

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-300

EDN: ХЛПВQ

УДК 656.078



Научные обзоры | Управление процессами перевозок

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

О.В. Москвичев, А.А. Грузд

Аннотация

Данная статья посвящена обзору научных исследований российских и зарубежных ученых в области взаимодействия грузовых железнодорожных станций и путей необщего пользования. Были выделены основные сферы взаимодействия грузовых станций и путей необщего пользования, а именно техническая, технологическая, правовая, экономическая и информационная. На основе проведенного анализа были систематизированы задачи, подзадачи, модели и методы, направленные на решение вопроса по оптимизации взаимодействия грузовых железнодорожных станций и путей необщего пользования. В ходе анализа научных трудов было выявлено, что все они представляют обширную научно-методическую базу, содержащую рекомендации по повышению эффективности взаимодействия грузовых станций и путей необщего пользования. Однако в связи с развитием цифровых технологий в работе железнодорожных станций возникает необходимость проработки вопроса, связанного с взаимодействием грузовых железнодорожных станций и путей необщего пользования в современных условиях.

Цель – проведение анализа теоретических исследований по проблеме взаимодействия железнодорожных грузовых станций и путей необщего пользования.

Методология. В статье использовался диахронический метод анализа литературы.

Результаты. На основе проведенного анализа были систематизированы задачи, подзадачи, модели и методы, направленные на решение вопроса по оптимизации взаимодействия грузовых железнодорожных станций и путей необщего пользования.

Область применения результатов. Полученные результаты целесообразно применять при разработке методов, которые направлены на повышение эффективности работы грузовых железнодорожных станций с путями необщего пользования.

Ключевые слова: грузовая железнодорожная станция; путь необщего пользования; цифровые технологии; роботизация; клиентоориентированность; режим взаимодействия

Для цитирования. Москвичев О.В., Грузд А.А. Анализ теоретических исследований по проблеме взаимодействия железнодорожных грузовых станций и путей необщего пользования // International Journal of Advanced Studies. 2024. Т. 14, № 4. С. 7-28. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-300

Scientific Reviews | Transportation Process Management

ANALYSIS OF THEORETICAL STUDIES ON THE PROBLEM OF INTERACTION BETWEEN RAILWAY FREIGHT STATIONS AND NON-PUBLIC TRACKS

O.V. Moskvichev, A.A. Gruzd

Abstract

This article is devoted to a review of scientific research by Russian and foreign scientists in the field of interaction between freight railway stations and non-public tracks. The main areas of interaction between freight stations and non-public tracks were identified, namely technical, technological, legal, economic and informational. Based on the analysis, the tasks, subtasks, models and methods aimed at solving the issue of optimizing the interaction of freight railway stations and non-public tracks were systematized. During the analysis of scientific papers, it was revealed that all of

them represent an extensive scientific and methodological base containing recommendations for improving the efficiency of interaction between freight stations and non-public tracks. However, due to the development of digital technologies in the operation of railway stations, it becomes necessary to study the issue related to the interaction of freight railway stations and non-public tracks in modern conditions.

Purpose. Conducting an analysis of theoretical research on the problem of interaction between railway freight stations and non-public tracks.

Methodology. The article uses a diachronic method of literature analysis.

Results. Based on the analysis, the tasks, subtasks, models and methods aimed at solving the issue of optimizing the interaction of freight railway stations and non-public tracks were systematized.

Practical implications. It is advisable to apply the results obtained in the development of methods aimed at improving the efficiency of freight railway stations with non-public tracks.

Keywords: freight railway station; non-public way; digital technologies; robotization; customer orientation; interaction mode

For citation. Moskvichev O.V., Gruzd A.A. Analysis of Theoretical Studies on the Problem of Interaction Between Railway Freight Stations and Non-Public Tracks. *International Journal of Advanced Studies*, 2024, vol. 14, no. 4, pp. 7-28. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-300

Согласно статистике, представленной СОЖТ (Союз операторов железнодорожного транспорта), оборот грузового вагона рабочего парка на путях необщего пользования (далее ПНП) по итогам 2023 г. увеличился по отношению к показателю аналогичного периода предыдущего года на 17,0 часа и составил 18,8 суток, (450,1 часа), рисунок 1 [22]. Увеличение величины оборота вагона в большей степени приходится на показатель нахождения вагона под грузовыми операциями, он увеличился на 4,9% (9,5 часа). Вторая причина увеличения оборота вагона – нахождение на технических станциях, этот показатель увеличился на 4,8 % (7,3 часа), по сравнению с 2022 годом.

