.Н. Конкурентоспособность схем доставки грузов с использованием железнодорожных путей необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Проблемы и перспективы развития транспортного комплекса : материалы Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 1–15 дек. 2015 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника» ; редкол.: А.В. Королев, В.С. Миленький, С.Б. Соболевский. – Минск, 2016. – С. 110–114.

25-А. Потылкин, Е.Н. Классификация режимов взаимодействия и транспортного обслуживания потоков в логистических системах / Е.Н. Потылкин // Современное общество, профсоюзы и проблемы молодежи : материалы XX Респ. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 12 мая 2016 г. / Гомельский филиал Международного ун-та «МИТСО» ; под общ. ред. С.И. Ляха. – Гомель, 2016. – С. 195–197.

26-А. Потылкин, Е.Н. Влияние требований клиентов железной дороги на конкурентоспособность схем доставки грузов с использованием путей необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Наука и образование транспорту : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Самара, 19–21 окт. 2016 г. / Самарский гос. ун-т путей сообщ., М-во трансп. и авт. дорог Самарской обл. ; редкол.: Д.В. Железнов [и др.]. – Самара, 2017. – С. 116–118.

27-А. Потылкин, Е.Н. Определение оптимального варианта погрузки готовой продукции из производства в перевозочные средства на основе принципов логистики / Е.Н. Потылкин // Металл-2017 : материалы 17-ой Междунар. науч.-техн. конф., Жлобин, 6–7 июля 2017 г. / ОАО «Белорусский

металлургический завод - управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания». – Жлобин, 2017. – С. 36–37.

28-А. Еловой, И.А. Определение оптимальной загрузки локомотивов с учетом доли вагонов грузоотправителей, грузополучателей / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Перспективы развития транспортного комплекса : материалы III Международ. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 3–5 окт. 2017 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника» ; редкол.: А.В. Королев, В.С. Миленский, З.В. Машарский. – Минск, 2017. – С. 62–66.

29-А. Еловой, И.А. Учет характеристик надежности при определении перерабатывающей способности мест погрузки, выгрузки / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году науки (Гомель, 23–24 ноября 2017): в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 23–24.

30-А. Потылкин, Е.Н. Оптимизация взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта в пределах логистической схемы доставки / Е.Н. Потылкин // Логистический аудит транспорта и цепей поставок : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 26 апр. 2018 г. / Тюменский индустр. ун-т : отв. редактор О.Ю. Смирнова. – Тюмень, 2018. – С. 104–110.

31-А. Потылкин, Е.Н. Рациональное соотношение частных и инвентарных вагонов на железнодорожных путях необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Автомобиле- и тракторостроение : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14–18 мая 2018 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Д.В. Капский [и др.]. – Минск, 2018. – С. 23–26.

32-А. Потылкин, Е.Н. Оптимизация взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования в местах зарождения грузопотоков / Е.Н. Потылкин // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 11–12 октября 2018) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 109–111.

33-А. Потылкин, Е.Н. Проблемные вопросы взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 28–29 ноября 2019) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 69–71.

34-А. Потылкин, Е.Н. Загрузка маневровых локомотивов на железнодорожном пути необщего пользования в условиях роста парка собственных вагонов / Е.Н. Потылкин // Логистический аудит транспорта и цепей поставок : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 28 апр. 2020 г. / Тюменский индустр. ун-т : отв. редактор С.А. Эртман. – Тюмень, 2020. – С. 180–184.

35-А. Потылкин, Е.Н. Работа мест необщего пользования в условиях множественности операторов подвижного состава / Е.Н. Потылкин // Проблемы безопасности на транспорте : материалы X Междунар. науч.-практ. конф.,

посвящ. Году науки (Гомель, 26–27 ноября 2020) : в 5 ч. Ч. 3 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 49–50.

36-А. Потылкин, Е.Н. Вместимость железнодорожных путей для отстоя вагонов / Е.Н. Потылкин // Логистический аудит транспорта и цепей поставок : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Том 2. Транспорт в логистике и цепях поставок, Тюмень, 28 апр. 2021 г. / Тюменский индустр. ун-т : отв. редактор С.А. Эртман. – Тюмень, 2021. – С. 162–166.

37-А. Еловой, И.А. Основные подходы к тарификации услуги по подаче и уборке вагонов локомотивом перевозчика на железнодорожные пути необщего пользования / И.А. Еловой, Л.В. Осипенко, Е.Н. Потылкин // Тихомировские чтения: Синергия технологии перевозочного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 150–154.

38-А. Потылкин, Е.Н. Процессный подход расчета платы за подачу и уборку вагонов / Е.Н. Потылкин // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 25–26 ноября 2021) : в 2 ч. Ч. 2 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 242–243.

