



Оригинальная статья / Original article

УДК 629.46

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/1814-3520-2018-7-223-233>

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ВАГОНОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ГРУЗОВОМ ДВИЖЕНИИ

© В.А. Михеев¹

Омский государственный университет путей сообщения,
644046, Российская Федерация, г. Омск, пр. Маркса, 35.

РЕЗЮМЕ. ЦЕЛЬ. Задача повышения резервов пропускной способности железных дорог и эффективного их использования была и остается актуальной. Поскольку по многим направлениям резервы фактически исчерпаны, то для решения поставленной задачи особо важно использовать технические и технологические подходы, которые дают наибольший мультипликативный эффект в росте производительности подвижного состава. Наиболее предпочтительным в этом смысле является путь интенсивного развития с внедрением и активным использованием инновационного подвижного состава в грузовом движении, позволяющий повысить показатели производительности в рамках существующих ограничений железнодорожной инфраструктуры. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Рассмотрено влияние инновационных вагонов на укрупненные показатели высокопроизводительного использования подвижного состава в грузовом движении. Приведены конструкционные преимущества инновационных грузовых вагонов. Сформированы комплексные системы показателей эффективности инновационных вагонов, обеспечивающие совокупный мультипликативный эффект роста производительности грузового подвижного состава. Показаны результаты модельных расчетов изменения показателей производительности подвижного состава от эксплуатации инновационных полуавтоматов в грузовом движении за один технологический цикл. **ВЫВОДЫ.** Выполненные в работе исследования и полученные результаты моделирования показывают, что эффективность использования подвижного состава в грузовом движении должна рассматриваться с учетом факторов положительного влияния от внедрения инновационных вагонов.

Ключевые слова: инновационный вагон, грузовой подвижной состав, масса состава поезда, среднесуточный пробег локомотива.

Информация о статье. Дата поступления 19 февраля 2018 г.; дата принятия к печати 19 июня 2018 г.; дата онлайн-размещения 31 июля 2018 г.

Формат цитирования. Михеев В.А. Влияние инновационных вагонов на производительность подвижного состава в грузовом движении // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 7. С. 223–233. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-7-223-233

INNOVATION CAR INFLUENCE ON ROLLING STOCK PERFORMANCE IN FREIGHT TRAINS

V.A. Mikheev

Omsk State Transport University,
356 Marx pr., Omsk, 644046, Russian Federation

ABSTRACT. PURPOSE. The problem of increasing the railroads capacity reserves and their efficient use is still relevant. As in many aspects the reserves are almost depleted it is especially important to use technical and technological approaches providing the greatest multiplicative effect in the rolling stock productivity increase for solving the set task. In this sense, the most preferable way is the intensive development with the implementation and active use of the innovation rolling stock in freight trains. It allows to raise performance indicators within the existing limitations of the railway infrastructure. **RESULTS.** The article has considered the innovation car influence on the enlarged indicators of high-performance use of the freight train rolling stock. Structural advantages of the innovation freight cars are given. The

¹Михеев Владислав Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», e-mail: mikheev_v_a@mail.ru

Vladislav A. Mikheev, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Cars and Rolling Stock Economy, e-mail: mikheev_v_a@mail.ru



complex systems of innovation car efficiency indicators providing the aggregate multiplicative effect of the growth of freight rolling stock performance are formed. The results of model calculations of rolling stock performance indicator variations depending on the operation of innovation gondola cars in freight trains for one production cycle are shown. **CONCLUSIONS.** Conducted researches and obtained modeling results show that operation efficiency of freight rolling stock should be considered taking into account the factors of positive influence resulting from the introduction of innovation cars.

Keywords: innovation car, freight rolling stock, train weight, locomotive average daily run

Information about the article. Received February 19, 2018; accepted for publication June 19, 2018; available online July 31, 2018.

For citation. Mikheev V.A. Innovation car influence on rolling stock performance in freight trains. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* = Proceedings of Irkutsk State Technical University, 2018, vol. 22, no. 7, pp. 223–233. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-7-223-233 (In Russian).

Введение

Возрастающая грузонапряженность как на отдельных направлениях, так и в целом на железнодорожных линиях ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») приводит к неизбежному исчерпанию резервов их пропускной способности. Имеются два пути решения этой проблемы: первый – ресурсоемкое развитие сети железнодорожных линий; второй – повышение производительности грузового подвижного состава [1]. Каждое направление имеет свои достоинства и недостатки, сильные и слабые стороны, при этом они вполне логично и эффективно могут дополнять друг друга и реализовываться совместно.

