

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

УДК 629.463.62

DOI 10.46973/0201-727X_2026_1_66

*Д. Г. Бейн, Л. В. Цыганская***ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВУХСЕКЦИОННОГО СЪЕМНОГО КУЗОВА
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ
НА ДЛИННОБАЗНЫХ ВАГОНАХ-ПЛАТФОРМАХ**

Аннотация. Рассмотрены способы перевозки автомобилей в стандартных крупнотоннажных контейнерах с размерами по ГОСТ Р 53350, описаны недостатки указанных способов. Приведена математическая постановка задачи по определению максимальных размеров съемного кузова, совместимого с фитинговым вагоном-платформой. Приведен пример расчета размеров поперечного сечения указанного съемного кузова. Определены предварительные технико-экономические параметры двухсекционного съемного кузова, состоящего из двух отдельных секций. В случае его применения увеличивается количество перевозимых легковых автомобилей на 25 % по сравнению с перевозками автомобилей в стандартных контейнерах для генеральных грузов типоразмера 1АА (1ААА) по ГОСТ Р 53350, при этом снижается трудоемкость работ по установке и креплению автомобилей. Выполнена ориентировочная оценка стоимости расходов при железнодорожной транспортировке легковых автомобилей в рассмотренном двухсекционном съемном кузове. Предложенные технические решения могут быть применены для перевозки легковых автомобилей на длиннобазных фитинговых вагонах-платформах.

Ключевые слова: контейнерный поезд, вагон-платформа, съемный кузов, крупнотоннажный контейнер, вагон-автомобилевоз.

Для цитирования: Бейн, Д. Г. Обоснование конструкции двухсекционного съемного кузова для перевозки легковых автомобилей на длиннобазных вагонах-платформах / Д. Г. Бейн, Л. В. Цыганская // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 66–81. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_1_66.

Введение

Перевозка легковых автомобилей по железным дорогам осуществляется в вагонах-автомобилевозах и в крупнотоннажных контейнерах, устанавливаемых на фитинговые вагоны-платформы.

По данным информационного агентства РЖД.ПАРТНЕР.РУ, погрузка автомобилей на железнодорожной сети превысила 439,5 тыс. т в 2024 году [1] (суммарно в вагонах-автомобилевозах и в крупнотоннажных контейнерах).

По данным дайджеста «Контейнеры» за апрель 2025 г. [2], «прочие грузы» занимают в структуре перевозок контейнеров почти половину объема (48 %, или 3,8 млн ДФЭ). Преобладающая часть – 84 % – грузы 3-го тарифного класса, к которым также относятся автомобили и сельскохозяйственные машины, которые заняли в структуре перевозок 0,52 млн ДФЭ. Ежегодный рост импорта автомобилей является одним из основных факторов дальнейшего увеличения объемов перевозок контейнеров в данной номенклатурной позиции [2].

При контейнерных перевозках легковых автомобилей на фитинговых вагонах-платформах используют стандартные и специализированные крупнотоннажные контейнеры длиной 40 футов (типоразмеры 1АА (1ААА) по ГОСТ 53350–2009 [3]). В каждом контейнере размещают четыре легковых автомобиля (в два яруса), при этом используют дополнительные средства крепления – ремни, стропы, металлические рамы и т.п. Специализированный контейнер для перевозки автомобилей, выполненный в габаритах стандартного крупнотоннажного контейнера типоразмера 1АА (1ААА) по ГОСТ Р 53350, но содержащий двери с обеих торцевых сторон, позволяет осуществлять сквозной проезд автомобилей для загрузки поезда с торцевой погрузочной площадки (рампы, аппарели, эстакады).

Перевозка автомобилей в стандартных и специализированных контейнерах имеет ряд недостатков:

– внутренняя ширина (до 2352 мм) и внутренняя высота (до 2698 мм) контейнера ограничивают размеры перевозимых автомобилей, а соответственно модельный ряд автомобилей (номенклатуру перевозимых автомобилей) и их количество (до четырех единиц);

– высокая трудоемкость работ по размещению и закреплению автомобилей из-за тесного пространства между автомобилем и стенками контейнера, при этом требуется использовать множество дополнительных средств крепления, таких как грузовые цепи, тросы, стропы или специальные металлические конструкции, вследствие чего, по мнению участников рынка [1], при перевозке в контейнерах нельзя гарантировать сохранность внешнего вида автомобилей;

– необходимость использования оборудования для подъема и установки груженого контейнера на фитинговый вагон-платформу, так как заезд автомобилей осуществляется своим ходом в снятый с вагона-платформы контейнер, затем груженный контейнер устанавливается на вагон-платформу.

Вагоны-автомобилевозы не имеют указанных недостатков, но поскольку в настоящее время наблюдается дефицит таких вагонов [1], одним из актуальных направлений развития железнодорожной транспортировки легковых автомобилей является создание съемного кузова с улучшенными техническими характеристиками по сравнению с контейнерами, имеющими стандартные размеры.

В работах [4–8] показана эффективность применения съемных кузовов в различных направлениях железнодорожных перевозок. В работе [7] отмечено, что съемный кузов обладает невысокой себестоимостью, при этом использование съемных кузовов обеспечивает сокращение расходов на приобретение и содержание подвижного состава. При этом, как отмечено в работе [9], съемные кузова находятся на начальной стадии своего внедрения, вследствие чего хорошие расчетные технико-экономические характеристики не позволяют им пока занять значимую позицию на внутреннем и внешнем рынках.

Цель работы

Цель настоящей работы – разработка концепта (выбор технических решений) съемного кузова для перевозки легковых автомобилей на фитинговых вагонах-платформах с максимальным использованием размеров основного габарита погрузки [10], обладающего следующими преимуществами по сравнению со стандартными контейнерами:

- увеличение количества перевозимых легковых автомобилей;
- расширение модельного ряда перевозимых легковых автомобилей;
- сокращение трудоемкости работ по размещению и креплению легковых автомобилей.

Для достижения указанной цели решались следующие задачи:

определение максимальных габаритных размеров поперечного сечения съемного кузова исходя из условия вписывания в основной габарит погрузки, размеры которого установлены «Техническими условиями» [10];

- выбор технических решений, позволяющих снизить трудоемкость работ по размещению и креплению легковых автомобилей, а также увеличить количество перевозимых легковых автомобилей;
- сравнительная оценка стоимости перевозок легковых автомобилей в съемном кузове и стандартном контейнере.

Математическая постановка задачи по определению максимальных габаритных размеров поперечного сечения съемного кузова

В работе [9] применительно к съемным кузовам грузовых вагонов отмечено следующее:

- рост полезного объема возможен при увеличении длины кузова и допустимой высоты погрузки, поскольку сама высота кузова ограничивается габаритом подвижного состава;
- при рассмотрении съемных кузовов необходимо учитывать длину и тип «носителя» – фитинговых вагонов-платформ различных моделей.

Применительно к съемным кузовам, перевозимым на фитинговых вагонах-платформах как груз (когда съемный кузов не является частью вагона), высота съемного кузова ограничена погрузочной высотой вагона-платформы и размерами габарита погрузки, установленными «Техническими условиями» [10]).

Площадь поперечного сечения габарита погрузки $A_{гп}$ является постоянной:

$$A_{гп} = \text{const.} \quad (1)$$

При разработке схемы размещения груза можно выделить площадь сечения, занимаемую вагоном A_v , площадь сечения, занимаемую грузом $A_{гр}$, и неиспользуемую площадь $A_{нп}$ (рис. 1), тогда

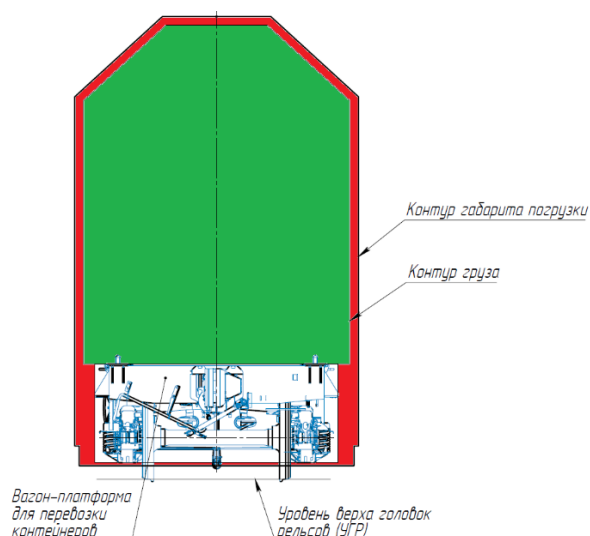
$$A_{гр} + A_v + A_{нп} = A_{гп}, \quad (2)$$

где $A_{гр}$ – площадь поперечного сечения, занимаемая грузом (например, съемным кузовом); $A_{в}$ – площадь поперечного сечения, занимаемая вагоном конкретной модели; $A_{нп}$ – неиспользуемая площадь поперечного сечения габарита погрузки.