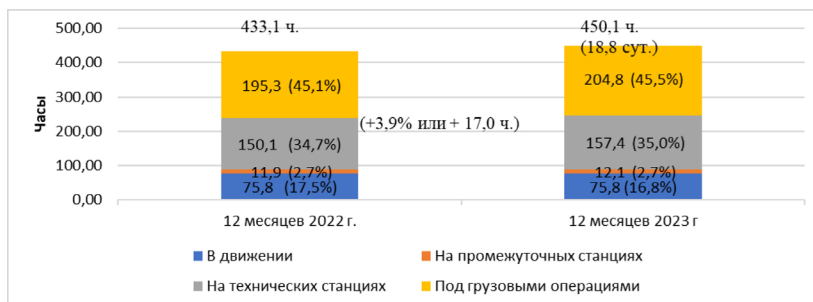


Рис. 1. Оборот вагона с разложением по элементам за 12 месяцев 2022 и 2023 года, в часах

По мнению ОАО «РЖД»: «Замедление оборота вагона связано с увеличением средней дальности перевозок, а также с простоями, не связанными с ответственностью ОАО «РЖД», в том числе при нахождении вагонов в ожидании погрузки, непосредственно под погрузкой и в ожидании выгрузки»[20]. Однако, по мнению грузоотправителей причина увеличения простоя вагонов возникает со стороны ОАО «РЖД», это связано с несвоевременной подачей и уборкой вагонов, задержкой подачи подвижного состава и отсутствием тягового подвижного состава.

Помимо этого, клиенты компании ОАО «РЖД» недовольны качеством услуг в направлении коммерческой деятельности. Клиенты отмечают сложность в процессе оформления документов, высокую стоимость услуг электронного сопровождения железнодорожных перевозок и недостаточную функциональность системы «ЭТРАН».

Таким образом, взаимодействие магистрального транспорта с путями необщего пользования (далее ПНП), представляет собой некую проблему в транспортной сети и требует решений, так как необходимо помнить, что от эффективности функционирования грузовых железнодорожных станций (далее ГС) и их клиентоориентированного взаимодействия с грузовладельцами зависит объем грузопотоков, что напрямую влияет на прибыль компании ОАО РЖД.

Цель данной работы является проведение анализа теоретических исследований по проблеме взаимодействия железнодорожных грузовых станций и путей необщего пользования.

Основа отечественной транспортной науки в части взаимодействия ГС и ПНП была заложена трудами ученых еще в 70-80-е годы прошлого столетия. Впервые теория о единой технологии взаимодействия промышленного транспорта и станций примыкания была рассмотрена академиком В. Н. Образцовым [13]. В его работах были впервые предложены такие технологические параметры транспортного обслуживания, как размер подач на подъездной путь и интервал между подачами. Дальнейшее развитие теории взаимодействия магистрального и промышленного транспорта продолжилось в трудах профессора Н. Р. Ющенко. Им были сформулированы условия согласованной работы станции примыкания, промышленного транспорта и производства [25]. Проблемами организации процессов работы на местах общего и необщего пользования занимались А.А. Смехов, Х.М. Лазарев и В.Ф. Григорюк, в их работах были представлены решения оптимизации грузовой работы, сопутствующих и предшествующих элементов грузовой работы [19].

В.М. Акулиничев в своих трудах рассматривал вопросы прогрессивной технологии работы станций примыкания во взаимодействии с промышленным транспортом. Автор [1] дал научное обоснование технологических операций единого технологического процесса и эффективности применения передовых методов организации и управления работой транспорта промышленных предприятий. Далее идеи согласованной работы магистрального и промышленного железнодорожного транспорта получили свое развитие в работах И.Б. Сотникова. Автор в своих трудах исследовал эксплуатационную надежность работы станций и привел методику расчета времени нахождения вагонов и потребного путевого развития станций при заданной мощности обслуживающих устройств [21]. Г.Ф. Ферапонтов изучал вопросы эксплуатации же-

лезнодорожных подъездных путей в области договорных взаимоотношений с ГС. Ученый на практических примерах рассматривал порядок применения положений Устава железных дорог СССР и Правил перевозок при решении вопроса об установлении норм оборота вагонов, интервалов и расписании подач [23].

Способы взаимодействия станции примыкания и ПНП многогранны и улучшение этого процесса можно рассмотреть с нескольких сторон, а именно: технической, технологической, информационной, правовой и экономической [17].

Технологическая сфера взаимодействия подразумевает комплексную систему эксплуатации магистрального и промышленного транспорта, например, обеспечение единой технологии работы, совмещение и взаимоувязка графиков работы магистрального и промышленного транспорта, а также непрерывный план-график работы транспортных узлов. К этой сфере можно отнести работу С.А. Афонина – «Рациональная технология диспетчерского управления транспортной системой промышленного предприятия» [2]. На основе анализа теоретических и практических исследований автор выявил неэффективность существующей системы диспетчерского управления. После чего, используя метод динамического согласования, была построена модель управления кольцевыми маршрутами, выполняющими перевозки массовых грузов на заданном полигоне. В своей работе, автор использовал методы, основанные на системном анализе, теории множеств, теории графов, вычислительной математике, дискретной математике и математическом программировании.

