

Научная статья
Статья в открытом доступе

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ГРУЗОВОГО СОСТАВА

Виктор Николаевич Протасов¹, Игорь Олегович Романов²✉

ООО «НТЦ «Качество-Покрытие-Нефтегаз», Москва, Россия

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, Россия

¹ protasov1935@rambler.ru

² ig_romanov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0647-1677>

Аннотация

Железнодорожный подвижной состав для перевозки грузов представляет собой сложную техническую систему, имеющую блочно-иерархическую структуру, определяющую внешние связи технической системы и ее элементов. Блочно-иерархическая структура технической системы определяет блочно-иерархическую структуру потребительского качества технической системы, устанавливающую, помимо внешних связей, внутренние между потребительскими свойствами, их

показателями и нормами на показатели как технической системы в целом, так и ее элементов. Блочно-иерархическая структура потребительского качества технической системы является базовой основой методологии планирования потребительского качества этой системы.

Ключевые слова: система, блочно-иерархическая структура, связи, качество, стандарты.

Ссылка для цитирования:

Протасов В.Н. Методические основы планирования потребительского качества железнодорожного транспорта на примере грузового состава / В.Н. Протасов, И.О. Романов // Транспортное машиностроение. – 2026.

Original article
Open Access Article

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF PLANNING THE CONSUMER QUALITY OF RAILWAY TRANSPORT USING THE EXAMPLE OF FREIGHT TRAIN

Victor Nikolaevich Protasov¹, Igor Olegovich Romanov²✉

¹ STC Quality-Coating-Neftegaz, Moscow, Russia

² Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia

¹ protasov1935@rambler.ru

² ig_romanov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0647-1677>

Abstract

Railway rolling stock for the transportation of goods is a complex technical system with a hierarchical structure that defines the external links of the technical system and its elements. The hierarchical structure of a technical system defines the hierarchical structure of the consumer quality of a technical system, which establishes, in addition to external connections, internal links between consumer properties, their indicators and

norms for indicators of both the technical system as a whole and its elements. The hierarchical structure of the consumer quality of a technical system is the methodological basis of planning the system consumer quality.

Keywords: system, hierarchical structure, connections, quality, standards.

Введение

Проблема обеспечения требуемого уровня качества железнодорожного транспорта и перевозки грузов была и остается актуальной. В ОАО «РЖД» постоянно совершенствуются система управления качеством согласно стандартам серии ИСО и ISO/TS 22163 «Железные дороги. Система менеджмента качества. Требования к системам менеджмента бизнеса для предприятий железнодорожной отрасли: ISO 9001:2015 и частные требования, применимые в железнодорожной отрасли».

Основой указанных стандартов [1] является процессный подход к объекту качества, при котором отдельные процессы рассматриваются как черные ящики, т.е. кибернетические модели [11]. При процессном подходе контролируют параметры объекта качества на входе и заданных параметрах на выходе, внося после контроля необходимую корректировку входных параметров при отклонении значений выходных параметров от регламентированных значений, методом проб и ошибок, называя это управление процессом.

Системный подход к планированию качества железнодорожного подвижного состава

Системный подход к планированию качества железнодорожного состава определяет необходимость уточнения понятий: объект, система, структура системы, качество объекта, потребительское качество объекта, фактическое качество объекта, уровень качества объекта, система качества объекта.

Объект – это явление, предмет, лицо, продукция, процесс и др., на которые направлена чья-либо деятельность или внимание.

Система – объект, в котором участвующие элементы связаны некоторыми связями и отношениями.

В современном понимании система – это совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся во взаимодействии, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей и об-

При системном подходе ОАО «РЖД» рассматривается как единая система, представляющая собой совокупность взаимосвязанных элементов (подсистем), имеющих вход, выход, внутренние и внешние связи по принципу иерархии, прямую и обратную связи между элементами системы, которые функционируют в тесном взаимодействии с внешней средой. Она реагирует на воздействие внешней среды, работает при этом воздействии и адаптируется к нему. Чем меньше возмущения внешней среды, тем устойчивее и эффективнее действует система.

В соответствии с иерархическим принципом уровень качества перевозки грузов и функционирования железнодорожных подвижных составов для них по всей протяженности пути определяются уровнем качества системы «Железнодорожные перевозки», который в свою очередь определяется уровнем качества системы ОАО «РЖД» [2, 3].

разующих определенную целостность и единство [4].

Между элементами системы существуют определенные отношения. Отношением называется взаимозависимость или взаимодействие двух и более элементов.

Элемент и система являются относительными понятиями. Элемент может одновременно являться системой меньших элементов, а система в свою очередь может быть элементом некоторой большей системы.

Функционирование системы в качестве единого целого обеспечивается связями между ее элементами. Связи определяют структуру системы.

В системе ОАО «РЖД» [12] функционируют следующие подсистемы:

– система управления;

- технологическая;
- техническая;
- производственная;
- производственно-технологическая;
- железнодорожного транспорта;
- экономическая;
- социальная;
- система качества и др. [5-10].

Структура системы – это формальное описание взаимосвязей и взаимодействий между компонентами системы. Она представляет систему в виде элементов и связей между ними, позволяя описать организацию системы и отношения между ее компонентами.

В структурной модели системы выделяются различные компоненты, такие

как подсистемы, компоненты, модули, классы и т. д. Эти компоненты могут быть представлены в виде узлов или элементов структуры, а связи между ними – в виде линий или стрелок, направленных от одного компонента к другому.

Структурная модель системы позволяет лучше понять организацию и взаимодействие компонентов внутри системы. Она помогает определить иерархию и зависимости между компонентами, выявить слабые места и проблемы в системе, а также провести анализ предлагаемых улучшений и изменений.

На рис. 1 приведена блочно-иерархическая структура системы «Железнодорожные перевозки».

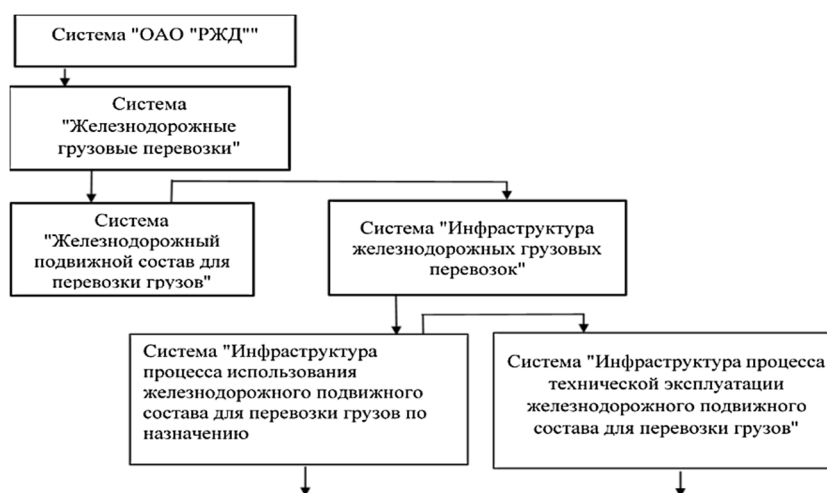


Рис. 1. Структурная модель системы «Железнодорожные перевозки»
 Fig. 1. Structural model of the Railway Transportation system

Авторы работы ранее указывали, что качество объекта – сущность объекта, определяемая его свойствами, количественными или качественными показателями этих свойств в заданных условиях использования объекта и значениями показателей свойств, делающих объект определенным и отличающих его от других объектов [13, 14].

Сущность объекта следует понимать как внутреннее содержание этого объекта, выражаемое присущими ему свойствами и уровнем проявления каждого из этих свойств.

Уровень проявления свойств объекта определяется значениями количественных или качественных показателей этих свойств.

Следует различать две категории качества объектов: фактическое качество и потребительское качество.

Фактическое качество объекта – сущность реального объекта, определяемая его фактическими свойствами, количественными или качественными показателями этих свойств в заданных условиях использования объекта, значениями показателей фактических свойств в физических единицах, баллах, вероятностных единицах, процентах и др.