Неиспользуемую площадь поперечного сечения $A_{нп}$ можно определить как

$$A_{нп} = A_{го} + A_{см}, \quad (3)$$

где $A_{го}$ – площадь геометрических ограничений (неиспользуемая площадь поперечного сечения габарита, в которой груз геометрически не может быть расположен, например, площадь между боковыми балками рамы вагона и очертанием габарита погрузки); $A_{см}$ – площадь конструктивных ограничений (неиспользуемая площадь поперечного сечения габарита из-за ограничений, обусловленных возможным смещением груза относительно опорной поверхности вагона в поперечном направлении).



	Неиспользуемая площадь поперечного сечения габарита погрузки $A_{нпг}$
	Максимальная площадь поперечного сечения, занимаемая грузом, $A_{гр}^{\max}$
	Площадь поперечного сечения, занимаемая вагоном, $A_{в}$

Рис. 1. Использование площади габарита погрузки

Условие, при котором для груза используется наибольшая площадь $A_{гр}^{\max}$ (наибольшая возможная для груза часть площади поперечного сечения габарита погрузки), можно описать условием

$$A_{гр}^{\max} = A_{гп} - A_{в} - A_{нп}^{\min}. \quad (4)$$

Также площадь поперечного сечения груза можно описать определенным интегралом

$$A_{гр} = \int_{A_{igr}}^{A_{гр}^{\max}} dA_{igr}, \quad (5)$$

где A_{igr} – элемент площади поперечного сечения груза.

В этом случае должны выполняться условия вписывания груза в очертание габарита погрузки. Поскольку площадь поперечного сечения груза $A_{гр}$ также определяется его шириной и высотой,

$$A_{гр} = \iint_{A_{igr}}^{A_{гр}^{\max}} f(B_{гр}^i, H_{гр}^i) dB_{гр}^i dH_{гр}^i, \quad (6)$$

при этом должны выполняться условия

$$B_{гр}^i \leq B_{гп}^i, H_{гр}^i \leq H_{гп}^i,$$

тогда

$$A_{гр} = \int_{B_{гр}^i}^{B_{гп}^i} dB_{гр}^i \int_{H_{гр}^i}^{H_{гп}^i} dH_{гр}^i \rightarrow A_{гр}^{\max} = A_{гп} - A_{в} - A_{нп}^{\min}, \quad (7)$$

где $B_{\text{гр}}^i$ – габаритная ширина груза в точке i ; $B_{\text{гп}}^i$ – ширина габарита погрузки в точке i его очертания; $H_{\text{гр}}^i$ – габаритная высота груза в точке i ; $H_{\text{гп}}^i$ – высота габарита погрузки в точке i его очертания.

Для груза A (рис. 2), имеющего переменный контур нижнего очертания и верхнего очертания, формула примет вид

$$A_{\text{гр}} = \int_{B_{\text{гр}}^i}^{B_{\text{гп}}^i} (f_2(B^i) - f_1(B^i)) dB^i \rightarrow A_{\text{гр}}^{\max} = A_{\text{гп}} - A_{\text{в}} - A_{\text{нп}}^{\min}, \quad (8)$$

при этом

$$f_2(B^i) \geq f_1(B^i),$$

где $f_2(B^i)$ – функция верхнего контура очертания груза; где $f_1(B^i)$ – функция нижнего контура очертания груза.

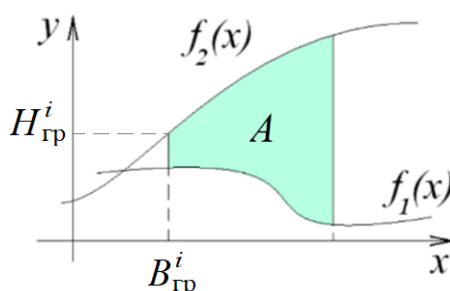


Рис. 2. Область интегрирования

Таким образом, задача по определению максимальных габаритных размеров поперечного сечения съемного кузова решается в том числе с определением конструктивных ограничений (смещений, параметров вагонов и т.п.), лимитирующих область поиска.

Расчет размеров съемного кузова

Рассмотрим пример определения ограничений при вписывании съемного кузова, устанавливаемого на фитинговый вагон-платформу, в основной габарит погрузки. Схема вписывания съемного кузова в очертание габарита погрузки показана на рис. 3.

При этом следует учитывать возможное смещение $L_{\text{пзф}}$ контейнера относительно установочной поверхности фитинговых упоров вагона в поперечном направлении из-за зазоров между угловыми нижними фитингами контейнера и фитинговыми упорами вагона.

Тогда максимальную ширину съемного кузова можно определить по формуле

$$B_{\text{ск}}^{\max} = B_{\text{гп}}^{\max} - 2L_{\text{пзф}}, \quad (9)$$

где $B_{\text{ск}}^{\max}$ – максимально возможная ширина съемного кузова; $B_{\text{гп}}^{\max}$ – максимальная ширина габарита погрузки; $L_{\text{пзф}}$ – максимально возможное смещение в поперечном направлении углового нижнего фитинга съемного кузова относительно фитингового упора вагона-платформы.

Соответственно ширина $B_{\text{ск}}^i$ съемного кузова в произвольной точке очертания габарита погрузки определяется по формуле

$$B_{\text{ск}}^i = B_{\text{гп}}^i - 2L_{\text{пзф}}, \quad (10)$$

где $B_{\text{гп}}^i$ – ширина габарита погрузки в рассматриваемой точке его очертания.

Смещение $L_{\text{пзф}}$ можно определить по формуле

$$L_{\text{пзф}} = B_{\text{уфк}} - B_{\text{фув}}, \quad (11)$$

где $B_{\text{уфк}}$ – ширина установочного паза нижнего углового фитинга контейнера; $B_{\text{фув}}$ – ширина поперечного сечения рабочей части (штыря) фитингового упора вагона.

Максимальная высота съемного кузова $H_{\text{СК}}^{\text{max}}$ относительно опорной поверхности фитингового упора вагона-платформы

$$H_{\text{СК}}^{\text{max}} = H_{\text{ГП}} - H_{\text{вугр}} - h_{\text{кзв}}, \quad (12)$$

где $H_{\text{ГП}}$ – высота габарита погрузки; $H_{\text{вугр}}$ – расстояние от уровня верха головок рельсов до опорной поверхности фитингового упора вагона-платформы; $h_{\text{кзв}}$ – конструктивный запас высоты для возможности установки кузова на вагоны с разным расстоянием $H_{\text{вугр}}$.

Соответственно высота $H_{\text{СК}}^i$ съемного кузова относительно опорной поверхности фитингового упора вагона-платформы в произвольной точке очертания габарита определяется по формуле

$$H_{\text{СК}}^i = H_{\text{ГП}}^i - H_{\text{вугр}}, \quad (13)$$

где $H_{\text{ГП}}^i$ – высота габарита погрузки в рассматриваемой точке его очертания.