39-А. Потылкин, Е.Н. Особенности функционирования вагонов различных форм собственности на Белорусской железной дороге / Е.Н. Потылкин // Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и оперативного управления : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 4–5 февр. 2022 г. / Ростовский. гос. ун-т путей сообщ. – Ростов-на-Дону : РГУПС, 2022. – С. 175–178.

40-А. Потылкин, Е.Н. Расчет оптимальной загрузки обслуживающих устройств на путях необщего пользования / Е.Н. Потылкин, Е.В. Малиновский, С.А. Петрачков // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. (Гомель, 24–25 ноября 2022) : в 2 ч. Ч. 2 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 345–346.

41-А. Потылкин, Е.Н. Модели работы грузового комплекса при организации операций с вагонами по прямому варианту / Е.Н. Потылкин // Инженерное и экономическое обеспечение деятельности транспорта и машиностроения : сб. материалов VII Междунар. науч. конф. молодых ученых, Гродно, 12 мая 2023 г. / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: А.С. Воронцов (отв. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2023. – С. 540–547.

42-А. Потылкин, Е.Н. Рационализация взаимодействия железнодорожных станций с путями необщего пользования / Е.Н. Потылкин // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа (Гомель, 16–17 ноября 2023) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю.И. Кулаженко. – Гомель, БелГУТ, 2023. – С. 169.

## РЭЗІЮМЭ

Патылкін Яўген Мікалаевіч

### КІРАВАННЕ ЎЗАЕМАДЗЕЯННЕМ ЧЫГУНАЧНЫХ СТАНЦЫЙ І ШЛЯХОЎ НЕАГУЛЬНАГА КАРЫСТАННЯ ПРЫ ЭКСПЛУАТАЦЫІ ВАГОННАГА ПАРКУ РОЗНЫХ УЛАСНІКАЎ

**Ключавыя словы:** вагон, грузаадправіцель, грузаатрымальнік, чыгуначныя шляхі неагульнага карыстання, чыгуначная станцыя, узаемадзеянне, падача-уборка вагонаў, фронт пагрузкі-выгрузкі.

**Мэта працы** – павышэнне эфектыўнасці кіравання узаемадзеяннем чыгуначных станцый і шляхоў неагульнага карыстання ва ўмовах наяўнасці вагонаў розных уласнікаў.

**Метады даследавання:** аналіз, сінтэз, тэорыя кіравання запасамі, метады статыстычнай апрацоўкі эмпірычных дадзеных, аналітычнае мадэліраванне.

**Атрыманя вынікі і іх навізна** заключаюцца ў распрацоўцы:

функцыянальных мадэляў ўзаемадзеяння і руху вагонаў розных уласнікаў паміж модулямі чыгуначных станцый і шляхоў неагульнага карыстання, якія рэалізуюць рэальныя ўмовы часовага размяшчэння рухомага складу грузаадправіцеляў (грузаатрымальнікаў) з адлюстраваннем патрэбы канкрэтных грузавых комплексаў у такіх вагонах;

методыкі разліку параметраў працэсу падачи-уборкі вагонаў на чыгуначныя шляхі неагульнага карыстання і ўнутры апошніх, якая ўлічвае структуру патоку вагонаў па прыналежнасці і змены ў нарматыўнай базе, якая грунтуецца на колікасці вагонаў у канкрэтнай падачы;

методыкі вызначэння патрэбнай ёмістасці шляхоў для часовага размяшчэння вагонаў грузаадправіцеляў (грузаатрымальнікаў), якая ўлічвае долю такіх перавозачных сродкаў у агульным вагонапатоку і выпадковы складнік пры апісанні нераўнамернасці разглядаемага вагонапатоку і працягласці занятасці шляхоў;

методыкі ацэнкі выніковасці функцыянавання грузавых комплексаў шляхоў неагульнага карыстання ва ўмовах змены структуры вагоннага парку, якая грунтуецца на сістэмным падыходзе да разліку паказчыкаў канкрэтнага месца несупольнага карыстання ва ўмовах наяўнасці вагонаў грузаадправіцеляў (грузаатрымальнікаў) на шляхах іх размяшчэння.

**Ступень выкарыстання:** вынікі даследаванняў прайшлі апрацацыю на Беларускай чыгунке, а таксама на шляхах неагульнага карыстання прамысловых прадпрыемстваў Рэспублікі Беларусь.

**Вобласць ужывання:** у практыцы ўзаемадзеяння чыгуначных шляхоў неагульнага карыстання і станцый Беларускай чыгункі, а таксама іншых чыгунак, у якіх структура вагоннага парка і тэхналогія абслугоўвання месцаў неагульнага карыстання падобныя з Беларускай чыгункай (страны СНД, Балты); у навуковай сферы і адукацыйным працэсе.