Ключевым условием успешного осуществления второго пути является внедрение не просто новой железнодорожной техники, а именно инновационной, обеспечивающей значительный рост эффективности и производительности тягового и нетягового подвижного состава при соблюдении действующих ограничений существующей инфраструктуры [2, 3]. Примером такого высокоэффективного решения, которое позволит в относительно небольшие сроки существенно повысить производительность железных дорог, может считаться применение инновационных грузовых

вагонов [4]. Активное внедрение и широкая эксплуатация инновационных вагонов дает возможность производственного использования локомотивного и вагонного парков в грузовом движении при полной реализации всех потенциальных возможностей, предоставляемых инфраструктурой [5, 6].

Корпоративной системой стандартизации ОАО «РЖД» в стандарте «Вагоны грузовые инновационные. Правила оценки экономической эффективности»² установлен перечень критериев отнесения грузовых вагонов к инновационным, который должен быть подтвержден в процессе эксплуатации. С позиции данного стандарта инновационный вагон представляется носителем совокупности измеримых количественных и качественных показателей в абсолютном или относительном выражении (рис. 1).

С технической стороны инновационный грузовой вагон – это грузовой вагон, который при массовом внедрении с учетом применения технических решений, отвечающих достигнутому уровню техники, позволяет реализовать определенный технико-экономический эффект для всех участников технологического процесса перевозок в сравнении с вагоном-аналогом [5, 6].

²СТО РЖД 10.002-2015. Вагоны грузовые инновационные. Правила оценки экономической эффективности: стандарт ОАО «РЖД»; утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 26.04.2016 г. № 768р. / Russian Railways Standards 10.002-2015. Innovation freight cars. Assessment rules of economic efficiency: standard of the “Russian Railways” JSC; approved by the Order of the “Russian Railways” JSC of 26 April 2016. No. 768р.



*Рис. 1. Критерии инновационных грузовых вагонов
Fig. 1. Criteria of innovation freight cars*

Решение задачи повышения производительности подвижного состава за счет инновационных вагонов заключается в мультиплектичном эффекте от снижения массы тары вагонов, увеличения вместимости кузова и скорости движения состава, расширения диапазона допустимых осевых нагрузок [7]. Кроме того, увеличиваются межремонтные пробеги как вагонов в целом, так и их отдельного технологического оборудования, сокращаются отказы в процессе эксплуатации, совершенствуются способы погрузки-выгрузки с соответствующим расширением номенклатуры перевозимых грузов:

- масса тары снижается благодаря применению новых высокопрочных сталей;
- увеличение вместимости кузова достигается за счет применения оригинальных конструктивных схем с полным использованием габаритных возможностей вагона;
- увеличение допустимых осевых нагрузок и скоростей обеспечивается использованием инновационных тележек [8];
- эксплуатационная надежность заложивается современным научно-техническим обеспечением процессов создания и производства вагонных конструкций (рис. 2).



*Рис. 2. Конструкционные преимущества инновационных вагонов
Fig. 2. Structural advantages of innovation cars*



Результаты исследования и их обсуждение

Очевидно, что полная реализация всех потенциальных возможностей повышения производительности грузового подвижного состава посредством эксплуатации инновационных вагонов требует глубокой структурированной оценки влияния ключевых интенсивных факторов от их внедрения с соответствующим методическим сопровождением и моделированием.

Производительность грузового подвижного состава образуется двумя укрупненными показателями – массой состава поезда и пробегом локомотива (рис. 3) [9, 10]. Приведем оценку влияния эксплуатации инновационных вагонов на формирование данных показателей.

Увеличение фактической нормы загрузки инновационных вагонов за счет увеличения объема кузова позволяет повысить коэффициент использования вместимости и, как следствие, обеспечить рост статической нагрузки. Сниженная масса тары и оптимальная удельная грузоподъемность вагона формируют средний состав поезда [5].

Таким образом, увеличение массы состава грузового поезда образуется комплексной системой показателей эффективности инновационных вагонов:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_{\rightarrow \min}^n = \frac{V_{n \text{ const}}}{V_{n \rightarrow \max}^h}; \\ k_{\rightarrow \max}^m = \frac{T_{\text{const}}}{T_{\rightarrow \min}^h}; \\ p_o = \frac{P^h + T^h}{n} \leq p_o^{\text{don}}; \\ q = \frac{P^h + T^h}{2L} \leq q^{\text{don}}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где $k_{\rightarrow \min}^n$ – коэффициент соотношения использования вместимости инновационного вагона и вагона-аналога; $k_{\rightarrow \max}^m$ – коэффициент соотношения массы тары инноваци-

онного вагона и вагона-аналога; $V_{n \text{ const}}$, $V_{n \rightarrow \max}^h$ – удельный погрузочный объем вагона-аналога и инновационного вагона соответственно, $\text{м}^3/\text{т}$; T_{const} , $T_{\rightarrow \min}^h$ – масса тары вагона-аналога и инновационного вагона соответственно, т ; p_o , p_o^{don} – осевая нагрузка инновационного вагона и допустимая осевая нагрузка соответственно, тс/ось ; P^h – грузоподъемность инновационного вагона, т ; n – число осей; q , q^{don} – погонная нагрузка брутто инновационного вагона и допустимая погонная нагрузка соответственно, тс/м ; $2L$ – длина вагона по осям сцепления, м .

