

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
УДК 658.7:629.463.125
DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-3-1>

Методология исследования потребностей развития транспортной инфраструктуры и подвижного состава для перевозок скоропортящихся грузов



Олег Андреевич Ворон

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Ростов-на-Дону, Россия.
✉ rgups_voron@mail.ru

Олег ВОРОН

АННОТАЦИЯ

В условиях глобализации экономических связей, интенсификации транспортно-технологических решений методология исследования и развития транспортной инфраструктуры требует совершенствования и адаптации к динамично меняющимся условиям транспортного рынка.

Целью работы является формализация и развитие методологии исследования транспортной инфраструктуры, включая специализированный изотермический подвижной состав. Для обработки исходных данных грузооборота использовались методы математической статистики. Для обоснования технических параметров инновационного изотермического подвижного состава были применены методы анализа иерархий (Саати), экспертных оценок, актуализации технических решений (МАТР).

В статье представлен анализ грузооборота скоропортящихся грузов, перевозимых железнодорожным хладотранспортом, по объёмам, типам подвижного состава и дорогам направления. Показаны основные направления формирования и назначения грузопотоков по видам сообщения (внутреннего, транзита, экспорта, импорта). Определено, что ключевыми факторами развития изотермического подвижного состава для перевозок скоропортящихся грузов в транспортной системе страны являются перевозки мяса, рыбы, пива, безалкогольных напитков, соков в сегменте внутренних перевозок. Анализ показывает, что структурных и количественных сдвигов по видам перевозки и по родам груза не наблюдается.

Стратегия развития транспортных средств для перевозки скоропортящихся грузов и методология представ-

лена блок-схемой, в разрезах: «постановка задачи исследования», «этапы принятия решений», «методы и алгоритмы реализации решений». Показано, что задача включает не только развитие стационарной железнодорожной инфраструктуры и формирование этапов развития изотермического подвижного состава, но и необходимость решения организационно-технических, технологических, нормативно-правовых проблем, а также вопросы тарифного регулирования.

Рассмотрены вопросы методологии создания инновационного изотермического подвижного состава с учётом возможных перспектив его развития и сфер применения, комплекса технических и технологических решений. Исследование линейных размеров и полезного сечения грузового помещения различных типов изотермических кузовов показывает преимущество вагонов и съёмных кузовов, по сравнению с крупнотоннажными рефрижераторными контейнерами.

Создавать типаж инновационного изотермического подвижного состава предлагается на основе универсального изотермического кузова, комплектуемого из различных типов энергохолодильного оборудования с заданными техническими параметрами, максимально удовлетворяющими требованиям современного рынка транспортных услуг. Проанализированы сферы возможного использования различных типов изотермического подвижного состава с учётом долгосрочных прогнозов развития сельскохозяйственной, рыбной и перерабатывающей отраслей.

Ключевые слова: транспорт, транспортная инфраструктура, скоропортящийся груз, методология исследований, транспортная система, изотермический подвижной состав, крупнотоннажный рефрижераторный контейнер, съёмный кузов.

Для цитирования: Ворон О. А. Методология исследования потребностей развития транспортной инфраструктуры и подвижного состава для перевозок скоропортящихся грузов // Мир транспорта. 2021. Т. 19. № 3 (94). С. 6–15. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-3-1>.

Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
The full text of the article originally in English is published in the second part of the issue.

ВВЕДЕНИЕ

Ключевая особенность транспорта как обеспечивающей отрасли экономики требует совершенствования методологии исследования и развития *транспортной инфраструктуры (ТИ)* в условиях глобализации экономических связей, интенсификации транспортно-технологических решений и инновационного характера протекающих изменений, трансформации грузопотоков, связанных с изменениями объёма, по специализации грузовых перевозок и их направлениям. Макроэкономические изменения внешней среды, влияющие на транспортно-технологические решения в системе организации грузопотоков, можно разделить на следующие группы:

- количественные изменения объёмов грузопотоков по основным направлениям;
- изменения в технологии организации перевозок, требований к срокам доставки, сохранности груза, ценовых параметров;
- изменение институционального окружения транспортных услуг, операторов рынка транспортных услуг, транспортных средств и технологий перевозочного процесса;
- состояние и тенденции развития ТИ по видам транспорта, парка транспортных средств и их характеристики;
- геополитические и национальные факторы, влияющие на развитие ТИ;
- взаимовлияние (конкуренция) видов транспортной работы за ресурсы (мощности) инфраструктуры и другие.

Локализация проблемы развития ТИ к конкретной группе грузов со специфическими условиями организации, требованиями к парку транспортных средств, терминальным комплексам обслуживания грузопотоков и транспортных средств в пути их следования трансформирует типовые методологические подходы к исследованию транспортных систем. К таким грузам в *транспортной системе (ТС)* страны относятся грузы (продукты, товары), требующие определённых температурных режимов транспортировки – *скоропортящиеся грузы (СПГ)*.

В нашей стране необходимость отдельного рассмотрения методологии развития ТИ СПГ также связана со значительными институциональными сдвигами в организации перевозок СПГ, со снижением в последние десятилетия инвестиционной активности, направленной на развитие специализированного изотермического подвижного состава

(ИПС) и транспортных средств для перевозки СПГ. Кроме того, рассмотрение данной проблемы требует учёта влияния транспортной инфраструктуры на обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации ввиду размеров территории страны.

Вопросы разработки концепций, моделей и механизмов логистического менеджмента, формирования отраслевых логистических транспортных систем наряду с вопросами практической реализации различных инновационных проектов на примере международных транспортных коридоров представлены в разноплановых работах [1–5]. Так, в работе [3] представлены динамические территориальные транспортно-логистические системы, которые рассматриваются с использованием анализа изменений в элементах их сетевого представления и последующего управления ими. Возрастающая оценка значимости сценарного прогнозирования потребности в услугах крупных системно организованных инфраструктур в крупных хабах и во взаимодействии с морским транспортом показана в работах [6; 7]. Эффективность и безопасность логистической транспортной системы рассмотрена в работе [8].

Целью работы является формализация и развитие методологии исследования транспортной инфраструктуры, включая специализированный изотермический подвижной состав. Для обработки исходных данных грузооборота использовались *методы* математической статистики, для обоснования технических параметров инновационного изотермического подвижного состава были применены методы анализа иерархий (Саати), экспертных оценок, актуализации технических решений (МАТР).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Методологическая схема

Общая методологическая схема исследования ТИ для перевозок СПГ в транспортной системе страны имеет вид, представленный на рис. 1. Ключевым элементом в разработке и реализации такой стратегической задачи является прогнозирование и формирование транспортно-экономических балансов.

Прогнозирование объёма перевозок СПГ с методических позиций экономического прогнозирования должно базироваться на маркетинговом анализе спроса на продукты катего-



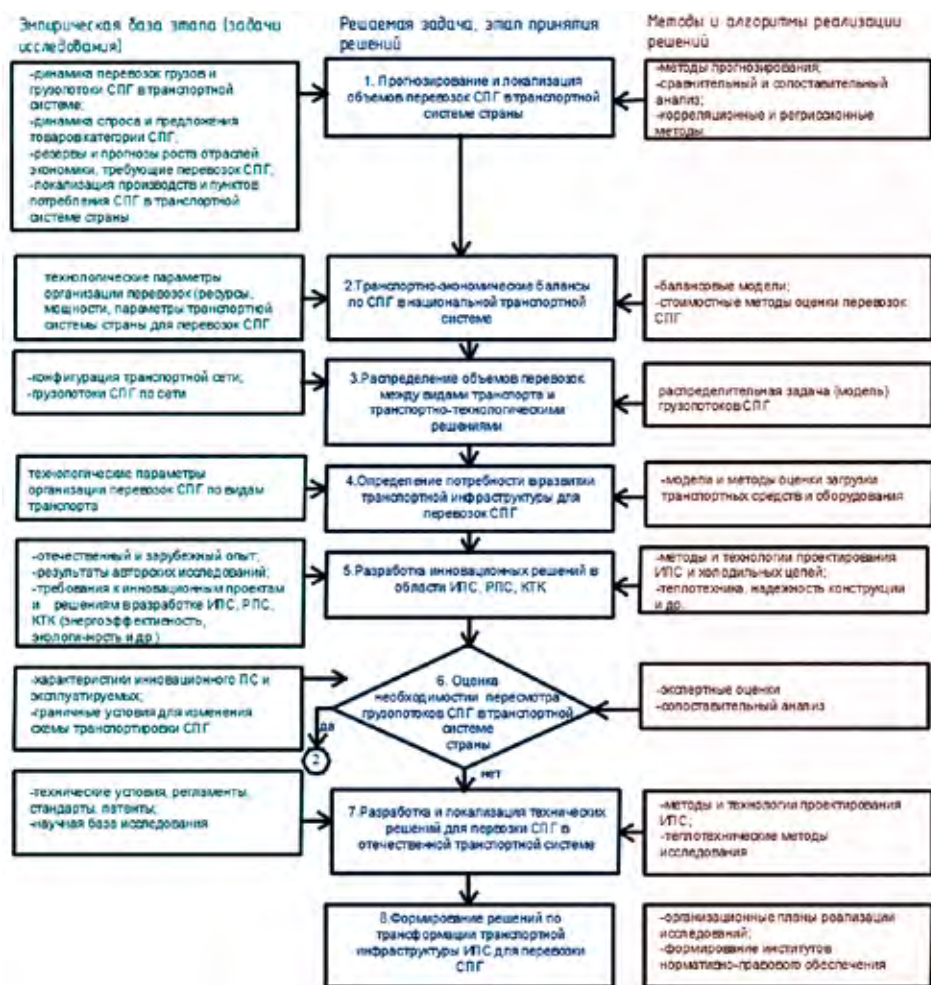


Рис. 1. Общая схема стратегии развития транспортных средств для перевозки СПГ (выполнена автором).

рии СПГ с позиции их транспортировки. Сегментация рынка по каждому виду продукции, сложность рассмотрения этой задачи и получения адекватных оценок связаны с необходимостью проведения маркетинговых исследований по каждому виду продукта.

С позиций транспорта (решение вопросов развития ТИ) допускается агрегирование товаропотоков по признаку однородности технологий транспортировки. К таким признакам для агрегирования грузопотоков относится требование к подвижному составу по видам транспорта.

На железнодорожном транспорте для перевозки СПГ используются различные типы в целом однородного *изотермического подвижного состава (ИПС)*. В силу этого решения задач (1)–(3) (см. рис. 1) могут быть сведены к общему анализу динамики грузопотоков СПГ. Также следует отметить возможность

оценки спроса на транспортную инфраструктуру с локализацией по типологии ИПС.

Анализ структуры рынка перевозок СПГ по видам перевозок, по родам подвижного состава представлен на рис. 2.

Исследование показывает, что структурных сдвигов по видам перевозок по используемому подвижному составу не наблюдается. Географическая локализация отправок по железнодорожному транспорту СПГ за 2018–2020 годы представлена в табл. 1 и на рис. 4.

Анализ также показывает, что высокий удельный вес отправок на Октябрьской, Московской, Северо-Кавказской, Западно-Сибирской железных дорогах объясняется уровнем потребления продукции в сегменте СПГ или отраслях экономики.

По родам СПГ наибольший удельный вес приходится на рыбную продукцию и пиво, рис. 5.

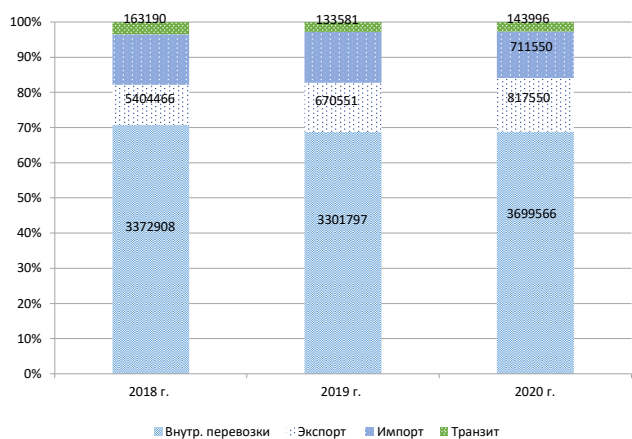


Рис. 2. Динамика рынка железнодорожных перевозок СПГ по видам сообщения (сегментам рынка транспортных услуг) (авторская разработка по данным Ассоциации организаций продуктового сектора – АСОРПС (<http://asorps.ru/>)).

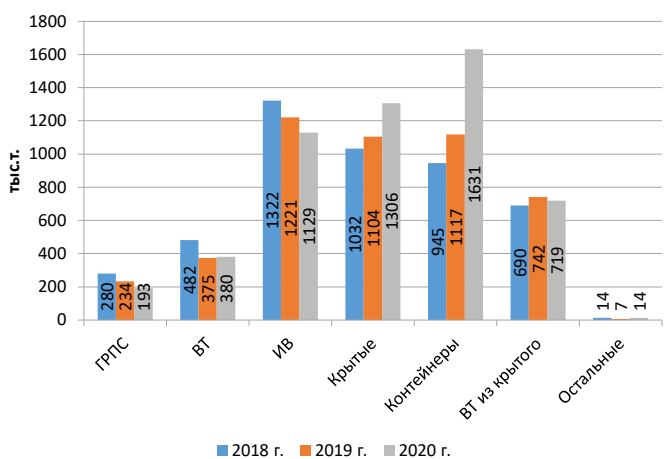


Рис. 3. Подвижной состав, использованный для перевозок СПГ железнодорожным транспортом (по данным АСОРПС).



Рис. 4. Структура, направления и динамика перевозок СПГ железнодорожным транспортом по территории Российской Федерации (по данным АСОРПС).



Таблица 1

Отправление грузов категории СПГ по дорогам отправления, внутренние перевозки
(По данным АСОРПС)

Железная дорога, отправление	2018		2019		2020	
	Тонн	Доля, %	Тонн	Доля, %	Тонн	Доля, %
МСК	613 860	18,20	652 793	19,77	845 540	22,86
ДВС	688 090	20,40	658 650	19,95	662 114	17,90
ЗСБ	524 062	15,54	496 971	15,05	602 950	16,30
ОКТ	343 212	10,18	305 993	9,27	350 694	9,48
СКВ	234 989	6,97	282 445	8,55	320 334	8,66
КБШ	197 629	5,86	187 023	5,66	204 291	5,52
ПРВ	129 133	3,83	135 837	4,11	144 583	3,91
ЮВС	131 692	3,90	117 710	3,57	125 060	3,38
СВР	104 285	3,09	87 714	2,66	95 554	2,58
СЕВ	118 129	3,50	84 042	2,55	87 654	2,37
КРС	86 992	2,58	82 997	2,51	86 243	2,33
ВСБ	55 305	1,64	58 533	1,77	61 630	1,67
ГОР	50 833	1,51	63 296	1,92	54 191	1,46
КЛГ	78 154	2,32	70 879	2,15	42 640	1,15
ЮУР	13 232	0,39	13 372	0,40	13 059	0,35
ЗАБ	3 154	0,09	3 542	0,11	3 024	0,08
ЖДЯ	157	0,00		0,00	5	0,00
Всего	3 372 908	100,00	3 301 797	100,00	3 699 566	100,00

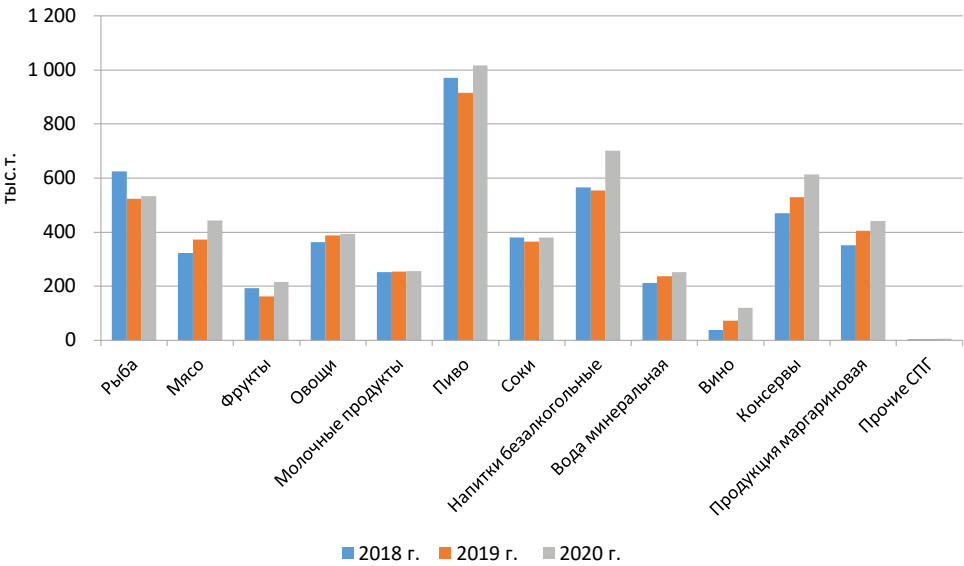


Рис. 5. Распределение объемов перевозок по родам СПГ (По данным АСОРПС).

Таким образом, ключевыми факторами развития ИПС для перевозок СПГ в транспортной системе страны являются перевозки рыбы, пива, безалкогольных напитков, соков, мяса в сегменте внутренних перевозок, на которые приходится значительный процент от общего объема. Основным для таких перевозок является направление «Восток–Запад» по террито-

рии Российской Федерации. Среднее расстояние перевозки оценивается в 4–5 тыс. км. Целесообразные возможности перевозок СПГ в транспортных коридорах рассматриваются в работах [5; 9]. Для сравнительной оценки критериев эффективности при планировании транспортной сети может быть использована методология, представленная в работе [10].

С экологических, экономических позиций перевозки на такие расстояния требуют ИПС в виде рефрижераторного подвижного состава (РПС), который обеспечивает определённую автономность организации транспортировки по отношению к терминальному обслуживающему комплексу.

В то же время, анализ мировой практики перевозок СПГ на расстояния до 500–1000 км показал широкое использование рефконтейнеров с автономным энергоснабжением. Проблемы ТИ при транспортировке рыбы в современных условиях были рассмотрены автором в работе [11].

Формирование функциональных систем инновационного ИПС

В настоящее время в функционировании всей ТИ в составе непрерывной холодильной цепи имеются серьёзные проблемы. Они касаются как стационарных объектов в виде пунктов технического обслуживания и экипировки, грузовых терминалов и резервных холодильников с железнодорожными подъездными путями, так и специализированного ИПС.

Оставшиеся в рабочем парке пятивагонные рефрижераторные секции (вагоны-термосы) проектировались для плановой экономики с абсолютно иной логистикой перевозок. Наличие и функционирование мощной агроиндустрии в Азербайджане, Армении, Белоруссии, Грузии, Молдавии, Украине, огромные объёмы контрактов на поставку импортного продовольствия делали возможными долговременные прогнозы и обеспечивали достаточно стабильную загрузку группового рефрижераторного подвижного состава (рефрижераторных секций и рефрижераторных поездов различной составности). Технические параметры эксплуатируемого в настоящее время ИПС были сформированы исходя именно из этих условий функционирования *непрерывной холодильной цепи (НХЦ)*. Пик перевозок СПГ пришёлся на 1988 год, когда объёмы перевозок составили более 30 млн т. После этого начался затяжной спад, обусловленный прежде всего политическими причинами. Изменившиеся объёмы, структура, регионы формирования грузопотоков, сокращение массы повагонной отправки привели к серьёзной трансформации маршрутов и системному кризису рынка транспортных услуг [12].

