

**ОТЗЫВ  
официального оппонента на диссертацию**

Сычева Петра Вячеславовича

на тему «Совершенствование системы технического обслуживания железнодорожного пути на основе моделирования закономерностей его изменения и автоматизации процессов производства» по специальности 05.22.06 «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Актуальность избранной темы**

Актуальность избранной темы определяется потребностью повышения пропускной и провозной способности железных дорог за счет планового устраниния отступлений от норм содержания рельсовой колеи, которые имеют тенденцию к развитию до неисправности, негативно влияющей на перевозочный процесс и решением задач ресурсосбережения. Избранная тема направлена на реализацию стратегии развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года и проекта «Цифровая железная дорога» с целью повышения конкурентоспособности и эффективности деятельности холдинга ОАО «РЖД» за счет применения прорывных информационных технологий.

Актуальность избранной темы подтверждается также тем, что почти половина от всего объема путевых работ связана с балластом и осуществляется часто вручную. Поэтому автоматизация процесса распределения балласта в строгой и объективной потребности, рассчитанной на основе полученных закономерностей изменения состояния пути позволяет существенным образом экономить балласт и решать задачу снижения доли ручного труда и предотвращения появления неисправностей пути вызывающих ограничение в движении поездов.

Актуальность темы совершенствования системы технического обслуживания железнодорожного пути на основе автоматизации технологического процесса выгрузки и распределения балласта на железнодорожный путь, заключается также в обосновании создания автоматизированной системы управления технологическими процессами технического обслуживания железнодорожного пути (АСУ ТП ТО).

Таким образом, избранная тема актуальна.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Основные положения диссертации Сычева Петра Вячеславовича опубликованы в девятнадцати печатных работах, при этом семь работ в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России по специальности 05.22.06, одна в изданиях, входящих в международную базу цитирования «Scopus» и получено восемь патентов на изобретение и полезную модель.

Сформулированные в диссертации теоретические положения основаны на анализе отечественного и зарубежного опыта в области моделирования процессов изменения состояния железнодорожного пути, адекватному применению теории случайных процессов при анализе показаний вагона путеизмерителя, подтверждены результатами экспериментов и патентами, выданными Федеральным институтом промышленной собственности (ФИПС).

### **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Степень достоверности результатов обусловлена соответствием используемых методов поставленным задачам, а также сходимостью результатов, полученных методом моделирования с результатами экспериментальных исследований и практики эксплуатационной работы и внедрения технических предложений в производство.

Материалы, составляющие диссертационную работу, одобрены АО ВНИИЖТ на секции Ученого совета «Путь и путевое хозяйство и путевые машины» и заседании научно-технического совета научного центра «Путевая инфраструктура и вопросы взаимодействия колесо-рельс», а также в Институте проблем управления (ИПУ) Российской академии наук на международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем»; заседании научно-технического совета АО «Калугаремпутьмаш», на конференциях «Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство» и других конференциях.

Научная новизна работы состоит в получении закономерностей изменения состояния железнодорожного пути на основе построенных и экспериментально обоснованных моделей прогнозирования развития неисправностей рельсовой колеи, и на их основе алгоритмов выявления трендов с учетом корреляции параметров с получением закономерностей изменения состояния железнодорожного пути с разработкой впервые алгоритмов расчета потребного для устранения выявленных и прогнозируемых неисправностей пути объема выгружаемого балласта. Для обеспечения синхронной работы путевых машин и других технических средств, связанных с распределением балласта и выпрямкой железнодорожного пути было впервые проведено исследование по анализу способов синхронизации управления приводом путевых машин, задействованных в системе технического обслуживания пути и разработан алгоритм управления рабочими органами путевых машин для реализации автоматизированного технологического процесса измерения, оценки, прогнозирования неисправностей пути, распределения потребного для устранения этих неисправностей балласта и выработка управляющих воздействий на путь. Научно-обоснованные предложения и технические решения по совершенствованию конструкции технических средств, применяемых в системе технического обслуживания железнодорожного пути и, позволяющие усовершенствовать систему

за счет автоматизации процессов распределения балласта также имеют несомненную новизну и защищены патентами на изобретения и полезную модель.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

