

## УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ И РИСКОМ В ХОЗЯЙСТВЕ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

**ТРИШИН Никита Алексеевич**, инженер производственно-технического отдела;  
e-mail: new3tion@yandex.com

Мурманская дистанция сигнализации, централизации и блокировки, Мурманск

Статья посвящена исследованию систем управления надежностью и риском в ОАО «РЖД» с учетом специфики хозяйства автоматики и телемеханики. По данной теме автор проводит обзор нормативной базы (отечественной и зарубежной), затрагивая проблемы ее гармонизации и правильной адаптации внутри компании. Рассмотрено положение дел по автоматизации процессов управления надежностью и риском, что реализовано в нескольких корпоративных автоматизированных системах: АС УРРАН, АС АНШ, ЕКП УРРАН-Ш, АС АНПШ, ЕК АСУИ ФА, АС ФА. Сравнительный анализ этих систем позволил определить основные направления их совершенствования в целях поддержания достоверности, актуальности и значимости обрабатываемой информации. Несмотря на множество способов моделирования событий, которые могут повлечь за собой нарушение безопасности перевозочного процесса, в статье рассмотрен один из них — создание древовидной структуры вероятных событий, имеющих между собой последовательную связь. Автор считает, что применение этого способа на практике позволит установить типовые тенденции возникновения подобных случаев. Это положительным образом отразится на качестве прогнозной аналитики в компании и улучшит уже существующий риск-ориентированный подход. Кроме того, предлагается переосмысленный способ определения и наглядного представления уровня риска задержек поездов, вызванных по причине отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Центральное место здесь занимают тепловые карты риска и его составляющих.

**Ключевые слова:** безопасность, надежность, отказ, риск, тепловая карта, факторный анализ, хозяйство автоматики и телемеханики

DOI: 10.20295/2412-9186-2024-10-03-227-245

### ▼ Введение

Железные дороги являются неотъемлемой частью транспортной системы Российской Федерации. Последствия от допущенных на них событий, связанных с нарушением безопасности движения поездов, часто значительны. По этой причине не теряют своей актуальности вопросы определения и поддержания необходимого уровня надежности функционирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (далее — ЖАТ), а также формирования системы управления возникающими на железнодорожном транспорте факторами рисков.

В настоящее время продолжается работа по совершенствованию систем ЖАТ, поскольку в случае нарушения их работоспособного состояния могут возникнуть нежелательные последствия разной степени тяжести. Осознание этого мотивирует руководящий состав компании ОАО «РЖД» выделять приоритет-

ные направления и принимать решения, направленные на снижение риска возникновения недопустимых событий.

Фактическое состояние устройств ЖАТ описывается большим количеством информации, регистрируемой разными способами. Ее анализ позволяет судить о текущем и прогнозном влиянии эксплуатируемых устройств на безопасность перевозочного процесса. В области прогнозной аналитики широкое применение нашли методы теорий вероятностей и математической статистики, надежности, управления рисками и другие, что закреплено в соответствующих нормативных и методологических документах компании ОАО «РЖД». Эти методы в первую очередь помогают обоснованно определить общие и частные факторы, оказывающие решающее влияние на деятельность компании. Ярким примером служит методология УРРАН [1–9], являющаяся адаптацией зарубежных

стандартов, затрагивающих вопросы обеспечения безотказности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (reliability, availability, maintainability и safety соответственно). В странах Европы принято называть данные четыре показателя акронимом RAMS [10]. Их применение на железнодорожном транспорте довольно детально представлено в работах европейских ученых [11–18]. Математические выражения для расчета показателей безотказности, готовности и ремонтпригодности приведены в стандарте Международной электротехнической комиссии (далее — МЭК) 61703, впервые опубликованном в 2001 году. Актуальная на сегодняшний день редакция этого стандарта действует с 2016 года.

Показатели RAMS являются составными элементами собирательного понятия «надежность» (dependability) согласно терминологии стандарта МЭК 60050-192. Важная роль именно этих составляющих подчеркнута в стандарте BS EN 50126, который разработан Британским институтом стандартов совместно с Европейским комитетом по стандартизации и опубликован впервые в 1999 году (рис. 1). В целях широкого распространения на международном уровне основных положений RAMS в 2002 году опубликован стандарт МЭК 62278. По состоянию дел на сегодня стандарт не утратил своей силы. 26 января 2024 года выполнена его актуализация с разделением

на две части: «Общие положения» и «Системный подход к безопасности», подобно стандарту BS EN 50126 в редакции, действующей с 2017 года.

Существенный вклад в управление надежностью также вносит серия стандартов МЭК 60300. Общие положения, закрепленные в первой части этой серии, были актуализированы и опубликованы 11 июня 2024 года.

Что касается отечественной методологии, только применительно к хозяйству автоматики и телемеханики на основе УРРАН выполнена разработка 12 корпоративных стандартов и утверждено более 20 различных методик, в том числе по результатам научных изысканий К. Д. Хромушкина (2011 год) [19], И. А. Журавлева (2013 год) [20], А. М. Замышляева (2013 год) [21], Д. В. Солдатов (2018 год) [22], В. С. Дорохова (2020 год) [23], А. С. Веселовой (2020 год) [24], Н. В. Бугреева (2020 год) [25], Д. Н. Болотского (2020 год) [26], Ю. С. Смагина (2020 год) [27]. Однако руководством компании в 2019 году приняты решения о прекращении действия 8 из 12 стандартов и изъятии из системы внутреннего документооборота ОАО «РЖД» методик, разработанных в рамках диссертационных исследований. Более того, в конце 2022 года распоряжением ОАО «РЖД»<sup>1</sup> упраздняется экспертный совет при главном конструкторе по внедрению методологии обеспечения RAMS в ОАО «РЖД».