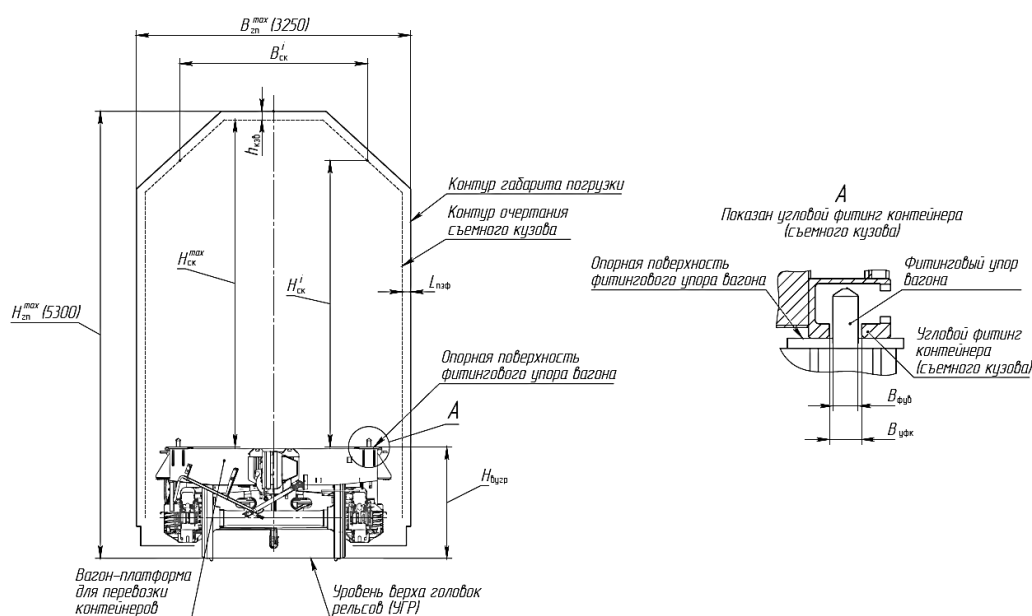


Рис. 3. Схема вписывания съемного кузова в очертание габарита погрузки

Сравнение размеров съемного кузова с размерами стандартного контейнера

Ширина габарита погрузки больше ширины стандартного контейнера на величину

$$\Delta B = B_{\text{ГП}}^{\text{max}} - B_{\text{КТ}}^{\text{max}}, \quad (14)$$

где $B_{\text{КТ}}^{\text{max}}$ – максимальная ширина стандартного контейнера.

Например, для основного габарита погрузки $B_{\text{ГП}}^{\text{max}} = 3250$ мм.

Ширина крупнотоннажного контейнера $B_{\text{КТ}}^{\text{max}} = 2438$ мм.

Тогда, для основного габарита погрузки

$$\Delta B = 3250 - 2438 = 812 \text{ мм.}$$

На рис. 4 показано сравнение размеров съемного кузова (с учетом вышерассмотренных ограничений) в основном габарите погрузки со стандартным крупнотоннажным контейнером типоразмера 1 ААА по ГОСТ Р 53350 (рассматривается установка на вагон-платформу с высотой 1300 мм от уровня верха головок рельсов до опорной поверхности фитинговых упоров).

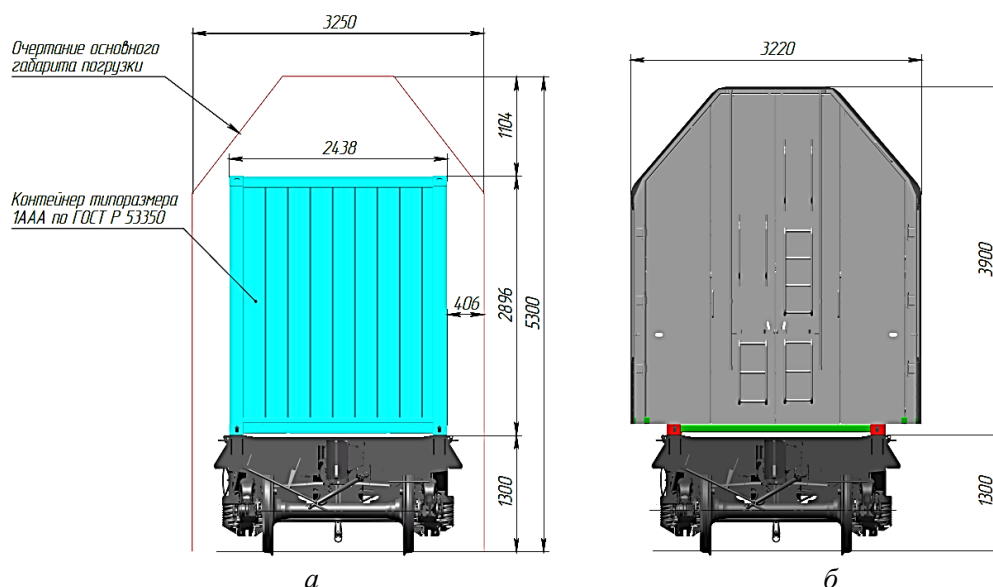


Рис. 4. Сравнение размеров съемного кузова и стандартного контейнера типоразмера 1AAA по ГОСТ Р 53350 на фитинговом вагоне-платформе в основном габарите погрузки:
a – стандартный контейнер типоразмера 1AAA по ГОСТ Р 53350; *б* – съемный кузов

Технические решения

На основе результатов расчетов и опыта перевозок известно, что длина стандартного контейнера типоразмера 40 футов позволяет разместить вдоль контейнера максимум два легковых автомобиля (для автомобилей длиной $L_{\text{авт}} \approx 4,5$ м).

Согласно ГОСТ Р 53350, внутренняя длина контейнера $L_{\text{квн}}$ типоразмера 40 футов

$$L_{\text{квн}} = 11998 \text{ мм} \approx 12 \text{ м.}$$

Соответственно вдоль одного контейнера можно разместить количество автомобилей

$$n_a = L_{\text{квн}} / L_{\text{авт}}, \quad (15)$$

где $L_{\text{авт}}$ – длина автомобиля.

Для среднеразмерных легковых автомобилей с длиной $L_{\text{авт}} = 4,5$ м получаем

$$n_a = \frac{L_{\text{квн}}}{L_{\text{авт}}} = \frac{12}{4,5} = 2 \text{ ед.} \quad (16)$$

При этом внутри контейнера остается неиспользованная внутренняя длина $\Delta L_{\text{квн}}$:

$$\Delta L_{\text{квн}} = L_{\text{квн}} - n_a \cdot L_{\text{авт}} = 12 - 2 \cdot 4,5 = 3 \text{ м.} \quad (17)$$

Неиспользованная внутренняя длина в двух 40-футовых контейнерах

$$2\Delta L_{\text{квн}} = 6 \text{ м} > L_{\text{авт}} = 4,5 \text{ м.}$$

Таким образом, если объединить пространство двух 40-футовых контейнеров, можно установить по длине объединенного пространства на один автомобиль больше, чем в двух отдельных контейнерах.

Чтобы задействовать длину $\Delta L_{\text{квн}}$ для размещения автомобиля, но сохранить установочные размеры стандартного контейнера, предлагается двухсекционный съемный кузов для перевозки автомобилей на длиннобазном фитинговом вагоне-платформе, состоящий из двух отдельных секций (рис. 5).

Выбор длиннобазного вагона-платформы для таких перевозок обусловлен возможностью установки двух секций съемного кузова длиной 40 футов каждая. Установочные размеры каждой секции соответствуют стандартным установочным размерам 40-футового контейнера (см. рис. 5).

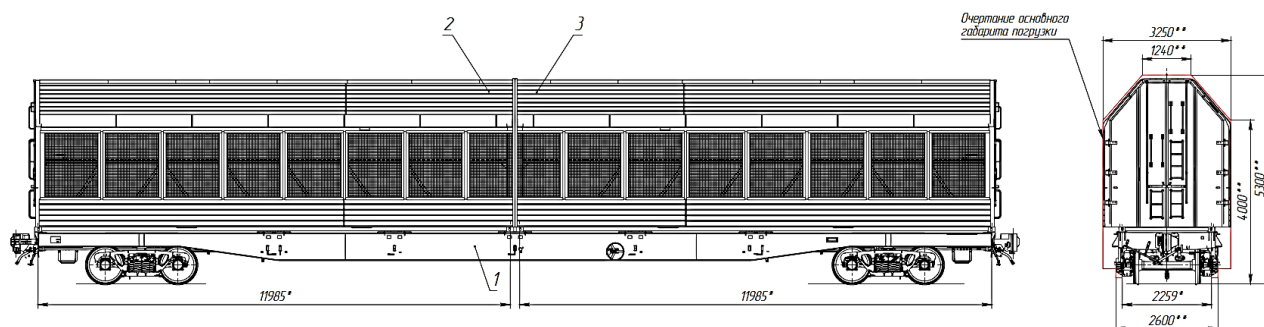


Рис. 5. Двухсекционный съемный кузов, установленный на длиннобазном вагоне-платформе:

1 – длиннобазный вагон-платформа; 2 и 3 – секции съемного кузова; * расстояния между фитинговыми упорами вагона; ** размеры основного габарита погрузки

Две установленные на вагон секции имеют смежные внутренние объемы, так как торцевых стен или дверей между ними нет, что позволяет сформировать общее внутреннее пространство и более эффективно использовать суммарную внутреннюю длину двух секций по сравнению с разобренными внутренними длинами двух отдельных контейнеров.

