ческие параметры рассматриваемого комплекса, обеспечивающего максимум погрузки готовой продукции по прямому варианту «производство – вагон».

СПИСОК ЛИТЕРАТРУРЫ

1 *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, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 210 с.

2 Оптимизация процессов грузовой работы / А. А. Смехов, Х. М. Лазарев, А. Г. Дерибас [и др.]. – М : Транспорт, 1973. – 264 с.

I. A. ELOVOY, M. M. KOLOS, E. N. POTYLKIN

CALCULATION OF RAILWAY STATION PARAMETERS WHEN DELIVERING EMPTY WAGONS OF VARIOUS OWNERS

The article considers the main provisions for calculating the parameters of the interaction process of railway stations on public and non-public tracks in conditions of the presence of wagons of various accessories. Various variations of objective functions have been formed, taking into account both deterministic and random components of the transport process.

Получено 17.05.2025

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Вып. 7. Гомель, 2025

УДК 656.21:625.11

И. А. ЕЛОВОЙ, С. А. ПЕТРАЧКОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Рассмотрены теоретические основы формирования транспортно-логистических систем в современных условиях, выявлены причины необходимости новых подходов к проектированию железнодорожной инфраструктуры, предложены основные требования к проектированию путевого развития железнодорожных станций общего и необщего пользования в условиях наличия вагонов различной принадлежности.

1 Теоретические основы разработки требований к проектированию путевого развития железнодорожных станций в транспортных узлах. В условиях глобализации развития мировой экономики транспортный комплекс государств следует рассматривать с точки зрения функционирования транспортно-технологических систем различных видов при доставке матери-

альных ресурсов и конечной готовой продукции соответственно между элементами международных сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем [1, с. 8].

Прогнозируется дальнейшее развитие мирохозяйственных связей, обусловленных появлением международных союзов, общих рынков, содружеств и сообществ [1, с. 13]. В данных условиях возникает ряд проблем, связанных с развитием транспортного комплекса на основе инновационного формирования транспортно-логистической системы Республики Беларусь и учитывающих износ транспортной инфраструктуры до критического уровня [1, с. 15].

В последние десятилетия в развитии железнодорожного транспорта происходят структурные изменения в отрасли с учетом рыночных отношений и изменения форм собственности в отношении принадлежности вагонов, локомотивов и инфраструктуры. В частности, на железнодорожном транспорте стран Западной Европы и США железным дорогам принадлежит небольшая часть общего парка вагонов. Например, в большинстве случаев железные дороги эксплуатируют только цистерны. Наличие парка частных вагонов позволяет обеспечить тесную взаимосвязь грузовых вагонов с промышленностью, где наибольший эффект образуется при использовании специализированных вагонов, которые учитывают физико-химические свойства продукции, обеспечивают механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ, а также сохранность перевозимых грузов и исключить за счёт этого загрязнение окружающей среды. Аналогичные тенденции наблюдаются в странах СНГ [2], где развитие их экономик требует новых подходов к проектированию железнодорожной инфраструктуры с учётом мировых тенденций по следующим причинам:

1 Изменилась структура производства в связи с необходимостью выпуска широкой номенклатуры конечной готовой продукции для удовлетворения индивидуальных потребностей её покупателей, что требует новых подходов к производственным и распределительным процессам на основе принципов и правил логистики, которые находят реализацию в международных и внутригосударственных сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых системах.

2 Адаптировалась структура вагонного и контейнерного парков, в том числе по принадлежности, с учётом требований производственных и распределительных процессов в связи с увеличением номенклатуры как материальных, так и товарных ресурсов.

3 Увеличилось расстояние перевозки грузов в связи с удалённостью природных ресурсов от мест производства, например, комплектующих изделий, полуфабрикатов и конечной готовой продукции, а также реализация и потребление последней. Данное положение требует уменьшения продол-

жительности доставки и минимизации транспортно-логистических издержек за счёт использования недорогих способов перевозки и внедрения эффективных мультимодальных схем транспортирования ресурсов, учитывающих преимущества участвующих в них видов транспорта.

4 Усилились экологические требования к способам доставки с целью уменьшения загрязнения окружающей среды, где железнодорожный транспорт занимает достойное место не только по затратам на перевозку, но и в части сохранения природной среды.

Производственные и распределительные элементы вышеуказанных сложных логистических систем соединяют логистические цепи движения материальных ресурсов и конечной готовой продукции, которые находят свою реализацию в логистических потоках: товарных, грузовых, информационных, финансовых и сервисных. Данные потоки могут находиться в состоянии движения или покоя.