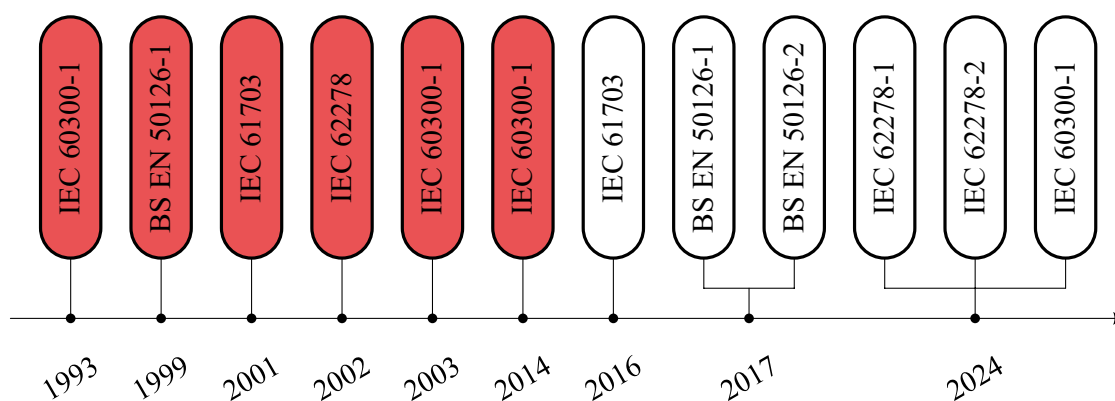


Рис. 1. Развитие зарубежных стандартов, связанных с RAMS

<sup>1</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 21.12.2022 № 3392/р «Об упразднении экспертного совета при главном конструкторе по внедрению методологии обеспечения RAMS в ОАО «РЖД» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

Несмотря на это до сих пор продолжается акцентирование внимания на важности расчета рисков в соответствии с методологией УРРАН и применения полученных результатов в работе. Например, это отражено в Инструкции по капитальному ремонту и модернизации (реконструкции) объектов основных средств ЖАТ, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 29 декабря 2022 года № 3554/р.

Целями данной статьи являются исследование и анализ применяемых в ОАО «РЖД» моделей управления надежностью и риском с учетом специфики хозяйства автоматики и телемеханики. Для достижения отмеченной цели поставлены следующие задачи: обзор и сравнение корпоративных автоматизированных систем в области управления надежностью и риском применительно к хозяйству автоматики и телемеханики, а также выработка предложений по их совершенствованию.

### 1. Автоматизированные системы управления надежностью и риском

По итогам селекторного совещания под председательством президента ОАО «РЖД» 9 декабря 2016 года было принято решение об обеспечении перехода на систему нормирования показателей надежности работы технических средств с 2-го полугодия 2017 года. Так, в целях автоматизации процессов управления надежностью и риском с учетом специфики хозяйства автоматики и телемеханики в 2017 году силами отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Автоматизация технического обслуживания, диагностика и мониторинг систем ЖАТ» (ОНИЛ АТО ДМ), основанной в городе Санкт-Петербурге, выполнена разработка подзадачи системы АСУ-Ш-2, которая получила название АС АНШ [28–30]. В ее основу заложены простые стандартные вычисления основных показателей надежности, что регламентируется методическими указаниями ОАО «РЖД»<sup>2</sup>:

- потери поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ;
- коэффициент готовности;
- среднее время устранения отказов;
- интенсивность инцидентов;
- среднее время до восстановления.

Их расчетные допустимые и фактические значения фиксируются и сравниваются в 10 электронных отчетных формах, отличающихся между собой уровнем детализации и видом представления информации. Частью рассматриваемой подзадачи является АС АНШ-ОТМ, которая на основе полученных результатов помогает совершать обоснованное планирование организационно-технических мероприятий (в первую очередь на тех участках, где выявлены неудовлетворительные показатели надежности и, как следствие, высокий уровень риска). Однако по состоянию на 2024 год данный раздел не функционирует.

В 2020 году весь функционал подзадачи АС АНШ был переосмыслен тем же разработчиком и с тех пор стал применяться в системе АС АНПШ [31–33]. Она стала включать в себя четыре подсистемы: АНПШ-Мониторинг уровня риска, АНПШ-ППН, АНПШ-Капремонт и АНПШ-Балльная оценка деятельности. К этому комплексу подсистем невозможно получить доступ через главный сайт АСУ-Ш-2, а только через отдельно выделенный интранет-ресурс. По мнению автора, такое решение выглядит своеобразно и вызывает неудобства при запуске автоматизированной системы ввиду внесенной разрозненности. Тем не менее благодаря АС АНПШ на основе проводимых расчетов автоматически формируются не только основные показатели надежности с определением уровня риска и адресные планы повышения надежности работы устройств ЖАТ, что реализовано в АНПШ-Мониторинг уровня риска и АНПШ-ППН соответственно. АНПШ-Капремонт направлена на обоснованное формирование планов капитального ремонта в соответствии с Методикой управления ресурсами и рисками при назначении капитального ремонта систем ЖАТ на основе методологии УРРАН, утвержденной Центральной дирекцией инфраструктуры от 30 ноября 2017 года, но незарегистрированной и не введенной в действие, и инструкцией

<sup>2</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 23.12.2016 № 2651р «О внедрении методологии комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте (УРРАН) в хозяйстве автоматики и телемеханики» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

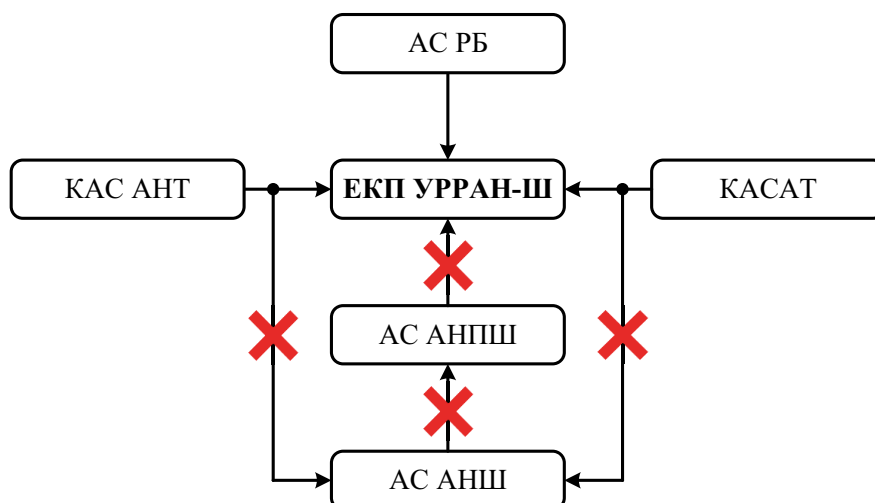


Рис. 2. Системы-источники ЕКП УРРАН-Ш

ОАО «РЖД»<sup>3</sup>, которая с 2024 года утратила силу. АНПШ-Балльная оценка деятельности позволяет оценить деятельность предприятия по методике, утвержденной Центральной дирекцией инфраструктуры от 28 февраля 2019 года № ЦДИ-164. Следует отметить, что периодически в работе комплекса АНПШ наблюдаются сбои разной продолжительности. Так, с начала 2024 года подсистема 2024 года подсистема АНПШ-Мониторинг уровня риска не работоспособна, но доступ к результатам предыдущих периодов расчета возможен.