## РЕЗЮМЕ

Потылкин Евгений Николаевич

### УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАГОННОГО ПАРКА РАЗЛИЧНЫХ СОБСТВЕННИКОВ

**Ключевые слова:** вагон, грузоотправитель, грузополучатель, железнодорожные пути необщего пользования, железнодорожная станция, взаимодействие, подача-уборка вагонов, фронт погрузки-выгрузки.

**Цель работы** – повышение эффективности управления взаимодействием железнодорожных станций и путей необщего пользования в условиях наличия вагонов различных собственников.

**Методы исследования:** анализ, синтез, теория управления запасами, методы статистической обработки эмпирических данных, аналитическое моделирование.

**Полученные результаты и их новизна** заключаются в разработке:

функциональных моделей взаимодействия и движения вагонов различных собственников между модулями железнодорожных станций и путей необщего пользования, реализующих реальные условия временного размещения подвижного состава грузоотправителей (грузополучателей) с отражением потребности конкретных грузовых комплексов в таких вагонах;

методики расчета параметров процесса подачи-уборки вагонов на железнодорожные пути необщего пользования и внутри последних, учитывающей структуру потока вагонов по принадлежности и изменения в нормативной базе, которая основывается на числе вагонов в конкретной подаче;

методики определения потребной вместимости путей для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), которая учитывает долю таких перевозочных средств в общем вагонопотоке и случайную составляющую при описании неравномерности рассматриваемого вагонопотока и продолжительности занятия путей;

методики оценки результативности функционирования грузовых комплексов путей необщего пользования в условиях изменения структуры вагонного парка, которая основывается на системном подходе к расчету показателей конкретного места необщего пользования в условиях наличия вагонов грузоотправителей (грузополучателей) на путях их размещения.

**Степень использования:** результаты исследований прошли апробацию на Белорусской железной дороге, а также на путях необщего пользования промышленных предприятий Республики Беларусь.

**Область применения:** в практике взаимодействия железнодорожных путей необщего пользования и станций Белорусской железной дороги, а также других железных дорог, у которых структура вагонного парка и технология обслуживания мест необщего пользования схожи с Белорусской железной дорогой (страны СНГ, Балтии); в научной сфере и образовательном процессе.

## SUMMARY

Potylkin Yevgeniy Nikolayevich

### MANAGING THE INTERACTION OF RAILWAY STATIONS AND INDUSTRIAL SIDINGS IN THE OPERATION OF WAGONS OF VARIOUS FORMS OF OWNERSHIP

**Keywords:** wagon, the supplier, the consignee, industrial sidings, railway station, interaction, supply and removal of wagons, loading and unloading front.

**The work purpose** – improving the efficiency of managing the interaction of railway stations and industrial sidings in the presence of wagons of various forms of ownership.

**Research methods:** analysis, synthesis, theory of stock management, methods of statistical processing of empirical data, analytical modeling.

**Received results and their novelty** are as follows in the development of: functional models of interaction and movement of wagons of various owners between modules of railway stations and industrial sidings that implement real conditions for the temporary placement of suppliers' (consignees') rolling stock reflecting the needs of specific freight complexes in such wagons;

methods for calculating the parameters of the feeding process-cleaning wagons on industrial sidings and inside the latter, taking into account the structure of the flow of wagons by affiliation and changes in the regulatory framework, which is based on the number of wagons in a particular feed;

methods for determining the required capacity of tracks for the temporary placement of suppliers' (consignees') wagons, which takes into account the share of such vehicles in the total carriage traffic and the random component in describing the unevenness of the considered carriage traffic and the duration of the occupation of the tracks;

methods for evaluating the effectiveness of the functioning of freight complexes of industrial sidings in the context of changing the structure of the carriage fleet, which is based on a systematic approach to calculating the indicators of a specific place of non-public use in the presence of suppliers' (consignees') wagons on the tracks of their placement.

**Degree of usage:** The research results were tested on the Belarusian railway, as well as on the industrial sidings of enterprises of the Republic of Belarus.

**Scope of utilization:** in the interaction of industrial sidings and railway stations of the Belarusian Railway, as well as other railways whose car fleet structure and technology for servicing industrial sidings are similar to the Belarusian Railway (CIS countries, Baltic countries); in the scientific field and educational process.



Научное издание

*ПОТЫЛКИН Евгений Николаевич*

**УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ  
И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАГОННОГО ПАРКА  
РАЗЛИЧНЫХ СОБСТВЕННИКОВ**

Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности  
05.22.08 – Управление процессами перевозок

Подписано в печать 18.03.2025 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 60 экз. Зак. 582.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель