

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

УДК 629.463.62

DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_41

*Д. Г. Бейн, Л. В. Цыганская, Н. А. Таничева***ВЫБОР ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВАГОНОВ-ПЛАТФОРМ С ПОГРУЗОЧНОЙ ДЛИНОЙ 60 ФУТОВ С УЧЕТОМ ИХ ТАРИФИКАЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ГРУЗОВОГО ПОЕЗДА**

Аннотация. Рассмотрены технико-экономические параметры вагонов-платформ с погрузочной длиной 60 футов с учетом их тарификации и параметров грузового поезда. Выполнен анализ серийных вагонов-платформ по параметру длины вагона по осям сцепления и влияния указанного параметра на действующий тарифный коэффициент при перевозке, а также параметров контейнерного поезда, сформированного из вагонов-платформ с различной длиной по осям сцепления. Рассмотрены технические решения, позволяющие сократить длину вагона-платформы по осям сцепления автосцепок без уменьшения погрузочной длины. Определены предварительные технико-экономические параметры вагона-платформы с погрузочной длиной 60 футов и длиной по осям сцепления автосцепок, при которых длина контейнерного поезда гарантированно увеличивается до 71 условного вагона, что обеспечивает перевозку 153...156 единиц TEU (объемов контейнеров 20 футов) и повышает показатели такого поезда на 2...4%. Предложенные технические решения могут быть применены при разработке новых и модернизированных конструкций вагонов-платформ.

Ключевые слова: условный поезд, контейнерный поезд, вагон-платформа, параметры вагона, тариф на перевозку.

Для цитирования: 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. – С. 41–53. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_41.

Введение

Перевозка грузов по железным дорогам осуществляется в том числе с использованием вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов, позволяющих перевозить крупнотоннажные контейнеры в различных сочетаниях, а также другие грузы при наличии настила пола (колесно-гусеничную технику, тарно-штучные грузы и т.п.).

Ранее значения отдельных параметров вагонов-платформ, в том числе с указанной погрузочной длиной, были установлены ГОСТ 26686–96 [1]. В частности, указанным стандартом было установлено значение длины для сцепления автосцепок $L_a = 19,62$ м. Актуальный действующий стандарт [2] не регламентирует конкретные значения линейных размеров вагона.

При разработке конструкций вагонов-платформ одной из ключевых задач является выбор рациональных технико-экономических параметров, которые должны удовлетворять ряду технических требований, установленных «Нормами...» [3], ГОСТ 33211–2014 [4] и другими отраслевыми документами, регламентирующими в том числе вписывание в габарит подвижного состава, прохождение кривых, сортировочных горок, аппаратных съездов и др.

От выбранных при проектировании решений зависит стоимость перевозок. Плата за организацию продвижения по инфраструктуре ОАО «РЖД» единиц подвижного состава в составе грузовых поездов определяется согласно [5] и зависит в том числе от коэффициентов с учетом длины вагона по осям сцепления автосцепок L_a и его массы тары.

Поскольку на сети железных дорог РФ наблюдается известная тенденция к увеличению контейнерных перевозок, задача по выбору технико-экономических параметров для вагонов-платформ с погрузочной длиной 60 футов является актуальной с точки зрения адаптации параметров вагона под действующую тарифно-ценовую политику ОАО «РЖД» и с точки зрения увеличения условных единиц TEU (объемов интермодальных ISO-контейнеров длиной 20 футов) в составе поезда.

В табл. 1 для примера приведены значения тарифных коэффициентов (к тарифной схеме ОПВ N1) согласно Прейскуранту [5].

Таблица 1

**Коэффициенты в зависимости от длины вагона по осям сцепления автосцепок
и его массы тары (к тарифной схеме ОПВ N 1) согласно [5]**

Длина вагона по осям сцепления автосцепок L_a , м	Масса тары вагона, т			
	до 30	от 30,1 до 40	от 40,1 до 50	от 50,1 до 60
Менее 19,6	1,00	1,09	1,14	1,20
От 19,6 до 25,5	1,12	1,20	1,26	1,28
25,5 и более	1,24	1,34	1,41	1,49

Из табл. 1 и других исходных данных для расчета стоимости перевозок [5] видно, что такой параметр, как длина вагона по осям сцепления автосцепок L_a оказывает ключевое влияние на расчет тарифа стоимости перевозки вагона с грузом в составе поезда по путям общего пользования. Наименьшая стоимость перевозок – у вагонов длиной L_a менее 19,6 м.

Целью проведенных исследований было определение технико-экономических параметров вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов с учетом их тарификации и параметров грузового поезда.

**Анализ параметров серийных моделей четырехосных вагонов-платформ
с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов**

В табл. 2 приведен обзор серийных моделей четырехосных вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов (по данным справочника [6]), с длиной по осям сцепления автосцепок L_a в диапазоне 19,5...19,72 м. Отдельно выделены модели с длиной L_a менее 19,6 м.

Таблица 2

**Параметры серийных моделей четырехосных вагонов-платформ с погрузочной длиной
 $L_n = 60$ футов (в порядке возрастания длины по осям сцепления автосцепок L_a)**

Номер модели	Грузоподъемность, т	Тара минимальная, т	Тара максимальная, т	Длина вагона по осям сцепления автосцепок, м	Осевая нагрузка, т/ось	Номер модели	Грузоподъемность, т	Тара минимальная, т	Тара максимальная, т	Длина вагона по осям сцепления автосцепок, м	Осевая нагрузка, т/ось
13-5205	67,5	25,5	26,5	19500	23,5	13-6919	60	21,5	22	19620	20,5
13-6987	69	24,2	25	19500	23,5	13-6920	60	21,5	22	19620	20,5
13-6701	44	31	33	19500	19,2	13-470	60	21,3	22,6	19620	20,65
13-9938	40	27	27,6	19520	16,9	13-491	67	26	26,8	19620	23,45
13-6742	68	23	23,5	19560	23,38	13-9004	68	23	25,3	19620	23,33
13-926	68	25,2	26	19590	23,5	13-9007	68	24,4	25,2	19620	23,3
13-1172	72	21,5	22	19590	23,5	13-2116	72	21	22	19620	23,5
13-9881	72	21,5	22	19590	23,5	13-926	67	25,2	27	19620	23,5
13-7043	68,5	24,5	25,5	19600	23,5	13-935	67	25,2	27	19620	23,5
13-926-01	66	26,9	28	19620	23,5	13-935A	71	22,3	23	19620	23,5
13-935A-04	69	24	25	19620	23,5	13-935A-01	69	23,6	25	19620	23,5
13-935A-03	69	24	25	19620	23,5	13-7138	72	21	22	19620	23,5
13-9004-02	65	23,2	24,7	19620	22,43	13-7138-01	72	21	22	19620	23,5
13-9004-02	68	23,2	24,7	19620	23,18	13-2116-01	71,5	21,2	22,5	19620	23,5
13-1223-03	71	22	23	19620	23,5	13-9004-01	50	23,2	24,7	19620	18,68
13-2116-03	71,5	21,5	22,5	19620	23,5	13-1223	72	21	22	19620	23,5
13-1223-02	72	21	22	19620	23,5	13-1798	72	20,8	22	19620	23,5
13-1223-04	72	21	22	19620	23,5	13-4117	72	19,4	20,6	19720	23,15
13-935Э-01	69	23,6	25	19620	23,5						

На диаграмме (рис. 1) показано сравнение серийных моделей вагонов, рассмотренных в табл. 2, по параметру длины по осям автосцепок L_a в порядке возрастания.

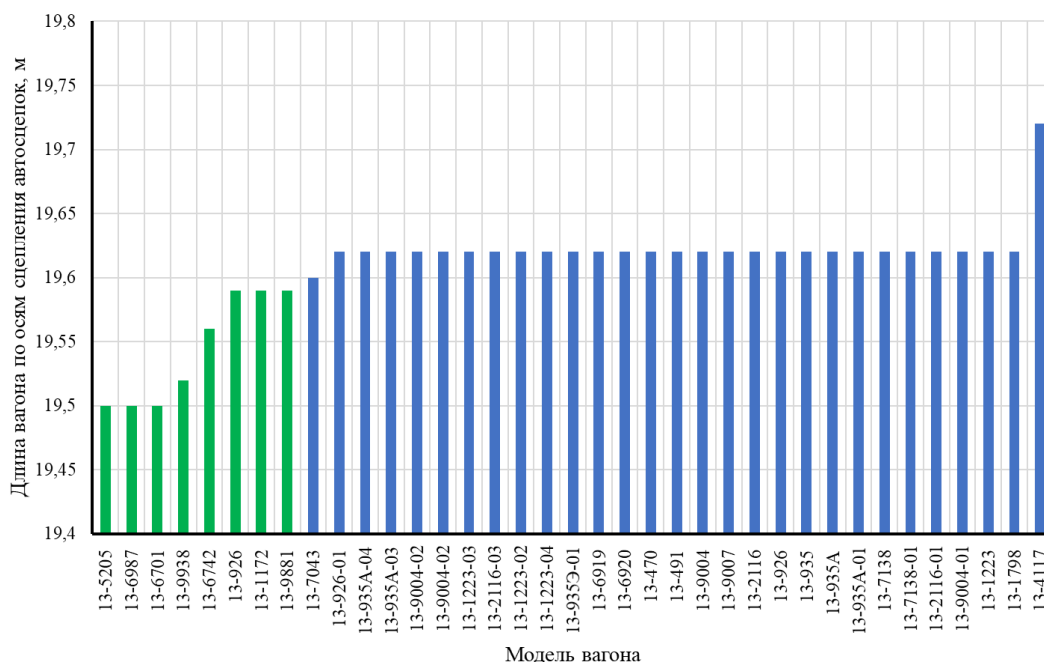


Рис. 1. Диаграмма сравнения моделей вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов по параметру длины по осям сцепления автосцепок L_a в порядке возрастания

Из табл. 1 и диаграммы (см. рис. 1) видно, что:

- большинство рассмотренных моделей вагонов-платформ спроектировано под длину $L_a = 19,62$ м (с учетом требований ранее действовавшего ГОСТ 26686–96 [1]);
- под самый низкий коэффициент [5] по условию длины по осям сцепления автосцепок L_a менее 19,6 м попадает только 22 % моделей рассмотренных вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов.

Далее был проведен анализ загруженности контейнерами состава условного поезда из вагонов-платформ с различной длиной L_a .

Анализ загруженности контейнерного поезда

Число контейнеров, которые грузовладельцы предъявляют к перевозке, растет. В 2024 году длину контейнерного поезда увеличили до 71 условного вагона (в 2023 году этот показатель составлял максимум 65 условных вагонов, согласно [7]).

Таким образом, актуальная длина условного поезда $L_{уп}$ составляет

$$L_{уп} = n_{ув} \cdot L_{ув} = 988,32 \text{ м,}$$

где $n_{ув}$ – количество условных вагонов (71 единица); $L_{ув}$ – длина условного вагона (в соответствии с технологией [8] и инструкцией [9], принимается равной 13,92 м).

При самой короткой длине (см. табл. 1) по осям сцепления автосцепок $L_{a1} = 19,5$ м в таком контейнерном поезде количество вагонов $n_{в1}$ будет:

$$n_{в1} = \frac{L_{уп}}{L_{a1}} = 50,68 \text{ ед. (50 целых ед.).}$$

При самой массовой длине (в соответствии с табл. 1) по осям сцепления автосцепок $L_{a2} = 19,62$ м в таком контейнерном поезде количество вагонов $n_{в2}$ будет:

$$n_{в2} = \frac{L_{уп}}{L_{a2}} = 50,37 \text{ ед. (50 целых ед.).}$$

На одном вагоне с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов перевозятся 3 условные единицы TEU (объемов контейнеров длиной 20 футов). Таким образом, при формировании контейнерного поезда из вагонов-платформ с $L_n = 60$ футов и с самой распространенной длиной $L_{a2} = 19,62$ м вместимость поезда составит 150 единиц TEU.

В соответствии с технологией [8], длина грузового поезда рассчитывается как сумма длин по осям сцепления автосцепок каждого конкретного вагона, а также длин другого подвижного состава, включенного в состав грузового поезда.

Таким образом, для формирования контейнерного поезда (длиной 71 условный вагон, или 988,32 м) с увеличением количества вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов до $n_{в1} = 51$ единицы длина вагона L_{a1} должна быть:

$$L_{a1} = \frac{L_{уп}}{n_{в1}} = 19,38 \text{ м.}$$

При этом возможная вместимость такого контейнерного поезда составит 153 единицы TEU.

Для формирования контейнерного поезда с увеличением количества вагонов-платформ до $n_{в2} = 52$ единиц, длина вагона L_{a2} должна быть:

$$L_{a2} = \frac{L_{уп}}{n_{в2}} = 19,00 \text{ м.}$$

При этом возможная вместимость такого контейнерного поезда составит 156 единиц TEU.

Сравнение контейнерных поездов, сформированных из вагонов-платформ с длинами $L_a = 19,62$ м, $L_a = 19,38$ м и $L_a = 19,0$ м, приведено в табл. 3.

Таблица 3

Анализ загруженности контейнерного поезда (71 условный вагон, или 988,32 м) при использовании вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов

Параметр	Значение параметра условного поезда, сформированного из вагонов длиной L_a^*			Разница параметров поезда из вагонов длиной $L_a = 19,5...19,62$ м (серийные вагоны) и поезда из вагонов длиной L_a	
	19,5...19,62 м (серийные вагоны)	19,38 м	19,0 м	19,38 м	19,0 м
Количество вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов, $n_{в}$, ед.	50	51	52	1 ед. (2 %)	2 ед. (4 %)
Количество единиц TEU (объемов контейнеров длиной 20 футов), ед.	150	153	156	3 ед. (2 %)	6 ед. (4 %)
Масса брутто поезда при осевой нагрузке 25,5 т/ось, т	4700	4794	4888	94 т (2 %)	188 т (4 %)
Масса брутто поезда при осевой нагрузке 25 т/ось, т	5000	5100	5200	100 т (2 %)	200 т (4 %)

* без учета допуска на установочные размеры автосцепного устройства ΔL_a .

Анализируя табл. 2 и 3, можно сделать следующие выводы:

1) с точки зрения увеличения количества вагонов-платформ $n_{в}$ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и количества единиц TEU в составе условного поезда длиной 71 условный вагон из рассмотренных значений длин L_a эффективными являются вагоны длиной $L_a = 19,0$ м и $L_a = 19,38$ м. Такие длины позволяют увеличить рассмотренные параметры контейнерного поезда на 2...4 %;

2) по данным справочника [6], серийные вагоны-платформы с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов, длиной $L_a = 19,0$ м и $L_a = 19,38$ м на пространстве «1520» отсутствуют.

Далее рассмотрены технические решения, позволяющие реализовать указанные длины L_a , проведена оценка возможности реализации таких длин L_a для вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов.

Анализ технических решений, позволяющих сократить длину вагона по осям сцепления автосцепок

Известны технические решения, позволяющие на этапе проектирования предусмотреть сокращение длины вагона L_a при одновременном сохранении погрузочной длины L_n . Одно из них – расположение фитинговых упоров с выносом за концевые балки рамы вагона.

Такое решение позволяет значительно сократить длину вагона L_a : согласно требованиям п. 6.2 «Технических условий размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах» [10], допускается выход $L_{вг}$ в продольном направлении крайней точки груза за пределы концевой балки вагона до $L_{вг} = 400$ мм, как показано на рис. 2.

Соответственно вынос крайних фитинговых упоров за концевые балки позволяет сократить длину вагона L_a на величину $2L_{вг} = 800$ мм. При этом следует учитывать возможное смещение $L_{зф}$ контейнера в продольном направлении из-за зазоров между угловыми нижними фитингами контейнера и фитинговыми упорами вагона.

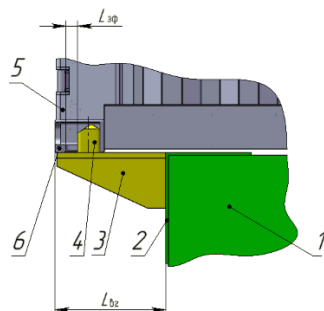


Рис. 2. Расположение фитингового упора с выносом за концевые балки рамы вагона и допускаемое расположение контейнера относительно концевой балки:

- 1 – боковая балка рамы; 2 – вертикальный лист концевой балки; 3 – кронштейн или иная опора для выносного фитингового упора; 4 – фитинговый упор; 5 – контейнер; 6 – нижний угловой фитинг контейнера

Второе техническое решение – применение приварных передних и задних упоров автосцепных устройств вместо клепаных упоров.