Применительно к железнодорожному транспорту в состоянии покоя находятся вагонопотоки на железнодорожных станциях различных типов, в транспортных узлах, где осуществляются концентрация и распределение данных потоков, их пересечение. В свою очередь технические станции (сортировочные, участковые и др.) соединяются между собой с помощью железнодорожных участков, по которым перемещаются поезда различных видов.

Рассмотрение участия в схемах доставки пунктов концентрации-распределения (железнодорожных станций различных типов) и участков, их соединяющих, с позиций системного подхода позволяет решать задачи, связанные с повышением эффективности транспортных процессов, так как они комплексно исследуются во взаимодействии с производственными и снабженческо-сбытовыми технологиями, учитывая в результате индивидуальные физико-химические свойства производимой продукции и требования грузоотправителей (грузополучателей) на элементах структурированных логистических цепей движения ресурсов в рассматриваемых сложных логистических системах. В итоге разрабатываются правила перевозок грузов, перевозимых на особых условиях, которые учитывают вышеуказанные требования.

Следовательно, наибольший эффект может быть достигнут на использовании рассмотренного подхода в интеллектуальных технологиях, базирующихся на искусственном интеллекте и системной цифровизации производственно-транспортных и транспортно-сбытовых процессах. Предлагаемый подход требует также развития инфраструктуры коммуникаций железнодорожных станций и транспортных узлов в соответствии с вышеизложенными принципами и правилами, которые следует рассматривать с учётом требований сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем.

2 Основные требования к проектированию путевого развития железнодорожных станций в транспортных узлах. Проектирование путевого

развития железнодорожных станций в транспортных узлах базируется на анализе существующих и прогнозировании перспективных вагоно- и поездопотоков, которые рассчитываются на основе товаро- и грузопотоков в сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых системах, элементы которых соединяют логистические цепи движения материальных ресурсов и конечной готовой продукции.

Обобщение работы Российских железных дорог в условиях наличия вагонов различных собственников показало, что:

– в последние годы на РЖД наблюдается рекордное простаивание порожних вагонов грузоотправителей, грузополучателей, включая вагоны операторских компаний, что составляет от 100 до 300 тыс. единиц по отдельным обслуживаемым отраслям;

– существующие проблемы обусловлены недостатками в организации работы РЖД, как последствия её структурной реорганизации, что не позволяет обеспечить бесперебойную работу всей сети железных дорог России, включая уменьшение погрузки грузов на 9–10 % в последние годы;

– дисбаланс между численностью вагонного парка и пропускной способностью инфраструктуры, включая потребность в путевом развитии для отстоя грузовых вагонов операторских компаний по причинам неравномерного спроса и условий эксплуатации данного подвижного состава, в том числе за счёт отсутствия эффективной системы регулирования таких вагонов из-под выгрузки под погрузку;

– с целью уменьшения дисбаланса между численностью вагонного парка и пропускной способностью инфраструктуры РЖД ввели ограничения на прием к перевозке порожних вагонов операторских компаний и их движение по сети Российских железных дорог. В результате убранные с инфраструктуры РЖД вагоны операторских компаний оказались на путях необщего пользования промышленных предприятий и вагоноремонтных депо (заводов), что привело к затруднениям в работе последних по причине занятости выставочных и технологических путей необщего пользования.

Аналогичные проблемы существуют и на Белорусской железной дороге:

а) структурные проблемы связаны с четырёхзвенной системой управления железнодорожным транспортом: «станции – отделение – управление Белорусской железной дороги – Министерство транспорта и коммуникаций». Эта проблема требует своего решения в части взаимодействия с клиентами железнодорожного транспорта, операторскими компаниями грузовых вагонов и структурными подразделениями внутри Белорусской железной дороги, так как на железнодорожном транспорте в Республике Беларусь парк вагонов включает в свой состав собственные вагоны промышленных предприятий и других организаций, арендованный подвижной состав, вагоны операторских грузовых компаний и вагоны Белорусской железной дороги;

б) инфраструктурные проблемы обусловлены изменением специализации и уменьшением путевого развития железнодорожного транспорта общего и необщего пользования, связаны со снижением объемов перевозимых грузов в вагонах перевозчика и других собственников, а также ухудшением их эксплуатационных показателей;

в) наличие вагонов операторских компаний и других собственников привело к аналогичным проблемам, как и на Российских железных дорогах. Причём прибывающие материальные ресурсы в вагонах операторских компаний находятся достаточно длительное время (до 72 часов и более) на путях как необщего, так и общего пользования, что требует дополнительного путевого развития в условиях снижения объемов перевозок грузов.

