

ПРИМЕНЕНИЕ СМЕННЫХ КУЗОВОВ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВАГОНАХ

С.А. ФЕДОРОВ,
000 «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий» (000 «ВНИЦТТ»), заместитель исполнительного директора, кандидат технических наук

И.А. ХИЛОВ,
000 «ВНИЦТТ», руководитель расчетно-аналитического отдела, кандидат технических наук

А.С. КОНОНЕНКО,
000 «ВНИЦТТ», главный конструктор, руководитель отдела «Платформы»

Е.А. КОНДАРЬ,
000 «ВНИЦТТ», руководитель отдела «Крытые вагоны»

Д.В. ШЕВЧЕНКО,
000 «ВНИЦТТ», директор научно-исследовательской дирекции, кандидат технических наук

Традиционно отечественный грузовой вагонный парк состоит из вагонов двух основных типов: универсальных и специализированных. Их использование имеет свои достоинства и недостатки. Положительным качеством универсальных вагонов является меньший порожний пробег и лучшая приспособленность к транспортировке разнородных грузов [1]. При этом, как правило, в них не полностью используется грузоподъемность и вместимость кузова и они менее приспособлены к полной механизации погрузочно-разгрузочных работ. Перевозки в специализированном подвижном составе подвержены влиянию фактора сезонности, вагоны имеют больший порожний пробег, что приводит к росту их оборота и требует увеличения их общего числа для перемещения необходимого объема грузов. В то же время специализирован-

ные вагоны имеют лучшие показатели использования грузоподъемности за счет оптимальных материоемкости и вместимости. Они обеспечивают лучшую сохранность перевозимых грузов, максимальную механизацию и ускорение погрузочно-разгрузочных работ, позволяют добиться упрощения конструкции, снижения затрат на обслуживание и ремонт.

Сравнение и выбор подвижного состава для транспортировки груза обычно выполняется на основании комплексного критерия стоимости перевозки. Данная оценка на сегодняшний день приводит к более частому использованию универсального подвижного состава, пусть и с применением особых схем погрузки или способов упаковки грузов, несмотря на недостатки и неудобства такого способа транспортировки. Поэтому весьма актуальным следует считать поиск и выбор решений, позволяющих

повысить конкурентоспособность и эффективность эксплуатации специализированного подвижного состава в дополнение к существующим способам [2].

Для этого был рассмотрен ряд как уже известных, так и новых технических решений, дающих возможность добиться универсализации специализированных вагонов. Выполненный обзор технологий перевозки различных грузов позволяет выделить два основных направления универсализации.

Первое направление – увеличение номенклатуры перевозимых грузов за счет:

- использования интермодального транспортного оборудования – контейнеров и съемных кузовов (swap bodies);
 - применения вагонов модульной конструкции;
 - использования вагонов с грузовыми модулями или съемными железнодорожными кузовами – узлами модульной конструкции вагона;
 - перевозки автотрейлеров или полуприцепов, в том числе по технологии Rail Runner путем соединения автомобильного и железнодорожного подвижного состава с помощью специальных устройств и тележек (это самостоятельная технология перевозок на стыке двух видов транспорта требует отдельного рассмотрения).
- Второе направление – повышение эффективности погрузочно-разгрузочных работ за счет использования специализированного оборудования для погрузки или разгрузки и создания комплексных погрузочно-разгрузочных систем грузовой вагон – терминал.



Рис. 1. Транспортные контейнеры и съемные кузова:
а – универсальный контейнер длиной 40 футов и массой брутто 30,48 т; б – универсальный контейнер длиной 53 фута и массой брутто 36 т; в – контейнер-платформа для перевозки стали в рулонах Laude длиной 40 футов и массой брутто 74,5 т; г – съемный кузов типа цистерна EXSIF шириной 2,55 м, длиной 7820 мм и массой брутто 36 т; д – съемный кузов типа цистерна для расплавленной серы Innofreight шириной 2,55 м, длиной 9125 мм и массой брутто 76 т; е – съемный кузов типа платформа для перевозки рулона Innofreight шириной 3,05 м, длиной 9125 мм и массой брутто 76 т

Перечисленные решения могут использоваться индивидуально или совместно, каждому из них присущи свои особенности с учетом существующей тарифной политики и развития транспортной инфраструктуры. Рассмотрим более подробно некоторые варианты.

