

Научная статья
УДК 658.513.3
doi:10.52170/1815-9265_2026_80_85

Сущность оценки качества работ путевых и снегоборочных машин

Андрей Дмитриевич Абрамов¹, Алексей Леонидович Манаков², Виктор Иванович Кочергин³,
Михаил Андреевич Семенов⁴✉

^{1, 2, 3, 4} Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия

¹ abramov@stu.ru

² rectorat@sgups.stu.ru

³ vkplus2011@yandex.ru

⁴ MikeSemenov13111996@yandex.ru✉

Аннотация. В дистанциях пути, механизированных дистанциях пути и путевых механизированных станциях ОАО «РЖД» практически нет разработок по системе управления качеством выполняемых работ, а ведь именно это является одной из важнейших проблем в бесперебойном и безаварийном функционировании железных дорог. Предлагается сформулировать термин «качество» применительно к работе путевых и снегоборочных машин, тем более что с 2022 г. изменились формулировки в Инструкции по снегоборке. Оценка качества работ путевых машин осуществляется на основании Инструкции по оценке состояния рельсовой колеи путеизмерительными средствами и мерам по обеспечению безопасности движения поездов после выполнения всех работ, что приводит к увеличению сроков работ при неудовлетворительной оценке. Отрицательных аспектов можно избежать, если определить понятие «качество» в целом для всех технологических процессов, выполняемых дистанцией пути, механизированными дистанциями пути и путевыми механизированными станциями.

Процесс обслуживания и ремонта путей является непрерывным, и по мере мониторинга информации, получаемой в результате осуществления контроля, в ходе решения задач обеспечения качества работ может потребоваться внесение корректировок, что составляет суть оперативного управления качеством.

СГУПС предлагает методики и инструментальный для промежуточного мониторинга и регистрации результатов работ по автоматическому контролю качества уплотнения балластного слоя рельсового пути и устройство для его осуществления, прибор и программное обеспечение для измерения несущей способности, а также алгоритм для контроля эффективности работы снегоборочных машин.

Специфика работы ОАО «РЖД» подразумевает постоянное обеспечение качества выполняемых работ, иначе это может привести к значительным материальным затратам и человеческим жертвам, поэтому улучшение качества в холдинге предполагает сохранность рабочего состояния техники, экономию топлива, сокращение времени занятия путей.

Ключевые слова: оценка качества работ, путевые и снегоборочные машины, система управления качеством, петля качества, обеспечение качества работ

Для цитирования: Сущность оценки качества работ путевых и снегоборочных машин / А. Д. Абрамов, А. Л. Манаков, В. И. Кочергин, М. А. Семенов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 3 (80). С. 85–92. DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_85.

Original article

The essence of performance assessment of track maintenance and snow removal machines

Andrey D. Abramov¹, Alexey L. Manakov², Victor I. Kochergin³, Mikhail A. Semenov⁴✉

^{1, 2, 3, 4} Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

¹ abramov@stu.ru

² rectorat@sgups.stu.ru

³ vkplus2011@yandex.ru

⁴ MikeSemenov13111996@yandex.ru✉

Abstract. In the track sections, mechanized track sections, and track mechanized stations of Russian Railways, there are practically no developments in the quality management system for the work performed, although the quality of work is one of the most important problems in the smooth and trouble-free operation of railways. Therefore,

it is necessary to define the term 'quality' as it applies to the work of track and snow removal machines. This is especially true given that the wording in the Snow Removal Instructions has changed since 2022. Track machine performance is assessed based on the Instructions for Assessing Track Condition with Track Measuring Instruments and Measures to Ensure Train Traffic Safety after completion of all work, which leads to increased work time if the assessment is unsatisfactory. Negative aspects can be avoided by defining the concept of 'quality' in a comprehensive manner for all technological processes performed by track departments, mechanized track departments, and track mechanized stations.

Track maintenance and repair is a continuous process, and as the information obtained from monitoring is monitored, adjustments may be required to ensure quality, which is the essence of operational quality management.

STU offers methods and tools for interim monitoring and recording of work results for automatic quality control of track ballast compaction, a device for implementing this, a device and software for measuring bearing capacity, and an algorithm for monitoring the efficiency of snow removal machines.

The specific operational nature of Russian Railways requires constant quality assurance, as even the slightest indication of non-compliance can lead to significant material and human losses. Therefore, improving quality within the holding company entails maintaining equipment in good working order, fuel savings, technology compliance, and reducing track occupancy time.

Keywords: performance assessment, track maintenance and snow removal machines, Quality Management System, Quality Loop, work quality assurance

For citation: Abramov A. D., Manakov A. L., Kochergin V. I., Semenov M. A. The essence of performance assessment of track maintenance and snow removal machines. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(80):85–92. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_85.

Введение

Оценка качества выполняемых работ в ОАО «РЖД» является одной из важнейших проблем в бесперебойном и безаварийном функционировании железных дорог. Как ни странно, в подразделениях Российских железных дорог практически нет четких методических указаний по системе управления качеством работ, выполняемых в дистанциях пути, механизированных дистанциях пути и путевых механизированных станциях.

Существует множество разнообразных аспектов понятия «качество». Чтобы наиболее точно отразить требования концепции управления качеством и его оценки применительно к работам, осуществляемым в подразделениях ОАО «РЖД», были проанализированы все подходы к определению данного понятия и отсортированы лишь те, которые подходят к специфике работ дистанций пути, механизированным дистанциям пути и путевым механизированным станциям.

В настоящее время, в соответствии с Инструкцией по снегоборьбе на железных дорогах Российской Федерации [1], введенной с 01.07.2022, решение о необходимости очистки путей от снега и контроль за выполнением мероприятий осуществляют руководители подразделений, без указания требований к очистке и способов оценки качества в правоустанавливающих документах.

Оценка качества работ путевых машин осуществляется методом визуального осмотра и проверки геометрии расположения пути измерительными шаблонами руководителем работ с

последующим проездом вагона-путеизмерителя, а затем по результатам измерения выполняется анализ полученных результатов по балльной шкале в соответствии с Инструкцией № 436/р [2]. В Инструкции приводятся параметры оценки степеней отступлений от норм содержания рельсовой колеи.

В разд. 11 Инструкции приведена количественная и качественная оценка для километров, участков и дистанций, по которой и определяется качество работы подразделений. При неудовлетворительной оценке проведенных работ принимаются меры по устранению выявленных дефектов, что приводит к увеличению затрат на выполнение работ, снижению пропускной способности участка с дефектами, сбоем графика выполнения работ выпровочно-подбивочно-прихваточных машин из-за необходимости повторных работ. Отрицательных аспектов можно избежать, если определить понятие «качество» в целом для всех технологических процессов, выполняемых дистанцией пути, механизированными дистанциями пути и путевыми механизированными станциями.

При оценке качества выполнения работ по подбивке и выправке пути и уборке снега с пути следует исключить человеческий фактор, приблизительное оценивание. Для этого необходимо обеспечить исполнителей четкими требованиями к соответствию качества и приборами для промежуточного контроля проделанной работы, что позволит автоматизировать процесс оценки качества и внесения результатов в автоматизированную систему

управления производственными активами – АСУ ПА ЦДИ.

Материалы и методы исследования

Современные определения понятия «качество» принято объединять в шесть групп [3]. Для работ, выполняемых дистанцией пути, механизированными дистанциями пути и путевыми механизированными станциями, качество можем рассматривать как:

- 1) оценку объема убранного снега или длины очищенных от снега путей, выраженную в единицах измерения, с учетом времени и конкретных условий; оценку количества уплотненных шпал, длины стабилизированного пути; оценку уплотнения балласта;
- 2) результативность процесса;
- 3) соответствие стандартам и нормативам;
- 4) уровень удовлетворения запросов потребителей.

В настоящее время специалисты связывают понятие «качество» с удовлетворением ожиданий и запросов потребителей в отношении услуги (работы). Качество оценивается потребителем и должно быть поставлено в зависимость от его нужд и пожеланий. Такой подход закреплен в международных стандартах ИСО серии 9000: «качество – степень,

с которой совокупность собственных характеристик объекта выполняет требования» [4].

Основные понятия, относящиеся к качеству очистки путей от снега и ремонта пути, в соответствии с версией международных стандартов приведены на рис. 1 [5]. Применительно к процессу очистки путей от снега и ремонта пути качество работ – мера соответствия процесса и результата требованиям потребителей или нормативам, если таковые есть.

Рассмотрение качества в соответствии запросам и нуждам потребителей отражает социально-управленческий подход, следовательно, обеспечение качества – это процесс, которым можно управлять. Управление качеством – базовый термин, а остальные понятия являются его составляющими (рис. 2). Содержание процесса управления качеством можно изобразить в виде схемы (рис. 3) [5].