Одновременно с внедрением вышеперечисленных систем в 2011 году во исполнение распоряжения ОАО «РЖД»<sup>4</sup> (с 2022 года утратило силу) специалистами научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте АО «НИИАС», центральный офис которого находится в городе Москве, началась работа по созданию и вводу в действие системы АС УРРАН [34–38]. С 2022 года эта система выведена из эксплуатации, но ее функцио-

нал разработчик продолжает успешно поддерживать в других трех информационных системах в разрезе хозяйств электроснабжения, пути, автоматики и телемеханики соответственно: ЕКП УРРАН Э (с 2016 года), ЕКП УРРАН П (с 2018 года), ЕКП УРРАН-Ш [39, 40] (с 2019 года).

Что касается ЕКП УРРАН-Ш, по сравнению с ранее упомянутыми аналогами автоматизированных систем от других разработчиков, она обладает более современным интерфейсом и дополнительно позволяет в автоматизированном режиме оценивать стоимость жизненного цикла, влияние человеческого фактора. Как итог, это дает возможность выполнить оценку деятельности структурного подразделения наиболее комплексно. Следует отметить, что основой для работы системы является информация, хранящаяся в системах КАС АНТ, КАСАТ, АС РБ, АС АНПШ. Нарушение зависимости от этих систем, особенно в случае когда разработчики систем являются представителями разных организаций, создает угрозу прекращения полноценной работы ЕКП УРРАН-Ш (рис. 2). Так, неработоспособность АС АНПШ в 2024 году повлекла за собой невозможность применения результатов ее вычислений непосредственно в ЕКП УРРАН-Ш.

Особое внимание следует уделить другой автоматизированной системе — ЕК АСУИ ФА [41–43]. Ее разработка началась в 2019 году

<sup>3</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 27.10.2016 № 2157р «Об утверждении инструкции «Виды и характеристики ремонтов, межремонтные сроки объектов основных средств железнодорожной автоматики и телемеханики» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

<sup>4</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 28.06.2010 № 1389р «Об организации работ по внедрению методологии RAMS в ОАО «РЖД» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

во исполнение поставленной генеральным директором — председателем правления ОАО «РЖД» задачи по применению риск-ориентированного подхода при реализации требований функциональной безопасности и продолжилась в 2020 году в рамках выполнения программы цифровизации компании. ЕК АСУИ ФА запускается на платформе SAP AG и в своей работе использует программные средства Microsoft Excel. В рамках работ по переводу функционала этой автоматизированной системы на импортонезависимое программное обеспечение планируется к вводу в действие с 2024 года новая система под названием АС ФА.

Благодаря ЕК АСУИ ФА ежеквартально формируется факторный анализ рисков в области безопасности движения согласно требованиям, закрепленным в распоряжении ОАО «РЖД»<sup>5</sup> (с 2023 года утратило силу). Алгоритм работы системы схематично представлен на рис. 3.

По результатам изучения применяемой модели расчета в ЕК АСУИ ФА (и, соответственно, в АС ФА) можно говорить о нескольких противоречивых моментах, требующих пересмотра и актуализации используемой методологии.

Во-первых, с 2020 года в расчетных значениях 45 факторов риска структурного подразделения не отражается ни вероятность возникновения одного из шести исследуемых случаев нарушения безопасности движения поездов, ни ущерб, к которому данные события могут привести. Такое положение дел не удовлетворяет основополагающим требованиям ГОСТ 33433-2015<sup>6</sup>, что ставит под сомнение правомерность названия вычисляемых значений риском. В добавление применяемые формулы расчета факторов риска не приведены к единым единицам измерения, что приводит к сравнению широкого спектра несовместимых результатов.



**Рис. 3.** Алгоритм работы системы ЕК АСУИ ФА

<sup>5</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 30.08.2018 № 1915/р «Об утверждении типовых требований по формированию факторного анализа рисков в области безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

<sup>6</sup> ГОСТ 33433-2015. Межгосударственный стандарт. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте (введен в действие Приказом Росстандарта от 04.12.2015 № 2108-ст) // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

Во-вторых, допускается пренебрежение уровнем влияния большинства факторов при определении итогового уровня риска, поскольку под учет попадает только усредненное влияние их максимальных значений в каждом из четырех процессов. Например, в Мурманской дистанции сигнализации, централизации и блокировки (далее — СЦБ) за период наблюдения с IV квартала 2021 года до II квартала 2024 года ни один из 45 факторов риска не был отнесен по значимости воздействия к категориям «очень опасно» и «крайне опасно». Тем не менее автоматизированная система постоянно присваивает этому структурному подразделению либо нежелательную, либо недопустимую зону риска.

Более того, фактическое значение итогового уровня риска проверяется на соответствие целевым диапазонам, которые также не связаны с целевыми значениями самих факторов. В частности, выполнение целевых показателей по недопущению отказов технических средств не гарантирует допустимый уровень риска для предприятия. На рис. 4 представлено, как в течение четырех лет (с 2021 по 2024 год) изменялись зоны ранжирования итогового уровня риска для структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики. Четко наблюдается динамика снижения границ оцени-

вания итогового уровня риска при сохранении постоянными целевых диапазонов категорирования каждого из факторов в отдельности. Ярким примером служит зона нежелательного риска в 2021 году, которая в 2024-м уже является зоной недопустимого риска. По мнению автора, при анализе должен оцениваться каждый воздействующий фактор, среди которых должны быть определены и те, которые оказывают специфическое влияние для конкретного случая нарушения безопасности движения.

Методология системы ЕК АСУИ ФА официально доступна только в качестве приложения к письму от 13.11.2020 № ИСХ-543/ЦЧС, где указаны утвержденные факторы риска и формулы их расчета в разрезе каждого хозяйства. Процедуры по ее последующей актуализации и вводу в действие в дальнейшем не проводились, но внесение корректировок в работу ЕК АСУИ ФА, не согласованных с Департаментом безопасности движения, постоянно проводилось со стороны Ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями. Незадокументированные поспешные изменения привели к неоднократному обнаружению неверных результатов вычислений. Например, в табл. 1 приведены результаты проверочных расчетов, выполненных автором вручную на основе исходных

2021	2022	2023	2024
Недопустимый (высокий) 10,71	Недопустимый (высокий) 9,75	Недопустимый (высокий) 9,25	Недопустимый (высокий) 9,00
Нежелательный (значительный) 9,36			
Допустимый (средний) 7,25	Нежелательный (значительный) 8,60	Нежелательный (значительный) 8,20	Нежелательный (значительный) 8,31
Не принимаемый в расчет (умеренный)	Допустимый (средний) 6,83	Допустимый (средний) 5,01	Допустимый (средний) 5,01
	Не принимаемый в расчет (умеренный)	Не принимаемый в расчет (умеренный)	Не принимаемый в расчет (умеренный)

**Рис. 4.** Границы целевых уровней итогового риска с 2021 по 2024 год для структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, выраженные в баллах

**Таблица 1. Результаты расчета факторов риска посредством ЕК АСУИ ФА и вручную за рассматриваемый отчетный период в Мурманской дистанции СЦБ**