Грузовые транспортные контейнеры и съемные кузова. Общим документом, содержащим требования к конструкции и параметрам интермодального транспортного оборудования для перевозки железнодорожным транспортом, является памятка UIC IRS 50592 Intermodal Transport Units (other than semi-trailers) for vertical transhipment and suitable for carriage on wagons – Minimum requirements. Определены две группы такого оборудования. Первая из них – контейнеры номинальной длиной 10, 20, 30, 40, 45 футов массой брутто до 36 т, требования к которым устанавливает ГОСТ Р 51876–2008 «Кон-

тейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний. Часть 1. Контейнеры общего назначения». Ко второй группе отнесены съемные кузова различной конструкции и назначения массой брутто до 36 т, шириной до 2,6 м и длиной от 6058 до 14 040 мм (группы 20–98 согласно UIC IRS 50592). Кроме этого допускается применение нестандартных контейнеров и кузовов, имеющих габаритные размеры или массовые характеристики, отличающиеся от вышеуказанных [3].

Как видно, транспортное оборудование весьма разнообразно (рис. 1) и его выбор зависит от потребностей участников перевозочного процесса и имеющейся эксплуатационной инфраструктуры. Наиболее существенным отличием вагонов-платформ с контейнерами и съемными кузовами от обычных железнодорожных вагонов является то, что контейнеры и съемные кузова не

являются частью конструкции вагона, проектируются и испытываются на более низкие нагрузки и могут свободно заменяться, предоставляя возможность перевозки широкой номенклатуры грузов. Разнообразие погрузочно-разгрузочного оборудования, такого как поворотные и наклонные спредеры, траверсы на базе крановой техники или погрузчиков, вилочные погрузчики, техника горизонтального перемещения на терминалах и автомобилях, краны и погрузчики на автомобильном ходу, позволяет выполнять любую требуемую погрузку и разгрузку интермодального транспортного оборудования [4].

Информация о преимуществах и недостатках применения контейнеров и съемных кузовов в части эффективности использования специализированных вагонов сведена в табл. 1.

Модульные вагоны. В 2016 г. немецкой компанией ELN Waggonbau Niesky GmbH была

Таблица 1

Преимущества и недостатки применения контейнеров и съемных кузовов

Техническое решение	Преимущество	Недостаток
Стандартные контейнеры	<ul style="list-style-type: none"> Обеспечивают мультимодальность перевозок. Имеют сниженную металлоемкость несущей конструкции, так как проектируются на более низкие нагрузки по сравнению с вагонами. Снижают порожний пробег вагонов при применении широкой номенклатуры контейнеров для различных грузов без длительного оформления. Могут снижать оборот вагона благодаря возможности складирования контейнеров. Не требуют применения специализированного погрузочно-разгрузочного оборудования. Обеспечивают независимость транспортной компании от колебаний номенклатуры и объемов перевозки грузов 	<ul style="list-style-type: none"> Могут обладать недостаточными объемом и (или) грузоподъемностью из-за нормативных ограничений массовых и геометрических характеристик. Эксплуатация без снятия с вагона-платформы приводит к снижению эффективности перевозки (фактически имеет место порожний пробег вагона с контейнером без груза) и увеличению времени погрузочно-разгрузочных операций
Нестандартные контейнеры	<ul style="list-style-type: none"> Имеют увеличенные грузоподъемность и (или) объем по сравнению со стандартными контейнерами вследствие отсутствия нормативных ограничений массовых и геометрических характеристик. Имеют сниженную металлоемкость несущей конструкции, так как проектируются на более низкие нагрузки по сравнению с вагонами. Снижают порожний пробег вагонов при применении широкой номенклатуры контейнеров для различных грузов без длительного оформления. Могут снижать оборот вагона благодаря возможности складирования контейнеров. Обеспечивают независимость транспортной компании от колебаний номенклатуры и объемов перевозки грузов 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличенная стоимость перевозки железнодорожным транспортом в связи с нестандартными размерами и параметрами. Могут требовать применения специального погрузочно-разгрузочного оборудования из-за отличающихся от стандартных длины и (или) массы брутто. Эксплуатация без снятия с вагона-платформы приводит к снижению эффективности перевозки (фактически имеет место порожний пробег вагона с контейнером без груза) и увеличению времени погрузочно-разгрузочных операций. Могут требовать перегрузки грузов в другие транспортные средства. Могут требовать применения узкоспециализированных вагонов-платформ для реализации рациональных схем погрузки из-за отличающихся от стандартных длины и (или) массы брутто
Стандартные съемные кузова	<ul style="list-style-type: none"> Имеют сниженную металлоемкость несущей конструкции, так как проектируются на более низкие нагрузки по сравнению с вагонами. Снижают порожний пробег вагонов при применении широкой номенклатуры кузовов для различных грузов без длительного оформления. Могут снижать оборот вагона благодаря возможности складирования кузовов. Не требуют применения специализированного погрузочно-разгрузочного оборудования. Обеспечивают независимость транспортной компании от колебаний номенклатуры и объемов перевозки грузов 	<ul style="list-style-type: none"> В ряде случаев обладают недостаточными объемом и (или) грузоподъемностью из-за нормативных ограничений массовых и геометрических характеристик. Эксплуатация без снятия с вагона-платформы приводит к снижению эффективности перевозки (фактически имеет место порожний пробег вагона с кузовом без груза) и увеличению времени погрузочно-разгрузочных операций. Требуют перевозки на платформах со специализацией «контейнеры и колесная техника»
Нестандартные съемные кузова	<ul style="list-style-type: none"> Имеют увеличенные грузоподъемность и (или) объем по сравнению со стандартными съемными кузовами вследствие отсутствия нормативных ограничений массовых и геометрических характеристик. Снижают порожний пробег вагонов при применении широкой номенклатуры кузовов для различных грузов без длительного оформления. Могут снижать оборот вагона благодаря возможности складирования кузовов. Обеспечивают независимость транспортной компании от колебаний номенклатуры и объемов перевозки грузов 	<ul style="list-style-type: none"> Могут обладать повышенной металлоемкостью по сравнению с контейнерами в связи с более высокими нагрузками, возникающими при работе специализированного погрузочно-разгрузочного оборудования. Эксплуатация без снятия с вагона-платформы приводит к снижению эффективности перевозки (фактически имеет место порожний пробег вагона с кузовом без груза) и увеличению времени погрузочно-разгрузочных операций. Могут требовать перегрузки грузов в другие транспортные средства. Увеличенная стоимость перевозки железнодорожным транспортом в связи с нестандартными размерами и параметрами. Могут требовать применения узкоспециализированных вагонов-платформ для реализации рациональных схем погрузки из-за отличающихся от стандартных длины и (или) массы брутто. Требуют перевозки на платформах со специализацией «контейнеры и колесная техника»

* К нестандартным условно отнесены кузова и контейнеры, имеющие геометрические или массовые характеристики, отличающиеся от непосредственно определенных действующими стандартами.

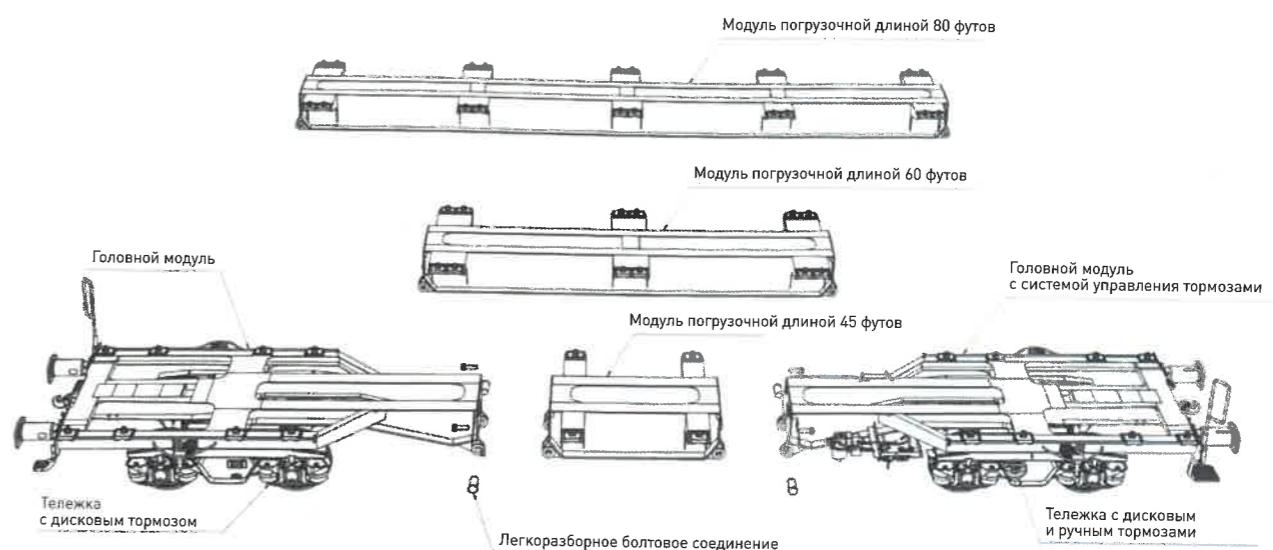


Рис. 2. Модульный вагон-платформа ELH Waggonbau Niesky GmbH погрузочной длиной 35 футов совместного проекта DB Cargo и VTG

представлена конструкция модульного вагона-платформы со сниженной массой тары для перевозки контейнеров (рис. 2). За счет различных вариантов исполнения центральной части погрузочная длина платформы может составлять 45, 60 или 80 футов, что позволяет гибко подходить к потребностям рынка перевозок грузов. Применение высокопрочных сталей, колесных пар со сниженной массой и дисковой тормозной системой позволило минимизировать материалоемкость конструкции, а возможность установки автосцепки – увеличить ее функциональность.

В 2021 г. завершена разработка совместного проекта компаний DB Cargo и VTG – вагона-платформы проекта «m²» [5] (рис. 3). В зависимости от сферы применения платформа новой модели может поставляться в двух- и четырехосном исполнении с погрузочной длиной от 34,7 до 74,3 футов, а также в виде двухсекционного сцепа [6]. Выбор таких компонентов, как тележки, ко-

лесные пары, колодочные или дисковые тормоза, позволяет оптимизировать массу и характеристики вагонов. Использование контейнеров, съемных кузовов или дополнительного съемного оборудования дает возможность гибко изменять специализацию подвижного состава (тарно-штучные грузы, требующие защиты, сыпучие грузы, сталь в рулонах, лесоматериалы и другие грузы, требующие особых условий перевозки).

Рис. 3. Варианты вагона-платформы проекта «m²»: вагон-платформа погрузочной длиной 35 футов (на переднем плане) и вагон-платформа с крытым верхом





кузовов и контейнеров является конструктивное единство модуля и конкретного специализированного вагона, что затрудняет смену модуля, а также исключает использование базовой платформы в качестве самостоятельного вагона. При этом модули в полной мере обладают преимуществами контейнеров и съемных кузовов в плане возможности изменения номенклатуры перевозимых про-

дуктов. Стоимость перевозки в модулях примерно такая же, как в специализированных вагонах, а при рациональном сочетании вместимости и массы груза может быть снижена в сравнении с универсальными и в особенности специализированными контейнерами и съемными кузовами.

Информация о преимуществах и недостатках применения модульных конструкций с точки

зрения влияния на эффективность использования специализированных вагонов сведена в табл. 2.

Специализированное оборудование и комплексные системы погрузки-разгрузки. Номенклатура оборудования и систем для погрузки грузов в вагоны порой превышает номенклатуру обслуживаемого подвижного состава. Оборудование, показанное на рис. 5, а, б, предназначено прежде