Концепции управления качеством предлагают широкий спектр принципов, соблюдение которых позволит организации достичь поставленных целей: ориентация на потребителя, вовлечение работников, процессный подход, системный подход, постоянное улучшение, принятие решений, основанное на фактах.

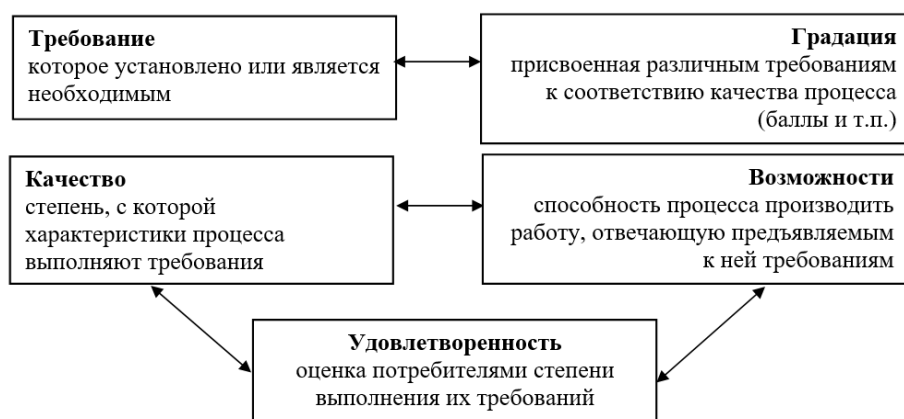


Рис. 1. Характеристики качества

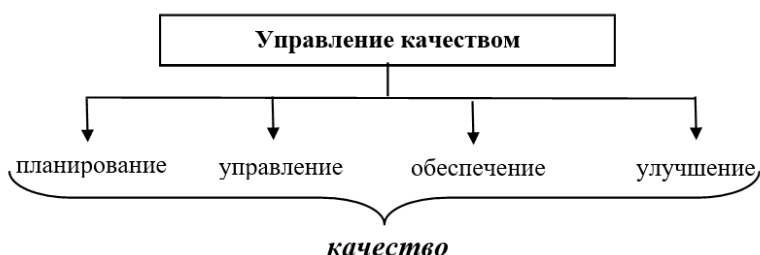


Рис. 2. Составляющие управления качеством

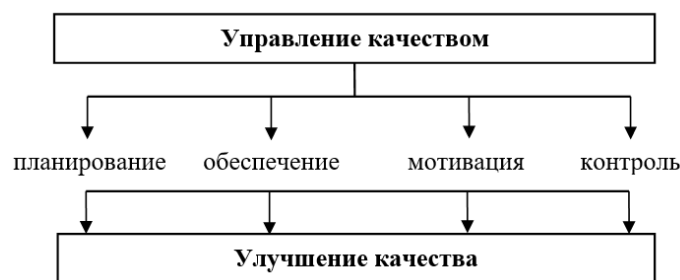


Рис. 3. Взаимосвязь составляющих управления качеством

Ранее сотрудниками Сибирского государственного университета путей сообщения проводились работы по определению качества уплотнения балласта. Был предложен метод контроля плотности щебеночного балласта железнодорожного пути, основанный на регистрации ускорения поверхности балластного слоя при воздействии на него переменной динамической силой, который может быть реализован в автоматизированном режиме с помощью навесного специализированного оборудования для путевой машины Duomatic [6].

Также усовершенствован способ автоматического контроля качества уплотнения балластного слоя рельсового пути и запатентовано устройство для его осуществления, устанавливаемое на динамический стабилизатор пути [7]. Кроме этого, разработан и изготовлен прибор для измерения несущей способности строительного материала и непосредственного балластного слоя. Прибор приспособлен для применения на железнодорожном транспорте и относится к приборам для замера плотности щебеночного основания с возможностью оценки равномерности уплотнения железнодорожного пути [8]. Разработано программное обеспечение «Балласт-1М» для измерения несущей способности строительных материалов при помощи замера ускорения прибора при ударном воздействии. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: фиксация и расчет ускорений ударного воздействия на щебеночный балласт, сохранение результатов испытаний [9].