Фактор риска	Период расчета	Результаты расчета	
		ЕК АСУИ ФА	вручную
Светофоры, световые указатели	IV квартал 2021 года	0,010	0,180
Аппаратура СЦБ	IV квартал 2022 года	0,900	1,113
	II квартал 2023 года	0,020	0,550
Кабельные линии	II квартал 2022 года	0,070	0,092
	II квартал 2023 года	0,050	0,090
Рельсовые цепи	IV квартал 2021 года	0,001	0,130
	I квартал 2022 года	0,090	0,165
	III квартал 2022 года	0,090	0,165
	IV квартал 2022 года	0,090	0,164
	III квартал 2023 года	0,001	0,081
Стрелочные электроприводы и гарнитуры	IV квартал 2021 года	0,130	0,310
	I квартал 2022 года	0,020	0,097
	III квартал 2022 года	0,020	0,097
	III квартал 2023 года	0,130	0,194
	I квартал 2024 года	0,020	0,096

данных по Мурманской дистанции СЦБ, загруженных в систему ЕК АСУИ ФА. Стоит отметить, что в рамках внедрения новой системы АС ФА должное внимание методологии также не было уделено: методика не пересмотрена и не утверждена.

В-третьих, итоговый уровень риска по результатам работы структурного подразделения рассчитывается без учета индивидуальных особенностей его расположения и условий работы.

Не берутся во внимание показатели надежности объектов инфраструктуры. В частности, не учитывается отказоустойчивость систем ЖАТ, заложенная при проектировании и пересчитанная с учетом срока и условий их эксплуатации. Достичь цели по недопущению отказов технических средств возможно, но не менее того числа, которое допустимо проектом. В настоящее время системы ЖАТ не относятся к системам с нулевым количеством отказов.

Период оценки деятельности дистанции ограничен кварталом, каждый из которых относится как минимум к разным временам года. Другими словами, неодинаковые погодные ус-

ловия влекут за собой разные уровни влияния факторов. Например, в сезоны гроз риск отказа аппаратуры ЖАТ возрастает по сравнению с другими видами отказов. Текущее положение дел говорит о том, что все оцениваемые процессы объявляются априори одинаковыми вне зависимости от временного промежутка, что требует соответствующего обоснования. Тем не менее принимается решение на основе экспертных суждений о единых долевых коэффициентах влияния. Стоит отметить, что в некоторых случаях при расчете этот коэффициент играет решающую роль по сравнению с расчетной степенью проявления фактора.

Как итог, ввиду разнообразия программных средств очевиден тот факт, что на 2024 год нет четко выработанной единой методологии и автоматизированной корпоративной модели в ОАО «РЖД», которую можно было бы использовать для управления надежностью и рисками непосредственно в хозяйстве автоматики и телемеханики. На практике у руководителей не исчезает задача обобщения результатов анализа большого количества взаимосвязанных сведений, что приводит к продолжению

**Таблица 2. Требования к формированию факторного анализа рисков в области безопасности движения в разрезе трех уровней управления**

Инициатор требования	Нормативный документ	Периодичность	Способ расчета
ОАО «РЖД»	Распоряжение ОАО «РЖД» от 09.09.2022 № 2349/р	не чаще 1 раза в квартал	ЕК АСУИ ФА
Центральная дирекция инфраструктуры	Распоряжение Центральной дирекции инфраструктуры от 12.10.2022 № ЦДИ-1089/р	не реже чем 1 раз в месяц	вручную
Служба автоматики и телемеханики Октябрьской железной дороги	Постановляющая часть протокольных решений от 22.07.2022 № ОКТ ДИ АТ-301/пр	не реже чем 1 раз в 2 недели	вручную

прогнозирования сценария развития событий и определения приоритетных мероприятий вручную. В своем большинстве текущий функционал автоматизированных систем не решает заявленные интеллектуальные задачи, а лишь визуализирует из смежных систем уже существующую информацию.

В добавление корпоративные документы, являющиеся фундаментом для автоматизации, в основном регламентируют общие рекомендации и не дают информацию о том, как действовать в реальных условиях, что приводит к бесконечным дискуссиям, разногласиям. Отчасти это связано с тем, что отсутствует единое понимание самих корпоративных стандартов, математических и статистических методов, правил и условий их применения. В сложившихся условиях негативный эффект возрастает при ужесточении вышестоящих требований. Стоит обратить особое внимание на то, что в соответствии с требованиями ОАО «РЖД» оценка эффективности воздействия на факторы риска должна выполняться до начала выполнения мероприятий, а не в процессе их реализации, что идет вразрез с позициями Центральной дирекции инфраструктуры и ее функциональных филиалов (табл. 2).

## 2. Методы оценки риска в области безопасности движения

По результатам анализа корпоративных автоматизированных систем отчетливо наблюдается тенденция в применении двух разных подходов к определению уровня риска внутри одной компании, оба из которых имеют место быть, но при устранении как минимум всех недостатков, выявленных автором. Однако выработка единого инстру-

ментария все-таки позволила бы избежать неоднозначного восприятия употребляемых терминов и неуместность некоторых из проводимых вычислений.

По состоянию на 2024 год статистический анализ данных о событиях, допущенных в связи с нарушением правил безопасности перевозочного процесса, мало помогает в оценке риска их возникновения, поскольку их количество относительно мало. ЕК АСУИ ФА, как было отмечено ранее, предлагает рейтинговую систему оценки и не сосредоточена на конкретных сценариях возникновения этих случаев, что приводит к непоследовательному определению факторов риска. Одним из путей решения указанной проблемы является моделирование вероятности риска с помощью дерева событий: каждое событие, кроме начального, является следствием предыдущего. Древоподобная структура позволяет наиболее точно воспроизвести процесс возникновения случая и определить риски по каждому идентифицированному фактору, провести анализ динамики их возникновения и сформировать приоритетные направления по реализации корректирующих мероприятий. Основой для построения дерева событий может служить подсистема автоматизированного учета и контроля расследования допущенных нарушений безопасности движения АС РБ НБД или разработанная Проектно-конструкторским бюро по инфраструктуре тематика повторно-периодического инструктажа, где перечислены все произошедшие случаи крушений, аварий и других крупных событий, связанных с нарушением безопасности движения поездов. По состоянию на 2024 год тематика содержит информацию о 83 опасных событиях, допущенных по вине хозяйства автоматики