Таблица 2

Преимущества и недостатки применения модульных конструкций вагонов

Техническое решение	Преимущество	Недостаток
Модульные конструкции	<ul style="list-style-type: none"> Увеличенные грузоподъемность и (или) объем исходя из параметров перевозимого груза. Возможность разгрузки-погрузки с применением существующего оборудования. Возможность настройки специализации под номенклатуру и объемы перевозки грузов 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличенная материалоемкость по сравнению с немодульными вагонами. Необходимость оформления смены специализации вагона (снятие-установка модулей) в отличие от контейнеров и съемных кузовов. Требуют специальных мест хранения модулей вагона и наличия предприятий, выполняющих смену специализации (снятие-установка модулей). Наличие несущих разъемных соединений, требующих дополнительного контроля и обслуживания
Грузовые модули	<ul style="list-style-type: none"> Увеличенные грузоподъемность и (или) объем исходя из параметров перевозимого груза. Более полное использование осевой нагрузки вагона по сравнению с контейнерами и съемными кузовами. Возможность настройки специализации под номенклатуру и объемы перевозки грузов. Перевозка аналогична транспортировке грузов в специализированных вагонах, что делает ее эффективность выше эффективности перевозки в специализированных контейнерах и съемных кузовах 	<ul style="list-style-type: none"> Применение в составе специализированных базовых платформ с отсутствием возможности их эксплуатации без установленных грузовых модулей. Увеличенная материалоемкость по сравнению с контейнерами и немодульными специализированными вагонами. Могут требовать применения специального погрузочно-разгрузочного оборудования. Необходимость оформления смены специализации вагона (снятие-установка кузовов) в отличие от контейнеров и съемных кузовов. Требуют специальных мест и условий хранения грузовых модулей, а также наличия предприятий, выполняющих модернизацию (смену и замену грузовых модулей). Невозможность штабелирования грузовых модулей при хранении. Наличие несущих разъемных соединений, требующих дополнительного контроля и обслуживания



Рис. 5. Примеры погрузочно-разгрузочного оборудования и систем разгрузки:
а – боковой погрузчик контейнеров STEELBRO;
б – установка разгрузки съемных кузовов опрокидыванием Innofreight;
в – система боковой разгрузки четырехосных вагонов-самосвалов Kiruna Wagon;
г – система спиральной разгрузки четырехосных вагонов-самосвалов Kiruna Wagon

всего для вагонов широко распространенных конструкций и унифицированных интермодальных транспортных средств. Комплексные системы, приведенные на рис. 5, в, г, предназначены для работы с ограниченным перечнем вагонов, обычно на замкнутых маршрутах. К преимуществам тех и других относится рост производительности погрузочно-разгрузочных работ (табл. 3).

Вагоны со съемными кузовами. В развитие рассмотренных

для перевозки грузов, штабелирования и подъема модулей без специального погрузочно-разгрузочного оборудования, а также снижение металлоемкости за счет применения сочененной конструкции базовой платформы.

Основой модельного ряда является специализированный вагон-платформа модели 10-630 (рис. 6). Вагон имеет грузоподъемность 122,7 т, погружную длину 60 футов (18,3 м) при длине по осям сцепления автосцепок менее 19,6 м.

Таблица 3

Техническое решение	Преимущество	Недостаток
Специализированное оборудование для погрузки-разгрузки. Комплексные погрузочно-разгрузочные системы	<ul style="list-style-type: none"> Снижение капитальных затрат на приобретение вагонов, упрощение конструкции вагона. Ускорение оборота вагонов за счет повышения производительности погрузки-разгрузки. Снижение стоимости и повышение производительности погрузочно-разгрузочных работ. Возможность использования различных вагонов, конструкция которых позволяет выполнять погрузку-разгрузку 	<ul style="list-style-type: none"> Необходимость дополнительных капитальных затрат на подготовку инфраструктуры для погрузки-разгрузки. Возможность погрузки-разгрузки вагонов, совместимых со специализированным оборудованием или комплексными погрузочно-разгрузочными системами



Рис. 6. Общий вид специализированного вагона-платформы для контейнеров и сменных кузовов модели 10-630

выполнить монтаж и демонтаж кузовов при погрузке, смене, ремонте.

Существующие правила изменения специализации грузового вагона предусматривают его переоборудование по специально разработанному проекту модернизации. В случае применения сменных кузовов все необходимые трансформации заложены при изготовлении вагонов, а процесс их регистрации, пономерного учета, эксплуатации, смены и ремонта упрощен и определен «Порядком регистрации и учета, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов со сменными кузовами». С точки зрения порядка эксплуатации каждый вагон со сменными кузовами является модификацией базовой платформы, отличающейся родом вагона, специализацией и конструктивными особенностями. Вагоны со сменными кузовами при эксплуатации имеют индивидуальные паспорта и восьмизначные номера, которые меняются при смене кузовов и специализации подвижного состава. Межремонтные нормативы вагона-платформы и кузовов устанавливаются конструкторской документацией и гармонизированы между собой.

При проведении грузовых операций возможно снятие кузовов; после завершения этих операций кузова устанавливаются

ревозки лесоматериалов (рис. 7). Очевидно, что перечень этим не ограничивается, специализированные кузова могут быть разработаны для любого груза с учетом его особенностей. Платформа и сменный кузов для груза образуют общую конструкцию, прочностные характеристики которой определяются по требованиям для грузовых вагонов. Специально разработанные соединения и элементы фиксации являются быстроразъемными, что позволяет за короткое время

специализация вагона может быть изменена за счет следующих типов кузовов: хоппер для зерна и минеральных удобрений с разгрузочным люком в торцевой стене или с разгрузочными люками в полу; полуwagon с глухим полом или с разгрузочным люком в полу; платформа для пе-



Рис. 7. Специализированный вагон [а] и его сменные кузова [б-е]:
а – общий вид вагона;
б – хоппер с люком в торцевой стене;
в – хоппер с люками в полу;
г – полуwagon с глухим полом;
д – полуwagon с люком в полу;
е – платформа

на свои базовые платформы. Их смена или демонтаж возможны только после проведения перерегистрации вагона в соответствии с новой специализацией авторизованным ремонтным предприятием. Данный алгоритм позволяет работать с платформой со сменным кузовом, как со специализированным вагоном, и при этом оперативно менять специализацию без проведения трудоемкой модернизации.

Сравнение эффективности транспортных решений. Многообразие рассмотренных решений не позволяет однозначно определить наиболее эффективный вариант в условиях железных дорог колеи 1520 мм. Комплексным критерием для сравнения послужила стоимость перевозки в условно моделируемой ситуации. Оценка экономической эффективности выполнялась для вариантов перевозки:

- в специализированных вагонах;
- на вагонах-платформах в универсальных контейнерах и специализированных контейнерах или съемных кузовах (далее рассмотрены только контейнеры, так как кузова эквивалентны им с точки зрения экономики перевозки);
- в специализированных вагонах со сменными кузовами.

Оценка вариантов проводилась с учетом следующих составляющих стоимости жизненного цикла:

- капитальные затраты на приобретение потребного парка вагонов, контейнеров и сменных кузовов с учетом разницы в их назначенных сроках службы;
- нулевые капитальные вложения в инфраструктуру погрузки-выгрузки с учетом использования существующего универсального погрузочно-разгрузочного оборудования;
- затраты на обслуживание вагонов, контейнеров и сменных кузо-

вов (ремонт, освидетельствование, смена специализации, погрузочно-разгрузочные работы с учетом применяемого специализированного оборудования, хранение временно не используемых вагонов, контейнеров, сменных кузовов и т.п.);

- затраты на оплату железнодорожных тарифов за перевозку груза и возврат порожнего вагона с учетом времени оборота;
- доход от утилизации вагонов, контейнеров и сменных кузовов после истечения назначенных сроков службы.

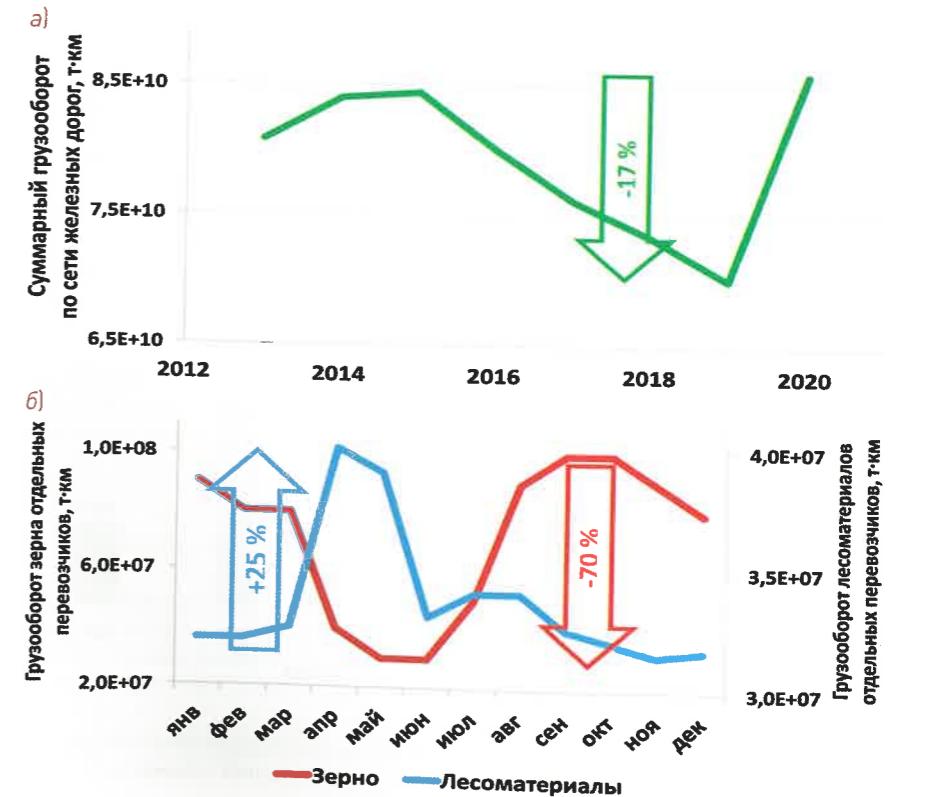
Комплексный оценочный критерий «стоимость перевозки» определялся как отношение суммарных затрат на перевозку к объему перевезенного груза за весь срок службы. В качестве модели эксплуатации была выбрана перевозка несколькими типами под-

