

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор РУТ (МИИТ),
кандидат философских наук

_____ В.С.Тимонин

«16» _____ 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта»
на диссертацию **Андрюкова Александра Владимировича**
«Методика оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на контактной сети»,
представленную 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 исследования

Холдинг ОАО «Российские железные дороги» – одна из крупных бизнес-систем России, которая обладает высоким потенциалом с целью повышения эффективности удовлетворения растущего спроса на транспортные услуги как внутри страны, так и за рубежом. Достижение всего вышесказанного недопустимо без обеспечения высокого уровня безопасности и надежности перевозочного процесса на участках железных дорог.

Методология по Управлению ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла (УРРАН) учитывает, что управление безопасностью функционирования элементов контактной сети на железнодорожном транспорте осуществляется на основе управления рисками. Для обеспечения безопасности движения поездов на участках контактной сети, специалисты проводят анализ риска с учетом статистических данных об отказах устройств контактной сети вследствие образования гололеда, происходивших за определенный период времени.

Наибольшее количество отказов на контактной сети (КС) происходит не только из-за недостатков в эксплуатационной работе. Значительная часть нарушений связана с внешним фактором – окружающая среда. Гололед значительно повышает нагрузку на провода и опоры, особенно в тех случаях, когда

он сопровождается сильным ветром. Кроме того, гололед на контактном проводе может создать значительные затруднения в процессе токосъема, вызывая образование электрической дуги в точке соприкосновения «полоз токоприемника – контактный провод». Нарушения контакта из-за гололедообразования между проводом и токоприемником приводят к нарушению непрерывности тягового усилия и могут вызывать повреждения электрооборудования подвижного состава вследствие возникновения значительных внутренних перенапряжений.

Существующие районы гололедообразования, указанные в справочной литературе, зависят от фактических значений толщины стенки гололеда, зафиксированных в процессе эксплуатации за последние 10 лет.

Тема исследования соответствует актуальным направлениям научно-технологического развития ОАО «РЖД» – разработка методики оценки риска по обеспечению безопасности бесперебойного движения поездов при гололедообразовании на проектируемых участках железнодорожных магистралей.

2. Значимость полученных результатов для развития отрасли соответствующей отрасли науки

Результаты и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования Андрюкова А.В., могут быть использованы для проектирования скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей.

В работе предложены решения, направленные на разработку методики оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на участках контактной сети:

- приведена статистическая оценка отказов устройств контактной сети вследствие образования гололеда, которая будет являться основой для разработки методики оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на участках контактной сети в сложных метеорологических условиях;

- разработана математическая многофакторная модель в виде марковского процесса по оценке риска отказов контактной сети из-за гололедообразования;

- разработана матрица, которая позволяет ранжировать и отражать риск возникновения гололеда на участках железнодорожных магистралей и будет являться инструментом для принятия решения при проектировании железнодорожных магистралей в части выбора элементов контактной сети;

- разработана и внедрена программа для ЭВМ под названием «Определение риска гололедообразования на участке контактной сети», в которой реализовано построение матрицы рисков;

– разработан алгоритм управления рискам из-за гололедообразования на участках контактной сети, обеспечивающий бесперебойное движение поездов в сложных метеорологических условиях.

3. Оценка структуры и содержания диссертации

Диссертация «Методика оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на контактной сети» состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 4 приложений. Объем основного текста составляет 115 страниц, включая 11 таблиц и 44 рисунков. Список литературы содержит 125 наименования. Диссертация оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Во **введении** обосновывается актуальность темы, степень ее разработанности. Представлены цель, направления и задачи исследования, а также описываются методические и теоретические основы. Сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертации, методология и методы исследования, приведены положения, выносимые на защиту, а также сведения по апробации и степени достоверности результатов исследования.

В **первой главе** проведен анализ надежности и отказов устройств контактной сети. Приведена статистическая оценка отказов устройств контактной сети по причине гололедообразования в виде диаграммы и процентного соотношения. Представлена графическая интерпретация рисков по отказам устройств контактной сети вследствие образования гололеда, описывающая необходимые мероприятия для оценки риска гололедообразования на участках железных дорог.

Во **второй главе** была разработана математическая многофакторная модель процесса отказов устройств контактной сети по причине гололедообразования. Предложенная модель позволяет определить вероятность безотказной работы всей системы и оценить риск появления гололеда на участке контактной сети, где потребуется планирование мероприятий по предупреждению гололедообразования.

В **третьей главе** разработана матрица для оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на участке контактной сети и произведено описание методов ее формирования, выбора масштабов и конечных значений шкал рисков, частот и последствий, а также вспомогательных элементов.

Определен перечень критических нежелательных последствий для системы токосъема на основании статистических данных об отказах ее элементов и

продолжительности устранения этих последствий при гололедообразовании. Сформированы шкалы частот и последствий по обеспечению безопасности движения поездов при гололеде на участках железнодорожной магистрали. Определены минимальные и максимальные значения частоты и удельного размера последствий для выборки на интервале наблюдения за 1 год.

В четвертой главе был разработан алгоритм управления рисками гололедообразования на участках контактной сети для обеспечения движения поездов. Результатом выполнения основных этапов разработанного алгоритма управления рисками из-за гололедообразования является принятие решения, направленного на применение мероприятий по предупреждению гололедообразования на исследуемом участке железнодорожной магистрали с учетом результатов и величины риска.