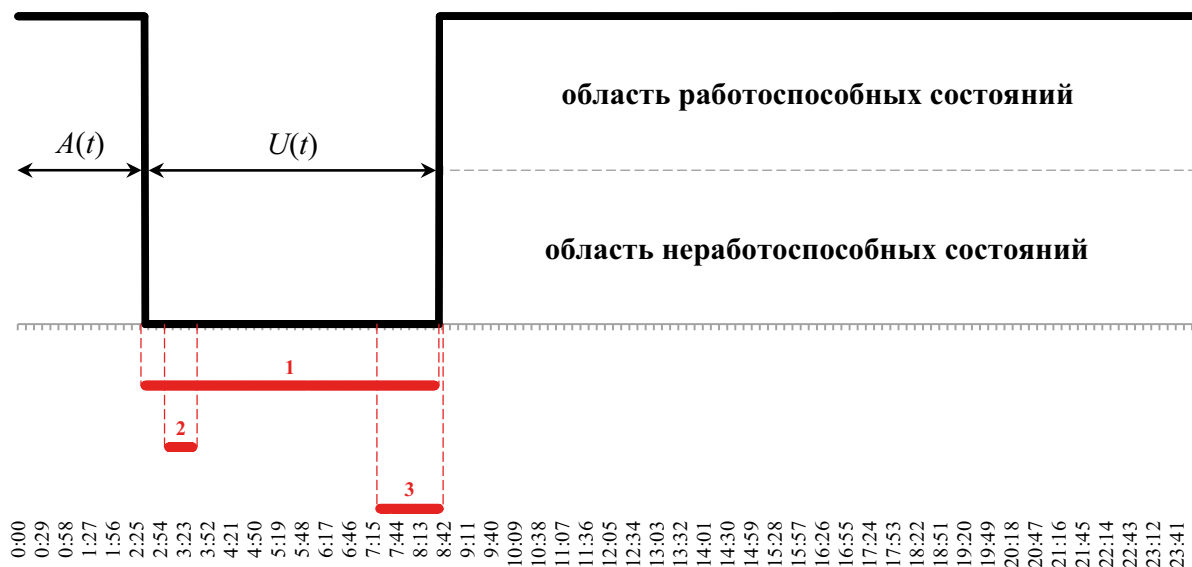
и телемеханики, что определенно поможет выявить и проанализировать общие закономерности возникновения подобных случаев, а в широком охвате выявить основные тенденции, присущие не только конкретному подразделению, но и группе хозяйств.

На случай необходимости конкретизации рисков с точностью до места возникновения опасного события автор предлагает оценивать основные направления деятельности по заранее установленным ключевым показателям. Например, определять уровень риска задержки поездов от отказов технических средств, что рассмотрено далее на примере Мурманской дистанции СЦБ. Стоит отметить, что эта идея не нова и уже существует методика ОАО «РЖД»<sup>7</sup>, однако она не предназначена для применения на линейном уровне управления.

На рис. 5 представлена хронограмма Мурманской дистанции СЦБ за 14 июля 2023 года, построенная согласно данным корпоративной системы КАС АНТ, где автором обозначены такие два показателя надежности, как готовность  $A(t)$  и неготовность  $U(t)$ . Благодаря базе данных этой автоматизированной системы

известно время нахождения устройств ЖАТ в неработоспособном состоянии. Свершившийся факт этого события принято называть отказом технических средств и относить к одной из трех его категорий согласно требованиям распоряжения ОАО «РЖД»<sup>8</sup>.

На хронограмме усреднено и идеализировано нахождение в работоспособном состоянии всех систем ЖАТ, обслуживаемых дистанцией в целом. Переходы из работоспособного состояния в неработоспособные очень резкие, не учитываются промежуточные состояния, многие из которых являются специфическими для определенной системы ЖАТ. Однако их своевременное обнаружение дало бы возможность предотвратить возникновение отказа. О высоких пренебрежениях значимой информацией в случаях принятия решений с использованием информации только из системы КАС АНТ говорит, например, тот факт, что в период с 2 часов 36 минут до 8 часов 36 минут допущено 3 отказа технических средств разной продолжительности и в разных системах ЖАТ: один из отказов был зафиксирован на железнодорожной станции



**Рис. 5.** Хронограмма Мурманской дистанции СЦБ за 14 июля 2023 года

<sup>7</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 03.11.2020 № 2422/р «Об утверждении Методики оценки рисков потерь поездо-часов от отказов технических средств в разрезе железных дорог и функциональных филиалов» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

<sup>8</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 06.09.2021 № 1915/р «Об утверждении документов ОАО «РЖД» по вопросам учета отказов в работе технических средств и технологических нарушений на инфраструктуре ОАО «РЖД» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

(на рис. 5 обозначен цифрой 2), а два других — на совершенно разных железнодорожных перегонах (на рис. 5 обозначены цифрами 1 и 3). Следовательно, объединять и анализировать их с точки зрения принадлежности к структурному подразделению не является корректным действием. Тем не менее данный способ анализа несопоставимых отказов находит широкое применение в ОАО «РЖД».

Более детальная демонстрация изменения состояний систем ЖАТ возможна за счет анализа сведений, поступаемых из систем технической диагностики и мониторинга. Их внедрение также положительно влияет на поддержание достоверной статистики о возникновении отказов технических средств, поскольку каждый подобный случай доступен к проведению объективного анализа (например, в части изменения во времени нормативных параметров) и автоматически архивируется. Однако порядку детального анализа этой информации не уделено должного внимания, о чем свидетельствует наличие всего лишь пяти требований в разделе 4 распоряжения ОАО «РЖД»<sup>9</sup> по этому поводу.

В Мурманской дистанции СЦБ, несмотря на малую оснащенность системами технической диагностики и мониторинга, выстроена четкая система взаимодействия между специалистами в целях расследования предотказных состояний устройств ЖАТ. Ключевую роль в ней играет инженер по эксплуатации технических средств (по мониторингу). Однако на основе действующих нормативов численности на дистанцию вне зависимости от ее границ и оснащенности предусмотрен один такой специалист. Для него не предусмотрен сменный режим работы, что приводит к осуществлению детальной обработки инцидентов только в будние дни в течение 8 часов рабочего времени. Его труд не нормируется в зависимости от количества устройств ЖАТ, оборудованных системой технической диагностики и мониторинга в границах дистанции, что, в свою

очередь, сильно влияет на объем обрабатываемых предотказных инцидентов. Здесь же важна и другая сторона вопроса: по состоянию на 2024 год системы технической диагностики и мониторинга не доведены до совершенства и допускается наличие предотказных инцидентов, относящихся к недостаткам диагностики, число которых по факту превалирует. Только за 14 июля 2023 года зафиксировано 274 подобных инцидента в Мурманской дистанции СЦБ, что составляет 60 % от общего их числа за этот день.