Комплекс показателей, приведенный в выражении (1), направлен на обеспечение высокопроизводительной перевозки различных родов грузов в заданных объемах без высокозатратной и низкорентабельной модернизации существующей сети. Оптимизируемыми параметрами при этом выступают средний состав поезда и средняя статическая нагрузка, что обуславливается увеличением использования инновационного грузового вагона по мощности и грузоподъемности. С учетом роста осевых и погонных нагрузок, в пределах допустимых инфраструктурой значений, это может дать суммарный эффект в увеличении провозной способности от 6,5% и выше [11, 12].

В результате получаем, что при заданной длине состава, например, до 1000 м, из инновационных вагонов можно набрать поезд большего веса, чем из вагонов-аналогов (табл. 1) [7, 13]. При этом следует отметить, что инновационные вагоны имеют коэффициенты динамики до 1,5 раз меньшие, чем у вагонов-аналогов. В этом случае возможно одновременно увеличить провозную способность, а следовательно, производительность локомотивов, и сохранить верхнее строение пути.



Рис. 3. Показатели производительности грузового подвижного состава
Fig. 3. Indicators of freight rolling stock performance

Таблица 1
**Характеристика поездов, сформированных из инновационных вагонов
и вагонов-аналогов**

Table 1

**Characteristic of trains formed of innovation cars
and analog cars**

Тип вагона	Вес тары, т	Грузо-подъемность, т	Погонная нагрузка, т/м	Длина сцепления по осям, мм	Кол-во вагонов в составе	Вес груза в одном составе, тс	Вес поезда, тс	
							нетто	брутто
Вагон-аналог (4-осный, полуwagon, усредненный, производство УВЗ)	24,3	71	6,84	13920	71	5041	1725	6766
Инновационный вагон (4-осный, полуwagon, усредненный, производство УВЗ)	23	75	7,04 (при допуске не более 8,2)*	13920	71	5325	1633	6958

*Установлено по условию допустимого нагружения всех основных объектов инфраструктуры.

Целевое изменение веса поезда с инновационными вагонами определится по формуле:

$$\Delta Q_{\max}^{\delta} = \gamma_{\rightarrow 1}^h n_{\text{const}}^h q_{\max}^n \frac{1}{k_{\rightarrow \min}^n} + \gamma_{\rightarrow 1}^h n_{\text{const}}^h q_{\min}^m \frac{1}{k_{\rightarrow \max}^m}, \quad (2)$$

при этом

$$k_{\rightarrow \min}^{\delta} = \frac{Q_{\min}^m}{Q_{\max}^{\delta}}, \quad (3)$$

где $\gamma_{\rightarrow 1}^h$ – доля инновационных вагонов в структуре состава поезда; n_{const}^h – состав



поезда, вагоны; q_{\max}^n – полезная масса груза в составе, тс; q_{\min}^m – масса тары в составе, тс; k_{\min}^{ϱ} – коэффициент соотношения веса нетто поезда к весу брутто; Q_{\min}^m , Q_{\max}^{ϱ} – вес поезда нетто и брутто соответственно, тс.

Ключевым фактором, оказывающим влияние на среднесуточный пробег локомотива, является участковая скорость движения³.

На сегодняшний день средняя участковая скорость составляет 37,1 км/ч, в то время как техническая скорость – 46,3 км/ч [11]. Большая часть технических возможностей роста участковой скорости теряется из-за простоев и задержек поездов на станциях и перегонах, а также потерь времени от низкопроизводительных погрузочно-разгрузочных работ. Процентное разложение общего эксплуатационного времени работы грузового вагона представлено на рис. 4 [11].

Общие вагоно-часы производственного цикла инновационного вагона определяются по элементам рабочего времени:

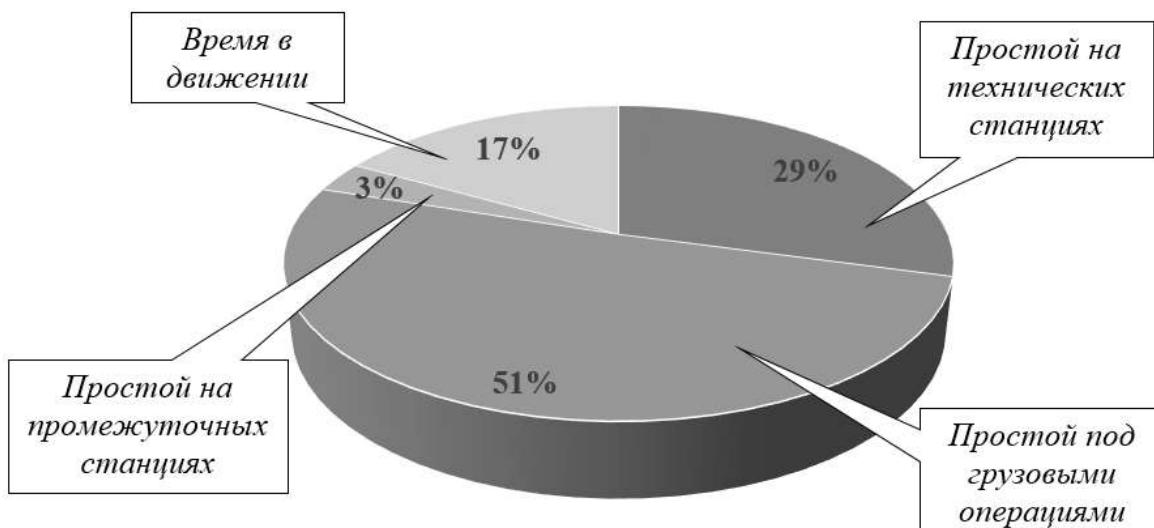


Рис. 4. Время работы грузового вагона
Fig. 4. Freight car operation time

³Виноградов Ю.Н. Эксплуатация электровозов: конспект лекций. Екатеринбург: РИО УрГУПС, 2007. 109 с. / Vinogradov Yu.N. Operation of electric locomotives: abstracts of lectures. Ekaterinburg: Ural State University of Railway Transport RIO Publ., 2007, 109 p.

$$\sum nt_{\min}^o = \sum nt_{\min}^{\partial\theta} + \sum nt_{\min}^{mex} + \sum nt_{\min}^{sp}, \quad (4)$$

где $\sum nt_{\min}^{\partial\theta}$ – вагоно-часы в движении; $\sum nt_{\min}^{mex}$ – вагоно-часы нахождения на станциях и перегонах; $\sum nt_{\min}^{sp}$ – вагоно-часы простоя под грузовыми операциями.

Сокращение производственного цикла инновационных вагонов в выражении (2) достигается за счет сокращения эксплуатационных отказов и связанных с ними задержек и простоев на станциях и перегонах, а также ускорением выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Сравнительная характеристика эксплуатационной надежности инновационного вагона и вагона-аналога по ряду ключевых параметров приведена в табл. 2 [13, 14].

В дополнение к данным, указанным в табл. 2, на рис. 5 представлено сравнение значений средних вероятностей безотказной работы инновационного грузового вагона и вагона-аналога [5].



Таблица 2
Параметры эксплуатационной надежности инновационного вагона и вагона-аналога
Table 2
Operational reliability parameters of an innovation car and an analog car

Наименование параметра	Вагон-аналог (полувагон)	Инновационный вагон (полувагон)
Нормативный срок службы, лет	22	32
Средняя частота отцепок	1,44	0,39
Количество ТОР на 1 млн км	24,9	8,3
Пробег от постройки и капитального ремонта до деповского ремонта, не менее лет/тыс. км	3/210	6/500
Межремонтный пробег между деповскими ремонтами, не менее лет/тыс. км	2/160	4/250
Стоимость жизненного цикла, тыс. руб.	1363	450