Ввиду этого создание инновационного ИПС, технические возможности которого отвечают требованиям транспортного рынка по перевозке СПГ, является актуальной задачей. Новые потребительские качества ИПС, расширение сфер его использования, улучшение технических характеристик за счёт применения в его конструкции новых технических решений и технологий позволят транспортным компаниям занять достойное место на рынке перевозок СПГ [16].

Для обоснования технических параметров инновационного изотермического подвижного состава автором в работах [13; 14] были применены метод анализа иерархий (метод Саати), метод экспертных оценок, метод актуализации технических решений (МАТР). Возможные варианты создания различных типов ИПС, *крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров (КРК)* и средств их доставки при транспортировке СПГ, анализ их технико-экономических характеристик представлены в работах [13; 14; 16; 17]. Характер взаимосвязи звеньев НХЦ с потребительскими и организационно-техническими параметрами, основными направлениями и перспективами совершенствования функциональных подсистем ИПС рассмотрены в работе [13].

В соответствии с определением [15], к инновационной продукции относится продукция, технологические характеристики (функциональные признаки, конструктивное выполнение, дополнительные операции, а также состав применяемых материалов и компонентов) либо предполагаемое использование которой являются принципиально новыми или существенно отличаются от аналогичной ранее производимой продукции.

Для вагонной продукции это понятие разделяется на две категории: из области технической эксплуатации и надёжности, а также технических характеристик вагона. К первой (обязательной) относятся увеличение более чем в два раза межремонтных пробегов и отсутствие ограничений в длине гарантийных плеч. Ко второй (дополнительной) – такие технические параметры, как грузоподъёмность, тара, осевая нагрузка и объём кузова.

Улучшение технико-экономических характеристик ИПС (повышение грузоподъёмности, увеличение скоростей движения, экономичности и экологической чистоты) свиде-



тельствует о том, что новый ИПС должен соответствовать критериям инновационности, и связано с конечной задачей – стремлением вернуть утраченные ранее позиции железнодорожного хладотранспорта в конкурентной борьбе с автоперевозчиками.

В этой связи целесообразно рассмотрение следующих категорий инновационного подвижного состава:

- одиночные вагоны с осевой нагрузкой 23,5 и 25 т для скоростей 120 км/ч;
- фитинговые скоростные платформы для крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров с осевой нагрузкой 20 т для скоростей 140 км/ч;
- сочленённые вагоны;
- съёмные кузова.

Однако определение безусловного приоритета в структуре перспектив развития и выбора конкретного типа ИПС сейчас является проблематичным.

В работах [13; 14] новый рефрижераторный вагон представлен в виде взаимосвязанных функциональных подсистем: кузова, ходовых частей, ударно-тяговых приборов, системы термостабилизации (охлаждение и отопление) [13], комплекса энергоснабжения, установок создания специальных параметров среды в грузовом помещении, системы управления с функциями дистанционного мониторинга.

В условиях фактического отсутствия специализированной железнодорожной инфраструктуры такой комплекс технических и технологических решений позволяет создавать на базе универсального изотермического кузова вагон нужной комплектации и с заданными техническими параметрами каждого модуля подсистемы, которые обеспечивают потребительские качества, в максимальной степени соответствующие требованиям рынка транспортных услуг. Для каждой из подсистем предлагаются взаимоувязанные технические решения, комплект которых формируется индивидуально для каждой модификации вагона с учётом логистических потребностей оператора [12; 13; 16–18].

Особенности конструкции подвижного состава для мультимодальных перевозок – крупнотоннажных контейнеров и съёмных кузовов, рассмотрены в работах [19–21]. Но они касаются обычного, не изотермического подвижного состава и могут рассматриваться только в отдалённой перспективе.

При сравнении технико-экономических параметров инновационного подвижного состава (вагонов, съёмных кузовов и крупнотоннажных контейнеров) следует учитывать их место в общей транспортно-технологической системе железнодорожного транспорта и НХЦ, что ранее рассматривалось в работе [12].

Основными техническими характеристиками для ИПС являются грузоподъёмность и полезный объём грузового помещения (ГП). Грузоподъёмность определяется величиной осевой нагрузки и тарой вагона. Рост полезного объёма возможен при увеличении длины кузова и допустимой высоты погрузки ГП, поскольку сама высота кузова ограничивается габаритом подвижного состава. И если по грузоподъёмности и полезному объёму их приоритет не вызывает сомнений, то для специализированного энергохолодильного оборудования эти показатели могут быть различными.

При рассмотрении этих параметров для *изотермического вагона (ИВ)* и контейнера с учётом фитинговой платформы введём показатель удельного полезного объёма грузового помещения на погонной длине. В нашем случае рассматриваем изотермический вагон со стандартной длиной кузова 21 м (по осям сцепления 22,15 м) и фитинговые платформы с длиной, соответственно, 14,5, 19,6 и 25,5 м по осям сцепления [13]:

$$V_{уд} = V_{п} / L_{ваг}$$

где $V_{уд}$ – удельный полезный объём на погонной длине вагона;

$V_{п}$ – полезный объём грузового помещения вагона или контейнера, м³;

$L_{ваг}$ – длина ИВ или фитинговой платформы по осям автосцепки, м.