В добавление, по мнению автора, с момента утверждения требований распоряжения ОАО «РЖД»<sup>10</sup> и до сих пор подход, применяемый при оценке эксплуатационной деятельности структурного подразделения, не совершенен. Как следствие, составляется неэффективный план организационно-технических мероприятий по повышению надежности. Игнорируется большая часть показателей надежности систем ЖАТ. Особое внимание уделяется только отказоустойчивости с укрупненной привязкой к железнодорожной станции, перегону, обслуживаемому участку, дистанции и т. д. Однако разумнее делать выводы и принимать управленческие решения на основе прошедших и текущих состояний именно систем ЖАТ в разрезе их типов и в границах структурного подразделения. Это позволит судить о применении однотипных систем ЖАТ в разных условиях эксплуатации путем сравнения показателей надежности между дистанциями и применения соответствующих поправочных коэффициентов для объективной рейтинговой оценки структурных подразделений.

С точки зрения автора, наиболее важна не только работа с самим фактом отказа, но и с продолжительностью нахождения объекта в неработоспособном состоянии. В этом случае даже можно оценивать компетентность персонала: не только как виновника в возникновении отказа, но и способного повлиять в лучшую или худшую сторону на время восстановления работы объекта ЖАТ.

<sup>9</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 01.06.2021 № 1223/р «Об утверждении Порядка учета и анализа предотказных состояний технических средств и регламента действий персонала при их возникновении» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

<sup>10</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 04.12.2020 № 2668/р «Об организации системы планирования, рассмотрения и контроля выполнения мероприятий по повышению надежности технических средств и снижению технологических нарушений» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

Пусть массивы  $A_{2022}$  и  $A_{2023}$  из  $n$  элементов  $A_j$ , где  $j = \overline{1, n}$  — массивы исходных данных о продолжительности отказов в день  $n$  за 2022 и 2023 года соответственно, выраженной в часах. Массив  $p$  из  $n$  элементов  $p_j$ , представляющих собой вероятность отказа технических средств в день  $n$  за 24 часа, определяется по формуле:

$$p_j = \frac{A_j}{24}.$$

Здесь следует учитывать, что факт отказа и его продолжительность фиксируются в системе КАС АНТ в день начала перехода объекта в неработоспособное состояние, однако восстановление работы отказавшего объекта необязательно может быть выполнено в течение этого дня.

Отказ влечет за собой разные по величине задержки в движении поездов. Пусть массивы  $B$ ,  $C$  и  $D$  из  $n$  элементов  $B_j$  (суммарные потери пассажирских поездо-часов вследствие отказов в день  $n$ ),  $C_j$  (суммарные потери пригородных поездо-часов вследствие отказов в день  $n$ ) и  $D_j$  (суммарные потери грузовых поездо-часов вследствие отказов в день  $n$ ) соответственно, а массивы  $E$ ,  $F$  и  $G$  из  $n$  элементов  $E_j$  (количество задержанных пассажирских поездов вследствие отказов в день  $n$ ),  $F_j$  (количество задержанных пригородных поездов вследствие отказов в день  $n$ ) и  $G_j$  (количество задержанных грузовых поездов вследствие отказов в день  $n$ ) соответственно. Тогда массив  $c$  из  $n$  элементов  $c_j$ , являющихся значениями удельного ущерба простоя поезда по причине отказов в день  $n$ , выраженного в часах, находится по формуле:

$$c_j = \frac{B_j}{E_j} + \frac{C_j}{F_j} + \frac{D_j}{G_j}.$$

На основе полученных данных определяется массив уровней риска  $R$  из  $n$  элементов  $R_j$  по формуле:

$$R_j = p_j \cdot c_j$$

Элементы  $p_{\text{доп}}$ ,  $c_{\text{доп}}$ ,  $R_{\text{доп}}$  массивов целевых допустимых значений вероятности отказа технических средств  $p_{\text{доп}}$ , удельного ущерба простоя поезда  $c_{\text{доп}}$  и риска  $R_{\text{доп}}$  соответственно

автор рекомендует устанавливать на основе значений минимально возможной задержки поезда по отношению к категории отказа в соответствии с требованиями распоряжения ОАО «РЖД»<sup>11</sup>, а также регламентного времени устранения отказов, рассчитываемого индивидуально для каждого устройства ЖАТ железнодорожной станции или перегона. Последнее требует дополнительного исследования.

Согласно [44, 45] можно констатировать тот факт, что на практике текущие значения регламентного времени устранения отказа могут быть заданы в несопоставимых значениях. Для большинства дорог сети ОАО «РЖД» значение корреляции средней величины фактического времени до восстановления с регламентным временем устранения отказа могло достигать до 0,15. Это говорило о недостаточной обоснованности установленных значений регламентного времени на момент исследования. Следовательно, необходимо обратить особое внимание на правильность определения регламентного времени устранения отказа, которое однозначно должно отражать время:

- на уведомление и доставку персонала к месту отказа;
- на доставку необходимых механизмов, оборудования, аппаратуры и материалов;
- на оформление необходимых записей для устранения отказа;
- на проведение и оформление инструктажа по охране труда;
- на поиск и определение причины отказа;
- на формирование и передачу сообщения о порядке пользования устройствами ЖАТ и организации движения поездов на период восстановления нормальной работы отказавших устройств;
- на устранение отказа;
- на проверку действия устройств ЖАТ после восстановления их нормальной работы;
- на передачу и оформление сообщения об устранении отказа.

<sup>11</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 06.09.2021 № 1915/р «Об утверждении документов ОАО «РЖД» по вопросам учета отказов в работе технических средств и технологических нарушений на инфраструктуре ОАО «РЖД» // [Электронный ресурс]. URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения: 07.07.2024).

Кроме того, установленные целевые значения автор предлагает пересчитывать в зависимости от допущенных отказов в период фактического наблюдения за выполнением утвержденных допустимых показателей. Такой подход позволяет наглядно зафиксировать динамику изменения величины риска, оценить запас достижимой надежности обслуживаемых устройств и оперативно принять меры воздействия управленческого характера в соответствии с выбранной стратегией.

По состоянию на 2024 год руководством хозяйства автоматики и телемеханики предлагается устанавливать целевые показатели по результатам эксплуатационной работы структурного подразделения в предыдущих периодах. В данном случае на 2023 год по итогам работы за 2022 год. С учетом утвержденных Управлением автоматики и телемеханики пороговых целевых значений получается, что требуется уменьшение величин  $p_j$  на 3 % к уровню 2022 года,  $c_j$  на 6 % и, как следствие,  $R_j$  на 8,82 %.

Определение категории уровня риска для каждого элемента  $R_j$  за рассматриваемый период предлагается производить путем сравнения со значением  $R_{\text{доп}}$ :

- если  $R_j > R_{\text{доп}}$ , то присваивается категория «недопустимый»;
- если  $R_j \leq R_{\text{доп}}$ , то присваивается категория «допустимый».