Вышеприведённый анализ инфраструктурных проблем на железнодорожном транспорте Беларуси и России следует использовать как при расчёте суммарного парка вагонов различных собственников, так и при определении количества подвижного состава при перевозке грузов на особых условиях. При этом значительное внимание должно уделяться расчёту путевого развития на железнодорожном транспорте общего и необщего пользования, включая потребности в пропускных способностях на станциях и перегонах, их соединяющих. Достаточно подробно исследованы и предложены методы и модели повышения эффективности взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования в монографии [3], включая расчёт путевого развития для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей). Однако вопросы перевозочного процесса и расчёта путевого развития для отстоя подвижного состава для грузов, перевозимых на особых и других условиях, не исследовались. В частности, перевозки негабаритных грузов различной степени негабаритности; опасных грузов; живности; скоропортящихся грузов и др.

В результате выполненных исследований, обобщения опыта и разработки единых технологических процессов взаимодействия железнодорожных станций с путями необщего пользования за последние десятилетия, предлагаются следующие требования к проектированию путевого развития железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

1 В основу проектных решений следует закладывать перспективные грузо- и вагонопотоки, которые рассчитываются на основе материальных ресурсов и конечной готовой продукции (товарах) в пределах международных и внутригосударственных сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых системах. Причём конкретно для железнодорожного транспорта объёмы перевозок грузов определяются на основе эффективных схем доставки грузов с участием в них железной дороги. Кроме этого, при оценке эффективности таких схем доставки учитываются физико-химические свойства транспортируемых грузов в условиях их перевозок (негабаритные, опасные и др.). Потребность в вагонах для доставки продукции определяется с учётом рода подвижного состава (крытый, полувагоны, платформы, цистерны,

минераловозы и другие специализированные вагоны) и его принадлежности (Белорусской железной дороге, арендованные, собственные вагоны предприятий, принадежащие операторским компаниям).

2 Путевое развитие железнодорожного транспорта общего и необщего пользования должно рассчитываться на основе перспективных вагоно- и поездопотоков и обеспечивать реализацию эффективных схем доставки материальных ресурсов и конечной готовой продукции в соответствии с требованиями международных и внутригосударственных сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем. К основным параметрам эффективных схем доставки относятся:

– величина отправки, которая в зависимости от интенсивности грузопотока и расстояния перевозки может быть контейнерной, повагонной, групповой и маршрутной;

– продолжительность доставки груза от грузоотправителя до грузополучателя;

– уровень сохранности перевозимых грузов и др.

3 Схема доставки груза с использованием железнодорожного транспорта является базовым модулем, так как:

а) учитывает индивидуальные особенности перевозимых грузов, включая транспортирование материальных ресурсов или конечной готовой продукции на особых условиях; определяет оптимальную величину отправки и тем самым интервал между требованиями, позволяющий рассчитать эффективный уровень пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных объектов с учётом неравномерности поступающих требований в обслуживающее устройство и неодинаковой продолжительностью их обслуживания;

б) обеспечивает эффективное взаимодействие рынков товарного и транспортного, которое характеризуется следующими параметрами:

– объём спроса на производимую продукцию – объём перевозок и соответствующая ему потребность в перевозочных средствах (контейнерах, вагонах и др.), а также наличие необходимой пропускной или перерабатывающей способности железнодорожных станций и соединяющих их участков;

– цена производимой продукции (провозные платежи, включающие тариф и платы за дополнительно оказываемые услуги);

– цикл производства и реализации продукции (продолжительность доставки груза от грузоотправителя до грузополучателя);

– обеспечение неизменности качества поставляемой продукции (обеспечение сохранности доставляемого груза);

– необходимый уровень сервисного обслуживания поставляемого товара (потребный уровень транспортно-экспедиционного обслуживания в процессе доставки груза);

в) объединяет в единое целое на основе перспективных вагоно- и поездопотоков создаваемые элементы инфраструктуры, включая железнодо-

рожные станции в транспортных узлах, что позволяет рационально распределить инвестиции в проектируемые объекты и минимизировать за счёт этого количество ограничивающих («узких») элементов, имея оптимальный резерв перерабатывающей и пропускной способности на железнодорожных направлениях перевозки. В результате запроектированная и построенная инфраструктура будет обеспечивать надёжную перевозку грузов и выполнение их сроков доставки;