Потребительское качество объекта – планируемая сущность объекта, определяемая его потребительскими свойствами, количественными или качественными показателями этих свойств в заданных условиях использования объекта, нормами на

показатели потребительских свойств в физических единицах, баллах, вероятностных единицах, процентах и др., удовлетворяющими потребителя при допустимых для него затратах на приобретение и расходах на использование этого объекта и соответствующими законодательным документам, устанавливающими ограничения на эти нормы.

Следовательно, обязательными граничными условиями для потребительского качества объекта являются допустимые затраты для потребителя объекта.

Потребительские свойства объекта – планируемые свойства объекта, удовлетворяющие потребителей и определяющие потребительское качество объекта.

Значения показателей фактических свойств объекта являются показателями фактического качества объекта.

Нормы на показатели потребительских свойств объекта являются критериями его потребительского качества, а также определяют допустимый диапазон изменения значений показателей потребительских свойств этого объекта [14].

Необходимо отметить, что потребительское качество технического объекта является результатом комплексного процесса, включающего процессы планирования, регламентирования в нормативной документации и обеспечения потребительского качества объекта, контроля соответствия фактического качества объекта его потребителю качеству.

Результатом не управляют. Управляют вышеперечисленными процессами, взаимосвязанными между собой по принципу иерархии и образующими систему качества объекта.

Управляют не качеством объекта, а системой качества объекта.

Система качества объекта – совокупность взаимосвязанных по принципу иерархии процессов: планирования, регламентирования в нормативной документации, обеспечения потребительского качества объекта, контроля соответствия фактического качества объекта его потребителю качеству.

Железнодорожный подвижной состав для перевозки грузов, являясь про-

дукцией машиностроения, в большинстве случаев представляет собой достаточно сложную техническую систему, состоящую из различных структурных элементов, их соединений и сопряжений. Отдельные элементы сложной технической системы представляют собой подсистемы, комплексы, комплекты, сборочные единицы, детали (неразъемные элементы), взаимосвязанные между собой в определенной последовательности, определяющей их соподчиненность и взаимосвязь в технической системе по принципу иерархии.

На рис. 2 приведена многоуровневая блочно-иерархическая структура сложной технической системы.

По мнению авторов, блочно-иерархическая структура потребительского качества технической системы, устанавливает как внешние связи между ее элементами, так и внутренние связи между потребительскими свойствами, показателями этих свойств и нормами на них [13]. При этом рассматривается потребительское качество как технической системы в целом, так и ее элементов.

Необходимо учитывать, что техническая система в целом характеризуется [13] потребительским качеством, которое неравно простой сумме потребительского качества составляющих ее элементов.

На рис. 3 представлена блочно-иерархическая структура системы «Потребительское качество объекта», где объектами являются техническая система, ее элементы, процессы проектирования и изготовления объекта.

Как ранее отмечалось, характеристиками фактического и потребительского качества объекта являются соответственно уровни фактического и потребительского качества объекта [12, 14].

Уровень фактического качества объекта определяется удовлетворяющими потребителя значениями показателей фактических свойств объекта в заданных условиях его использования – показателями его фактического качества.

Уровень потребительского качества объекта определяется устанавливаемыми производителем в нормативной документации нормами на показатели потреби-

тельских свойств объекта – критериями его потребительского качества.

В связи с тем, что различных потребителей конкретного объекта удовлетворяет разное соотношение критериев его по-

требительского качества, и цены производитель планирует и регламентирует в нормативной документации уровни потребительского качества объекта.