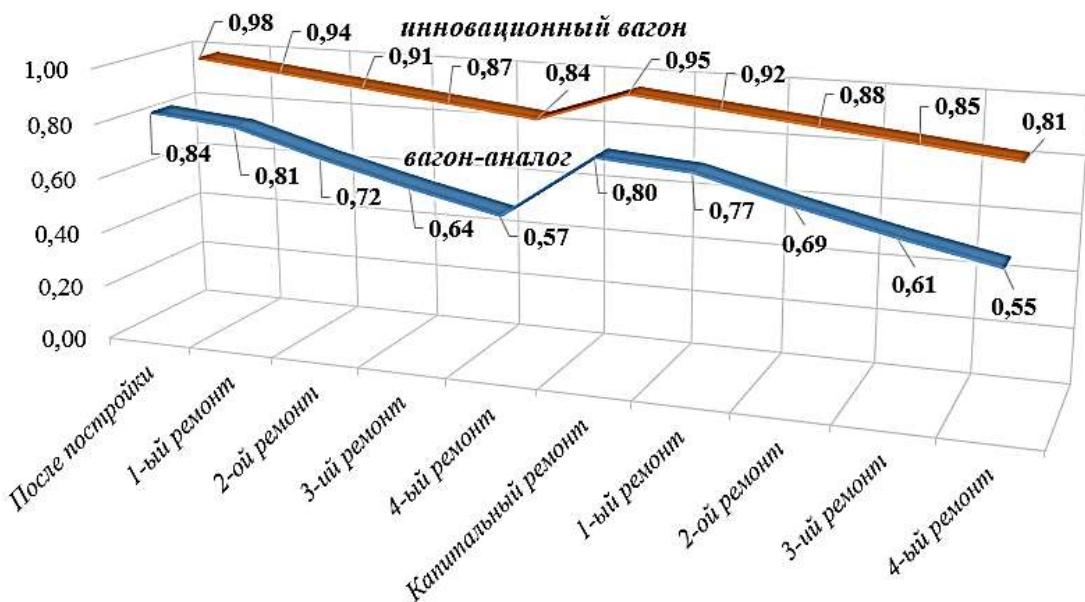


Рис. 5. Вероятности безотказной работы инновационного вагона и вагона-аналога
Fig. 5. Probability of no-failure operation of an innovation car and an analog car

Исходя из приведенных данных, можно заключить, что вероятность эксплуатационного отказа или попадания инновационного вагона в ремонт значительно снижается, соответственно снижаются вагоно-часы простоев и задержек на перегонах. Более того, рост надежности влечет обоснованное увеличение гарантийного пробега и, как следствие, сокращение простоев на технических станциях [15].

Ведущими научно-исследовательскими организациями, занимающимися разработками инновационных вагонных конструкций, выполнен значительный объем технических работ, направленных на

ускорение выполнения операций погрузки и выгрузки [8, 16, 17]. Такие конструктивные решения, как подпружиненные запоры механизмов усиленных крышек люков, усиленные торцевые стены и верхняя обвязка боковых стен, гладкая обшивка повышенной прочности, промежуточные стойки переменной высоты сечения и продольные сплошные гофры увеличивают ресурс кузова и обеспечивают лучшую и ускоренную погрузку-выгрузку различных родов грузов. Совокупный эффект в снижении вагоно-часов простоев может достигать от 2,9% и выше [11, 18].

В результате увеличение участковой



скорости образуется следующей комплексной системой показателей эффективности от использования инновационных вагонов:

$$\begin{cases} k_{\rightarrow \max}^{\Delta V_y} = k_{\rightarrow 1}^{V_y} \frac{V_m}{V_{don}} \left(1 - \frac{V_{don}^h}{V_{don}^y} \right); \\ k_{\rightarrow 1}^{V_y} = \frac{V_{y \rightarrow \max}^h}{V_m}; \\ t_{ep}^h \leq t_{ep}; \\ p(t)^h \rightarrow 0,98, \end{cases} \quad (5)$$

где $k_{\rightarrow \max}^{\Delta V_y}$ – коэффициент изменения участковой скорости; $k_{\rightarrow 1}^{V_y}$ – коэффициент участковой скорости; $V_{y \rightarrow \max}^h$, V_m – участковая и техническая скорость движения соответственно, км/ч; V_{don} , V_{don}^h – допускаемая скорость движения грузового поезда с вагонами-аналогами и инновационными вагонами соответственно, км/ч; t_{ep} , t_{ep}^h – норма простоев вагонов под грузовыми операциями и простой инновационного вагона под грузовыми операциями соответственно, ч; $p(t)^h$ – эксплуатационная вероятность безотказной работы инновационного грузового вагона.

Относительная долевая зависимость увеличения среднесуточного пробега локомотива при росте участковой скорости приведена на рис. 6 [10].

Целевое изменение среднесуточного пробега локомотива определится по формуле

$$\Delta S_{\rightarrow \max}^n = \frac{24}{\frac{1}{V_{\rightarrow \max}^y} + \frac{t_{const}^n}{L_y}} \quad (6)$$

где $V_{\rightarrow \max}^y$ – участковая скорость, км/ч; t_{const}^n – нормативные простои локомотива, ч; L_y – протяженность участка, км.

С учетом выражений (2) и (6) определяется целевое изменение среднесуточной производительности подвижного состава:

$$\Delta W_{\rightarrow \max}^n = \frac{W^n}{Q^{\delta}} \Delta Q_{\rightarrow \max}^{\delta} + \frac{W^n}{S^n} \Delta S_{\rightarrow \max}^n. \quad (7)$$

Слагаемые, входящие в выражение (7), отражают влияние двух результирующих эксплуатационных показателей на среднесуточную производительность подвижного состава в грузовом движении. Первое слагаемое показывает эксплуатационный эффект от повышения веса поезда брутто, второе – от повышения среднесуточного пробега локомотива [21].

Модельные расчеты мультипликативного эффекта от эксплуатации инновационных полувагонов в грузовом движении за один технологический цикл представлены на рис. 7.