Группа авторов Е.М. Тишкин, С.А. Филиппченко, В.А. Макаров и А.Н. Феофилова в своей работе [18] обосновала очередность обслуживания грузовых фронтов, где в качестве основного критерия выбрали минимум вагоно-часов на подачу и обработку вагонов [18]. Д.Ю. Левин в своих трудах предлагал оптимизировать загрузку мест погрузки с помощью математического программи-

рования, используя элемент неопределенности. Такое решение автор [11] принял из-за хаотичного поступления вагонов на станцию и времени на их обслуживание. В качестве основного критерия автор выбрал – «минимум затрат на простой вагонов и погрузо-разгрузочных механизмов». Профессор Л.С. Крохин в своих трудах рассматривал вопросы по очередности обслуживания ПНП относительно времени нахождения заявки в ожидании обслуживания локомотива [10].

В своей работе В.А. Бойко и Ю.В. Гусев приводят метод оценки перерабатывающей способности грузовой станции, который позволит оценить загрузку технических устройств в различных эксплуатационных условиях [4]. Для оценки загрузки технических устройств авторы ввели коэффициент динамичности.

Н.В. Малышев и С.А. Бойков в своей работе «Модель приоритетов обслуживания подач вагонов» предложили модель, которая позволит определить оптимальные точки переключения работы крана между платформами. В качестве основного критерия авторы выбрали стоимость времени простоя подач вагонов под грузовыми операциями на погрузо-разгрузочном пути, минута-рубль. Представленная модель позволила не только сократить расходы на простой вагонов, но и повысить перерабатывающую способность терминала. Для разработки модели авторы использовали метод теории вероятности, метод массового обслуживания, метод метаматематической статистики и экспертных оценок [12].

Группа авторов Mark Lawley, Vijay Parmeshwaran, Jean-Philippe Richard, Ayten Turkcan, Malay Dalal и David Ramcharan в своем исследовании разработали пространственно-временную модель сетевого потока для планирования железнодорожных поставок сыпучих грузов от поставщиков до клиента. Основная цель, которую преследовали авторы заключается в максимальном удовлетворении спроса при минимизации времени ожидания погрузки и разгрузки сыпучих грузов. Модель использует разнообразную информацию, включая спрос клиентов, характеристики желез-

нодорожной сети, часы погрузки и разгрузки, а также пропускную способность путей и станций. Срок планирования и период планирования могут варьироваться для обеспечения решений как для долгосрочного планирования, так и для краткосрочных ежедневных операций [26].

Kwon O.K., Martland C.D., и Sussman J.M. в своем исследовании предложили способ по улучшению эффективности взаимодействия ГС и грузоотправителей. Их идея заключается в разработке динамической модели, которая, учитывая трафик производства промышленного предприятия составляет график подачи подвижного состава. В качестве подхода к решению авторы использовали метод генерации столбцов [29].

Информационная сфера взаимодействия обеспечивает скорость и своевременную передачу информации между магистральным и промышленным транспортом. В своей работе [3] А.В. Бауэр предложил для снижения уровня отказов грузоотправителей в приеме порожних грузовых вагонов оптимизировать процесс планирования порожнего вагонопотока, основанного на внедрении показателя «нежелательная подача следующим клиентам» в модель грузового вагона.

Хмелев А.С. в своей работе [24] рассматривал проблему разрыва потоков в информационной системе, которая возникает в логистической цепи между участниками перевозочного процесса. Автор выполнил анализ существующих подходов в области оптимизации транспортных процессов и выявил пробелы в области информационного взаимодействия между участниками перевозочного процесса. В результате Хмелев А.С. усовершенствовал информационное взаимодействие с помощью информационной системы поддержки принятия решений в рамках организации, управлении и контроле сырьевых поставок между всеми участниками перевозочного процесса [24].

К правовой сфере взаимодействия можно отнести решение юридических вопросов в области взаимодействия магистраль-

ного и промышленного вида транспорта. В своей работе [6] Е.И. Гарлицкий отметил, что «нормативные документы, регулирующие взаимоотношения станций и путей необщего пользования, недостаточно, полно охватывают весь спектр взаимоотношений и не всегда четко регламентируют вопросы организации их совместной работы и взаимной ответственности». Автор [6] разработал алгоритм выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов с учетом возможных штрафных выплат в системе взаимодействия станций примыкания и ПНП.

Экономическая сфера взаимодействия магистрального и промышленного транспорта предусматривает разработку единой системы планирования перевозок для рационального использования технических средств. К этой сфере можно отнести работу О.Ю. Портновой, она предложила методику, которая позволяет прогнозировать и планировать необходимое количество вагонов для промышленных предприятий [16].

Группа авторов Доценко Ю.В., Шеховцов А.И., Шеховцова Ю.А. в работе [8] предложили модель, которая позволяет выявить направления повышения эффективности взаимодействия ПНП и станций примыкания. В частности рационально использовать наличные ресурсы и найти лимитирующие факторы для последующего их исправления с целью сокращения времени нахождения вагонов на станции примыкания и ПНП [8].