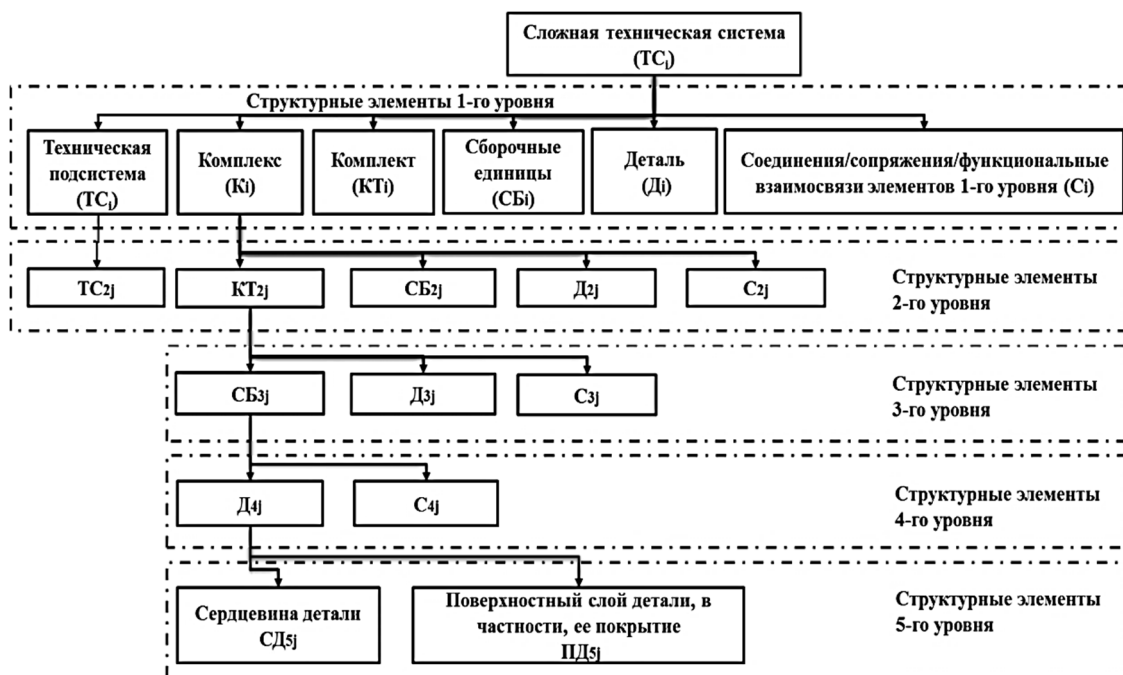


Рис. 2. Структурная модель технической системы
Structural model of a technical system

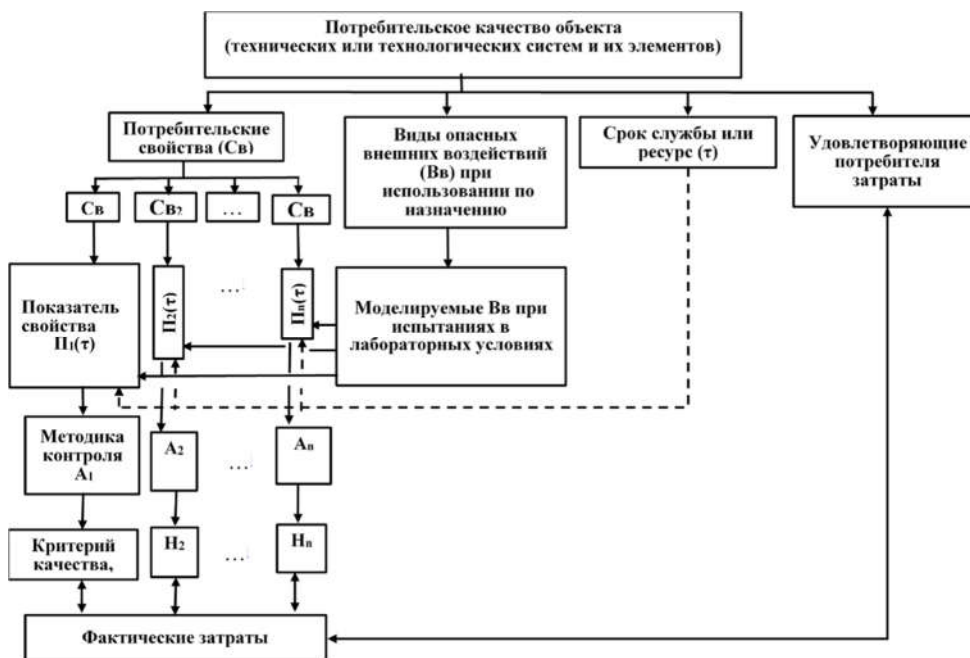


Рис. 3. Структурная модель потребительского качества
Fig. 3. Structural model of consumer quality

Необходимо понимать, что планирование уровня потребительского качества объекта – выбор значений норм на показатели потребительских свойств объекта на основе решения двухкритериальной зада-

чи: удовлетворяющие потребителей нормы на показатели потребительских свойств объекта при допустимых для потребителей затратах на приобретение и расходах на использование объекта [14].