г) позволяет учитывать многообразие способов размещения и крепления грузов, перевозимых на подвижном составе, в том числе на особых условиях, и их индивидуальные отличия, и при этом рассчитывать:

– межоперационные простои и случайную составляющую (риски) в продолжительности доставки продукции;

– оптимальную загрузку системы транспортного обслуживания в пределах схемы доставки груза, которая не должна превышать аналогичный показатель инфраструктуры в целом на рассматриваемом направлении. В случае невыполнения данного условия появляется возможность разработать конкретные мероприятия для рассматриваемой схемы доставки в соответствии с отклонениями по рассчитываемым показателям.

4 Наличие вагонов, контейнеров и других перевозочных средств различной принадлежности привело к увеличению их порожнего пробега, а отсутствие эффективной системы регулирования подвижного состава из-под выгрузки под погрузку породило их дополнительный простой в начально-конечных пунктах с занятием путей как общего, так и необщего пользования. Сложившееся положение вызывает необходимость разработки дополнительных требований к расчёту и проектированию путевого развития как на подъездных путях промышленных предприятий, так и на станциях их примыкания с учётом следующих особенностей:

а) пути для временного размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей) не должны быть заняты выполнением технологических операций. Для их отстоя целесообразно проектировать дополнительные выставочные пути в непосредственной близости от фронтов погрузки-выгрузки продукции в данный подвижной состав, что позволит уменьшить продолжительность времени на перезарядку грузовых фронтов, сокращая объем маневровой работы, а также создать условия для погрузки продукции по прямому варианту «производство – вагон». В результате появляется возможность сократить одну грузовую операцию и улучшить сохранность отдельных грузов за счёт исключения одной перегрузки. Выполнение данного условия позволит рационально использовать вагоны грузоотправителя (грузополучателя) при их простое в качестве склада на колёсах;

б) при невозможности организации отстоя вагонов грузоотправителя (грузополучателя) на выставочных путях в непосредственной близости от грузовых фронтов пути для временного размещения рассматриваемого подвижного состава следует проектировать в маневровых районах, которые обслуживают несколько грузовых фронтов и размещаются между ними и

заводской станцией или станцией примыкания. Данный вариант проигрывает предыдущему месту размещения вагонов грузоотправителя (грузополучателя) по продолжительности цикла выполнения маневровых операций у грузовых фронтов, что требует применения дополнительных маневровых средств (маневровых лебёдок, других маневровых устройств для перестановки вагонов с выставочных путей к грузовым фронтам и др.);

в) возможны также другие варианты размещения путей для отстоя вагонов грузоотправителей (грузополучателей): на заводской станции или станции примыкания путей необщего пользования; на других станциях в транспортных узлах для обслуживания рассматриваемыми вагонами нескольких станций примыкания путей необщего пользования. Однако в этих вариантах будет возникать дополнительный объём маневровой работы и соответствующий ему пробег вагонов и маневровых локомотивов. В связи с этим при проектировании нового путевого развития необщего пользования, пути для временного размещения вагонов целесообразно размещать, в первую очередь, совместно с выставочными путями, а затем в следующей очерёдности – в маневровом районе или непосредственной близости от станции заводской.

Предлагаемый подход к расчёту параметров технического оснащения [3], включая определение путевого развития для размещения вагонов грузоотправителей (грузополучателей), позволит создавать инновационные проекты по развитию железнодорожных объектов, обеспечивая при этом сохранность перевозимой продукции и выполнение сроков доставки грузов, минимизируя транспортно-логистические издержки как в начально-конечных пунктах, так и в пути следования на железнодорожных станциях и в целом в транспортных узлах.

Особое значение при этом имеет принадлежность вагонов, так как существующая инфраструктура железнодорожного транспорта была создана для плановой экономики, где все вагоны принадлежали железным дорогам и имели статус вагонов общего пользования. Для данных условий была создана эффективная система регулирования порожних вагонов из-под выгрузки под погрузку: порожние универсальные вагоны следовали без заключения договоров перевозки и оплаты за перевозку; порожний пробег вагонов, с помощью коэффициента порожнего пробега, был включён в тариф за перевозку предыдущего груза; порожние вагоны в основном следовали небольшими группами. В соответствии с данными условиями была создана эффективная система диспетчерского регулирования порожних вагонов из-под выгрузки под погрузку, которая в полной мере не адаптирована к функционированию железнодорожного транспорта при наличии вагонов различной принадлежности (операторских компаний, арендованных, собственных предприятий, железной дороги). В результате порожние «приватные» вагоны, в первую очередь операторских компаний, простаивают в ожидании распоряжений в начально-конечных пунктах.