Каждая секция содержит основание с четырьмя нижними угловыми фитингами, расстояние между которыми аналогично расстоянию между нижними угловыми фитингами стандартного крупнотоннажного контейнера.

Такое решение обеспечивает:

- возможность установки каждой секции типовыми грузоподъемными средствами контейнерных терминалов;

- совместимость секции с фитинговым вагоном-платформой.

Таким образом, на длиннобазном вагоне-платформе устанавливаются две секции, формирующие съемный кузов.

Каждая секция включает в себя (рис. 6): кузов с основанием 1, боковыми стенами 2 и крышей 3; верхний ярус 4; торцевые двери 5 (с одной стороны кузова).

Основание содержит необходимый набор несущих балок, настил 6 для размещения автомобилей, откидные переездные площадки 7 для заезда/выезда автомобилей и стандартные нижние угловые фитинги 8 контейнера для установки на вагон-платформу.

Верхний ярус 4 выполнен съемным, с возможностью регулировки по высоте, и также содержит настил для размещения автомобилей и откидные переездные площадки 9.

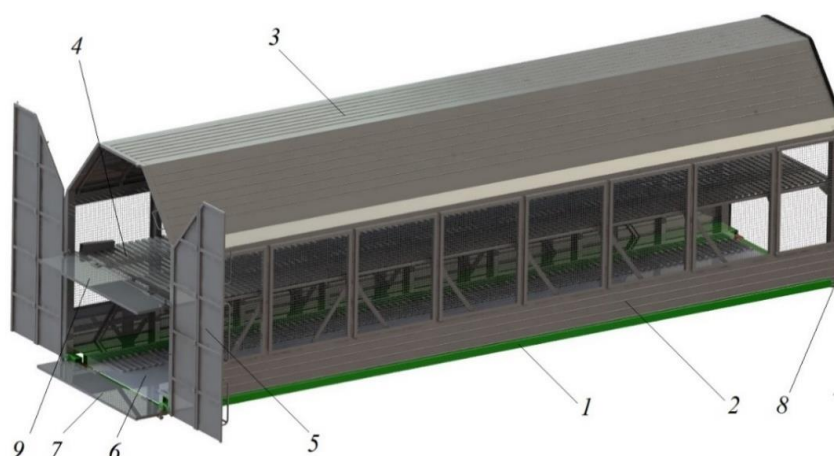


Рис. 6. Общий вид одной секции съемного кузова:

1 – основание; 2 – боковая стена; 3 – крыша; 4 – верхний ярус; 5 – торцевая дверь; 6 – настил; 7 – откидные переездные площадки нижнего яруса; 8 – стандартные нижние угловые фитинги; 9 – откидные переездные площадки верхнего яруса

Предлагаемое решение работает следующим образом. Двухсекционный съемный кузов устанавливается в порожнем состоянии нижними угловыми фитингами на фитинговые упоры длиннобазного вагона-платформы (рис. 7). Погрузка автомобилей в съемный кузов осуществляется с погрузочной эстакады (рамы, пандуса) через торцевые двери одной из секций. При этом между секциями образуется сквозной проем с возможностью установки автомобилей вдоль секций по всей внутренней длине съемного кузова, в том числе и в проеме между секциями, как это показано на рис. 7, что позволяет разместить 5 автомобилей на нижнем ярусе и 5 автомобилей на верхнем ярусе, всего 10 автомобилей (с рассматриваемой длиной 4,5 м).

Типовая схема размещения автомобилей в стандартном контейнере (рис. 8) позволяет перевозить 8 автомобилей в двух контейнерах, при этом второй ярус устанавливается под наклоном с помощью ремней, цепей и других средств крепления.

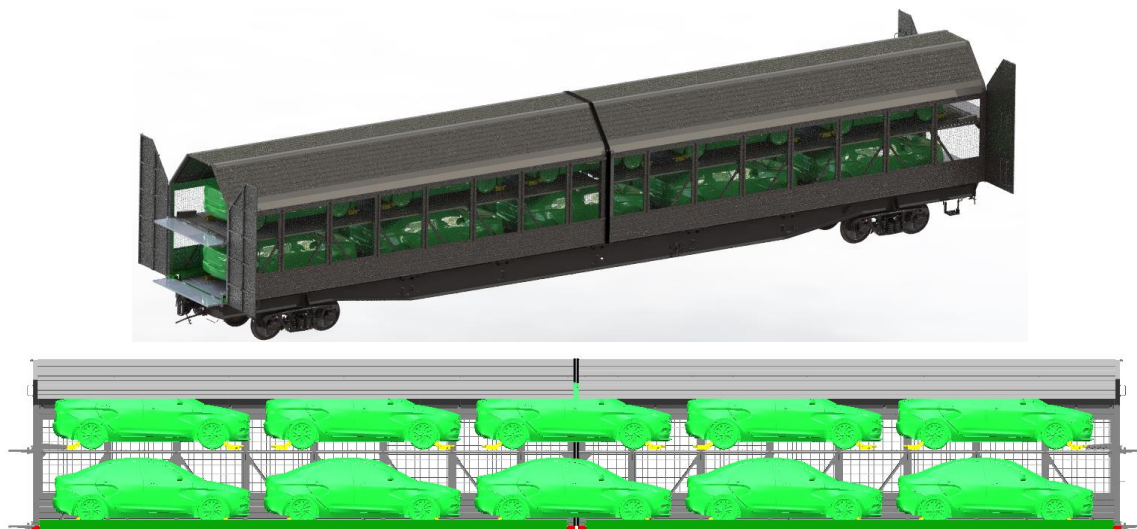


Рис. 7. Размещение легковых автомобилей длиной $\approx 4,5$ м в двухсекционном съемном кузове

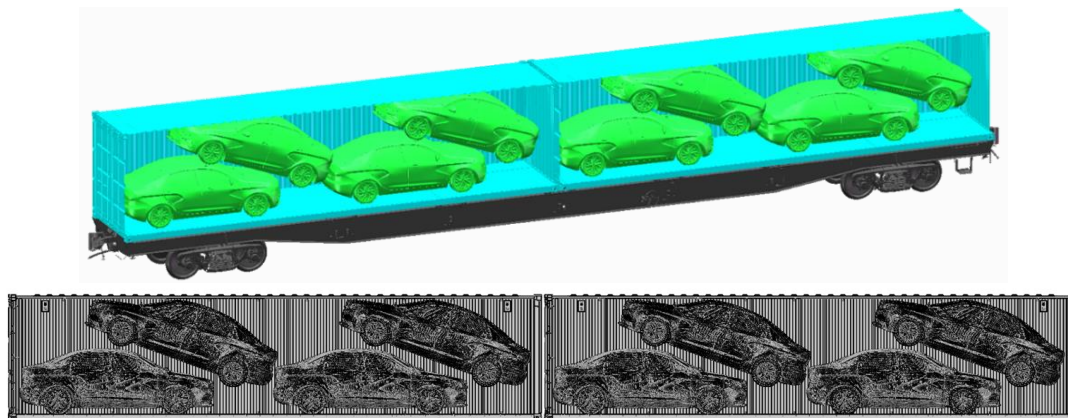


Рис. 8. Размещение легковых автомобилей длиной $\approx 4,5$ м в двух стандартных контейнерах длиной 40 футов (реквизиты крепления автомобилей не показаны)

Так как конструкция откидных переездных площадок и торцевых дверей предлагаемого съемного кузова аналогична конструкции, применяемой в вагонах-автомобилевозах, имеется возможность сквозного проезда автомобилей из одной секции в другую секцию и сквозного проезда автомобилей через состав вагонов с такими кузовами, что делает погрузку значительно проще, чем поконтейнерная погрузка автомобилей по схеме, показанной на рис. 8.