Для упоров по ГОСТ 34710–2021 [11], конструкция клепаных передних упоров отличается от конструкции приварных передних упоров в части длины упоров до примыкающей поверхности (см. размеры ** на рис. 3). Вследствие указанной разницы при соблюдении стандартных установочных размеров автосцепки (см. размеры * на рис. 3), расстояние $L_{ва}$ (вылет автосцепки относительно концевой балки рамы) для разных типов упоров отличается:

$$\Delta L_{ва} = L_{ва1} - L_{ва2} = 30 \text{ мм},$$

где $L_{ва1} = 610$ мм – вылет автосцепки относительно концевой балки рамы для клепаных упоров (рис. 3, а); $L_{ва2} = 580$ мм – вылет автосцепки относительно концевой балки рамы для приварных упоров (рис. 3, б).

Соответственно применение приварных упоров вместо клепаных позволяет сократить длину вагона L_a на расстояние

$$2\Delta L_{ва} = 60 \text{ мм}.$$



Рис. 3. Сравнение установочных размеров автосцепного устройства

(* стандартные установочные размеры автосцепного устройства;

** размеры передних упоров по ГОСТ 34710–2021 [11]);

а – с клепаными передними и задними упорами; б – с приварными передними и задними упорами;

1 – хребтовая балка; 2 – вертикальный лист концевой балки; 3 – автосцепка;

4 – упор передний; 5 – упор задний

В табл. 4 приведен анализ технических решений, позволяющих выполнить вагон-платформу погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и длиной $L_a < 19,6$ м, применительно к проектированию нового вагона и к модернизации вагона-платформы.

Таблица 4

Анализ технических решений, позволяющих выполнить вагон-платформу погрузочной длиной 60 футов и длиной по осям сцепления автосцепок L_a менее 19,6 м

Техническое решение	Возможность использования технического решения при разработке	
	нового вагона	проекта модернизации
Угловые фитинговые упоры, расположенные с выносом за концевую балку рамы (симметрично относительно поперечной плоскости симметрии вагона)	Применимо	Применимо при доработке консольных частей рамы с заменой концевой балки
Применение передних упоров автосцепного устройства типа УПЗ-2	Применимо	Применимо при наличии технологической возможности замены упора

Расчет предварительных технико-экономических параметров вагона-платформы с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и уменьшенной длиной по осям сцепления автосцепок $L_a < 19,6$ м

С учетом приведенных выше технических решений, а также установочных размеров контейнеров предлагается определять минимальную длину контейнерного вагона-платформы по следующей формуле:

$$L_a^{\min} = L_p^{\min} + 2L_{ва} - \Delta L_a, \quad (1)$$

где $L_{ва}$ – вылет автосцепки относительно концевой балки рамы (580 или 610 мм в зависимости от применяемых в конструкции упоров автосцепных устройств); ΔL_a – допуск на установочные размеры автосцепного устройства на вагон (ориентировочно ± 25 мм); L_p^{\min} – минимальная длина рамы, которую предлагается определять по формуле

$$L_p^{\min} = \sum_{i=1}^{n_{TEU}} L_{TEU} + L_{зк} \cdot (n_{TEU} - 1) - 2(L_{вг} - L_{зф}), \quad (2)$$

где L_{TEU} – габаритная длина контейнера 20 футов (6058 мм по ГОСТ Р 53350–2009 [13]); n_{TEU} – количество единиц TEU (объемов контейнеров длиной 20 футов), ед; $L_{зк}$ – номинальный зазор между двумя контейнерами, равный 74 мм (без учета смещения контейнера на фитинговых упорах, определен из установочных и габаритных размеров контейнеров по ГОСТ Р 53350–2009 [13]); $L_{вг}$ – допускаемый вынос груза (400 мм по [10]); $L_{зф}$ – зазор между фитингом контейнера и фитинговым упором вагона (см. рис. 2).

Согласно ГОСТ Р 51891–2008 [14], максимальная длина установочного паза фитингового упора составляет 125,5 мм. Длина рабочей части поперечного сечения штыря фитингового упора устанавливается конструкторской документацией на фитинговый упор (ориентировочно 80 мм).

Расчетная схема для расчета длин вагона-платформы показана на рис. 4.

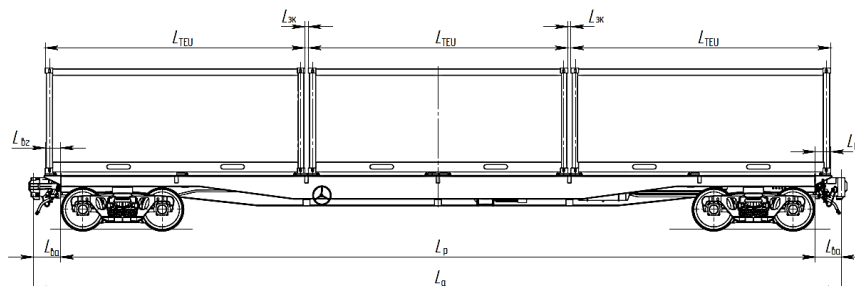


Рис. 4. Расчетная схема для расчета длин вагона-платформы:

L_a – длина вагона по осям сцепления автосцепок; $L_{ва}$ – вылет автосцепки относительно концевой балки рамы; L_p – длина вагона по концевым балкам рамы; L_{TEU} – габаритная длина контейнера 20 футов; $L_{вг}$ – допускаемый вынос груза; $L_{зк}$ – номинальный зазор между двумя контейнерами

По результатам расчетов на основе вышеприведенных формул получены следующие минимальные значения длин для вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_p = 60$ футов.