Для ИВ $V_{уд} = 136/22,15 = 6,14$ м³/п.м.

Для сорокафутового КРК (тип 1AAA по международной классификации), с учётом расположения двух контейнеров на длиннотоннажной фитинговой платформе длиной 25,5 м удельный полезный объём составит $V_{уд} = (2 \cdot 68)/25,5 = 5,33$ м³/п.м.

При использовании других типоразмеров контейнеров и моделей фитинговых платформ будут использоваться разные погрузочные схемы, и значения этого параметра окажутся еще меньше – соответственно 4,67 и 3,47 м³/п.м.

Рассмотрение в сравнении полезных площадей поперечного сечения грузового помещения ИВ и КРК (рис. 6) показывает, что для контейне-

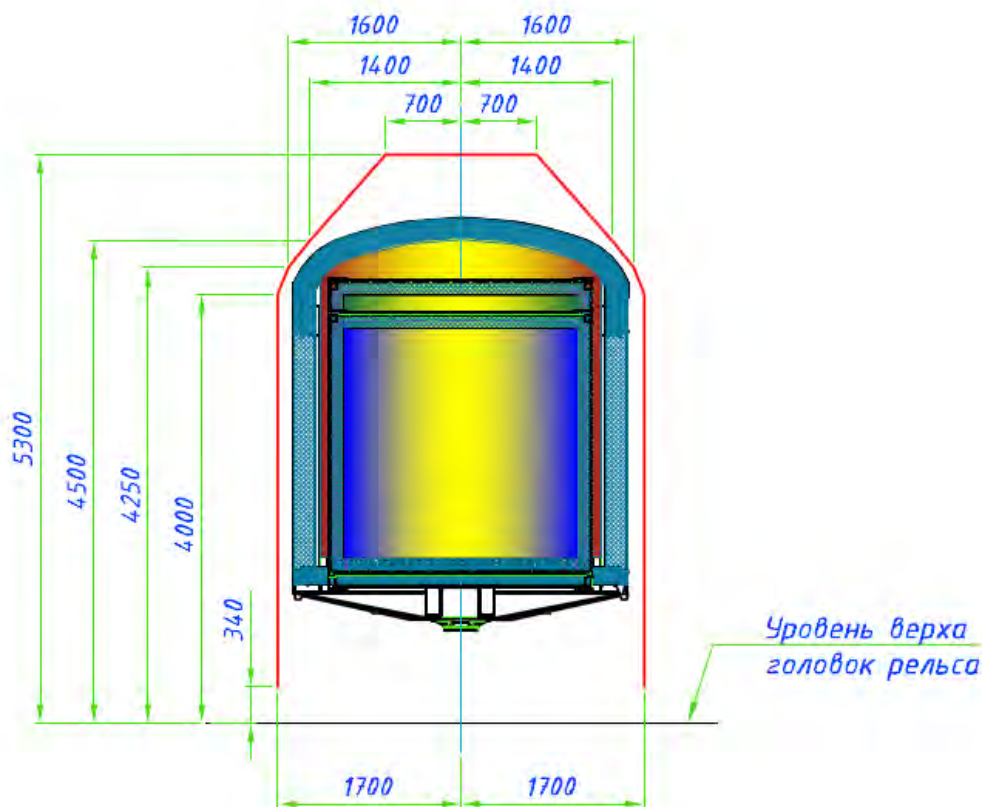


Рис. 6. Масштабное изображение размещения кузовов ИВ и КРК типов 1АА и 1ААА при вписывании в габарит 1-Т (выполнено автором).

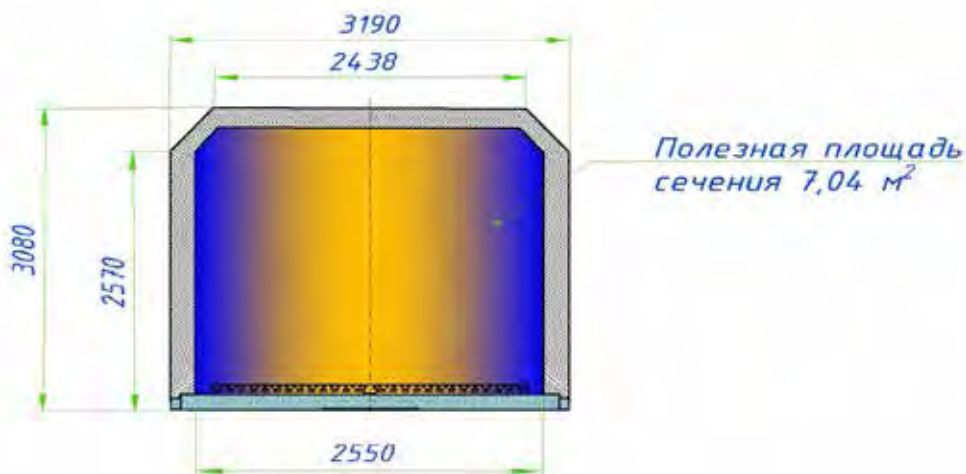


Рис. 7. Поперечное сечение изотермического съёмного кузова с толщиной теплоизоляции 200 мм (выполнено автором).