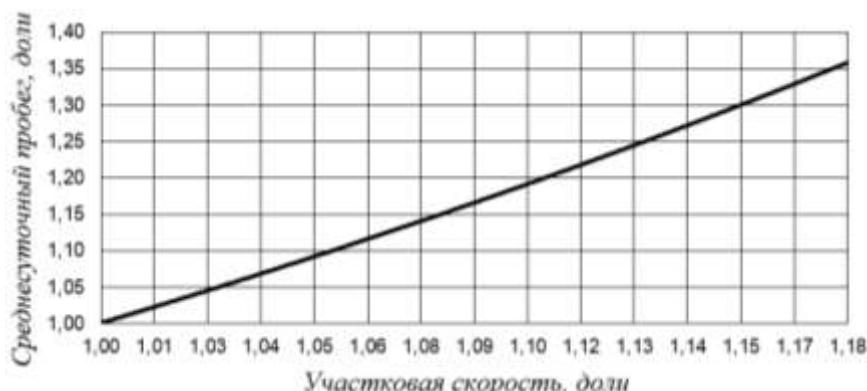


Рис. 6. Зависимость среднесуточного пробега от участковой скорости
Fig. 6. Average daily run dependence on the service speed

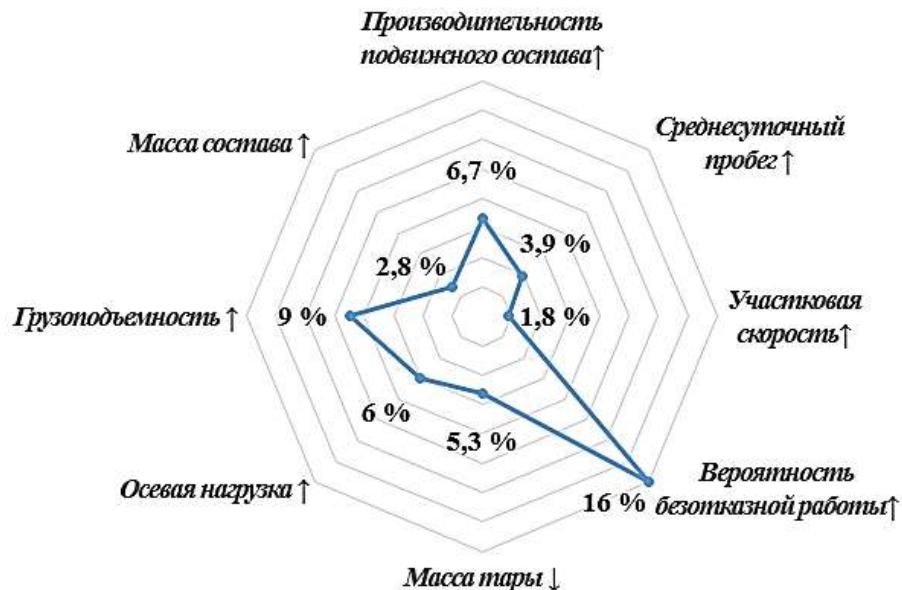


Рис. 7. Изменение показателей производительности подвижного состава
Fig. 7. Variation of rolling stock performance indicators

Заключение

Таким образом, эксплуатация инновационных грузовых вагонов оказывает интенсивное влияние на формирование показателей производительной работы подвижного состава в грузовом движении в условиях существующей инфраструктуры. Фиксируемый модельными расчетами положительный эффект обеспечивается совокупным ростом массы состава поезда и увеличением среднесуточного пробега при совместном действии комплексных систем показателей эффективности инновационных вагонов, приведенных в выражениях (1) и (5). Итогом служит высокопроизводительное использование вагонного и локомотивного парков с сопутствующим ростом резервов провозной и пропускной способности сети железнодорожных линий ОАО «РЖД».

Выводы:

1) внедрение инновационных вагонов повышает эксплуатационную эффективность использования подвижного состава в грузовом движении независимо от вида тяги на основе интенсивных факторов и позволяет полностью реализовывать имеющиеся возможности роста производительности в условиях существующей инфраструктуры;

2) рассмотренный структурированный подход к оценке изменения показателей производительности при внедрении инновационных вагонов позволяет определить влияние на это изменение каждой конкретной модели инновационного вагона и выполнить сравнение между ними по единой методике и по одинаковым показателям перевозочной работы.

Библиографический список

1. Лапидус Б.М. Стратегические тренды развития железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 6. С. 2–9.
2. Коссов В.С. Инновационное развитие подвижного состава в рамках реализации Стратегии холдинга «РЖД» // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2014. № 5. С. 53–60.
3. Гапанович В.А. Инновационная деятельность Российских железных дорог // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2014. № 5. С. 4–16.
4. Лапидус Б.М. Повышение производительности и эффективности железнодорожного транспорта на инновационной основе // Вестник ВНИИЖТ. 2012. № 5. С. 3–6.