Теоретическая и практическая значимость работы обусловлена разработанным в диссертационном исследовании методическим подходом, основанным на применении математического моделирования и экспериментальных исследований, позволяющих получать практически полезные технические решения по разработке подкладок для стрелочных переводов нового поколения. Значимость полученных автором результатов основана на применении современных теорий и алгоритмов гауссовских композиционных моделей, алгоритмов Лукаса –Канаде, цензурированных выборок, физико –математического анализа плотности и классификации распределения показаний вагона-путеизмерителя как случайной величины с разработкой метода их восстановления, позволивших получить математические модели адекватно, описывающие развитие неисправности рельсовой колеи по показаниям вагона путеизмерителя и рассчитать объем потребного для заданных или плановых величин подъемок и сдвижек пути балласта, научно обосновав возможность создания АСУ ТП в путевом хозяйстве и модернизировать технические средства распределения балласта в путь, управляемые автоматически по построенным моделям и алгоритмам, исключающие влияние человеческого фактора на принятие решений и защищенные патентами на изобретения и полезные модели.

На основе результатов исследований внесены изменения в конструкторскую документацию, серийно выпускаемого хоппер-дозатора ВПМ 770, позволяющие модернизировать процесс распределения балласта с существенной экономией балластных материалов.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами, заключения, списка литературы и приложений. Полный объем диссертации составляет 212 страниц, в том числе 183 страниц основного текста, 7 таблиц, 47 рисунков, список использованной литературы, включающий 229 наименований на 12 страницах, 8 приложений на 61 странице.

Во введении обоснована актуальность работы.

В первой главе проанализирован отечественный и зарубежный опыт по совершенствованию системы технического обслуживания железнодорожного пути на основе автоматизации управления ее технологическими процессами выполнен в первой главе, и обоснована возможность создания автоматизированной системы управления технологическими процессами технического обслуживания,

разработана структурная схема автоматизации управления технологическим процессом выгрузки и распределения балласта и выправки и подъемки пути. Проведен анализ технических средств, применяемых при техническом обслуживании железнодорожного пути, разработаны алгоритм расчета объема выгружаемого щебня для выполнения планово-предупредительных выправок пути и пооперационная, технологическая и структурная схемы АСУ технологическими процессами технического обслуживания железнодорожного пути.

Во второй главе решена задача формирования информационной базы о состоянии железнодорожного пути по показаниям путеизмерительных вагонов и проведен анализ предшествующих работ по прогнозированию изменения технического состояния железнодорожного пути и подтверждено, что сформированная по показаниям вагона путеизмерителя информационная матрица подчиняется нормальному закону распределения, однако для оценки совокупности измерений в предлагаемом автором кластерном пространстве с учетом объема выполняемых в процессе эксплуатации путевых работ закон распределения неизвестен и потому в работе проведено восстановление плотности распределения исходных данных, получаемых в процессе эксплуатации железнодорожного пути с помощью известного модифицированного ЕМ-алгоритма, решающей стандартную задачу восстановления смеси гауссовых распределений и получено, что для решения поставленных задач допустимо принять Бета распределение. С целью снижения влияния случайной составляющей на оценку прогноза моделей матрицу наблюдений в работе проанализирована целесообразность предварительной фильтрации сформированной матрицы показаний вагона путеизмерителя, в частности, фильтр Калмана, а модели прогнозирования строить на основе цензурированных выборок, разработав алгоритм работы моделей прогнозирования неисправностей железнодорожного пути в условиях неполной информации.

В третьей главе экспериментально – расчетным путем подтверждены теоретические исследования, приведенные во второй главе на выбранных участках железнодорожного пути с разными техническими и эксплуатационными характеристиками, информация о которых выбиралась из системы баз данных путевого хозяйства (ЕКАСУИ).