Thomas Kirschstein в своей работе «Rail transportation planning in the chemical industry» предлагает составить график перевозки химикатов на железнодорожном транспорте таким образом, чтобы удовлетворить потребности клиентов и свести к минимуму общие затраты на логистику. Для решения проблемы автор предлагает индивидуальное эвристическое решение, так как стандартное решение задачи по планированию оказываются менее эффективными. В результате, идея автора позволила рационально управлять подвижным составом, тем самым сократить затраты на логистику [28].

Группа авторов Amar Kumar Narisetty, Jean-Philippe P. Richard, Deby Murphy, Gayle Minks и в Jim Fuller в работе [27] предложили оптимизационную модель, которая позволит рационально распределять разнородные порожние вагоны между рабочими парками станции. Представленная методика была опробована на железной дороге Union Pacific и привела к сокращению транспортных расходов, кроме того, представленная модель сократила рабочий персонал, что привело к увеличению рентабельности инвестиций на 35 процентов [27].

Техническая сфера взаимодействия включает в себя – согласование параметров технических средств взаимодействующих объектов и согласование пропускной и перерабатывающей способности взаимодействующих систем для наиболее эффективного использования технических устройств. Этой сфере взаимодействия большое внимание уделял ученый В.М. Акулиничев. Автор [1] занимался вопросом оптимальной технической оснащенности грузовых фронтов, основываясь на математических методах – метод теорий восстановления, массового обслуживания, вероятности и математической статистики. Применение этих методов позволило выявить резерв во всех технологических линиях промышленных станций, что привело к сокращению времени на операцию по погрузке/выгрузке.

В трудах П.С. Грунтова и В.П. Ярошевича рассматривалась методика расчета надежности и оптимальной мощности станционных комплексов [7]. Г.П. Гриневич изучал вопросы комплексной механизации и автоматизации погрузо-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте [7]. А.Ф. Бородин занимался вопросом влияния развития инфраструктуры на взаимодействие магистрального и промышленного транспорта [5].

В работе [15] Подорожкиной А.В. были рассмотрены вопросы повышения надежности работы ГС. Автор разработал математическую модель местного вагонопотока на ГС для анализа функционирования станционных подсистем. Проведя анализ,

автор установил, что величина коэффициента технологической устойчивости отдельных подсистем ГС напрямую связана с надежностью их функционирования. С помощью имитационного моделирования ГС автор получила значение коэффициентов устойчивости подсистем ГС, что позволило учитывать убытки из-за снижения уровня устойчивости функционирования ГС.

Профессор П.А. Козлов впервые создал имитационную модель ИСТРА, которая позволяет осуществлять технологическую экспертизу станционных объектов [9]. Окулов Н.Е. с помощью имитационного моделирования ИСТРА выявил элементы, которые оказывают влияние на простои в парках станции и на производственных линиях. По результатам проведенных исследований, автор предложил подходы по использованию имитационной и оптимизационной модели для совершенствования технологии работы и инфраструктуры станции [14].

Miloš Milenković, Nebojša Bojović и Dmitry Abramini предложили подход по совершенствованию процесса управления парком грузовых вагонов. Для расчета желаемого парка грузовых вагонов авторы разработали четырехэтапный подход. Этапы включают разработку следующих компонентов: разработка генератора случайного веса вагона, разработка оптимальной схемы загрузки вагона, перемещение порожних грузовых вагонов, оптимальный размер парка вагонов. Заключительный этап включает объединение всех четырех этапов в единый пакет, называемый Rail Freight Wagon Flock Optimizer (RFWFO) [30].

На основании проведенного анализа были систематизированы задачи, подзадачи, модели и методы, направленные на решения задачи по оптимизации взаимодействия ГС и ПНП, рисунок 2,3.

Из анализа научных трудов можно сделать вывод, что все они представляют достаточно обширную научно-методическую базу, содержащую рекомендации по повышению эффективности взаимодействия ГС с ПНП.