4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов проведенных исследований

Достоверность результатов исследования обоснована высокой сходимостью результатов расчета математической модели на основе статистических данных в программном обеспечении *Matlab/Simulink*.

Обоснованность результатов диссертационного исследования достигается базированием на строго доказанных и корректно используемых выводах фундаментальных и прикладных наук, таких как математический анализ, теория вероятностей, математическая статистика.

5. Новизна и достоверность полученных результатов

Новизна и достоверность полученных результатов заключается в следующем:

1. Разработана математическая многофакторная модель в виде марковского процесса, которая позволяет спрогнозировать возникновение отказа на участке контактной сети и оценить риск по обеспечению безопасности движения поездов.

2. Разработана матрица, позволяющая ранжировать и отражать риск по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на различных участках контактной сети во всех климатических районах. Предложенная матрица отличается тем, что станет инструментом для принятия решения при проектировании железнодорожных магистралей в части выбора оборудования контактной сети.

3. Разработан алгоритм управления рисками из-за гололедообразования на участках контактной сети для обеспечения бесперебойного движения поездов в сложных метеорологических условиях, отличающийся тем, что на его основе становится возможным составить план по предупреждению и предотвращению гололедообразования и не допустить задержку поездов.

6. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Диссертация Андрюкова Александра Владимировича на тему «Методика оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на контактной сети» соответствует паспорту научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), а именно пункту 10 – «Взаимодействие токоприемников электроподвижного состава и контактных подвесок. Системы контактных подвесок и токоприемников, устройства и материалы, повышающие надежность, работоспособность системы токосъема, в том числе в условиях скоростного и высокоскоростного движения» и теме диссертации.

Текст диссертации написан автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выносимые на защиту, свидетельствующие о личном вкладе Андрюкова Александра Владимировича в науку.

7. Соответствие диссертации требованиям пунктов 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

Полученные научные результаты используются на практике, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями. Всего опубликовано 5 работ, из них 3 – в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, 2 – в других изданиях.

В диссертации имеются ссылки на источники заимствованных материалов, результаты научных работ, выполненных Андрюковым А.В. лично, а также в соавторстве.

Аннотация соответствует содержанию диссертации. Публикации автора отражают основные результаты исследования.

8. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Предлагаемая методика оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании, разработанная на основе риск-анализа, рекомендуется к использованию при проектировании новых участков контактной сети железнодорожных магистралей, в том числе в условиях скоростного и высокоскоростного движения поездов.

На основании выводов, полученных в ходе диссертационного исследования, рекомендовано при недопустимом уровне риска повреждения контактных подвесок использовать комплект программно-технического комплекса АИСКГН «БЛАЙС» для раннего обнаружения образования гололеда на контактной сети, а также наносить на контактный провод во время эксплуатации вещество Defroster RW с целью предотвращения гололедообразования.

Для рассматриваемых в диссертации участках железнодорожных магистралей рекомендован пересмотр температурных режимов во втором гололедном районе, их учет при проектировании и дальнейшей эксплуатации контактной сети. Это даст возможность оценивать необходимость модернизации инфраструктуры и более точно обосновывать экономические затраты на проект.

9. Замечания по диссертации

1. В первой главе диссертации на рисунке 1.13 осталось не ясным, для чего соискатель приводит «ABC-анализ», так как он указывается только в граничных значениях.

2. Во второй главе диссертации требует пояснения, как граф состояний и переходов контактной сети в состояние отказа, при наличии гололедообразования (рисунок 2.10), отражает виды состояния контактной сети (рисунок 2.9).

3. На рисунке 2.13 соискатель представил решение системы дифференциального уравнения по определению вероятности отказа в виде графика функции надежности. Как определялась финальная вероятность отказа, при условии гололедообразования, по графику функции надежности, если в математической модели на рисунке 2.12 не рассматривается неработоспособное состояние?

4. В третьей главе диссертации требует пояснения количественное соотношение «шкалы частот» и «шкалы последствий», приведенных в таблицах 3.6 и 3.7. Частот приведено «7», а последствий - «5». Но в описании и на рисунке 3.3 матрица симметрично-квадратная.

5. В третьей главе диссертации при разработке матрицы риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании интервал на-

блюдения составляет всего один год. Ранее в первых двух главах все исследования на участке контактной сети проводились за 2019-2022 года. Почему так?

6. В четвертой главе диссертации соискатель говорит, что наиболее эффективным способом обнаружения гололедообразования при недопустимом уровне риска является термодинамический метод. Тогда какие мероприятия нужно применять при «нежелательном» или «недопустимом» уровне риска?

Отмеченные замечания не снижают значимость полученных соискателем результатов и общего положительного впечатления о диссертации.

10. Заключение

Диссертация Андрюкова Александра Владимировича «Методика оценки риска по обеспечению безопасности движения поездов при гололедообразовании на контактной сети» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на повышение надежности устройств контактной сети на участках железнодорожных магистралей, где требуется исключить гололедообразования, имеющие существенное значение для развития страны. По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности диссертация соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Андрюков Александр Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

Заключение принято на заседании кафедры «Электроэнергетика транспорта» РУТ (МИИТ)», протокол № 22, от 8 мая 2024 г.

Заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта»

доктор технических наук, доцент

Шевлюгин Максим Валерьевич

8 мая 2024 г.

Адрес: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр. 9

Телефон: +7 (495) 600-63-20

E-mail: mx_sh@mail.ru