5. Соколов А.М. Научные основы создания и оценки эффективности внедрения инновационных вагонов // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 2. С. 1–13.
6. Лапидус Б.М., Соколов А.М. Отраслевая технологическая платформа «высокопроизводительный грузовой подвижной состав» – путь к использованию резервов провозной способности железных дорог // Вестник ВНИИЖТ. 2011. № 4. С. 3–8.
7. Филиппов В.Н., Смольянинов А.В., Козлов И.В., Подлесников Я.Д. Параметры инновационных вагонов и некоторые проблемы их реализации // Транспорт Урала. 2017. № 1 (52). С. 25–31.
8. Корникова Т.И., Афанасьев А.Е. Конкуренция подстегивает производителей: продолжается разработка полувагонов нового поколения с улучшенными технико-экономическими параметрами // Вагоны и вагонное хозяйство. 2009. № 1 (17). С. 6–9.
9. Исаков М.П. Анализ эксплуатационных показателей полигонов // Мир транспорта. 2014. № 5. С. 162–166.
10. Валеев Н.А. Критерии эффективности использования локомотивного парка // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 2. С. 37–43.
11. Грузовой железнодорожный транспорт России в 2010–2015 гг.: аналитический доклад [Электронный ресурс] // Институт проблем естественных монополий. 2016. URL: http://www.ipem.ru/files/files/research/2016_05_25_analiticheskiy_doklad_po_zhd_transportu_2010_2015.pdf (12.04.2018).
12. Лакин И.К. Анализ основных показателей работы железнодорожного транспорта // Наука и транспорт. 2007. № 1. С. 60–63.
13. ОВК – лидер нового поколения: годовой отчет и финансовая отчетность за 2015 год [Электронный ресурс] // Объединенная вагонная компания. Годовые отчеты. 2016. URL: <https://www.uniwagon.com/media/documents/OKV-AR-2015-2016-08-17-RUS.PDF> (12.04.2018).
14. Для инновационных вагонов УВЗ увеличены межремонтные пробеги [Электронный ресурс] // Европейская подшипниковая корпорация. Информационный обзор. 1 апреля 2016. URL: https://epkgroup.ru/common/upload/2016/_2016.04.01.pdf (12.04.2018).
15. Хусаинов Ф. О влиянии операторов подвижного состава на некоторые показатели эксплуатационной работы железных дорог // Вектор транспорта: альманах. 2015. № 3. С. 22–29.
16. Смольянинов А.В., Филиппов В.Н., Козлов И.В., Давыдов А.Н. Параметры и конструктивное исполнение высокопроизводительного подвижного состава // Транспорт Урала. 2013. № 1 (36). С. 46–49.
17. Бороненко Ю.П. Инновационный грузовой подвижной состав железных дорог и его высокотехнологичное производство // Наука и транспорт. 2012. № 3. С. 18–20.
18. Курбасов А.С. Социальная значимость железных дорог России: потребности и возможности // Транспорт Российской Федерации. 2009. № 3-4 (22-23). С. 58–60.
19. Зарипов Р.Ю. Способы повышения эффективности использования грузовых вагонов на железнодорожном транспорте // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: сборник трудов XLI Междунар. науч.-практ. конф. КазАТК (Алматы, Казахстан, 3–4 апреля 2017 г.). Алматы: Изд-во Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2017. Т. 1. С. 324–329.

References

1. Lapidus B.M. Strategic trends of railway transport development. *Byulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta OAO "RZhD"* [Bulletin of the Joint Academic Council of "Russian Railways" JSC]. 2015, no. 6, pp. 2–9. (In Russian).
2. Kossov V.S. Innovative development of rolling stock within the implementation of the strategy of "Russian Railways" holding. *Byulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta OAO "RZhD"* [Bulletin of the Joint Academic Council of "Russian Railways" JSC]. 2014, no. 5, pp. 53–60. (In Russian).
3. Gapanovich V.A. Innovative activity of Russian Railways. *Byulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta OAO "RZhD"* [Bulletin of the Joint Academic Council of "Russian Railways" JSC]. 2014, no. 5, pp. 4–16. (In Russian).
4. Lapidus B.M. Improving railway transport performance and efficiency based on innovation. *Vestnik VNIIZhT* [VNIIZhT Bulletin]. 2012, no. 5, pp. 3–6. (In Russian).
5. Sokolov A.M. Scientific bases for the creation and evaluation of innovation car introduction efficiency. *Byulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta OAO "RZhD"* [Bulletin of the Joint Academic Council of "Russian Railways" JSC]. 2015, no. 2, pp. 1–13. (In Russian).
6. Lapidus B.M., Sokolov A.M. Industrial technological platform "high-performance freight rolling stock" – a way to use railroad carrying capacity reserves. *Vestnik VNIIZhT* [VNIIZhT Bulletin]. 2011, no. 4, pp. 3–8. (In Russian).
7. Filippov V.N., Smol'yaninov A.V., Kozlov I.V., Podlesnikov Ya.D. The options of innovation railway cars and some problems of their realization. *Transport Urala* [Transport of the Urals]. 2017, no. 1 (52), pp. 25–31. (In Russian).
8. Kornikova T.I., Afanas'ev A.E. Competition urges producers on: development of new generation of gondola cars with the improved technical and economic parameters. *Vagony i vagonnoe khozyaistvo* [Cars and Rolling Stock]. 2009, no. 1 (17), pp. 6–9. (In Russian).
9. Isakov M.P. Analysis of the polygons operating char-