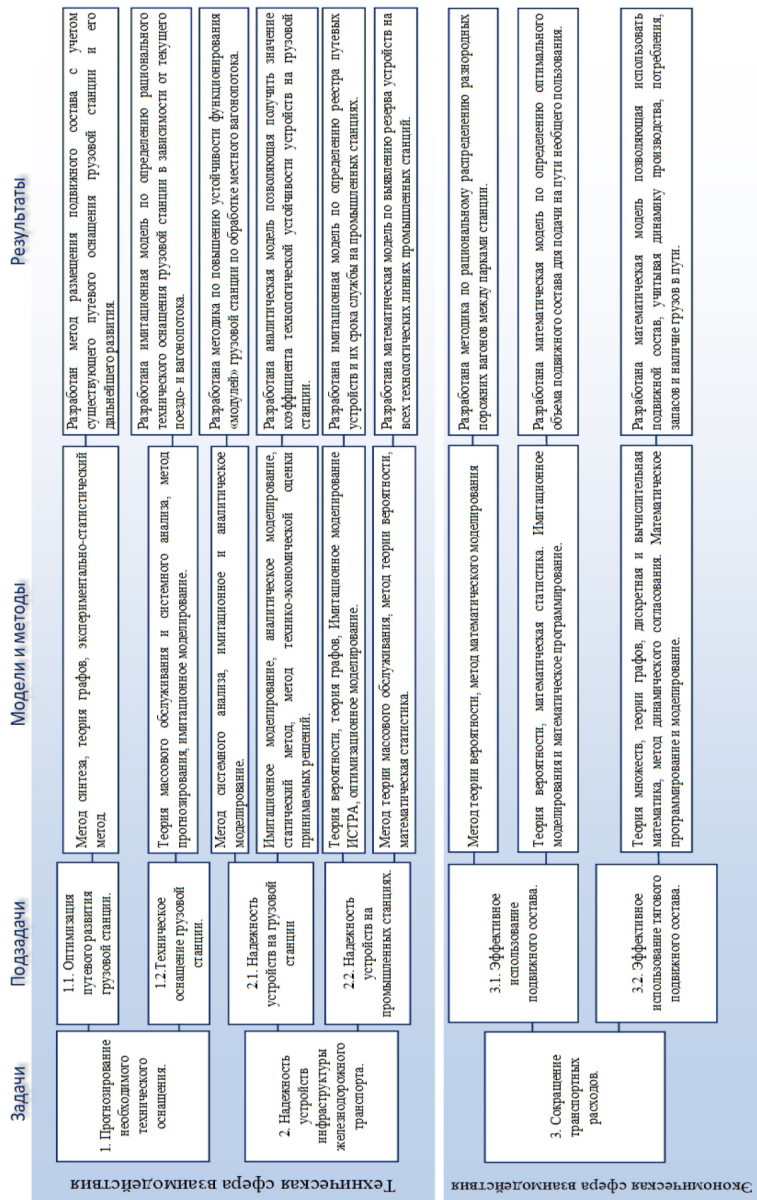


Рис. 2. Задачи, подзадачи, методы и результаты исследований на тему взаимодействия путей
необщего пользования и грузовых станций (часть 1).

Задачи		Подзадачи		Модели и методы		Результаты	
4. Выбор рациональной очередности обслуживания		4.1. Очередность обслуживания грузовых фронтов.		Теория аргетивных систем, метод экспертной оценки, математическое моделирование.		Разработка алгоритм выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов с учетом возможных штрафных выплат.	
		4.2. Определить оптимальное значение интервалов между подачами вагонов на грузовые фронты		Метод комбинаторного анализа, математическое моделирование, теория графов. Метод разрешающих множеств.		Разработка алгоритм выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов относительно времени нахождения заявки в ожидании обслуживания локомотива».	
		4.3. Выбор рациональной очередности обслуживания путей		Метод Брэдмана, метод начального анализа и синтеза, экспериментально-статистический метод.		Разработаны аналитические модели позволяющие определить оптимальное значение интервалов между подачами вагонов на грузовые фронты поружки-выгрузки.	
		4.4. Выбор рациональной очередности обслуживания путей		Теория множеств, теории графов, дискретная и вычислительная математика, метод динамического согласования, математическое программирование и моделирование.		Разработана математическая модель, которая позволяет определить подачу подвижного состава исходя из производства, потребления, запасов и наличия грузов в пути.	
5. Оптимизация грузо-выгрузочных работ с вагонами.		5.1. Составить время простоя в ожидании грузовых операций.		Математическое моделирование.		Разработка аналитическая модель по определению максимального уровня загрузки грузовых фронтов.	
		5.2. Выбор рациональной организации подвода подвижного состава на промышленные станции.		Теория вероятности, математическая статистика, имитационное моделирование и математическое программирование.		Разработана методика по определению оптимального объема подвижного состава для промышленных станций.	
6. Оптимизация информационного взаимодействия между участниками перевозочного процесса		6.1. Использование электронного документооборота.		Метод экспертных оценок, метод оценки эффективности IT-технологий.		Разрабатывано единое информационное пространство для всех участников перевозочного процесса.	
		6.2. Оптимизация процесса планирования порожнего вагонопотока.		Экономико-математический метод, метод матричного моделирования, метод семейного анализа, графический метод.		Предложено использовать показатель «Нежелательная подача следующим клиентам» в модели грузового вагона.	
		6.3. Обеспечение бесперебойного потока информации между участниками перевозочного процесса.		Теория вероятности, теория построения цифровых систем управления, сравнительный анализ эксплуатационных показателей.		Усовершенствовано информационное взаимодействие в системе поддержки принятия решений.	

Рис. 3. Задачи, подзадачи, методы и результаты исследований на тему взаимодействия путей и грузовых станций (часть 2).