После загрузки в съемный кузов автомобили на каждом ярусе закрепляют с помощью стандартных быстросъемных колесных упоров, применяемых во многих вагонах-автомобилевозах [10], чтобы предотвратить смещение или повреждение автомобилей во время транспортировки. Такие упоры устанавливаются в прорези, сделанные по всей длине настила пола, что позволяет закреплять автомобили с различной колесной базой (рис. 9). Применимы также упоры со штыревой фиксацией к настилу пола, например, [11], в этом случае вместо прорезей в настиле пола выполняются отверстия.

По прибытии в пункт назначения колесные упоры снимают и проводят выгрузку автомобилей. После разгрузки, при необходимости, секции съемного кузова снимаются с вагона-платформы посредством крана с использованием траверсы и строп, закрепленных к нижним угловым фитингам секции.

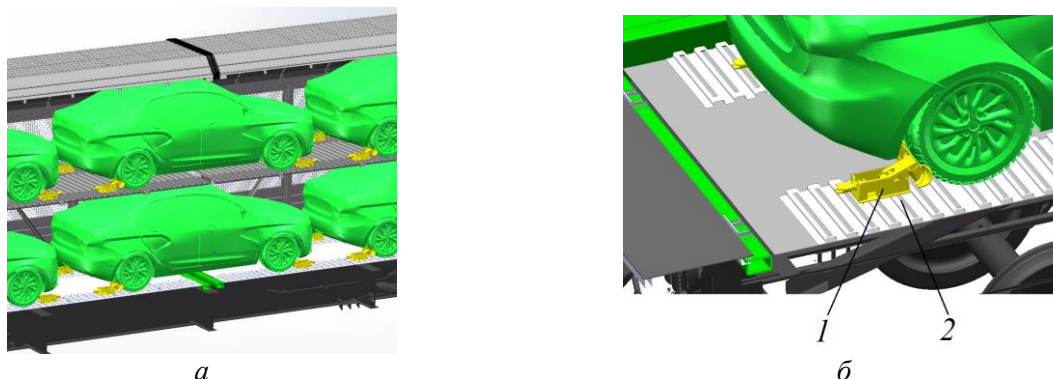


Рис. 9. Закрепление легковых автомобилей в съемном кузове колесными упорами:

а – между двумя секциями съемного кузова; *б* – в консольной части секции;

1 – быстросъемные колесные упоры; *2* – прорези в настиле пола для установки колесных упоров

За счет увеличения ширины и высоты съемного кузова по сравнению со стандартным контейнером, а также за счет возможности регулировки по высоте и снятия верхнего яруса обеспечивается возможность перевозки автомобилей увеличенных габаритов, что расширяет модельный ряд перевозимых автомобилей.

За счет увеличенных внутренних размеров, применения типовых быстросъемных колесных упоров [10] или упоров со штыревой фиксацией (например, [11]), переездных площадок и торцевых дверей существенно снижается трудоемкость работ по установке и закреплению автомобилей.

Сравнение параметров предлагаемого двухсекционного съемного кузова со стандартным крупнотоннажным контейнером типоразмера 1AAA [3] приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение параметров предлагаемого двухсекционного съемного кузова для перевозки легковых автомобилей со стандартным крупнотоннажным контейнером типоразмера 1AAA

Параметр	Стандартный контейнер типоразмера 1AAA по [3]	Съемный кузов	Разница, %
Размеры одного контейнера и одной секции съемного кузова			
Габаритные размеры, мм:			
– длина	12192	12192	0
– ширина	2438	3220*	+32 %
– высота	2896	3896	+35 %
Внутренние размеры, мм:			
– длина	12017	12017	0
– ширина	2344	2850	+22 %
– высота	2663	3663	+37 %
Размещение автомобилей			
Количество автомобилей (с кузовом типа «седан» длиной 4,5 м)	8 (в двух контейнерах)	10 (в двух секциях)	+25 %
Количество автомобилей (с кузовом типа «седан» длиной 4,5 м) в составе поезда из 40 длиннобазных вагонов-платформ	320 (в 80 контейнерах)	400 (в 80 секциях)	+25 %

* ширина определена с учетом возможных поперечных смещений съемного кузова из-за зазоров между угловыми фитингами съемного кузова и фитинговыми упорами вагона.

На рис. 10 показан фрагмент состава поезда с длиннобазными вагонами-платформами, на каждую из которых установлено по две секции съемного кузова, в процессе погрузки/разгрузки автомобилей.

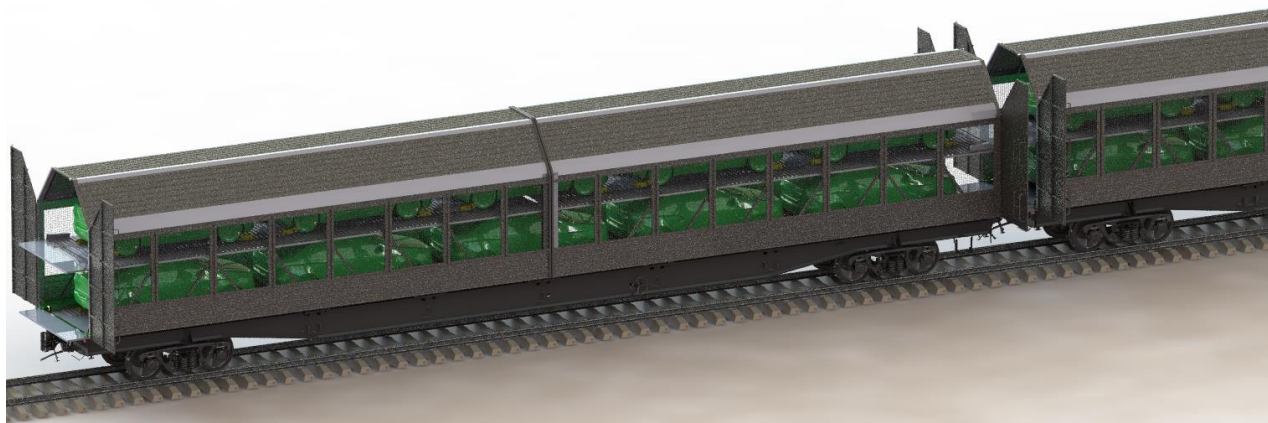


Рис. 10. Две длиннобазные платформы с двухсекционными съемными кузовами

Оценка стоимости снижения расходов при транспортировке легковых автомобилей

Для сравнения стоимости расходов при транспортировке автомобилей с использованием съемных кузовов в сравнении с перевозками в контейнерах проведен расчет согласно Прейскуранту [12]. Технические характеристики вагона (тара и грузоподъемность) были выбраны идентичными на основе сведений о современных длиннобазных вагонах-платформах для перевозки крупнотоннажных контейнеров. Расчет производился в калькуляторе ОАО «РЖД» [13] для маршрута перевозки Тольятти – Санкт-Петербург (рис. 11).