По мнению автора, в целях оценки динамики уровня риска целесообразно представление полученных результатов в виде тепловой карты рисков. На ней каждый календарный день указываются допустимые суточные уровни риска. Его фактические значения принято отмечать в виде точек, при этом нулевые величины принято не показывать. Для наглядного ранжирования фактических значений автор предлагает установить дополнительно три условные категории допустимой зоны путем деления значения  $R_{\text{доп}}$  на три равные части и применять следующие цветовые критерии:

- если  $R_j > R_{\text{доп}}$ , то красный;
- если  $\frac{2}{3} R_{\text{доп}} < R_j \leq R_{\text{доп}}$ , то оранжевый;
- если  $\frac{1}{3} R_{\text{доп}} < R_j \leq \frac{2}{3} R_{\text{доп}}$ , то желтый;
- если  $R_j \leq \frac{1}{3} R_{\text{доп}}$ , то зеленый.

На рис. 6 и 7 представлены тепловые карты вероятности отказа технических средств  $p$ ,

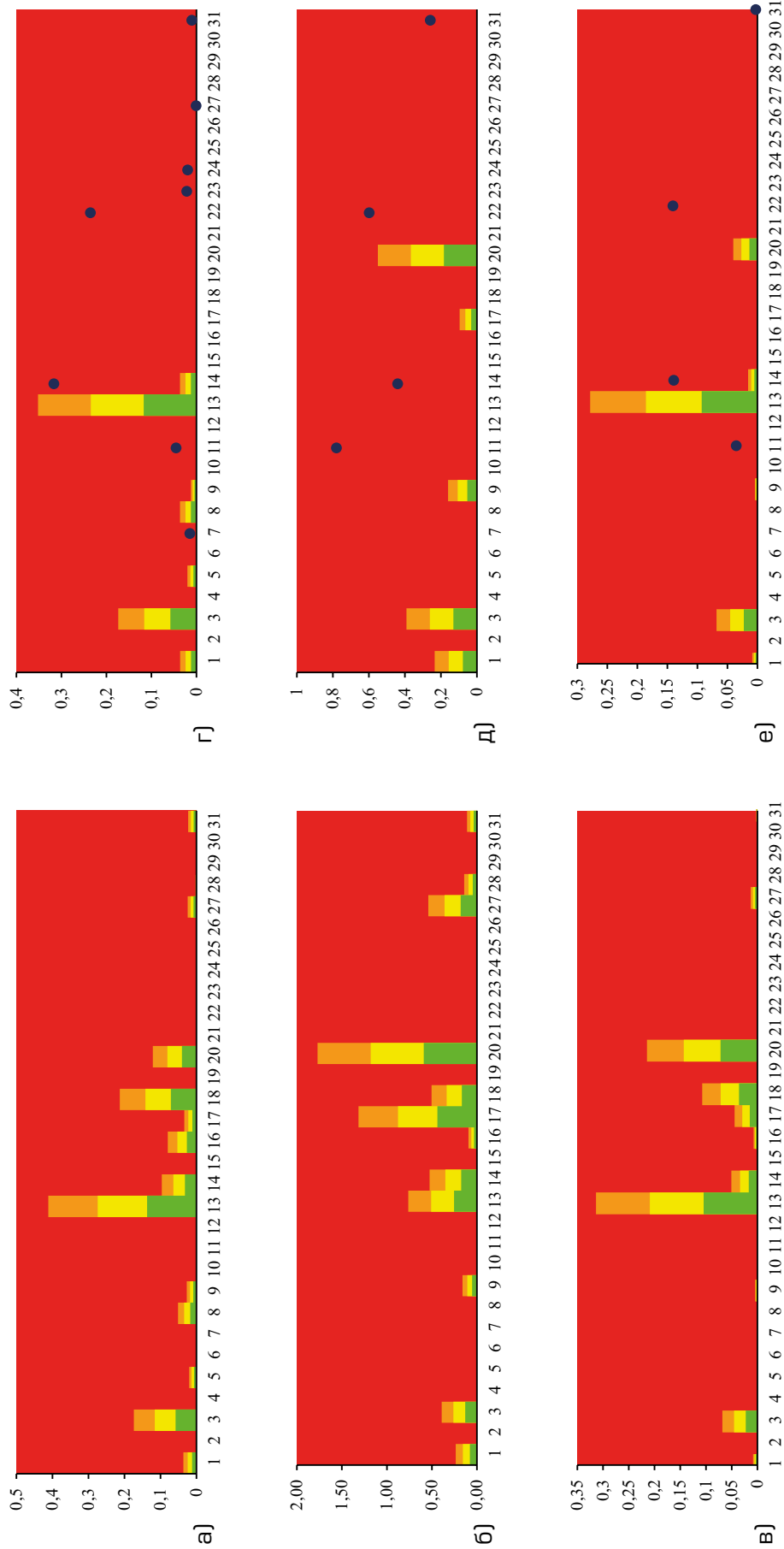
удельного ущерба простоя поезда  $c$  и риска  $R$ , составленные для Мурманской дистанции СЦБ за июль 2022 года и за июль 2008–2022 годов соответственно. Приоритетного внимания требуют случаи, по которым зафиксированные значения величин на рассматриваемый день оценки превышают установленный ежедневный допустимый уровень. Стоит отметить, что существенную роль играет период выборки. Очевидно, что данные за 14 лет описывают тенденции эксплуатационной деятельности Мурманской дистанции СЦБ более информативно, чем только за один год.

В отличие от матрицы рисков тепловая карта не совмещает сведения о частотах возникновения и тяжести последствий события на одном информационном поле, а позволяет в наглядной форме проводить сравнение с индивидуальными целевыми значениями либо величины риска в целом, либо каждой из его составляющих в отдельности.