Однако, в новых условиях цифровой трансформации деятельности ОАО «РЖД», в частности внедрения цифровых технологий в производственные процессы ГС, неизбежным становится изменение требований к организации процессов планирования, управления исполнением перевозочного процесса, обмена вагонопотоками между станцией и примыкающими ПНП. При этом обусловленная необходимостью внедрения цифровых технологий в эксплуатационную и грузовую работу станций требует разработки научно обоснованного методического подхода, позволяющего оценить влияние цифровизации производственных процессов на показатели работы железнодорожной станции и ПНП для принятия решений по внедрению и/или интеграции наиболее целесообразных цифровых технико-технологических решений в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов, с учётом наиболее эффективного информационного и технологического их взаимодействия.

Несмотря на то, что компания ОАО «РЖД» активно внедряет цифровые технологии в работу ГС, цифровые сервисы остаются не всегда востребованными клиентами (грузоотправителями и грузополучателями) или предлагаемые цифровые технико-технологические решения не учитывают единые технологические процессы работы станции и примыкающих ПНП. Например, часто информация об исполнении планов сменной, текущей работы попадает в автоматизированные системы сторон по факту завершения приемосдаточных операций, что приводит к инерции систем планирования, ввиду несвоевременности поступления данных. Итогом являются непроизводительные простои вагонов и тягового подвижного состава, «перезаказ» парка вагонов, снижение перерабатывающей способности станции и пр. Согласованные проекты развития инфраструктуры станции и примыкающих ПНП, при плановом росте объёмов производства предприятий, имеют риски сниженного эффекта при часто действующей между сторонами технологии телефонного управления сменной и текущей грузовой, эксплуатационной работой.

Таким образом, актуальной проблематикой исследования является повышение эффективности взаимодействия ГС с ПНП в условиях цифровой трансформации производственных процессов. Принципиальные изменения производственных процессов, технико-технологической базы, системы принятия управленческих решений и др. требуют по-новому рассматривать процесс информационного и технологического взаимодействия ГС с ПНП.

Список литературы

1. Акулиничев В. М. Организация перевозок на промышленном транспорте. Москва, 1983. 247 с.
2. Афонин С. А. Рациональная технология диспетчерского управления транспортной системой промышленного предприятия специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технологических наук. 2011. 22 с.
3. Бауэр А. В. Разработка единой информационной системы управления перевозочным процессом при взаимодействии видов транспорта // Сборник научных трудов ДОНИЖТ. 2021. С. 48-57.
4. Бойко В. А. Метод оценки перерабатывающей способности технических устройств грузовой станции с учетом динамики ее работы / В. А. Бойко, Ю. В. Гусев // Вестник Приазовского государственного технического университета, 2007. № 19. С. 261-266.
5. Бородин А. Ф. Единые технологические процессы: поиск новых подходов / А. Ф. Бородин, В. В. Панин // Железнодорожный транспорт. 2007. Т. 8. С. 36-41.
6. Гарлицкий Е. И. Совершенствование технологии обслуживания железнодорожных путей необщего пользования : специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2014. № 12030204039. С. 149.
7. Грунтов П. С. Эксплуатационная надежность станций. Москва, 1986. 247 с.

8. Доценко Ю. В. Разработка моделей взаимодействия станций при-
мыкания и железнодорожных путей необщего пользования на ос-
нове сетей Петри / Ю. В. Доценко, А. И. Шеховцов, Ю. А. Шехов-
цова // Сборник научных трудов ДОНИЖТ. 2023. Т. 71. С. 4-11.
9. Козлов П. А. Автоматизированный программный комплекс расче-
та, регистрации и отображения работы сортировочной станции /
П. А. Козлов, А. Е. Александров // Железнодорожный транспорт.
2003. Т. 9. С. 65-67.
10. Крохин Л. С. Управление работой грузовых железнодорожных
станций (теория, методы автоматизации, опыт внедрения): дисс.
... докт. тех. наук: 05.22.08. Москва, 1997. 325 с.
11. Левин Д. Ю. Организация местной работы: монография. Москва,
2013. 610 с.
12. Малышев Н. В. Модель приоритетов обслуживания подач ваго-
нов / Н. В. Малышев, С. А. Бойков // Проблематика транспортных
систем. 2022. Т. 19. № 4. С. 839-846. <https://doi.org/10.20295/1815-588X-2022-4-839-846>
13. Образцов В.Н. Основы комплексной теории транспорта /
В. Н. Образцов, Ф. И. Шаульский. Москва, 1948. 492 с.
14. Окулов Н.Е. Методы и способы совершенствования взаимо-
действия производства и транспорта: специальность 05.22.08
«Управление процессами перевозок» : диссертация на соискание
ученой степени кандидата технических наук. 2014. 140 с.
15. Подорожкина А. В. Разработка методов оценки и повышения
устойчивости функционирования технологической линии мест-
ного вагонопотока на грузовой станции : специальность 05.22.08
«Управление процессами перевозок»: диссертация на соискание
ученой степени кандидата технических. 2012. 289 с.
16. Портнова О. Ю. Повышение эффективности организации обе-
спечения вагонами промышленных предприятий : специальность
05.02.22 «Организация производства (по отраслям)»: диссертаци-
я на соискание ученой степени кандидата технических наук.
2015. 156 с.