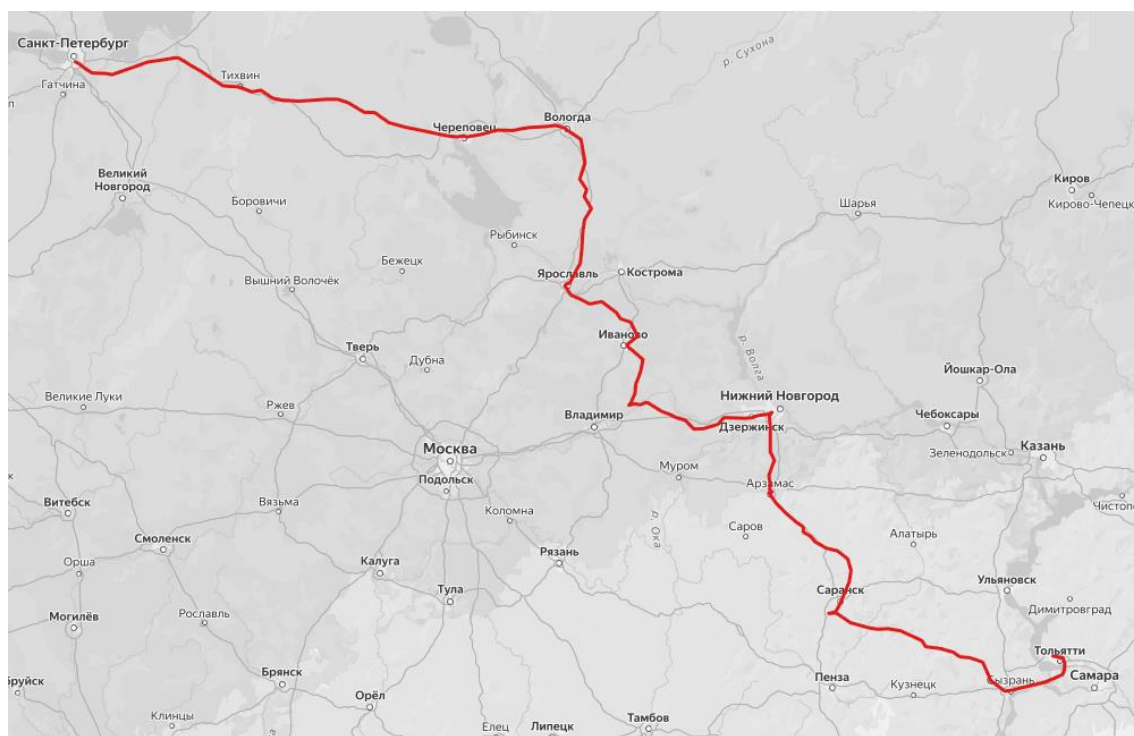


Рис. 11. Рассматриваемый маршрут железнодорожной транспортировки легковых автомобилей Тольятти – Санкт-Петербург

Дополнительно учитывались масса стандартного контейнера и съемного кузова:

– масса порожнего контейнера типоразмера 1ААА $\approx 4,5$ т;

– предварительная масса одной порожней секции съемного кузова $\approx 8,0$ т (с «запасом», без учета применения высокопрочных сталей, алюминиевых сплавов и т.п.).

Рассматривалась перевозка легковых автомобилей массой 1,25 т.

Результаты ориентировочного расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты ориентировочного расчета стоимости железнодорожной транспортировки
легковых автомобилей в контейнерах и в съемных кузовах**

Параметры	Размещение автомобилей	
	в стандартном крупно- тоннажном контейнере типоразмера 1ААА (два контейнера на одном вагоне)	в двухсекционном съемном кузове (две секции на одном вагоне)
Количество легковых автомобилей на одном вагоне, ед.	8	10
Вес перевозимого груза (легковых автомобилей) на одном вагоне (масса контейнеров нетто), т	10,0	12,5
Вес груза брутто на одном вагоне, т	19,0	28,5
Количество вагонов в условном составе, ед.	40	40
Ориентировочная стоимость перевозки на одном вагоне, руб., с учетом [13]	295 186,80	306 748,80
Ориентировочная стоимость перевозки за условный состав, руб.	11807472,00	12269952,00
Ориентировочная стоимость перевозки одного автомобиля, руб.	36898,35	30674,88

Сравнение стоимости перевозки за условный состав рассматриваемых вагонов приведено на диаграмме (рис. 12). Сравнение стоимости перевозки одного легкового автомобиля приведено на диаграмме (рис. 13).

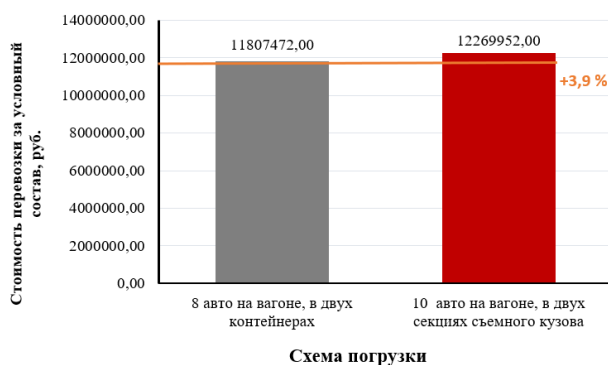


Рис. 12. Стоимость перевозки за условный состав

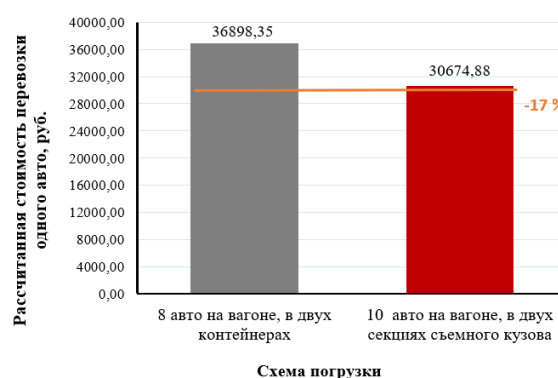


Рис. 13. Рассчитанная стоимость перевозки одного авто

Указанный расчет произведен по минимальному набору характеристик и с рядом упрощений, поэтому является приблизительным, но позволяет оценить эффективность применения съемных кузовов для перевозки легковых автомобилей в сравнении с перевозками в стандартных крупнотоннажных контейнерах с размерами по ГОСТ Р 53350 [3]. При этом в расчете не учтено сравнение затрат на погрузочно-разгрузочные работы.

Из табл. 2 и диаграммы на рис. 12 видно, что стоимость перевозки за условный состав для предложенных съемных кузовов на 4 % больше стоимости перевозки состава со стандартными контейнерами по ГОСТ Р 53350 [3], что связано с большей массой груза с учетом увеличенной массы секции съемного кузова в сравнении со стандартным контейнером.

При этом стоимость перевозки одного автомобиля при использовании съемных кузовов меньше на 17 % по сравнению с перевозками в стандартных контейнерах, что связано с увеличенным количеством легковых автомобилей в составе такого поезда (+25 %, см. табл. 1).

Заключение

Преимущество предлагаемого концепта по сравнению с использованием стандартных контейнеров состоит в следующем:

- увеличено количество перевозимых автомобилей;
- расширена номенклатура перевозимых автомобилей за счет увеличенных внутренних размеров секции съемного кузова по высоте и ширине;
- снижена трудоемкость работ по размещению и закреплению автомобилей за счет увеличенных внутренних размеров, двухъярусной погрузки и применения типовых колесных упоров;
- обеспечена возможность поездной загрузки с торцевой погрузочной площадки (рампы, аппарели, эстакады) путем сквозного проезда автомобилей по всему составу поезда.

Выполнена ориентировочная оценка стоимости расходов при железнодорожной транспортировке легковых автомобилей в предложенном съемном кузове, установленном на длиннобазный вагон-платформу, по результатам которой можно сделать вывод, что применение предложенных решений позволяет перевозить больше автомобилей в составе поезда (на 25 %) при меньшей стоимости перевозки одного автомобиля на 17 % в сравнении с перевозками в стандартных крупнотоннажных контейнерах.

При этом, как отмечено в работе [9], увеличенная по сравнению со стандартным контейнером ширина съемного кузова не позволяет использовать съемные кузова в мультимодальных перевозках.

По совокупности погрузочных характеристик предложенный концепт уступает новейшему грузовому вагону-автомобилевозу компании «РМ Рейл» – двухсекционному вагону модели 11-1291-01, сертифицированному в 2025 г. [14], но превосходит способы перевозки автомобилей в крупнотоннажных контейнерах со стандартными размерами по ГОСТ 53350 [3].

Разработанное техническое решение выполнено специалистами АО «НВЦ “Вагоны”» в рамках актуальных исследований в области повышения эффективности использования вагонов-платформ и контейнерных перевозок [15–23], запатентовано [24] и может быть использовано в дальнейших разработках АО «НВЦ “Вагоны”» и компании «РМ Рейл».

