

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора ФГБОУ ВО

«Самарский государственный
университет путей сообщения»

Романова П. Б.



И.о. ректора _____ 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» на диссертационную работу **«Совершенствование системы поддержки жизненного цикла локомотивов»**, представленную **Мухиным Олегом Олеговичем** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» (технические науки).

1. Актуальность темы диссертации

Большинство лидирующих железнодорожных компаний мира, владельцев подвижного состава, отдали предпочтение планово-предупредительной системе ремонта, установленной целью которой согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники» является предотвращение прогрессивно нарастающего износа, предупреждение аварий и поддержание оборудования в постоянной готовности к работе. В локомотивном комплексе России в качестве эшелонов технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава выступают сервисные предприятия группы ООО «ЛокоТех-Сервис», ООО «СТМ-Сервис», АО «Милорем», локомотиворемонтные заводы АО «Милорем», АО «Желдорремаш» и другие предприятия, их уровень технической оснащенности и готовности с каждым годом продолжает возрастать.

В процессе организации такой системы существует ряд негативных факторов, влияющих на качество ремонта и обслуживания технических средств, за которыми осуществлен всевозможный контроль. В первую очередь на качество оказывают влияние организация и точность планирования деятельности локомотивных предприятий, что не всегда удается обеспечить на высоком уровне.

Сегодня в промышленной отрасли страны широко используется новая форма государственно-частного партнерства, именуемая контрактом жизненного цикла. Новая концепция применена и в локомотивном секторе. Самым главным отличием нововведения является то, что поставщики и изготовители тягового подвижного

состава и его комплектующих обязаны принимать участие в обеспечении поддержки жизненного цикла поставляемой продукции на всем ее сроке службы путем постоянного совершенствования и доработки для достижения заданных показателей надежности и эксплуатации.

Таким образом, актуальность избранного Мухиным Олегом Олеговичем направления исследования не вызывает сомнений и обусловлено необходимостью обеспечения более ритмичной работы локомотивных предприятий в условиях поставки локомотивов на основе контракта жизненного цикла за счет применения усовершенствованных моделей и методов планирования жизненного цикла с учетом влияния технико-технологических, сезонных и случайных факторов, неисправностей узлов и модернизаций. Выбранное направление диссертации совпадает с планами развития локомотивного хозяйства ОАО «РЖД», изложенными в разделе 10 «Стратегии развития транспортного машиностроения Российской Федерации до 2030 года».

2. Новизна исследования, результатов, выводов и рекомендаций

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- автором разработана математическая модель прогнозирования пробега локомотивов с учетом влияния технико-технологических, сезонных и случайных факторов;
- на основе математической модели предложен метод планирования ремонтов локомотивов на краткосрочный и долгосрочный периоды;
- разработана математическая модель планирования жизненного цикла локомотивов с учетом влияния модернизаций узлов и оборудования.

3. Практическая значимость предложенных решений

Выполненная соискателем работа имеет важное практическое значение для локомотивного хозяйства. Результаты, полученные по предложенному методу планирования ремонтов локомотивов, позволят:

- определить потребность в количестве ремонтных работ на всем сроке службы локомотива и распределить ремонты между основными сервисными локомотивными депо, что снизит непроизводительный простой парка в ожидании ремонта и поспособствует обеспечению заданного коэффициента готовности к эксплуатации;
- спланировать потребность объемов оборотного фонда линейного оборудования, что позволит снизить длительный простой локомотивов на ремонте и повысить его качество;
- выполнить расчет стоимости жизненного цикла локомотивного парка на всем сроке службы, что позволит спланировать бюджет по всем сценариям прогноза.

В условиях планово-предупредительной системы ремонта метод может быть также применен к иному рельсовому или безрельсовому транспорту, для которого межремонтный период нормирован пробегом.

Для упрощения расчета по предложенному методу автором разработано программное обеспечение АСПР (автоматизированная система планирования ремонтов локомотивов). Метод и АСПР приняты в работу Дальневосточной дирекции тяги ОАО «РЖД» и гарантийного центра «Дальневосточный» ООО «ПК «НЭВЗ».

Для проверки адекватности модели планирования жизненного цикла локомотивов с учетом влияния модернизаций узлов и оборудования автором предложены технические решения по повышению надежности защелки главного выключателя ВБО-25-20/630 и силовой шины выпрямительно-инверторного преобразователя ВИП-4000-2М, последнее принято в работу заводом изготовителем ООО «ПК «НЭВЗ» и внедрено в конструкцию новых электровозов.

4. Обоснованность и достоверность научных положений и результатов

Для достижения цели исследования соискатель корректно использует метод спектрального сингулярного анализа и прогнозирования временных рядов, реализует математическую модель в общезыковой исполняющей среде программирования *Common Language Runtime* на базе платформы *.NET Framework 4.5* на языке C++.

Сравнение полученных результатов по математической модели прогнозирования пробега с результатами специализированной программы подтверждает ее адекватность и достоверность.

Эффективность предложенного метода подтверждается в сравнении результатов планирования ремонтов с фактическими данными информационных систем о постановки локомотивов на ремонт.

Достоверность модели планирования подтверждена на примерах влияния существующих модернизаций узлов и оборудования на пробег электровозов, а также на примере модернизаций, предложенных соискателем.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

В первой главе автором проведен обзор структуры системы поддержки жизненного цикла. Рассмотрен мировой опыт применения концепции контракта жизненного цикла. Проведен анализ научных трудов, направленных на совершенствование системы поддержки жизненного цикла локомотивов.