Минимальная длина вагона по концевым балкам рамы L_p^{\min} , определенная по формуле (2):

$$L_p^{\min} = 3 \cdot 6058 + 74 \cdot (3 - 1) - 2 \cdot (400 - 80) = 17612 \text{ мм} = 17,61 \text{ м.}$$

Минимальная длина по осям сцепления автосцепок вагона L_{a1}^{\min} для рамы с вылетом автосцепки относительно вертикального листа концевой балки $L_{ва1} = 610$ мм по формуле (1) будет равна

$$L_{a1}^{\min} = L_p^{\min} + 2L_{ва1} - \Delta L_a = 17612 + 2 \cdot 610 - 25 = 18832 - 25 \text{ мм} = 18,81 \text{ м.}$$

Минимальная длина по осям сцепления автосцепок вагона L_{a2}^{\min} для рамы с вылетом автосцепки относительно концевой балки $L_{ва2} = 580$ мм по формуле (1) будет равна

$$L_{a2}^{\min} = L_p^{\min} + 2L_{ва2} - \Delta L_a = 17612 + 2 \cdot 580 - 25 = 18772 \text{ мм} - 25 = 18,75 \text{ м.}$$

Максимальная длина по осям сцепления автосцепок вагона, при которой увеличивается количество вагонов-платформ в составе условного поезда, показана в табл. 3 и составляет 19,38 м без учета допуска ΔL_a . С учетом допуска ΔL_a :

$$L_a^{\max} = 19,38 + \Delta L_a = 19,38 + 0,025 = 19,41 \text{ м.}$$

Максимальная длина вагона по концевым балкам рамы L_p^{\max} для такого вагона при использовании приварных упоров с вылетом, равным $L_{ва2} = 580$ мм, будет равна

$$L_p^{\max} = L_a^{\max} - 2L_{ва2} - \Delta L_a = 19,41 - 2 \cdot 0,58 - 0,025 = 18,22 \text{ м.}$$

При использовании приварных упоров с вылетом $L_{ва1} = 610$ мм минимальная длина рамы L_p^{\min} для такого вагона будет равна

$$L_p^{\min} = L_a^{\max} - 2L_{ва1} - \Delta L_a = 19,41 - 2 \cdot 0,61 - 0,025 = 18,16 \text{ м.}$$

Таким образом, рассмотренные технические решения позволяют реализовать указанные в табл. 3 длины по осям сцепления автосцепок L_a , при которых увеличивается количество четырехосных вагонов-платформ с погрузочной длиной 60 футов в составе поезда, при этом по результатам расчетов длина по осям сцепления автосцепок L_a находится в диапазоне от 18,75 до 19,41 м (с учетом допусков на установку автосцепного устройства), а длина вагона по концевым балкам рамы находится в диапазоне от 17,61 до 18,22 м.

Общий вид вагона-платформы с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов с предложенной длиной по осям сцепления автосцепок в диапазоне от 18,75 до 19,41 м показан на рис. 5.

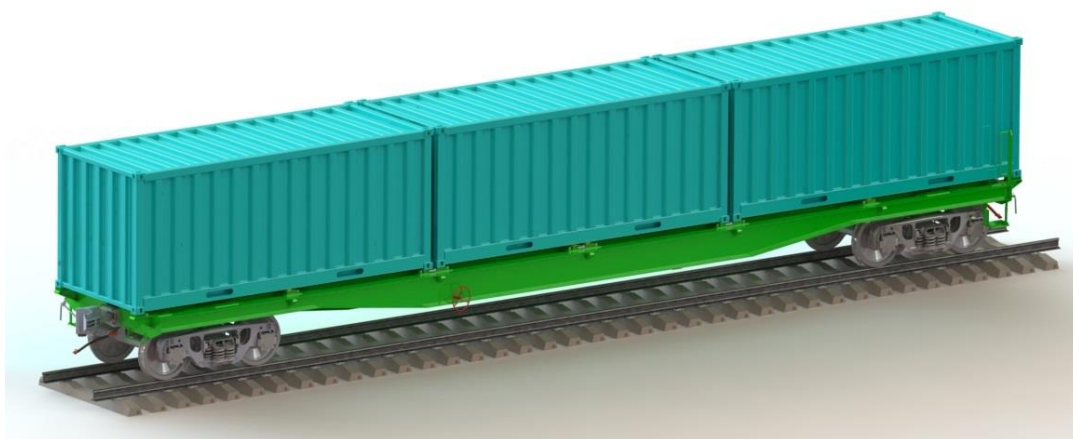


Рис. 5. Общий вид вагона-платформы с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и длиной по осям сцепления автосцепок в диапазоне от 18,75 до 19,41 м (с учетом допусков на установку автосцепного устройства)

Предварительные технико-экономические параметры возможных вариантов вагона-платформы с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и длиной по осям сцепления автосцепок $L_a = 19,38$ м (два варианта с разными упорами автосцепных устройств – № 1 и 2) и $L_a = 19,0$ м (также два варианта – № 3 и 4) приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Предварительные технико-экономические параметры вариантов вагона-платформы
с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и длиной по осям сцепления автосцепок
 $L_a = 19,38$ м и $L_a = 19,0$ м**