Список литературы

- 1 **Алешина, А.** Импорт автомобилей растет, но в обход железнодорожной сети / А. Алешина // РЖД Партнер.ру. – 13.01.2025. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/reviews/import-avtomobiley-rastet-no-v-obkhod-zheleznodorozhnoy-seti/> (дата обращения: 12.01.2026).
- 2 Контейнеры. Дайджест, апрель / АО «ИЭРТ», 2025. – 32 с. – URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/11680/page/103290?id=21100#main-header> (дата обращения: 12.01.2026).
- 3 **ГОСТ Р 53350–2009 (ИСО 668:1995).** Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 мая 2009 г. № 181-ст. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 16 с.
- 4 **Бороненко, Ю. П.** Выбор и анализ конструктивных решений основания съемного кузова / Ю. П. Бороненко, О. И. Зайнитдинов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 273–282. – DOI 10.20295/1815-588X-2021-2-273-282.
- 5 **Даукша, А. С.** Совершенствование вагонов на основе использования съемных кузовов : специальность 05.22.07 «Подвижной состав

References

- 1 **Aleshina, A.** Car imports are growing, but bypassing the railway network / A. Aleshina // RZD Partner.ru – January 13, 2025. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/reviews/import-avtomobiley-rastet-no-v-obkhod-zheleznodorozhnoy-seti/> (date of access: 12.01.2026).
- 2 Containers. Digest, April / JSC IERT, 2025. – 32 p. – URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/11680/page/103290?id=21100#main-header> (date of access: 12.01.2026).
- 3 **GOST R 53350–2009 (ISO 668:1995).** Series 1 freight containers. Classification, dimensions, and mass : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated May 27, 2009, No. 181-st. – Moscow : Standartinform, 2018. – 16 p.
- 4 **Boronenko, Yu. P.** Selection and analysis of design solutions for the base of a swap body / Yu. P. Boronenko, O. I. Zaynitdinov // Proceedings of Petersburg Transport University. – 2021. – Vol. 18, No. 2. – P. 273–282. – DOI 10.20295/1815-588X-2021-2-273-282.
- 5 **Dauksha, A. S.** Improvement of cars based on the use of swap bodies : specialty 05.22.07 "Roll-

железных дорог, тяга поездов и электрификация» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Даукша Анфиса Сергеевна. – Санкт-Петербург, 2018. – 142 с. – EDN EDNSFO.

6 **Бороненко, Ю. П.** Выбор конструктивных решений устройств крепления контейнеров и съемных кузовов на железнодорожных платформах / Ю. П. Бороненко, А. С. Даукша // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 3 (70). – С. 29–32. – ISSN 1994-831X.

7 **Бороненко, Ю. П.** Маркетинговое исследование логистики железнодорожной перевозки грузов в съемных кузовах / Ю. П. Бороненко, О. Д. Покровская, Т. С. Титова // Бюллетень результатов научных исследований. – 2023. – № 3. – С. 157–172. – DOI 10.20295/2223-9987-2023-3-157-172.

8 **Бороненко, Ю. П.** Результаты исследования востребованности съемных кузовов и железнодорожного подвижного состава для их перевозки / Ю. П. Бороненко, О. Д. Покровская, Т. С. Титова // Транспорт Российской Федерации. – 2024. – № 2 (111). – С. 25–31. – ISSN 1994-831X.

9 **Ворон, О. А.** Методология исследования потребностей развития транспортной инфраструктуры и подвижного состава для перевозок скоропортящихся грузов / О. А. Ворон // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19, № 3 (94). – С. 6–15. – DOI 10.30932/1992-3252-2021-19-3-1.

10 Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах : утверждены МПС России № ЦМ-943 от 27 мая 2003 г. – Москва : Юридическая фирма «Юртранс», 2003. – 576 с.

11 **Патент на полезную модель № 228557 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 3/077, В61D 3/18, В61D 45/00.** Упор для крепления колес автомобильного полуприцепа на вагоне-платформе : № 2024116427 : заявл. 14.06.2024 : опубл. 03.09.2024 / Л. В. Цыганская, Д. Г. Бейн, В. А. Чернов [и др.] ; заявитель Акционерное общество «Федеральная грузовая компания». – 8 с.

12 Постановление ФЭК России от 17.06.2003 N 47-т/5 (ред. от 07.06.2023) «Об утверждении Прейскуранта N 10-01 «Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые российскими железными дорогами» (Тарифное руководство N 1, части 1 и 2)» (зарегистрировано в Минюсте России 09.07.2003 N 4882). – URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=2184> (дата обращения: 12.01.2026).

ing stock of railways, train traction and electrification" : dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Dauksha Anfisa Sergeevna, 2018. – 142 p. – EDN EDNSFO.

6 **Boronenko, Yu. P.** Selection of design solutions for devices for securing containers and swap bodies on railway platforms / Yu. P. Boronenko, A. S. Dauksha // Transport of the Russian Federation. – 2017. – No. 3 (70). – P. 29–32. – ISSN 1994-831X.

7 **Boronenko, Yu. P.** Marketing research of logistics of rail transportation of goods in swap bodies / Yu. P. Boronenko, O. D. Pokrovskaya, T. S. Titova // Bulletin of scientific research results. – 2023. – No. 3. – P. 157–172. – DOI 10.20295/2223-9987-2023-3-157-172.

8 **Boronenko, Yu. P.** Results of the study of the demand for swap bodies and railway rolling stock for their transportation / Yu. P. Boronenko, O. D. Pokrovskaya, T. S. Titova // Transport of the Russian Federation. – 2024. – No. 2 (111). – P. 25–31. – ISSN 1994-831X.

9 **Voron, O. A.** Methodology for studying the needs for the development of transport infrastructure and rolling stock for the transportation of perishable goods / O. A. Voron // World of Transport and Transportation Journal. – 2021. – Vol. 19, No. 3 (94). – P. 6–15. – DOI 10.30932/1992-3252-2021-19-3-1.

10 Technical conditions for the placement and fastening of goods in wagons and containers : approved by the Ministry of Railways of Russia No. CM-943 dated May 27, 2003 – Moscow : Yurtrans Law Firm, 2003. – 576 p.

11 **Patent for utility model No. 228557 U1 Russian Federation, IPC B60P 3/077, B61D 3/18, B61D 45/00.** Stop for fastening the wheels of a semi-trailer on a flatcar : No. 2024116427 : declared 14.06.2024 : published 03.09.2024 / L. V. Tsyganskaya, D. G. Bein, V. A. Chernov [et al.] ; applicant Joint-Stock Company "Federal Freight Company". – 8 p.

12 Resolution of the FEC of Russia dated 17.06.2003 N 47-t/5 (as amended on 07.06.2023) "On Approval of the Price List N 10-01 "Tariffs for cargo transportation and infrastructure services performed by Russian Railways" (Tariff Guidelines N 1, Parts 1 and 2)" (registered with the Ministry of Justice of Russia on 09.07.2003 N 4882). – URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=2184> (date of access: 12.01.2026).

13 Расчет стоимости и экологичности грузовых перевозок // РЖД-Грузовые перевозки. – URL: <https://cargolk.rzd.ru/services/calculator> (дата обращения: 12.01.2026).

14 «РМ Рейл» сертифицировала восьмиосный автомобилевоз // Гудок. – 2025, 09 окт. – URL: <https://gudok.ru/news/?ID=1726139> (дата обращения: 12.01.2026).

15 О недоиспользовании грузоподъемности универсальных вагонов-платформ при использовании съёмных многооборотных средств крепления грузов / Д. Г. Бейн, Л. В. Цыганская, Н. А. Таничева, Т. М. Чернова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 4 (96). – С. 192–201. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_192.

16 **Цыганская, Л. В.** Проектирование и расчет элементов крепления съёмных многооборотных средств для перевозки грузов в универсальных вагонах-платформах / Л. В. Цыганская, Н. А. Таничева, Д. Г. Бейн // Бюллетень результатов научных исследований. – 2025. – № 1. – С. 18–30. – DOI 10.20295/2223-9987-2025-1-18-30.

17 **Бейн, Д. Г.** Выбор технико-экономических параметров вагонов-платформ с погрузочной длиной 60 футов с учетом их тарификации и параметров грузового поезда / Д. Г. Бейн, Л. В. Цыганская, Н. А. Таничева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3 (99). – С. 41–53. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_41.

18 **Цыганская, Л. В.** Исследование эксплуатационных отказов длиннобазных вагонов-платформ / Л. В. Цыганская, Д. Г. Бейн // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2025. – № 4 (119). – С. 62–64. – EDN FYULGF.

19 **Цыганская, Л. В.** Проектирование и расчет элементов крепления съёмных многооборотных средств для перевозки грузов в универсальных вагонах-платформах / Л. В. Цыганская, Н. А. Таничева, Д. Г. Бейн // Бюллетень результатов научных исследований. – 2025. – № 1. – С. 18–30. – DOI 10.20295/2223-9987-2025-1-18-30.