вижного состава ряда грузов, грузооборот которых изменяется во времени (рис. 8). Характер данных изменений и обуславливает необходимость применения подвижного состава, приспособленного к трансформации, что ведет к увеличению экономической эффективности перевозки по сравнению с обычными специализированными вагонами.

С учетом выполненного анализа грузооборота были приняты следующие исходные данные для сравнительного расчета:

- грузы для перевозки – калий хлористый, пшеница, пиловочник;
- вагоны с осевой нагрузкой 25 тс: специализированные вагоны-хопперы для минеральных удобрений и зерна (варианты № 1 и 2); вагон-платформа для лесоматериалов погрузочной дли-

Рис. 8. Распределение объемов перевозки грузов:
а – зерна и лесоматериалов в течение года;
б – минеральных удобрений за несколько лет



Технико-экономические показатели вариантов

Таблица 4

Показатель	Значение показателя для варианта											
	1 и 2	3	4-I		4-II		5-I		5-II		6-А и 6-Б	6-С
Подвижной состав	Специализированный вагон	Платформа длиной 40 футов с универсальным контейнером	Платформа длиной 40 футов со специализированным контейнером	Платформа длиной 60 футов с универсальным контейнером	Платформа длиной 60 футов со специализированным контейнером	Платформа длиной 60 футов с универсальным контейнером	Платформа длиной 60 футов со специализированным контейнером	Специализированная платформа со сменными кузовами	Удобрения, зерно	Лес	Удобрения, зерно	Лес
Специализация варианта	Удобрения и зерно соответственно	Лес	Удобрения, зерно	Лес	Удобрения, зерно	Лес	Удобрения, зерно	Лес	Удобрения, зерно	Лес	Удобрения, зерно	Лес
Максимальная масса тары, т	24,0	27,5	24,4	24,4	28,4	28,2	28,6	28,6	34,6	34,3	42,0	42,3
Максимальная масса груза при условии использования полного объема и непревышения осевой нагрузки, т	76,0	72,5	67,6	67,6	71,6	71,8	71,4	71,4	65,4	65,7	108,0	107,7
Номинальный объем груза, м ³	120,0	158,0	64,2	64,2	102,0	102,0	96,3	96,3	153,0	153,0	162,0	156,0

Примечания:

1. Максимальная масса тары для вагона-платформы определяется как масса тары контейнеров или съемных кузовов этого вагона.
2. Номинальный объем груза для вагона-платформы определяется как сумма номинальных объемов контейнеров или съемных кузовов этого вагона.



Рис. 9. Стоимость перевозки зерна в различных вариантах подвижного состава без смены специализации в процентах от наименьшей стоимости

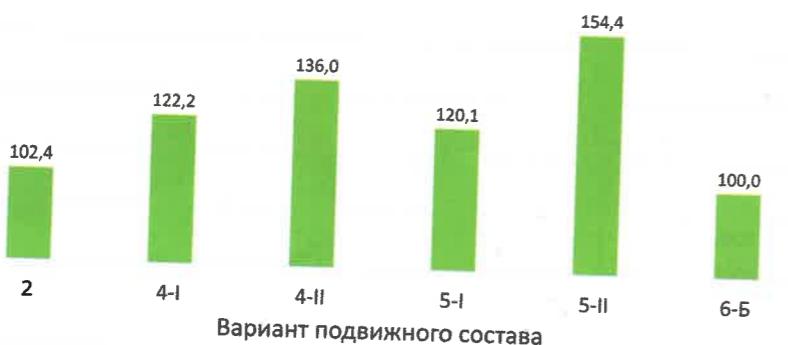


Рис. 10. Стоимость перевозки в различных вариантах подвижного состава с учетом смены специализации в процентах от наименьшей стоимости