Параметр	Значение параметра для варианта конструкции			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Погрузочная длина L_n , футов	60,0			
Длина вагона по осям сцепления автосцепок L_a , м	19,38		19,00	
Погонная нагрузка, т/м, при осевой нагрузке 23,5 т/ось (94 т брутто)	4,8		4,95	
Погонная нагрузка, т/м, при осевой нагрузке 25 т/ось (100 т брутто)	5,16		5,26	
Тип упоров автосцепного устройства по ГОСТ 34710 [11]	Клепанные (см. рис. 3, а)	Приварные (см. рис. 3, б)	Клепанные (см. рис. 3, а)	Приварные (см. рис. 3, б)
Вылет оси автосцепки от лобового листа $L_{ва}$, м	0,61 (см. рис. 3, а)	0,58 (см. рис. 3, б)	0,61 (см. рис. 3, а)	0,58 (см. рис. 3, б)
Длина вагона по концевым балкам рамы L_p , м	18,16	18,22	17,84	17,78

Оценка стоимости снижения расходов при транспортировке и разгрузке грузов в контейнерах с использованием вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и длиной по осям сцепления автосцепок L_a менее 19,6 м

Для сравнения стоимости расходов при транспортировке и разгрузке грузов с использованием вагонов-платформ с различной длиной по осям сцепления автосцепок L_a (см. табл. 1) проведен расчет согласно Прейскуранту [5]. Остальные технические характеристики вагона (тара и грузоподъемность) были выбраны идентичными исходя из сведений о современных вагонах-платформах для перевозки крупнотоннажных контейнеров.

Расчет производился в калькуляторе ОАО «РЖД» [12] для маршрута перевозки Санкт-Петербург (Финляндский) – Владивосток (экспорт) – один из регулярных контейнерных поездов с транзитным временем в пути 12 дней, отправка три раза в неделю (рис. 6).



Рис. 6. Рассматриваемый маршрут перевозки контейнеров Санкт-Петербург (Финляндский) – Владивосток (экспорт)

Дополнительно учитывались масса и объем контейнера. Для расчета был выбран контейнер с типоразмером 1ССС (масса брутто 36000 кг [13], масса порожнего контейнера 3500 кг).

Результаты ориентировочного расчета приведены в табл. 6. При этом проводилось сравнение стоимости перевозок вагонов с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов с длиннобазным вагоном-платформой и погрузочной длиной $L_n = 80$ футов и длиной $L_a = 25,62$ м.

Результаты ориентировочного расчета стоимости перевозки 1 т груза

Параметры	Длина L_a по осям сцепления автосцепок, м			
	19,0 (предложенный вагон с $L_{п} = 60$ футов)	19,38 (предложенный вагон с $L_{п} = 60$ футов)	19,62 м (серийный вагон с $L_{п} = 60$ футов)	25,22 м (серийный вагон с $L_{п} = 80$ футов)
Масса тары вагона максимальная, т	22			
Грузоподъемность вагона, т	72			
Вес перевозимого груза на одном вагоне (масса контейнеров нетто), т	61,5	61,5	61,5	58,0
Количество вагонов в условном составе длиной 994 м (71 условный вагон), ед.	52	51	50	39
Вес груза (нетто) на состав, т	3198,0	3136,5	3075	2262
Количество TEU (объемов контейнеров 20 футов) на вагоне, ед.	3	3	3	4
Количество TEU (объемов контейнеров 20 футов) в поезде, ед.	156	153	150	156
Стоимость перевозки на одном вагоне, руб. (с учетом Прейскуранта [5] в зависимости от длины вагона по осям сцепления автосцепок)	1 059136,80	1 059136,80	1 186233,22	1 289457,65
Стоимость перевозки за условный состав, руб.	55075113,60	54015976,80	59311660,80	48999390,62
Себестоимость перевозки 1 т груза в составе, руб/т	17221,74	17221,74	19288,34	22232,03

Сравнение стоимости перевозки 1 т груза приведено на диаграмме (рис. 7). Сравнение стоимости перевозки за условный состав рассматриваемых вагонов приведено на диаграмме (рис. 8).

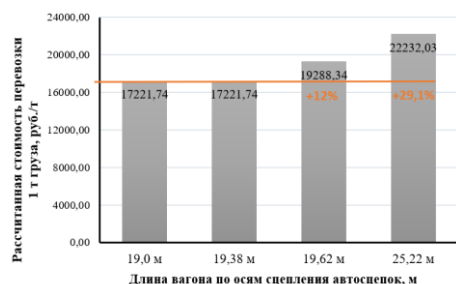


Рис. 7. Рассчитанная стоимость перевозки 1 т груза в рассматриваемых вагонах в условном составе, руб./т, и увеличение цены относительно минимальной из рассчитанных, %

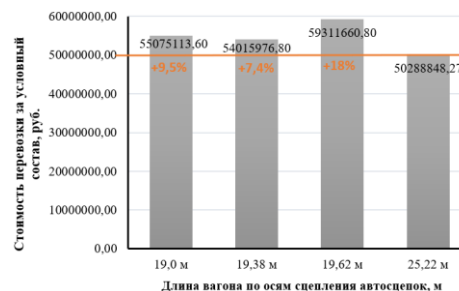


Рис. 8. Рассчитанная стоимость перевозки за условный состав рассматриваемых вагонов, руб., и увеличение цены относительно минимальной из рассчитанных, %

Указанный расчет произведен по минимальному набору характеристик и с рядом упрощений, поэтому является приблизительным, но позволяет оценить эффективность применения вагонов-платформ с длиной по осям сцепления автосцепок L_a менее 19,6 м.

Из табл. 6 и диаграммы на рис. 7 видно, что при применении состава из вагонов-платформ с длиной по осям сцепления автосцепок L_a менее 19,6 м стоимость перевозки 1 т груза меньше на 12 % по сравнению с 60-футовыми вагонами-платформами с большей длиной по осям сцепления автосцепок. При сравнении с перевозками груза на условном составе из 80-футовых вагонов-платформ (с длиной по осям сцепления автосцепок L_a более 25,2 м) установлено увеличение стоимости перевозки 1 т груза на 29,1 %.