Уровни потребительского качества объекта регламентируют в требованиях к нему [13].

Уровень фактического качества объекта, изготовленного в соответствии с этими требованиями, должен соответствовать регламентированному уровню его потребительского качества.

Если производитель не может освоить производство объекта, отвечающего

Заключение

Накопленный опыт показывает, что фактическое качество объектов эксплуатации не удовлетворяет потребителей. Одной из основных причин недовольства потребителей фактическим качеством объектов эксплуатации является несоответствие требований к ним потребностям, ожиданиям потребителей.

Планирование уровня потребительского качества технических и технологических систем, регламентированного в требованиях к ним, является сложной задачей. В большинстве случаев проектируемые технические и технологические системы имеют многоуровневую блочно-иерархическую структуру, определяющую структуру потребительского качества этих систем. При этом потребительское качество элементов вышележащего уровня определяет потребительское качество элементов нижележащего уровня. Это не учитывается в действующих требованиях к элементам системы железнодорожного транспорта.

Проведенный анализ стандартов, регламентирующих общие требования к железнодорожному подвижному составу для перевозки грузов и его элементам показал, что их основным недостатком, определяющим ряд других недостатков рассматриваемых стандартов, является отсутствие связи по принципу иерархии между потребительским качеством отдельных элементов.

Одним из путей решения этой проблемы является преобразование службы качества предприятий-потребителей элементов железнодорожного транспорта и обслуживающих их сервисных предприятий. Служба качества (СК) должна состо-

этим требованиям, или величина ожидаемых затрат на его производство превышает допустимые затраты, разработчик корректирует технические требования, снижая уровень потребительского качества продукции в первую очередь за счет изменения норм на показатели наименее значимых потребительских свойств [12].

Из двух структурных подразделений: «служба планирования потребительского качества» (СПК) и «служба контроля фактического качества» (СКК).

Коллектив СПК должен включать следующих высококвалифицированных, системно мыслящих специалистов: конструкторов, технологов-материаловедов, технологов-машиностроителей, экономистов, экспертов, являющихся профессионалами в области использования объектов качества. Их основной задачей является разработка требований к потребительскому качеству разрабатываемых объектов, процессам из проектирования, изготовления и эксплуатации.

Указанные специалисты должны пройти повышение квалификации по методологии системного подхода по принципу иерархии к планированию уровня потребительского качества технических и технологических систем и их элементов.

При традиционной неавтоматизированной разработке технических требований к техническим и технологическим системам и их элементам железнодорожного транспорта сложно учесть даже при высокой квалификации разработчиков этих требований внешние и внутренние связи в структуре системы железнодорожного транспорта по принципу иерархии. При этом требуются значительные затраты времени и высока вероятность значительных ошибок.

Необходимо разработать автоматизированную систему планирования потребительского качества (САПК) различных технических или технологических систем железнодорожного транспорта и элемен-

тов этих систем по принципу иерархии, аналогичную действующим САПР.

САПК – это организационно-техническая подсистема САПР, структурными элементами которой являются совокупность средств автоматизации планирования уровня потребительского качества конкретных объектов и специалистов службы планирования потребительского качества организации, что в совокупности является областью деятельности СМК организации.

САПК – это система автоматизированного, а не автоматического планирования потребительского качества объекта. Это значит, что часть операций планирования выполняет специалист службы планирования уровня потребительского качества организации. В более совершенных САПК доля работ, выполняемых специалистом, будет меньше, но содержание этих работ будет более творческим, а роль специалиста в большинстве случаев – более ответственной.

Из определения САПК следует, что целью ее функционирования в системе

ОАО «РЖД» является планирование и регламентирование потребительского качества элементов железнодорожного транспорта, процессов их проектирования и изготовления.