17. Правдин Н. В. Взаимодействие различных видов транспорта: примеры и расчеты / Н. В. Правдин, В. А. Негрей, В. А. Подкопаев. Москва, 1989. 208 с.
18. Расчет очередности обслуживания грузовых фронтов на станции / Е. М. Тишкин, С. А. Филиппченко, А. В. Макаров, А. Н. Феофилов // Вестник ВНИИЖТ. 1999. № 5. С. 29-31.
19. Смехов А. А. Организация работы на грузовой станции и примыкающих к ней подъездных путях / А. А. Смехов, Х. М. Лазарев. Москва, 1976. 51 с.
20. СМИ об «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=214115> (дата обращения: 26.02.2024)
21. Сотников И. Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог. Москва, 1976. 268 с.
22. Союз операторов железнодорожного транспорта. Обзор работы грузового железнодорожного транспорта за 12 месяцев 2023 года / Союз операторов железнодорожного транспорта. 2023. <https://www.railsovet.ru/upload/iblock/d0c/9b2tx6i2zwc4u7x8lsvwuojqsbqh1rd.pdf>
23. Ферাপонтов Г. В. Эксплуатация железнодорожных подъездных путей. Москва, 1972. 296 с.
24. Хмелев А. С. Совершенствование информационного взаимодействия в системах поддержки принятия решений и управления перевозочным процессом сырьевых поставок: специальность 29.40.00: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2022. 193 с.
25. Ющенко Н. Р. Выбор оптимального варианта организации маневровой работы грузовых станций на основе методов линейного программирования / Н. Р. Ющенко, М. Н. Бакалов // Труды ДИИТ. 1966. № 61. С. 215.
26. A time-space scheduling model for optimizing recurring bulk railcar deliveries / M. Lawley, V. Richard, J. P. Turkcan [и др.]. // Transportation Research Part B: Methodological. 2008. Vol. 42, Issue 5. P. 438-454. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2007.10.001>

27. An optimization model for empty freight car assignment at Union Pacific Railroad / M. G., F. J., N. A.K. [и др.] // *Interfaces*. 2008. Vol. 38, No. 2. P. 89–102. <https://doi.org/10.1287/inte.1070.0330>
28. Kirschstein T. Rail transportation planning in the chemical industry // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2018. Vol. 112. P. 142-160. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.01.001>
29. Kwon O. K. Routing and scheduling temporal and heterogeneous freight car traffic on rail networks / O. K. Kwon, C. D. Maryland, J. M. Sussman // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 1998. Vol. 34. № 2. P. 101-115. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(97\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(97)00022-7)
30. Milenković M. Railway freight wagon fleet size optimization: A real-world application / M. Milenković, N. Bojović, D. Abramini // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2023. Vol. 26. P. 373. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2023.100373>

References

1. Akulinichev V. M. *Organization of transportations on industrial transport*. Moscow, 1983, 247 p.
2. Afonin S. A. Rational technology of dispatch control of the transport system of the industrial enterprise specialty 05.22.08 “Management of transportation processes”: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Technological Sciences, 2011, 22 p.
3. Bauer A. V. Development of a unified information system for managing the transportation process in interaction of types of transport. *Collection of scientific works of DONIJT*, 2021, pp. 48-57.
4. Boyko V. A. Method of an estimation of the processing ability of the freight station technical devices taking into account the dynamics of its work / V. A. Boyko, Yu. V. Gusev. *Vestnik of the Priazov State Technical University*, 2007, no. 19, pp. 261-266.
5. Borodin A. F. Unified technological processes: search for new approaches / A. F. Borodin, V. V. Panin. *Railroad transport*, 2007, vol. 8, pp. 36-41.
6. Garlitskiy E. I. Improvement of the service technology of the unused railway tracks: specialty 05.22.08 “Transportation process manage-