20 **Цыганская, Л. В.** Выбор схем нагружения для оценки на сопротивление усталости элементов рам вагонов-платформ / Л. В. Цыганская, А. Н. Смирнов, Д. Г. Бейн // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – Т. 21, № 4. – С. 787–800. – DOI 10.20295/1815-588X-2024-04-787-800.

13 Calculation of cost and environmental friendliness of freight transportation // Russian Railways- Freight Transportation. – URL: <https://cargolk.rzd.ru/services/calculator> (date of access: 12.01.2026).

14 M Rail certified an eight-axle car carrier / Gudok. – 2025, 09 October. – URL: <https://gudok.ru/news/?ID=1726139> (date of access: 12.01.2026).

15 On underutilization of the loading capacity of universal flat cars using removable multi-turn cargo securing means / D. G. Bein, L. V. Tsyganskaya, N. A. Tanicheva, T. M. Chernova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2024. – No. 4 (96). – P. 192–201. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_192.

16 **Tsyganskaya L. V.** Design and calculation of fastening elements of removable multi-turn means for transporting goods in universal flatcars / L. V. Tsyganskaya, N. A. Tanicheva, D. G. Bein // Bulletin of scientific research results. – 2025. – No. 1. – P. 18–30. – DOI 10.20295/2223-9987-2025-1-18-30.

17 **Bein, D. G.** Selection of technical and economic parameters of flat cars with a loading length of 60 feet, taking into account their pricing and freight train parameters / D. G. Bein, L. V. Tsyganskaya, N. A. Tanicheva // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2025. – No. 3. – P. 41–53. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_41.

18 **Tsyganskaya, L. V.** Study of operational failures of long-wheelbase flat cars / L. V. Tsyganskaya, D. G. Bein // Transport of the Russian Federation. Journal of science, practice, economics. – 2025. – No. 4 (119). – P. 62–64. – EDN FYULGF.

19 **Tsyganskaya L. V.** Design and calculation of fastening elements of removable multi-turn means for cargo transportation in universal flatcars / L. V. Tsyganskaya, N. A. Tanicheva, D. G. Bein // Bulletin of scientific research results. – 2025. – No. 1. – P. 18–30. – DOI 10.20295/2223-9987-2025-1-18-30.

20 **Tsyganskaya, L. V.** Selection of loading schemes for assessing the fatigue resistance of flatcar frame elements / L. V. Tsyganskaya, A. N. Smirnov, D. G. Bein // Proceedings of Petersburg Transport University. – 2024. – Vol. 21, No. 4. – P. 787–800. – DOI 10.20295/1815-588X-2024-04-787-800.

21 Экспериментальная оценка динамической нагруженности контейнеров для насыпных грузов при соударении в ходе железнодорожной транспортировки / Л. В. Цыганская, А. Н. Смирнов, Д. Г. Бейн, Т. А. Расулов // Транспортное дело России. – 2025. – № 5. – С. 227–231. – ISSN 2072-8689.

22 Перспективный способ перевозки труб большого диаметра с различной длиной / Л. В. Цыганская, Н. А. Таничева, Д. Г. Бейн, Н. А. Атаманчук // Наука и техника транспорта. – 2025. – № 3. – С. 25–30. – ISSN 2074-9325.

23 Патент на полезную модель № 216101 U1 Российская Федерация, МПК B61D 19/00. Съёмный кузов транспортного средства : № 2021139988 : заявл. 30.12.2021 : опубл. 17.01.2023 / Ю. П. Бороненко, Л. В. Цыганская, Д. Г. Бейн [и др.] ; заявитель Акционерное общество «Научно-внедренческий центр “Вагоны”», Акционерное общество «Евросиб СПб-Транспортные Системы». – 9 с.

24 Патент на полезную модель № 235088 U1 Российская Федерация, МПК B61D 3/18, B60P 3/07. Съёмное многооборотное средство для перевозки автомобилей на вагоне-платформе : № 2025102546 : заявл. 06.02.2025 : опубл. 20.06.2025 / Ю. П. Бороненко, Л. В. Цыганская, В. А. Чернов [и др.] ; заявитель Акционерное общество «Научно-внедренческий центр “Вагоны”». – 8 с.

21 Experimental assessment of the dynamic loading of bulk cargo containers upon collision during rail transportation / L. V. Tsyganskaya, A. N. Smirnov, D. G. Bein, T. A. Rasulov // Transport Business of Russia. – 2025. – No. 5. – P. 227–231. – ISSN 2072-8689.

22 A promising method for transporting large-diameter pipes of different lengths / L. V. Tsyganskaya, N. A. Tanicheva, D. G. Bein, N. A. Atamanchuk // Science and Technology of Transport. – 2025. – No. 3. – P. 25–30. – ISSN 2074-9325.

23 Patent for Utility Model No. 216101 U1 Russian Federation, IPC B61D 19/00. Removable vehicle body : No. 2021139988 : declared 30.12.2021 : published 17.01.2023 / Yu. P. Boronenko, L. V. Tsyganskaya, D. G. Bein [et al.] ; applicant Joint-Stock Company "Research and Implementation Center "Wagons", Joint-Stock Company "Eurosib SPb-Transport Systems". – 9 p.

24 Patent for Utility Model No. 235088 U1 Russian Federation, IPC B61D 3/18, B60P 3/07. Removable reusable vehicle for transporting cars on a flatcar : declared 06.02.2025 : published 20.06.2025 / Yu. P. Boronenko, L. V. Tsyganskaya, V. A. Chernov [et al.] ; applicant Joint-Stock Company "Research and Implementation Center "Wagons". – 8 p.

D. G. Bein, L. V. Tsyganskaya

RATIONALE FOR THE DESIGN OF A TWO-SECTION REMOVABLE BODY FOR TRANSPORTING PASSENGER CARS ON LONG-WHEEL FLAT CARS

Abstract. This article examines methods for transporting automobiles in standard large-capacity containers with dimensions in accordance with GOST R 53350 and describes the shortcomings of these methods. A mathematical formulation of the problem for determining the maximum dimensions of a swap body compatible with a container flatcar is presented. An example of calculating the cross-sectional dimensions of this swap body is provided. Preliminary technical and economic parameters are determined for a swap body consisting of two separate sections. Its use increases the number of transported passenger cars by 25% compared to standard 1AA (1AAA) general cargo containers in accordance with GOST R 53350, while reducing the labor intensity of installing and securing the cars. An approximate cost estimate for rail transportation of passenger cars in the two-section swap body under consideration was provided. The proposed technical solutions can be applied to transporting cars on long-wheel-base flatcars.

Keywords: container train, flatcar, swap body, high-capacity container, car-carrying car.

For citation: Bein, D. G. Rationale for the design of a two-section removable body for transporting passenger cars on long-wheel flat cars / D. G. Bein, L. V. Tsyganskaya / Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2026. – No. 1. – P. 66–81. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_1_66.

Сведения об авторах**Бейн Дмитрий Григорьевич**

Акционерное общество «Научно-внедренческий центр “Вагоны”» (АО «НВЦ “Вагоны”»),
Научно-исследовательское бюро (НИБ),
кандидат технических наук, заместитель
главного конструктора НИБ,
действительный член Российской академии
транспорта,
e-mail: dgbain@mail.ru

Цыганская Людмила Валериевна

Акционерное общество «Научно-внедренческий центр “Вагоны”» (АО «НВЦ “Вагоны”»),
Петербургский государственный университет
путей сообщения
Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
кандидат технических наук, доцент, заместитель
генерального директора –
главный конструктор НИБ,
e-mail: lyudmila.cyganskaya@nvc-vagon.ru

Information about the authors**Bein Dmitry Grigorievich**

Joint-Stock Company «Scientific
and Implementation Center "Vagony"»
(JSC «NVC "Vagony"»),
Scientific Research Bureau (NIB),
Candidate of Engineering Sciences,
Deputy Chief Designer of NIB,
Full Member of the Russian Academy of Transport,
e-mail: dgbain@mail.ru

Tsyganskaya Lyudmila Valerievna

Joint-Stock Company «Scientific
and Implementation Center "Vagony"»
(JSC «NVC "Vagony"»),
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport
University (PGUPS),
Chair “Wagons and Wagon Facilities”,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Deputy General Director – Chief Designer of NIB,
e-mail: lyudmila.cyganskaya@nvc-vagon.ru