Следует отметить, что особые условия перевозки и дополнительные операции, возникшие на пространстве СНГ после распада Советского Союза, порождают также дополнительные простои груженого и порожнего подвижного состава в начально-конечных пунктах и в пути следования:

– задержки для выполнения таможенного, ветеринарного, карантинного и других видов контроля;

– увеличение срока доставки на одни сутки при передаче грузов организации, оказывающей транспортно-экспедиционные услуги, или обратно;

– увеличение срока доставки на одни сутки на каждую инфраструктуру железнодорожного транспорта общего пользования при перевозке грузов, порожних вагонов грузоотправителей (грузополучателей) с участием нескольких инфраструктур и др.

Данные дополнительные простои увеличивают оборот вагонов различной принадлежности и требуют дополнительного путевого развития железнодорожных станций различных типов. Данные обстоятельства также не нашли должного отражения в нормативных документах по проектированию железнодорожных станций в транспортных узлах.

Таким образом, на современном этапе развития экономики происходит переход к выпуску обширной номенклатуры товаров, что порождает их производство с использованием гибких технологий, специализацию подвижного состава сокращение транспортно-логистических издержек на счёт применения принципов и правил логистики. В этих условиях перевозочные средства на транспорте передаются в частную собственность, которые имеют свои преимущества и недостатки. В частности, увеличение парка вагонов грузоотправителей (грузополучателей) ухудшает их эксплуатационные показатели по сравнению с подвижным составом общего пользования в период плановой экономики. Однако наличие парка вагонов грузоотправителей (грузополучателей) позволяет реализовать принципы и правила логистики в производственно-транспортных и транспортно-сбытовых системах, обеспечивая поставку материальных ресурсов и конечной готовой продукции в нужном количестве и нужном качестве в нужное место в нужное время для нужного потребления и наилучшими затратами. Для реализации данных правил следует изменить требования к проектированию путевого развития железнодорожных станций в транспортных узлах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Медведев, В. Ф.* Логистические системы в реализации стратегии национального суверенитета / В. Ф. Медведев, И. А. Еловой ; под науч. ред. П. Г. Никитенко // Институт экономики НАН Беларуси. – Минск : Право и экономика, 2023. – 146 с. – Серия: Мировая экономика.

2 *Еловой, И. А.* Современные тенденции рынка железнодорожных грузовых перевозок : монография / И. А. Еловой, В. В. Ясинский, М. М. Колос. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 210 с.

3 *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, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 210 с.

4 СП 119.13330.2024 «СНиП 32-01-95 Железные дороги колеи 1520 мм». – М-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Изд. официальное. – М., 2024. – 223 с.

I. A. ELOVOY, S. A. PETRACHKOV

BASIC REQUIREMENTS FOR DESIGNING THE TRACK DEVELOPMENT OF RAILWAY STATIONS IN TRANSPORT CONNECTIONS MODERN CONDITIONS

The theoretical foundations of the formation of transport and logistics systems in modern conditions are considered, the reasons for the need for new approaches to the design of railway infrastructure are identified, and the basic requirements for designing the track development of railway stations of general and non-general use in the presence of wagons of various ownership are proposed.

Получено 26.10.2025

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Вып. 7. Гомель, 2025

УДК 656.224

А. А. ЕРОФЕЕВ, ХЭ ХУН
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
Erofeev_AA@bsut.by

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ

Определена актуальность задачи моделирования пассажиропотоков в транспортных пересадочных узлах (ТПУ). Формализован процесс обслуживания пассажиров при входе в ТПУ. Установлены возможные виды очередей на обслуживание пассажиров и систематизированы фазы обслуживания в зависимости от видов. Установлены аналитические зависимости определения времени нахождения пассажиров в очереди. Предложена блок-схема моделирования пассажиропотоков в ТПУ.

В связи с быстрым развитием экономики Китая и постоянным улучшением уровня жизни населения возрастают требования к безопасности перевозок, разнообразию и качеству транспортных услуг, уровню обслуживания пассажиров в транспортных средствах и в транспортных пересадочных узлах (ТПУ). Высокоскоростные и междугородние поезда стали предпочтительными видами транспорта для многих пассажиров.