- ment”: dissertation for the degree of candidate of technical sciences, 2014, no. 12030204039, p. 149.
7. Gruntov P. S. *Operational reliability of stations*. Moscow, 1986, 247 p.
 8. Dotsenko, Yu. V. Development of the models of interaction between the stations and the unused railroad tracks on the basis of Petri nets / Yu. V. Dotsenko, A. I. Shekhovtsov, Yu. A. Shekhovtsova. *Collection of scientific works of DONIZhT*, 2023, vol. 71, pp. 4-11.
 9. Kozlov P. A. Automated program complex for calculation, registration and display of the marshalling station operation / P. A. Kozlov, A. E. Aleksandrov. *Railroad transport*, 2003, vol. 9, pp. 65-67.
 10. Krokhin L. S. *Freight railroad stations operation management (theory, automation methods, implementation experience)*. Moscow, 1997, 325 p.
 11. Levin D. Yu. Organization of local work: a monograph. Moscow, 2013, 610 p.
 12. Malyshev N. V. Model of the priorities of the wagon feed service / N. V. Malyshev, S. A. Boykov. *Problematics of transport systems*, 2022, vol. 19, no. 4, pp. 839-846. <https://doi.org/10.20295/1815-588X-2022-4-839-846>
 13. Obratsov V. N. Fundamentals of the complex theory of transportation / V. N. Obratsov, F. I. Shaulskiy. Moscow, 1948, 492 p.
 14. Okulov N. E. *Methods and ways to improve the interaction of production and transport*: specialty 05.22.08 “Management of transportation processes”: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. 2014, 140 p.
 15. Podorozhkina A. V. *Development of methods for evaluating and improving the stability of the local wagon flow technological line at the freight station*: specialty 05.22.08 “Management of transportation processes”: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. 2012, 289 p.
 16. Portnova O. Yu. *Increasing the efficiency of the organization of the provision of wagons for industrial enterprises*: specialty 05.02.22 “Production organization (by branches)”: thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences. 2015, 156 p.

17. Pravdin N. B. *Interaction of different types of transportation: examples and calculations* / N. V. Pravdin, V. A. Negrey, V. A. Podkopaev. Moscow, 1989, 208 p.
18. Calculation of Freight Fronts Service Queue at a Station / E. M. Tishkin, S. A. Filipchenko, A. V. Makarov, A. N. Feofilov. *Vestnik of VNIIZhT*, 1999, no. 5, pp. 29-31.
19. Smekhov A. A. *Organization of work at a freight station and adjoining access roads* / A. A. Smekhov, H. M. Lazarev. Moscow, 1976, 51 p.
20. Mass media about "Russian Railways". <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=214115>
21. Sotnikov I.B. *Interaction of stations and sections of railroads*. Moscow, 1976, 268 p.
22. Union of Railway Transport Operators. Review of freight railroad transport for 12 months of 2023 / Union of Railway Transport Operators. 2023. <https://www.railsovet.ru/upload/iblock/d0c/9b2tx6i2zwc-b4u7x8lsvwuojqs6qh1rd.pdf>
23. Ferapontov G. V. *Exploitation of railroad access roads*. Moscow, 1972, 296 p.
24. Khmelev A. S. *Improvement of information interaction in systems of decision support and management of transportation process of raw material supplies*: specialty 29.40.00: thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences. 2022. 193 c.
25. Yushchenko N. R. Selection of the optimal variant of the shunting operation organization of the freight stations on the basis of the linear programming methods / N. R. Yushchenko, M. N. Bakalov. *Proc. of DIIT*, 1966, no. 61, p. 215.
26. A time-space scheduling model for optimizing recurring bulk railcar deliveries / M. Lawley, V. Richard, J. P. Turkcan [et al.]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2008, vol. 42, issue 5, pp. 438-454. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2007.10.001>
27. An optimization model for empty freight car assignment at Union Pacific Railroad / M. G., F. J., N. A.K. [et al.]. *Interfaces*, 2008, vol. 38, no. 2, pp. 89–102. <https://doi.org/10.1287/inte.1070.0330>

28. Kirschstein T. Rail transportation planning in the chemical industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2018, vol. 112, pp. 142-160. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.01.001>
29. Kwon O. K. Routing and scheduling temporal and heterogeneous freight car traffic on rail networks / O. K. Kwon, C. D. Maryland, J. M. Sussman. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 1998. vol. 34, no. 2, pp. 101-115. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(97\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(97)00022-7)
30. Milenković M. Railway freight wagon fleet size optimization: A real-world application / M. Milenković, N. Bojović, D. Abramini. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 2023, vol. 26, p. 373. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2023.100373>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Москвичев Олег Валерьевич, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой», доктор технических наук
Самарский государственный университет путей сообщения
ул. Свободы, 2В, г. Самара, Самарская область, 443066,
Российская Федерация,
moskvichev063@yandex.ru

Грузд Анжелика Андреевна, преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой»
Самарский государственный университет путей сообщения
ул. Свободы, 2В, г. Самара, Самарская область, 443066,
Российская Федерация,
a.hishova@samgups.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Oleg V. Moskvichev, Head of the Department of Operational Work Management, Doctor of Engineering Sciences
Samara State Transport University

2V, Svoboda Str., Samara, Samara Region, 443066, Russian Federation

moskvichev063@yandex.ru

Angelika A. Gruzdt, Lecturer at the Department of Operational Work Management

Samara State Transport University

2V, Svoboda Str., Samara, Samara Region, 443066, Russian Federation

a.hishova@samgups.ru

Поступила 09.07.2024

После рецензирования 10.11.2024

Принята 25.11.2024

Received 09.07.2024

Revised 10.11.2024

Accepted 25.11.2024