ной 60 футов (вариант № 3); фитинговая платформа погрузочной длиной 40 футов (вариант № 4) или 60 футов (вариант № 5) с универсальными (4-I, 5-I) или специализированными сухогрузными контейнерами и контейнерами для насыпных грузов (4-II, 5-II) длиной 20 футов; специализированная платформа сочлененного типа погрузочной длиной 60 футов (вариант № 6) со сменными кузовами для минеральных удобрений и зерна (6-А и 6-Б), а также лесоматериалов (6-С);

- маршруты для определения провозной платы выбраны наиболее характерные для отобранных грузов и с наибольшим грузооборотом;
- грузооборот для каждого вида груза принят равным вне зависимости от применяемого подвижного состава.

Основные показатели для указанных вариантов сведены в табл. 4. Результаты сравнительной оценки экономической эффективности вариантов перевозки представлены на рис. 9 и 10.

На основании расчетов сделаны следующие выводы. Использование сменных кузовов и специализированных вагонов обеспечивает им сопоставимую стоимость перевозки для таких грузов, как, например, зерно (см. рис. 9). Применение универсальных и специализированных контейнеров для перевозки зерна на любых платформах не менее чем на 18 % увеличивает стоимость перевозки по сравнению с перевозкой в специализированных вагонах.

Использование вагонов со сменными кузовами при стандартной длине поезда 71 условный вагон существенно увеличивает массу перевозимого груза, что позволяет снизить число формируемым поездам и повысить пропускную способность существующей инфраструктуры. Так, расчеты показывают, что имеет место:

- увеличение массы груза в поезде до 6 % при перевозке минеральных удобрений или зерна и до 24 % при перевозке угля в сменных кузовах по сравнению с использованием парка специализированных вагонов;

■ увеличение массы груза в поезде до 14 % при перевозке минеральных удобрений и до 60 % при перевозке зерна в сменных кузовах по сравнению с использованием универсальных контейнеров;

- увеличение количества контейнеров до 16 в двадцатифутовом эквиваленте (ДФЭ) и массы брутто контейнеров до 24 % по сравнению с составом из вагонов-платформ погрузочной длиной 40 футов.

Заключение. Результаты исследования экономической эффектив-

Литература

1. Handbook of railway vehicle dynamics. Chapter 3. Design of unpowered railway vehicles / [A.Orlova, R.Savushkin, Iu. Boronenko, K.Kyakk] // CRC Press. – Taylor & Francis Group. – 2020. – P. 43–114.
2. Эффективность эксплуатации вагонов с повышенной осевой нагрузкой / [А.М.Соколов, А.М.Орлова, А.В.Романов и др.] // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 1 (74). – С. 62–65.
3. Бороненко Ю.П. Перспективы внедрения вагонов со съемными кузовами увеличенной грузоподъемности / Ю.П.Бороненко, А.С.Даукша // Известия ПГУПС. – 2017. – № 3 (14). – С. 437–457.
4. Data base and comparative analysis of CT and transhipment technologies for CT: Deliverable. March 2018 / University of Maribor, SSP Consult. – Maribor : AlpInno CT. – 2018. – 114 c.
5. На железных дорогах мира // Железнодорожный транспорт. – 2021. – № 3. – С. 78–80.
6. VTG: мы стали ближе к клиентам и их потребностям // Tank Container World. – 2021. – № 5. – С. 10–11.
7. Bolsöy B.M. Breakthrough performance with the helix dumper system / B.M.Bolsöy // Heavy Haul 4.0 – Achieving Breakthrough Performance Levels: Proceedings of the International Heavy Haul Association STS Conference (IHHA 2019). – Norway : Narvik, 2019. – P. 603–610.
8. Сочлененные вагоны-платформы со съемными кузовами повысят эффективность перевозок / [А.С.Кононенко и др.] // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. – № 4 (56). – С. 36–40.