Решить в полном объеме задачу формализации всего планирования уровня потребительского качества указанных объектов очень сложно, однако если будет автоматизирована хотя бы часть операций планирования потребительского качества, это все равно себя оправдывает, т.к. позволяет в дальнейшем развивать созданную САПК на основе более совершенных технических решений и с меньшими затратами ресурсов.

Для успешной реализации вышеперечисленных задач прорабатывается вопрос создания при Дальневосточном государственном университете путей сообщения «Отраслевого научно-методического центра по планированию потребительского качества железнодорожного транспорта».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- ОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь». Введен впервые, 28.09.2015
- Протасов В.Н. Методологические основы планирования и обеспечения потребительского качества продукции машиностроения на разных стадиях ее жизненного цикла. Монография. Вологда - Издательство «Инфра-Инженерия». 2025г. Стр. 295.
- Устюгов В.А. Сложные системы: целостность, иерархия, идентичность: монография / В. А. Устюгов, В. И. Кудашов, М. А. Петров [и др.]. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. 204 с.
 - Протасов В.Н., Кершенбаум В.Я., Штырев О.О. Планирование и обеспечение качества технических систем нефтегазового комплекса. Нефтепромышленные трубопроводы. Монография. Научное издание. Москва - Национальный институт нефти и газа. 2020 г. Стр. 444.
 - Морозов В.Н., Эффективные методы и модели управления процессами перевозок на железнодорожном транспорте (теория, практика, перспективы) / В.Н. Морозов, И.Н. Шапкин. Изд-во Финансы и статистика. 2019 г. 486 с.
 - Зябиров Х.Ш., Эффективные методы и алгоритмы моделирования транспортных процессов и систем / Х.Ш. Забиров, И.Н. Шапкин. Изд-во Финансы и статистика. 2025. 360 с.
 - Зябиров Х.Ш., Оптимизация, исследование операций и теория управления транспортными процессами / Х.Ш. Забиров, И.Н. Шапкин. Изд-во Финансы и статистика. 2023 г. 520 с.
 - Гапанович В.А., Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. Под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина, Г.М. Грошева / В.А. Гапанович, А.А. Грачев и др. М.: Маршрут, 2006. 544 с.
 - Ворон О.А. Особенности конструкции современных грузовых вагонов: учеб, пособие для вузов железнодорожного транспорта / О.А. Ворон, А.В. Челохьян, В.Ф. Криворудченко, Е.А. Довгаль, Л.Ф. Риполь-Сарагоси, Г.В. Стрельченко, В.В. Шаповалов; Рост. гос. ун-т путей сообщения. Ростов н/Д, 2010. 403 с.
 - Пенькова Т.Г., Вайнштейн Ю.В. Модели и методы искусственного интеллекта. Учебное пособие. Красноярск Сибирский федеральный университет. 2019. 116 с.
 - Протасов В.Н. Системный и процессный подходы к планированию и обеспечению требуемого уровня потребительского качества продукции машиностроения / В.Н. Протасов, И.О. Романов // Качество и жизнь, №1, 2025, С. 50-53.
 - Протасов В.Н. Системный подход к планированию потребительского качества изделий маши-

ностроительного производства и его обеспечению при автоматизированном проектировании/ В.Н. Протасов, И.О. Романов // Автоматизированное проектирование в машиностроении. № 17, 2024, С. 12-17.

13. Протасов В.Н. Продукция машиностроения – техническая система с блочно-иерархической структурой внутренних связей с ее элементами и внешних связей с другими системами/ В.Н.

REFERENCES

1. GOST R ISO 9000-2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary (IDT). Moscow: Standartinform; 2015.
2. Protasov VN. Methodological foundations of planning and ensuring consumer quality of machine-building products at different stages of its life cycle: monograph. Vologda: Infra-Engineering Publishing House; 2025.
3. Ustyugov VA, Kudashov VI, Petrov MA. Complex systems: integrity, hierarchy, identity: monograph. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2020.
4. Protasov VN, Kershenbaum VYa, Shtyrev OO. Planning and quality assurance of technical systems of oil and gas complex. Oilfield pipelines: monograph. Moscow: National Institute of Oil and Gas; 2020.
5. Morozov VN, Shapkin IN. Effective methods and models of management of transportation processes in railway transport (theory, practice, prospects). Moscow: Finance and Statistics; 2019.
6. Zyabirov HSh, Shapkin IN. Effective methods and algorithms for modeling transport processes and systems. Moscow: Finance and Statistics; 2025.
7. Zyabirov HSh, Shapkin IN. Optimization, operations research and theory of transport process management. Moscow: Finance and Statistics; 2023.
8. Gapanovich VA, Grachev AA. Automation systems and information technologies for transportation management on railways: textbook for universities of railway transport. Moscow: Marshrut; 2006.