В четвертой главе разработаны научно-обоснованные требования и технические предложения по модернизации путевых машин и средств механизации, применяемых в системе технического обслуживания железнодорожного пути при работе с балластом, защищенные патентами на изобретения и полезную модель. Разработан алгоритм автоматизации выгрузки рассчитываемого объема. Проведена классификация способов синхронизации привода элементов управления хоппер-дозаторов и машины типа ВПР в заданное положение. Разработаны предложения по синхронной работе хоппер-дозатора ВПМ 770 и машины ВПР с микропроцессорной системой выправки и рихтовки и точной привязкой к их местоположению на основе

анализа и классификации способов синхронизации приводов элементов управления сложными системами. Экспериментальная проверка работоспособности совместной работы хоппер-дозатора ВПМ-770 и машины ВПР-02М с микропроцессорной системой управления рабочими органами подтвердила достижение экономического эффекта за счет экономии щебня до 50%.

Следует отметить, что работа имеет завершенный характер, выводы обоснованы проведенными исследованиями. Перспективой дальнейшей разработки темы диссертационного исследования является совершенствование системы управления техническим обслуживанием железнодорожного пути на основе автоматизации других технологических процессов. При этом могут быть использованы подходы и методы, разработанные в данной диссертации.

### **Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

Диссертационная работа, представленная П.В. Сычевым, посвящена актуальной и важной для практики путевого хозяйства теме – совершенствованию системы технического обслуживания железнодорожного пути на основе автоматизации технологических процессов путевых работ. Следует отметить сложность достижения поставленной цели, потому что автоматизировать управление технологическими процессами в путевом хозяйстве при отсутствии подготовленных к автоматизации средств механизации, особенно при работе с балластом, требует глубоких исследований по совершенствованию этих технических средств. И то обстоятельство, что автором получено восемь патентов на изобретения по этому направлению и как следует из анализа его публикаций в РИНЦ после начала оформления диссертации еще два патента, говорит о глубокой проработке темы и больших перспективах. Направление исследований, взятое автором, является очень важным, так как формирует условия для совершенствования системы технического обслуживания железнодорожного пути.

В качестве недостатков можно отметить, что автор много внимания уделяет сложным моделям прогнозирования, но в конечном итоге приходит к практическому использованию моделей, построенных на классических статистических методах.

Возможно, следовало бы показать сокращение затрат на тягу при использовании рекомендуемых решений.

Отдельную главу можно было бы посвятить прогнозным моделям для описания состояния пути на среднесрочном интервале планирования работ.

Непонятно почему статью в изданиях: Путь и путевое хозяйство в 2019 г. №1 и №2 и Научно - информационный сборник. Транспорт: наука, техника, управление за 2019 № 4 автор включил в прочие издания, хотя они рекомендованы действующим перечнем ВАК.

Указанные выше замечания не влияют на научную новизну, основные выводы и рекомендации, а также в целом на качество исследования.

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Содержание автореферата соответствует тексту диссертации и отражает основные теоретические положения и практические выводы работы. Основные положения диссертации опубликованы в девятнадцати печатных работах, в том числе семь в изданиях, рекомендованных действующим перечнем ВАК России, один в изданиях, входящих в международную базу цитирования «Scopus» и восьми патентов на изобретения

### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Диссертация и автореферат Сычева Петра Вячеславовича полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации.

Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. - 2012.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14**

Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по п.10: Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся рекомендации по использованию научных выводов, полученных в ходе диссертационного исследования.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями. по п.11: Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. по п.14: В диссертации соискатель ученой степени ссылается на авторов и источник заимствования материалов или отдельных результатов.

При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени отметил в диссертации это обстоятельство.

Диссертация Сычева Петра Вячеславовича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует

требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 - Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог.

Официальный оппонент,  
Макаров Алексей Владимирович,  
Кандидат технических наук  
05.22.06 – Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных  
дорог,  
129626, Россия, Москва, 3-я Мытищинская д.10  
Тел. 8 (499)260-41-11, доб.3-46-20, E-mail [info@vniizht.ru](mailto:info@vniizht.ru)  
АО «ВНИИЖТ» (акционерное общество «Научно-исследовательский институт  
железнодорожного транспорта»)  
Научный центр «Путевая инфраструктура и вопросы взаимодействия колесо-  
рельс»  
Заместитель директора научного центра-начальник отдела



А.В. Макаров

Подпись Макарова А.В. заверяю