Расчётные линейные размеры кузовов различных типов изотермического подвижного состава (разработано автором)

Тип подвижного состава	Ширина наружная, м	Ширина полезная, м	Полезное сечение, м ²	Возможная длина, м	Высота полезная, м
Вагон	3,105	2,6	7,454	21,0	2,96
Съёмный кузов	3,19	2,55	7,04	13,71	2,62
Крупнотоннажный контейнер 1 АА	2,438	2,154	5,232	12,192	2,212
Крупнотоннажный контейнер 1 ААА	2,438	2,154	4,575	12,192	2,429

ра типа 1АА эта площадь составляет 61,4 %, а для типоразмера 1ААА – 70,2 % от полезного сечения ИВ. Это свидетельствует о том, что удельный погонный полезный объём у ИВ составит 6,14 м³/п.м. против 5,33 у КРК. При средней длине грузового состава 1000 м разность полезных объёмов по типам подвижного состава в этом случае составит около 810 м³, что свидетельствует о более эффективном использовании провозной способности железной дороги при использовании вагонов [13].

На рис. 6 представлено масштабное изображение размещения кузовов ИВ и КРК типов 1АА и 1ААА при вписывании в габарит 1-Т. На рис. 7 представлено масштабное поперечное сечение съёмного кузова с толщиной теплоизоляции 200 мм. Расчётные линейные размеры изотермических кузовов представлены в табл. 2.

При рассмотрении линейных размеров и полезного сечения грузового помещения различных типов изотермических кузовов видно преимущество вагонов и съёмных кузовов. Однако использование полезной длины подвижного состава для них различно. Безусловно, полное использование этого показателя осуществляется только для вагонов. При рассмотрении съёмных кузовов и крупнотоннажных контейнеров необходимо учитывать длину и тип «носителя» – фитинговых платформ различных моделей. Кроме этого допускаемые схемы погрузки и использование двух типоразмеров КРК (20 и 40-футовых) в пункте формирования контейнерного поезда приводят к ухудшению использования полезной длины поезда.

Выводы

В представленной стратегии и методологии развития транспортных средств для перевозки СПГ представлены задачи исследования, этапы принятия решений, а также

методы и алгоритмы реализации решений. Из проведённого анализа следует, что проблема включает не только развитие стационарной железнодорожной инфраструктуры и формирование этапов развития ИПС, но и решение организационно-технических, технологических и нормативно-правовых проблем во взаимосвязи с вопросами тарифного регулирования.

Рассмотренные на примере России показатели объёмов перевозок СПГ по видам сообщения – во внутреннем, транзите, экспорте и импорте при составлении прогнозов развития следует анализировать с учётом маршрутов эксплуатации.

Изотермические вагоны будут преобладать во внутреннем сообщении и транзите по территориям стран СНГ с одинаковой шириной железнодорожной колеи. Крупнотоннажные контейнеры будут использоваться при международном трансконтинентальном транзите и экспортно-импортных мультимодальных перевозках. Съёмные кузова находятся на начальной стадии своего внедрения, и в силу этого, несмотря на хорошие расчётные технико-экономические характеристики, они не смогут пока занять значимую позицию на внутреннем и внешнем рынках. Причины связаны, прежде всего, с неполной готовностью имеющейся инфраструктуры во внутреннем сообщении, а существенно большая ширина кузова (3,19 м против 2,438 м у КК) не позволит их использовать в мультимодальных перевозках. Также ещё не до конца решены вопросы технических параметров платформ-носителей. В любом случае окончательное решение по структуре и типу ИПС должно приниматься на основании долговременного прогнозирования развития сельскохозяйственной, рыбной и перерабатывающей отраслей и с учётом требований современных технических регламентов.

Представляется, что предложенная методология, при условии её надлежащей адаптации к конкретным условиям, во многом применима и в других странах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Инновационные процессы логистического менеджмента в интеллектуальных транспортных системах: Монография: в 4 т. / Под общ. ред. проф. Б. А. Лёвина и проф. Л. Б. Миротина. – М.: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте. – 2015. – Т. 2 Формирование отраслевых логистических интеллектуальных транспортных систем. – 343 с. [Электронный ресурс]: <http://umczdt.ru/books/40/225885/>. Доступ 16.04.2021.

2. Багинова В. В., Федоров Л. С., Сысоева Е. А., Кузьмин Д. В., Фен Ш., Мамаев Э. А., Рахмангулов А. Н. Логистика: Научная монография / Под общ. ред. В. В. Багиновой. – М.: Прометей, 2020. – 292 с. ISBN: 978-5-00172-071.