При этом стоимость перевозки за условный состав для предложенных 60-футовых вагонов-платформ (длиной 19,0 и 19,38 м) на 7,4 % больше стоимости перевозки состава 80-футовых платформ, но меньше, чем стоимость перевозки состава из серийных 60-футовых вагонов-платформ (длиной 19,62 м).

Если рассматривать единичные перевозки (на одном вагоне при условии полного использования грузоподъемности), то для 60-футовых вагонов-платформ с наименьшей длиной по осям сцепления автосцепок также установлена меньшая стоимость перевозки 1 т груза.

Заключение

Приведен обзор модельного ряда вагонов-платформ с погрузочной длиной 60 футов, эксплуатируемых на пространстве «1520». Показано, что экономическая эффективность большинства рассмотренных моделей снижена по параметру длины вагона по осям сцепления автосцепок, который влияет на расчет актуального на данный момент тарифа стоимости перевозки вагона с грузом в составе поезда по путям общего пользования. Под самый низкий коэффициент [5] по условию длины по осям сцепления автосцепок менее 19,6 м попадает только 22 % моделей рассмотренных вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов.

Показано, что с точки зрения увеличения количества вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов и количества и перевозимых на них единиц TEU (объемов контейнеров 20 футов) в составе условного поезда длиной 71 условный вагон из рассмотренных значений длин по осям сцепления автосцепок эффективными являются вагоны длиной $L_a = 19,0$ м и $L_a = 19,38$ м. При этом, по данным справочника [6], серийные вагоны с такими длинами L_a отсутствуют.

Приведен обзор технических решений, позволяющих сократить длину вагона-платформы по осям сцепления автосцепок до значений $L_a = 19,0$ м и $L_a = 19,38$ м как при проектировании новых вагонов, так и при разработке проектов модернизации. Определены конструктивно возможные диапазоны длин (с учетом допусков) вагона-платформы с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов (длина вагона L_a по осям сцепления автосцепок от 18,75 до 19,41 м, а длина вагона по концевым балкам рамы L_p от 17,61 до 18,22 м), при которых длина контейнерного поезда гарантированно увеличивается до 71 условного вагона, что обеспечивает перевозку 153...156 единиц TEU и повышает показатели такого поезда на 2...4 %. Также определены предварительные технико-экономические параметры таких вагонов для осевых нагрузок 23,5 и 25 т/ось.

Выполнена ориентировочная оценка стоимости расходов при транспортировке крупнотоннажных контейнеров с использованием вагонов-платформ с различной длиной по осям сцепления автосцепок. Проведенная оценка показала, что наименьшая стоимость перевозки 1 т груза достигается при использовании вагонов-платформ с длиной по осям сцепления автосцепок до 19,6 м.

Применение предложенных решений по сокращению длины 60-футового вагона платформы позволяет перевозить на поездах из вагонов-платформ с погрузочной длиной $L_n = 60$ футов такое же количество единиц TEU, как и на поездах из длиннобазных 80-футовых вагонов-платформ, при меньшей стоимости перевозки 1 т груза при повагонной отправке.

С учетом результатов работы [15] в части предложения о повышении допускаемой эксплуатационной нагрузки на приварную стоечную скобу вагона-платформы рассмотренные в настоящей работе решения по увеличению количества вагонов-платформ в составе поезда также повысят грузовые показатели такого поезда при перевозке грузов с использованием съемных многооборотных средств крепления.

Отдельные рассмотренные технические решения реализованы специалистами АО «НВЦ «Вагоны» при разработке новых 60-футовых вагонов-платформ.

Список литературы

- 1 **ГОСТ 26686–96.** Вагоны-платформы магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 10 от 4 октября 1996 г.). – Москва : Издательство стандартов, 1997. – 15 с.
- 2 **ГОСТ 26686–2022.** Вагоны-платформы магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 26 декабря 2022 г. N 157-П). – Москва : Стандартинформ, 2023. – 33 с.
- 3 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) : утверждены МПС России от 22 января 1996 г. –

References

- 1 **GOST 26686-96.** Flat cars for mainline railways with a gauge of 1520 mm. General specifications : adopted by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (Protocol No. 10 of October 4, 1996). – Moscow : Publishing house of standards, 1997. – 15 p.
- 2 **GOST 26686–2022.** Flat cars of 1520 mm gauge mainline railways. General specifications : adopted by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (Protocol No. 157-P of December 26, 2022.). – Moscow : Standartinform, 2023. – 33 p.
- 3 Standards for the calculation and design of 1520 mm gauge railway cars of the Ministry of Rail-

Москва : ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

4 **ГОСТ 33211–2014.** Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам (с поправкой, с изменением № 1) : утвержден приказом Росстандарта № 565-ст от 05.06.2015. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 54 с.

5 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: 26.02.2025).

6 Модели грузовых вагонов (С ЖА 2004 11) : справочник : утвержден Комиссией Совета по железнодорожному транспорту полномочных специалистов вагонного хозяйства железнодорожных администраций (протокол заседания от 10–11 июля 2002 г.). – URL: <https://rlw.gov.ru/polezno> (дата обращения: 26.02.2025).

7 71 условный вагон : технология для роста погрузки контейнеров на сеть / А. Алешина // РЖД-Партнер. – 2024. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/71-uslovnyy-vagon-tekhnologiya-dlya-rosta-pogruzki-konteynerov-na-set/> (дата обращения: 26.02.2025).