Данные системы или уже установлены на незначительное количество путевых машин или проходят испытания для последующей оснастки всего парка путевых машин, а мобильные устройства будут предоставлены руководителям работ – это позволит обеспечить контроль качества выполнения работ на всех этапах проведения капитального и среднего

ремонта железнодорожного пути, что, в свою очередь, частично снимет ответственность с руководителей работ, осуществляющих приемку выполненных работ, и позволит предотвратить неудовлетворительные оценки, выставляемые по результатам контрольно-измерительных проездов.

В работе по очистке снега на железнодорожном пути задействуются снегоуборочные машины СМ, ПСС, СДПМ, ПОМ и их модификации. В настоящее время оценка качества выполнения работ и необходимости очистки путей от снега определяется руководителями станций и соответствующих подразделений, расположенных на этих станциях, т. е. человеческим фактором. Ранее в Инструкции по подготовке к работе в зимний период от 22 октября 2013 г. № 2243р были представлены метеорологические явления и действия, которые должны быть обязательно произведены при их возникновении, также были расписаны критерии необходимости отправления в работу машин, что позволяло руководителю, соблюдая требования данного документа, эффективно эксплуатировать снегоуборочные машины. В настоящее время действует другая Инструкция по подготовке к работе в зимний период, вступившая в силу 01.07.2022 № 1733 [1], в ней отсутствует перечень критериев, необходимых для определения качественной уборки железнодорожного пути. Теперь непосредственное решение о необходимости работ принимает руководитель станции и соответствующих подразделений, что привело к снижению эффективности эксплуатации снегоуборочной техники.

Ранее проводились работы по внедрению автоматизированной системы контроля работы специального подвижного состава (АС КРСПС) для оценки эффективности работы снегоуборочных машин, а именно СМ и ПСС. На ее

основании был проведен анализ работы снегоуборочных машин СМ (так как их парк был самым многочисленным на момент проведения работ в 2019–2021 гг. [10]), который показал, что оценивание качества выполнения работ, которое ранее производилось на основании приблизительной оценки бригадой машины количества кубометров убранного снега за смену, было не эффективно. Внедрение системы АС КРСПС позволило предложить более эффективный показатель оценивания качества работ снегоуборочных машин СМ – количество метров очищенного за смену от снега железнодорожного пути. Кроме того, сопоставление показаний количества убранного снега в кубометрах и длины очищенных путей может свидетельствовать о необоснованном применении машины.

По результатам анализа работы машин на основе конкретного предприятия были разработаны эмпирические формулы, позволяющие определить значение показателя за год:

$$L_{\text{год}} = 276\,110 + 9,81V_c + 452,66t_{\text{р.п}} - 9\,001\,365,32h, \quad (1)$$

и за смену:

$$L_{\text{смена}} = 3\,005,3 + 11,54V_c + 139,57t_{\text{р.п}} - 87\,950,27h, \quad (2)$$

где V_c – объем убранного снега, м³; $t_{\text{р.п}}$ – время нахождения машины в рабочем режиме, ч; h – высота снежного покрова, м.

Задействованные в данных формулах показатели позволили на тот момент подтвердить эффективность работы машин с вероятностью 90 % [11].

Проведя анализ работы снегоуборочных машин, указанных выше, за последние пять лет, можно сделать вывод, что подход, примененный при выводе эмпирических формул, был правильным, но в связи с нестабильностью погодных условий и устареванием машин формулы необходимо корректировать по окончании сезона работ и при получении долгосрочного прогноза на зимний период.

Скорректированная формула за год по результатам работы зимой 2025–2026 г. примет вид

$$L_{\text{год}} = 118\,283,6 + 26,2V_c + 428,7t_{\text{р.п}} - 9\,619\,163,9h. \quad (3)$$

Данная формула позволила выполнить анализ качества работы снегоуборочных машин СМ по предприятию за зиму 2025/26 г. и составить прогноз работы машин на следующую зиму. Проведенный анализ работы снегоуборочных машин за 2019–2021 гг. и за

2022–2026 гг. выявил одну и ту же закономерность. Но погрешность выполнения работ изменилась: в раннем периоде на одном предприятии она составляла не более 10 %, на одной станции – не более 3 %, а в более позднем разброс увеличился на одном предприятии до 30 %, на одной станции погрешность также выросла. Данные расхождения можно связать с ранее упомянутой Инструкцией [1], вступившей в силу как раз в 2022 г., в которой вся ответственность за уборку станции и эффективность работы машин возложена на плечи руководящего состава, что вне компетенции последних (отсутствуют аргументы о необходимости уборки/неуборки снега с пути), а это может привести к избыточному использованию машин, когда снегоуборочная машина убирает снег высотой не более 2 см, что в Инструкции 2013 г. не допускалось.