Информация об авторах:

Протасов Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор, руководитель ООО «НТЦ «Качество-Покрытие-Нефтегаз», тел. 89166230458.

Protasov Viktor Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of STC Quality-Coating-Neftegaz, phone: 89166230458.

Протасов, И.О. Романов // Технические и технологические системы. Материалы XV Международной научной конференции, Краснодар, 2024. Издательский дом «Юг», С. 190-194.

14. Протасов В.Н. О качестве, категориях качества, уровнях качества продукции машиностроения/ В.Н. Протасов, И.О. Романов // Качество и жизнь, № 2, 2025, С. 48 -53.

9. Voron OA, Chelokhyan AV, Krivorudchenko VF, Dovgal EA, Ripoll-Saragosi LF, Strelchenko GV, Shapovalov VV. Design features of modern freight cars: textbook for universities of railway transport. Rostov-on-Don: Rostov State Transport University; 2010.
10. Penkova TG, Weinstein YuV. Models and methods of artificial intelligence: textbook. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2019.
11. Protasov VN, Romanov IO. System and process approaches to planning and ensuring the required level of consumer quality of machine-building products. Quality and Life. 2025;1:50-53.
12. Protasov VN, Romanov IO. Systematic approach to planning the consumer quality of machine-building products and its provision in computer-aided design. Computer-aided Design in Mechanical Engineering. 2024;17:12-17.
13. Protasov VN, Romanov IO. Machine-building products - a technical system with a hierarchical structure of internal links with its elements and external links with other systems. Proceedings of the XV International Scientific Conference, 2024: Technical and Technological Systems. Krasnodar: Yug Publishing House; 2024. p. 190-194.
14. Protasov VN, Romanov IO. On quality, quality categories, and quality levels of machine-building products. Quality and Life. 2025;2:48-53.

Романов Игорь Олегович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Транспортно-технологические комплексы» Дальневосточного государственного университета путей сообщения, тел. .89249241303, Author-ID-РИНЦ 641517.

Romanov Igor Olegovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Complexes at Far Eastern State Transport University, phone: 89249241303, Author-ID-RSCI 641517.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья опубликована в режиме Open Access.
Article published in Open Access mode.

Статья поступила в редакцию 22.12.2025; одобрена после рецензирования 08.04.2026; принята к публикации 27.04.2026. Рецензент – Антипин Д.Я., кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог», член редсовета журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 22.12.2025; approved after review on 08.04.2026; accepted for publication on 27.04.2026. The reviewer is Antipin D.Ya., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway Rolling Stock, member of the Editorial Council of the journal *Transport Engineering*.



***Продолжается подписка на научно-технический журнал
«Транспортное машиностроение» на 2026 год***

Подписку на журнал можно оформить в любом почтовом отделении или непосредственно в редакции журнала. Подписные индексы по интернет-каталогу «Пресса по подписке» – Э80859 – и Объединенному каталогу «Пресса России» – 80859.

Стоимость подписки на минимальный срок – от 4846 руб.

Информация об опубликованных статьях регулярно направляется в систему Российского индексирования (РИНЦ) – <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=79505>.

Сайт электронной редакции журнала: <https://bstu.editorum.ru/ru/nauka/journal/169/view>
E-mail: trans-eng@tu-bryansk.ru.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (категория К2) по группам научных специальностей:

- 2.5. Машиностроение (2.5.2; 2.5.3; 2.5.5; 2.5.6; 2.5.8),
- 2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия (2.6.1; 2.6.17),
- 2.9. Транспортные системы (2.9.1; 2.9.3; 2.9.5).