8 Технология расчета массы и длины грузового поезда : утверждена Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 4–5.11.2015 № 63). – Екатеринбург : ТД УралЮриздат, 2016. – 8 с.

9 Инструкция по составлению натурального листа грузового поезда : утверждена на 66-м заседании Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 18–19.05.2017 с изм. и доп., утв. на 73-м заседании СЖТ СНГ, протокол от 27.11.2020 г.). – Екатеринбург : ТД УралЮриздат, 2020. – 24 с.

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 **ГОСТ 34710–2021.** Упоры автосцепного устройства грузовых и пассажирских вагонов. Общие технические условия : утвержден приказом Росстандарта № 148-ст от 17.03.2021. – Москва : Стандартиформ, 2021. – 36 с.

ways (non-self-propelled) : approved by the Ministry of Railways of Russia on January 22, 1996. – Moscow, GosNIIV-VNIIZhT, 1996. – 319 p.

4 **GOST 33211–2014.** Freight wagons. Requirements to structural strength and dynamic qualities (with amendment, with Amendment No. 1) : approved by Order of Rosstandart No. 565-st dated June 5, 2015. – Moscow : Standartinform, 2020. – 54 p.

5 Resolution of the FEC of Russia dated 17.06.2003 No. 47-t/5 (as amended on 07.06.2023) “On Approval of the Price List No. 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 No. 4882). – URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=2184> (date of access: 26.02.2025).

6 Freight Car Models (S ZHA 2004 11) : handbook : approved by the Commission of the Council for Railway Transport of authorized specialists in the wagon fleet of railway administrations (Protocol of the meeting of July 10–11, 2002). – URL: <https://rlw.gov.ru/polezno> (date of access: 26.02.2025).

7 71 conventional wagon : technology for increasing container loading on the network / A. Aleshina // RZD-Partner. – 2024. –<https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/71-uslovnyy-vagon-tekhnologiya-dlya-rosta-pogruzki-konteynerov-na-set/> (date of access: 26.02.2025).

8 Technology for calculating the mass and length of a freight train : approved by the Council for Railway Transport of the Commonwealth of Independent States (protocol of 4-5.11.2015 No. 63 – Yekaterinburg : TD UralYurizdat, 2016. – 8 p.

9 Instructions for drawing up a wagon list of a freight train : approved at the 66th meeting of the Council for Railway Transport of the Commonwealth of Independent States (protocol of 18–19 May 2017, as amended and supplemented, approved at the 73rd meeting of the CIS Railway Transport Council, protocol of 27 November 2020). – Yekaterinburg : TD UralYurizdat, 2020. – 24 p.

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

11 **GOST 34710–2021.** Stops of the automatic coupling device of freight and passenger cars. General specifications : approved by order of Rosstandart No. 148-st dated 17.03.2021. – Moscow : Standartinform, 2021. – 36 p.

12 Расчет стоимости и экологичности грузовых перевозок // РЖД-Грузовые перевозки. – URL: <https://cargolk.rzd.ru/services/calculator> (дата обращения: 26.02.2025 г.).

13 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 : Стандартиформ, 2018. – 16 с.

14 ГОСТ Р 51891–2008 (ИСО 1161:1984). Контейнеры грузовые серии 1. Фитинги. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2008 г. № 126-ст. – Москва : Стандартиформ, 2008. – 60 с.

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.

12 Calculation of cost and environmental friendliness of freight transportation // Russian Railways-Freight Transportation. – URL: <https://cargolk.rzd.ru/services/calculator> (date of access: 26.02.2025).

13 GOST R 53350–2009 (ISO 668:1995). Series 1 freight containers. Classification, dimensions and weight : 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.

14 GOST R 51891–2008 (ISO 1161:1984). Series 1 freight containers. Fittings. Specifications : 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 June 23, 2008, No. 126-st. – Moscow : Standartinform, 2008. – 60 p.

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. Taniecheva, T. M. Chernova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2024. – No. 4 (96). – P. 192–201. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_192.

D. G. Bein, L. V. Tsyganskaya, N. A. Taniecheva

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

Abstract. The technical and economic parameters of flat cars with a loading length of 60 feet are examined, taking into account their pricing and freight train parameters. An analysis of serial flat cars is performed based on the parameter of the car length along the coupling axes and the impact of this parameter on the current tariff coefficient during transportation, as well as the parameters of a container train formed from flat cars with different lengths along the coupling axes. Technical solutions allowing to reduce the length of a flat car along the coupling axes of automatic couplers without reducing the loading length are considered. Preliminary technical and economic parameters of a platform car with a loading length of 60 feet and a length along the coupling axes of automatic couplers have been determined, at which the length of a container train is guaranteed to increase to 71 conventional cars, which ensures the transportation of 153 ... 156 TEU units (20-foot container volumes) and increases the performance of such a train by 2...4 %. The proposed technical solutions can be applied in the development of new and modernized designs of platform cars.

Keywords: conventional train, container train, flat car, car parameters, transportation tariff.

For citation: 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. Taniecheva // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2025. – No. 3. – P. 41–53. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_41.

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 ге-
нерального директора – главный конструктор НИБ,
e-mail: lyudmila.cyganskaya@nvc-vagon.ru

Таничева Наталия Андреевна

Акционерное общество «Научно-внедренческий центр “Вагоны”» (АО «НВЦ “Вагоны”»),
Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
Научно-исследовательское бюро (НИБ),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
кандидат технических наук, доцент,
начальник отдела динамики подвижного состава
и ходовых частей НИБ,
e-mail: nataliya.tanicheva@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

Tanicheva Natalia Andreevna

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,
e-mail: nataliya.tanicheva@nvc-vagon.ru