В настоящее время за контроль качества выполненных работ в зимний период ответственен мастер участка, который непосредственно руководит работой машины, также возможен визуальный контроль параметров через систему АС КРСПС, но данные оценки имеют субъективный характер. Анализ данных программы АС КРСПС с применением разработанных эмпирических формул позволит получить ориентир, на основании которого можно оценить качество уборки и проанализировать эффективность использования снегоуборочных машин руководителем подразделения.

Стратегия предприятия в процессе управления качеством должна реализовываться на основе надежной и достоверной информации, обеспечивающей эффективность управленческих решений в процессе очистки путей от снега, реализации стандартов и нормативных актов. Такая информация формируется в разных категориях: качество результата процесса, качество самого процесса и качество деятельности подразделения.

Используя международный опыт в системном управлении качеством процессов, можно сделать заключение, что единая система управления качеством процесса работы снегоочистительной техники и техники по ремонту пути должна подразделяться на две подсистемы управления качеством – процесса и результата. И если подсистема управления качеством результата работ, выполняемых в подразделениях, работает, то подсистема управ-

ления качеством процесса требует корректировки.

Система управления качеством состоит из трех стадий непрерывного цикла: проектирования, обеспечения и мониторинга качества работ. Здесь проектирование качества – это нормативы, которым надо соответствовать; обеспечение качества – соблюдение технологий выполняемых работ; мониторинг – проверка промежуточных результатов с целью недопущения дефектов и аварийных условий.

Результаты исследования

Опыт показывает, что качественная работа может быть выполнена лишь с учетом комплексного исследования запросов потребителей, что иллюстрируется петлей качества – моделью последовательно взаимосвязанных видов деятельности, обеспечивающих качество процесса, в данном случае – работ по очистке путей от снега и работ по ремонту пути на различных этапах модели. Петля качества, составленная для процесса очистки путей от снега, представлена на рис. 4 и состоит из следующих элементов:

1) начало нового сезона по подготовке процесса очистки путей от снега – до 10 апреля проводится анализ работы за прошедший зимний период;

2) разработка плана капитального и среднего ремонта снегоуборочной техники – до 25 апреля;

3) изучение прогнозов по объему предстоящих работ, срокам их начала, уточнение маршрутов. Организация рабочих групп в структурных подразделениях ОАО «РЖД» для оказания помощи и контроля за ходом подготовки к работе в зимних условиях – до 1 июня;

4) подготовка и утверждение комплекса мероприятий по приведению технических средств и технологического оборудования для работы в зимних условиях – до 1 июня. Организуется ремонт снегоуборочной и снегоочистительной техники в соответствии с утвержденным графиком;

5) материально-техническое обеспечение. Разработка мероприятий по подготовке хозяйства к предстоящему зимнему периоду: определяется потребность в машинах, локомотивах, подвижном составе, инвентаре и рабочей силе из расчета очистки и уборки снега со всей железнодорожной станции в установленный срок, планы обеспечения запасом топлива и другими расходными материалами – до 1 июля. Готовность распорядительных документов об образовании рабочих групп и плановых заданий – до 5 июля;

6) кадровое обеспечение: определение требований к уровню исполнителей работ, мониторинг набранного контингента, укомплектованность штата. «Первозимники» должны приступить к обучению не позднее 15 июля и завершить его до 15 октября. Формирование аварийно-восстановительных бригад – до 1 сентября;

7) разработка нормативных актов по осуществлению процесса очистки. Пробный выезд снегоуборочной техники. Готовность плана по снегоборьбе, плана-графика пробных поездок снегоочистителей плужных по закрепленным участкам с целью проверки габарита – до 20 сентября. До 15 октября каждое место выгрузки снега должно быть обозначено работниками дистанции пути;