3. Вохмянина А. В., Журавская М. А., Петров М. Б. Многокритериальный подход для оценки и обоснования приоритетов развития транспортной сети территорий, превосходящих региональный масштаб // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 4 (40). – С. 58–68.

4. Rodrigue, J. P., Notteboom, T. The Cold Chain and its Logistics. In: The Geography of Transport Systems. New York: Routledge. 2020, 456 p. [Электронный ресурс]: <https://transportgeography.org/contents/applications/cold-chain-logistics/>. Доступ 16.04.2021.

5. Прокофьев М. П., Тохиров М. М. Перспективы транспортного коридора «Север–Юг» // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17. – № 5. – С. 200–213. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-5-200-213>.

6. Mamaev, E. A., Guda, A. N., Levin, B. A., Baginova, V. V., Vinogradov, V. V., Morozov, V. N. Strategic Trends of Cargo Turnover in Major Hubs: Assessment, Clustering and Prediction. International Journal of Economic Perspectives, 2017, Vol. 11, Iss. 2, pp. 585–592. ISSN:1307-1637.

7. Chislov, O., Zadorozhnyi, V., Lomash, D., Chebotareva, E., Solop, I., Bogachev, T. Methodological Bases of Modeling and Optimization of Transport Processes in the Interaction of Railways and Maritime Transport. In: Macioszek, E., Sierpiński, G. (eds.). Modern Traffic Engineering in the System Approach to the Development of Traffic Networks. TSTP 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, Vol. 1083. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-34069-8_7.

8. Kolesnikov, M. V., Lyabakh, N. N., Mamaev, E. A., Bakalov, M. V. Efficient and secure logistics transportation system. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 918, VIII International Scientific Conference Transport of Siberia – 2020 22–27 May 2020, Novosibirsk, Russia, 012031. DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012031.

9. Петров М. Б. Пространственная парадигма как основа управления развитием транспортной системы // XVIII Международная научная конференция «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения» и другие мероприятия, проведённые в рамках общественно-научного форума «Россия: ключевые проблемы и решения».

Москва, 20–21 декабря 2018 г. // Россия: тенденции и перспективы развития: Ежегодник. – М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2019. – Вып. 14. – Ч. 1. – 937 с. – С. 187–189.

10. Petrov, M., Samuylov, V. Criterion of comparative efficiency in planning of the transport network. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 403, XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry 10–13 September 2019, Don State Technical University, Russian Federation, 012196. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012196>.

11. Ворон О. А., Булавин Ю. П., Ширококов В. И. Проблемы транспортной инфраструктуры при транспортировке рыбы в современных условиях // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 3 (36). – С. 24–32.

12. Ворон О. А., Морчиладзе И. Г. Аспекты совершенствования железнодорожных перевозок СПГ в составе непрерывной холодильной цепи // Транспорт Российской Федерации. – 2014. – № 1. – С. 24–29.

13. Ворон О. А. Актуализация технических решений для изотермического подвижного состава при перевозках скоропортящихся грузов // Вестник РГУПС. – 2020. – № 1. – С. 56–65.

14. Ворон О. А. Использование метода актуализации технических решений для создания модели функционального взаимодействия систем автономного рефрижераторного вагона // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2. – С. 86–94.

15. Соколов А. М. Научные основы создания и оценка эффективности внедрения инновационных вагонов // Бюллетень Объединённого учёного совета ОАО «РЖД». – 2015. – № 2. – С. 1–13.

16. Ворон О. А., Петрушин А. Д., Щербаков В. Г. Автономная система электроснабжения изотермического подвижного состава // Изв. вузов. Электромеханика. – 2019. – Т. 62. – № 2. – С. 36–40. DOI: 10.17213/0136-3360-2019-2-36-40.

17. Ворон О. А. Использование сжиженного природного газа в комбинированной энергосиловой установке автономного рефрижераторного вагона // Вестник ВНИИЖТ. – 2019. – Т. 78. – № 3. – С. 188–192.

18. Некрасов Г. И., Балабин В. Н. Принципы модульности проектирования и обслуживания локомотивов // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17. – № 2. – С. 80–90. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-2-80-90>.

19. Даукша А. С., Бороненко Ю. П. Перспективы внедрения вагонов со съёмными кузовами увеличенной грузоподъёмности // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017. – Т. 14. – № 3. – С. 437–451.

20. Даукша А. С., Бороненко Ю. П. Выбор конструктивных решений устройств крепления контейнеров и съёмных кузовов на железнодорожных платформах // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 2 (69). – С. 29–33.

21. Кожокарь К. В. Особенности разработки скоростного сочленённого вагона-платформы для перевозки контейнеров // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 21–24. ●

Информация об авторе:

Ворон Олег Андреевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой вагонов и вагонного хозяйства Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС), Ростов-на-Дону, Россия, rgups_voron@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 25.03.2021, одобрена после рецензирования 14.06.2021, актуализирована 24.06.2021, принята к публикации 28.06.2021.