Вторая глава включает в себя результаты разработки математической модели прогнозирования пробега с учетом влияния различных факторов, а также усовершенствованного метода планирования программы ремонта на долгосрочный и краткосрочный периоды.

В третьей главе автором выполнена оценка влияния на пробег непроизводительного простоя, предложена модель планирования жизненного цикла с учетом проводимых модернизации узлов и оборудования, в условиях поставки локомотивов на основе контракта жизненного цикла.

Четвертая глава посвящена разработке комплекса мероприятий, направленных на поддержку жизненного цикла электровозов.

Приложение 1 содержит математическую модель прогнозирования пробега локомотивов, разработанную на языке программирования C++.

Приложение 2 содержит акт внедрения результатов исследования механических воздействий на силовые шины выпрямительно-инверторного преобразователя, а также извещение завода изготовителя о внесении изменений в конструкцию электровозов серии 2(3, 4)ЭС5К согласно предложенному техническому решению.

Приложение 3 содержит акты внедрения метода планирования программы ремонта локомотивов на основе разработанной математической модели.

Приложение 4 содержит свидетельство о государственной регистрации программы для спектрального сингулярного анализа и прогнозирования временных рядов.

Апробация и публикации основных результатов исследования охватывают период от 2019 по 2022 годы. Результаты диссертационной работы получили необходимую апробацию, о чем свидетельствуют выступления автора на международных, краевых научно-практических конференциях и научно-технических семинарах. Темы публикаций и докладов относятся к теме диссертации и в достаточном объеме раскрывают суть исследования.

Содержание диссертационной работы изложено в 12-и научных работах, из них 6 статей в отраслевых журналах и трудах научных конференций, 5 статей в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки Российской Федерации, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для электронных вычислительных машин, что соответствует требованию п. 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Представленная диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, является законченной научно-квалификационной работой. Структура и оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011.

6. Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В диссертации отмечается ряд орфографических, пунктуационных ошибок и опечаток. Как пример, на стр. 98 при оценке влияния непроизводительного простоя локомотивов на пробег максимальная и минимальная скорости определяются как V_{\max}

$= 644,293 / 24 = 16,183$ км/ч и $V_{\min} = 388,401 / 24 = 26,846$ км/ч, а должно быть $V_{\max} = 26,846$ км/ч, $V_{\min} = 16,183$ км/ч.

2. На рисунках 4.6–4.11, 4.15–4.20 представлены графики концентрации напряжения в конструкции токоведущей шины выпрямительно-инверторного преобразователя при различных вибрационных нагрузках (частота и виброускорение). Для наглядного сравнения результатов расчета стоило также представить итоговый график зависимости напряжения на шине и частоты колебания.

3. Не совсем понятна формулировка и трактовка такого выражения, как "конфигурация электрического монтажа электровоза". Следовало бы более четко описать предлагаемый и внедренный вариант конструкции силовых шин, целью совершенствования которого стало уменьшение негативных механических воздействий.

4. Почему по мнению автора метод спектрального сингулярного анализа и прогнозирования временных рядов в наибольшей степени подходит для прогнозирования пробега локомотивов? Рассматривались ли какие-либо другие методы?

5. Чем, по мнению автора, объясняется применение метода спектрального сингулярного анализа для задач прогнозирования пробегов локомотивов? Автором рассматривались какие-либо альтернативные методы?

6. В тексте автореферата на стр. 8, 12, 18 и пункте 5 заключения по работе говорится о том, что "на языке C++ разработана и предложена математическая модель", корректнее было бы указать, как и в других главах исследования, что модель и алгоритм реализованы на языке C++.

7. Почему верификация полученных результатов математической модели, а именно таких параметров, как ошибка прогноза и точность прогноза, выполнялась при помощи специализированной программы *CaterpillarSSA*?

8. В целях нахождения оставшегося количества суток до наступления межремонтного пробега выполнялась аппроксимация полученных данных при помощи полинома второго порядка, чем обусловлен выбор указанного порядка и вырастет ли точность прогноза за счет увеличения порядка полинома?

9. С чем связано наличие в динамики пробега локомотивного парка сезонных и случайных колебаний?

10. Каким образом в математической модели прогнозирования среднесуточного, линейного пробегов происходит учет влияния технико-технологических, сезонных и случайных факторов?

11. На стр. 103 (рисунок 3.3) представлены результаты оценки влияния неисправностей оборудования на пробег электровозов. Что понимается под «прочими административными причинами и нарушениями»?

Отмеченные замечания не оказывают существенного влияния на основные научные и прикладные результаты диссертационной работы и ее безусловную положительную оценку.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Мухина Олега Олеговича по степени научной новизны, практической ценности и объему выполненных исследований соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

Отзыв рассмотрен и единогласно одобрен на расширенном заседании кафедры «Электрический транспорт» ФГБОУ ВО СамГУПС, протокол № 4 от 10 ноября 2022 года.

Заведующий кафедрой
«Электрический транспорт»
Кандидат технических наук, доцент

Шепелин Павел Викторович

Справочные данные:

Шепелин Павел Викторович, кандидат технических наук, доцент,
Зав.кафедрой «ЭТ» ФГБОУ ВО СамГУПС
Адрес организации: 443066, г. Самара, ул. Свободы, д. 2 А
Телефон кафедры: 8-846-255-68-61
e-mail: shepelin@samgups.ru

Подпись <i>Шепелин П.В.</i>	
ЗАВЕРЯЮ	
Ведущий специалист по персоналу ОК СамГУПС <i>Игорь Иванович</i>	