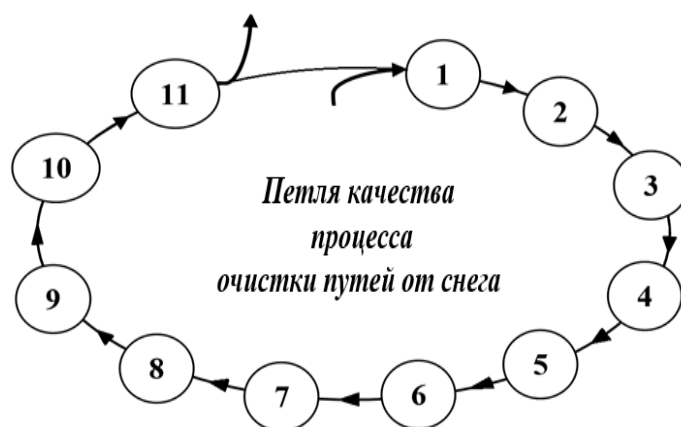


Рис. 4. Модель петли качества процесса очистки путей от снега

8) готовность к работе в зимний период. Завершение всех работ, связанных с подготовкой к работе в зимний период. Выдача свидетельства о готовности к работе в зимний период на железных дорогах первой группы – до 15 октября;

9) работы по очистке путей от снега;

10) контроль качества выполняемых работ, мониторинг профессиональной деятельности работников;

11) начало нового цикла (витка петли качества) работ по очистке путей от снега.

Если на петлю качества по процессу очистки путей от снега наложить стадии непрерывного цикла управления качеством, то получим интегральную модель управления качеством процесса снегоуборки.

Взаимодействие двух последовательных циклов является эффективным в том случае, если после каждого из них петля качества выполненных работ превращается в восходящую спираль, выходящую на новый уровень, закручивающуюся вокруг вектора повышения качества [4].

Контроль над работой специальной техники заключается в постоянном мониторинге измерений, происходящих на путях. Так как процесс

обслуживания и ремонта путей является непрерывным, то по мере поступления новой информации, получаемой в результате осуществления контроля, может потребоваться внесение корректирующих воздействий, что составляет суть оперативного управления.

Выводы

Специфика работы ОАО «РЖД» подразумевает постоянное обеспечение качества выполняемых работ, иначе это может привести к значительным материальным затратам и человеческим жертвам, поэтому улучшение качества в холдинге предполагает сохранность рабочего состояния техники, экономию топлива, соответствие технологии, сокращение времени занятия путей, но не в ущерб качеству. То есть для ОАО «РЖД» улучшение качества работ – оптимизация технологических процессов, бережливое производство и т. п. Если же не будет прогрессивного продвижения, то восходящая спираль превратится в плоскую петлю, а это будет свидетельствовать о холостых оборотах цикла управления качеством, которые не ведут к улучшению качества конечного результата – бережливому производству и росту трудового потенциала работников.

Список источников

1. Инструкция по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы в филиалах и дочерних обществах ОАО «РЖД»: утверждена распоряжением ОАО «РЖД» 01.07.2022 № 1733р: (ред. от 10.03.2025 № 546). Москва, 2022. 126 с.
2. Инструкция по оценке состояния рельсовой колеи путеизмерительными средствами и мерам по обеспечению безопасности движения поездов: утверждена распоряжением ОАО «РЖД» 28.02.2020 № 436р. Москва, 2020. 85 с.
3. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология. Москва: Синтег, 2007. 668 с.
4. Салимова Т. А. Управление качеством: учебник по специальности «Менеджмент организации». Москва: Омега-Л, 2010. 416 с.
5. Новиков Д. А. Структура теории управления социально-экономическими системами // Управление большими системами. 2009. № 24. С. 216–257.
6. Коларж С. А. Повышение качества контроля организационно-технологических процессов уплотнения щебеночного балласта при производстве путевых ремонтно-восстановительных работ: специальность 05.02.22 «Организация производства (транспорт) (технические науки)»: автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук / Коларж Сергей Александрович; Сибирский государственный университет путей сообщения. Новосибирск, 2019. 24 с.
7. The Stabilization Control of the Railroad Track / A. Manakov, A. Abramov, A. Ilinykh [et al.] // Transportation Research Procedia. 2022. Vol. 61 (3). P. 681–690.
8. Патент № 2766826 РФ, МПК E02D 1/02, G01N 3/30. Прибор для измерения несущей способности строительного материала: № 2021103699: заявл. 12.02.2021: опубл. 16.03.2022 / Бехер С. А., Ильиных А. С., Игумнов А. А., Воронцов Д. С., Коларж С. А.; заявитель и правообладатель Сибирский государственный университет путей сообщения.
9. Патент № 2121613337 РФ. Мобильное приложение «Балласт-1М»: № 2021612332: заявл. 20.05.2021: опубл. 05.03.2021 / Бехер С. А., Игумнов А. А., Коларж С. А., Ульяничев И. С.; заявитель и правообладатель Сибирский государственный университет путей сообщения.
10. Абрамов А. Д., Семенов М. А. Повышение эффективности работы снегоуборочной машины типа СМ на основе автоматизированного мониторинга // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2021. № 3 (58). С. 40–49.