acteristics. *Mir transporta* [World of Transport]. 2014, no. 5, pp.162–166. (In Russian).

10. Valeev N.A. Locomotive park efficiency use criteria. *Byulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta OAO "RZhD"* [Bulletin of the Joint Academic Council of "Russian Railways" JSC]. 2015, no. 2, pp. 37–43. (In Russian).

11. *Gruzovoi zheleznodorozhnyi transport Rossii v 2010–2015 gg.: analiticheskii doklad* [Freight railway transport of Russia in 2010–2015]. *Institut problem estestvennykh monopolii*, 2016 [Institute of Natural Monopolies Research]. Available at: http://www.ipem.ru/files/files/research/2016_05_25_analiticheskiy_doklad_po_zhd_transportu_2010_2015.pdf (accessed 12 April 2018).

12. Lakin I.K. Analysis of key railway transport operation indicators. *Nauka i transport* [Science and Transport]. 2007, no. 1, pp. 60–63. (In Russian).

13. OVK – *lider novogo pokoleniya: godovoi otchet i finansovaya otchetnost' za 2015 god* [United railroad car company – the leader of new generation: the annual report and financial statements for 2015]. *Ob"edinennaya vagonnaya kompaniya. Godovye otchety*. 2016 [United railroad car company. Annual reports 2016]. Available at: <https://www.uniwagon.com/media/documents/OKV-AR-2015-2016-08-17-RUS.PDF> (accessed 12 April 2018).

14. *Dlya innovacionnykh vagonov UVZ uvelicheny mezhremontnye probegi* [Between-repair runs are increased for UVZ innovation cars]. *Europeiskaya podshipnikovaya korporatsiya. Informacionnyi obzor. 1 aprelya 2016* [European Bearing Corporation. Infor-

mation review. 1 April 2016]. Available at: https://epkgroup.ru/common/upload/2016/_2016.04.01.pdf (accessed 12 April 2018).

15. Husainov F. On the influence of rolling stock operators on some railroad performance indicators. *Vektor transporta: al'manah*. [Vector of Transport: almanac]. 2015, no. 3, pp. 22–29. (In Russian).

16. Smol'yaninov A.V., Filippov V.N., Kozlov I.V., Davydov A.N. Parameters and design of high-performance rolling stock. *Transport Urala* [Transport of the Urals]. 2013, no. 1 (36), pp. 46–49. (In Russian).

17. Boronenko Yu.P. Railroad innovation freight rolling stock and its high technology manufacturing. *Nauka i transport* [Science and Transport]. 2012, no. 3, pp. 18–20. (In Russian).

18. Kurbasov A.S. Social importance of railroads in Russia: requirements and opportunities. *Transport Rossiskoj Federacii*. [Transport of the Russian Federation]. 2009, no. 3-4 (22-23), pp. 58–60. (In Russian).

19. Zaripov R.Yu. *Sposoby povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya gruzovykh vagonov na zheleznodorozhnom transporte* [Methods to increase the application efficiency of freight cars on railway transport]. *Sbornik trudov XLI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii KazATK "Innovacionnye tekhnologii na transporte: obrazovanie, nauka, praktika"* [Proceedings of XLI KazATK International scientific and practical conference "Innovation technologies on transport: education, science, practice"]. Almaty: Tynyshpaev Kazakh Academy of Transport and Communication Publ., 2017, vol. 1, pp. 324–329. (In Kazakh).

Критерии авторства

Михеев В.А. провел исследование, подготовил статью к публикации и несет ответственность за plagiat.

Конфликт интересов

Михеев В.А. заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Authorship criteria

Mikheev V.A. has conducted the study, prepared the article for publication and bears the responsibility for plagiarism.

Conflict of interest

Mikheev V.A. declares that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.