11. Абрамов А. Д., Семенов М. А. Повышение эффективности рабочего процесса уборки снега от внедрения мероприятий по оптимизации структуры затрат // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2022. № 2 (54). С. 117–127.

References

1. Instructions for preparation for work in the winter period and organization of snow control in branches and subsidiaries of Russian Railways: approved by order of Russian Railways dated 01.07.2022 No. 1733r (as amended on 10.03.2025 No. 546). Moscow; 2022. 126 p. (In Russ.).
2. Instructions for assessing the condition of the track gauge using track measuring equipment and measures to ensure the safety of train traffic: approved by the order of Russian Railways dated 28.02.2020 No. 436r. Moscow; 2020. 85 p. (In Russ.).
3. Novikov A. M., Novikov D. A. Methodology. Moscow: Sinteg; 2007. 668 p. (In Russ.).
4. Salimova T. A. Quality Management: A Textbook on the Specialty 'Organization Management'. Moscow: Omega-L; 2010. 416 p. (In Russ.).
5. Novikov D. A. Structure of the theory of socio-economic systems management. *Large Systems Management*. 2009;(24):216–257. (In Russ.).
6. Kolarzh S. A. Improving the organizational and technological processes quality control for compacting crushed stone ballast during track repair and restoration work. Specialty 05.02.22 'Organization of Production (Transport) (Engineering Sciences)' abstract for the degree of Candidate of Engineering; Siberian Transport University. Novosibirsk; 2019. 24 p. (In Russ.).
7. Manakov A., Abramov A., Ilinykh A., Bekher S., Igumnov A., Kolarzh S. The Stabilization control of the railroad track. *Transportation Research Procedia*. 2022;61(3):681–690.
8. Russian Federation Patent No. 2766826, IPC E02D 1/02, G01N 3/30. Device for measuring the bearing capacity of building materials / Bekher S. A., Ilinykh A. S., Igumnov A. A., Vorontsov D. S., Kolarzh S. A.; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'Siberian Transport University' (STU) (RU); No. 2021103699; declared 12.02.2021 published 16.03.2022. (In Russ.).
9. Russian Federation Patent No. 2121613337. Mobile application 'Ballast-1M' / Bekher S. A., Igumnov A. A., Kolarzh S. A., Ulyanchev I. S.; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'Siberian Transport University' (STU) (RU); No. 2021612332; declared 20.05.2021; published 05.03.2021. (In Russ.).
10. Abramov A. D., Semenov M. A. Improving the efficiency of the SM-type snow removal machine based on automated monitoring. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2021;(58):40–49. (In Russ.).
11. Abramov A. D., Semenov M. A. Improving the efficiency of the snow removal workflow by implementing measures to optimize the cost structure. *Bulletin of the Ural State Transport University*. 2022;(54):117–127. (In Russ.).

Информация об авторах

А. Д. Абрамов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» Сибирского государственного университета путей сообщения.

А. Л. Манаков – доктор технических наук, доцент, ректор Сибирского государственного университета путей сообщения.

В. И. Кочергин – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» Сибирского государственного университета путей сообщения.

М. А. Семенов – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Information about the authors

A. D. Abramov – Doctor of Engineering, Professor of the Technology of Transport Engineering and Machine Operation Department, Siberian Transport University.

A. L. Manakov – Doctor of Engineering, Associate Professor, Rector of the Siberian Transport University.

V. I. Kochergin – Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor of the Technology of Transport Engineering and Machine Operation Department, Siberian Transport University.

M. A. Semenov – Candidate of Engineering, Senior Lecturer of the Lifting, Transport, Track, Construction and Road Building Machinery Department, Siberian Transport University.

Статья поступила в редакцию 01.07.2026; одобрена после рецензирования 10.09.2026; принята к публикации 11.09.2026.

The article was submitted 01.07.2026; approved after reviewing 10.09.2026; accepted for publication 11.09.2026.