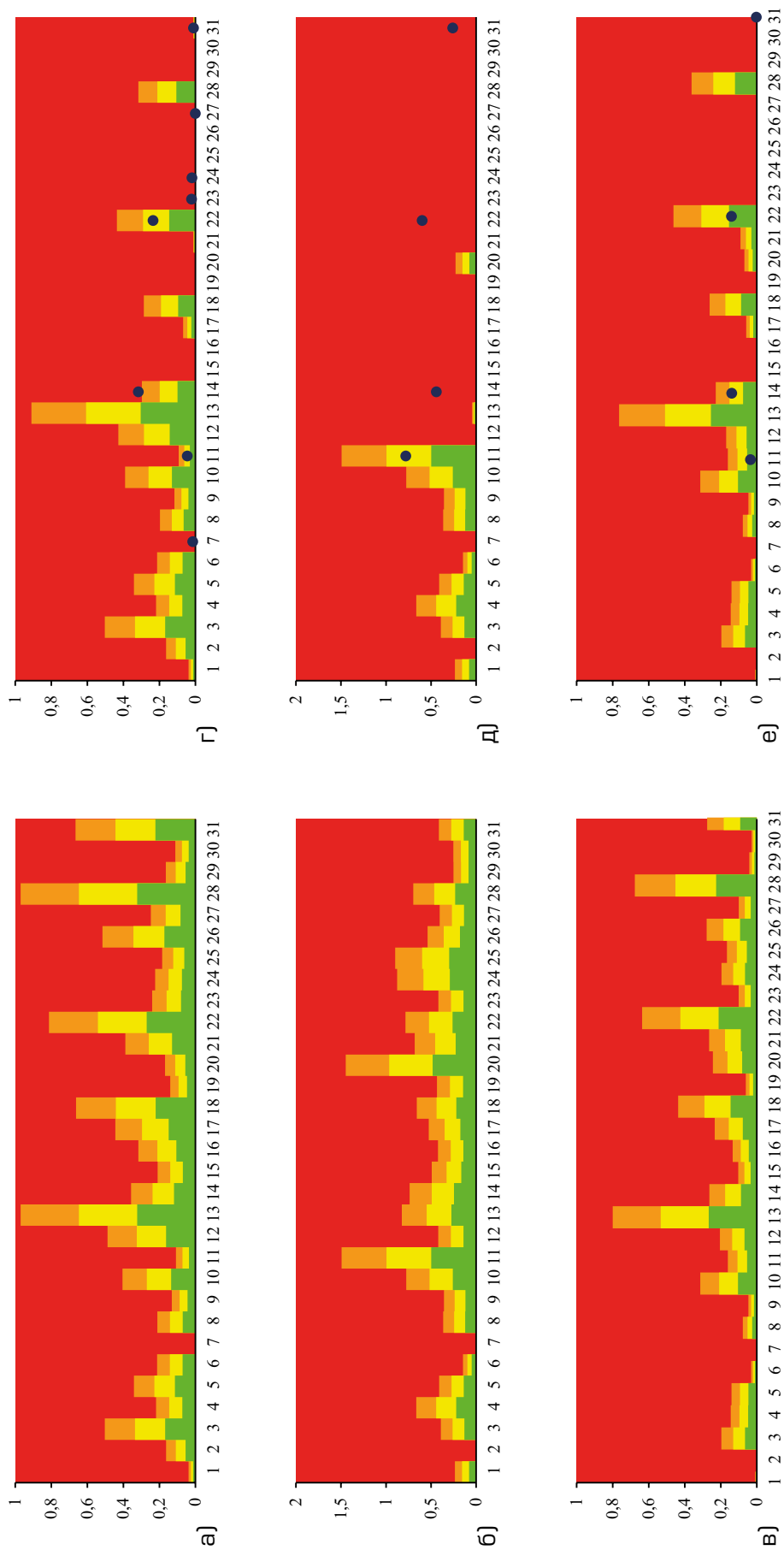
Кроме того, появляется возможность учитывать неравномерность зон риска за конкретный период наблюдения, вызванную ежедневно изменяющимся положением дел. В отличие от применяемых на сегодняшний день автоматизированных систем тепловая карта не усредняет значения укрупненного периода наблюдения до относительно малого отрезка времени, ведь в зависимости от детализации периода наблюдения уровень риска варьируется значительно.

### Заключение

Осознанное применение инструментов управления надежностью и риском создает условия для правильного реагирования на потенциальные угрозы. Руководители ОАО «РЖД» всех уровней ставят перед собой цель свести влияние выявленных факторов риска к минимуму, что в условиях использования ограниченного объема материально-технических ресурсов требует научного обоснования при планировании первоочередных мероприятий. В компании разработан ряд документов, затрагивающих вопросы анализа надежности и рисков. Их применение предусматривает проведение множества расчетов с большими объемами данных для различных хозяйств, в том числе и хозяйства автоматики и телемеханики.



**Рис. 6.** Тепловые карты вероятности отказа технических средств  $P$ , удельного ущерба простоя поезда  $c$  и риска  $R$  для Мурманской дистанции СЦБ за июль 2022 года (а, б, в — на начало периода наблюдения; г, д, е — на конец периода наблюдения с отметками по итогам деятельности в 2023 году)



**Рис. 7.** Тепловые карты вероятности отказа технических средств  $p$ , удельного ущерба простоя поезда  $s$  и риска  $R$  для Мурманской дистанции СЦБ за июль 2008–2022 годов (а, б, в — на начало периода наблюдения; г, д, е — на конец периода наблюдения с отметками по итогам деятельности в 2023 году)

Наличие четко сформулированных алгоритмов действий позволило автоматизировать эти процессы. Однако было обнаружено, что применяемые по состоянию на 2024 год автоматизированные системы не акцентируют внимание сотрудников компании на сценариях, связанных с влиянием отказов технических средств, не уделяют внимание последствиям от этих событий, причинам их возникновения, влиянию человеческого фактора и другому, что негативно сказывается на качестве и достоверности действующей прогнозной аналитики в ОАО «РЖД». Ввиду разрозненности хранения информации о предотказных состояниях и отказах устройств ЖАТ руководителю приходится вручную проводить сведение и обобщение данных в целях комплексного анализа эксплуатационной деятельности структурного подразделения.

Очевидно, что на сегодняшний день не выработан единый практический подход в компании, который допустимо использовать для оценки рисков и управления ими в области безопасности движения поездов. На этой неустойчивой почве выполнена разработка целого множества автоматизированных систем: АС УРРАН, АС АНШ, ЕКП УРРАН-Ш, АС АНПШ, ЕК АСУИ ФА, АС ФА. Изучение функционирования этих систем позволило выявить существенные недостатки, которые требуется устранить незамедлительно.

Неудовлетворительная организация внутреннего документооборота также вносит свой вклад: допускается утверждать и применять в работе многие нормативные документы, но не вводить их в действие в нарушение требований инструкций по ведению делопроизводства в компании.

Следует обратить внимание, что, несмотря на сходства отечественной и международной нормативных баз в области управления надежностью и риском, существуют и весомые различия между ними. Это обусловлено тем, что процесс стандартизации в Российской Федерации проходил и продолжается в отрыве от аналогичной международной деятельности. В результате можно встретить специалистов, не понимающих всей важности гармонизации отечественных стандартов с международными, не говоря уже о документах корпоративного уровня.

Резюмируя сказанное, автор предлагает делать упор на качество реализации и автоматизации риск-ориентированного подхода в области безопасности движения (особенно в хозяйстве автоматики и телемеханики), задумываться о достоверности и математической грамотности проводимых расчетов в рамках применения той или иной методологии, разумно взвешивать рассчитанные риски и определять степень чувствительности к ним, а также помнить, что иногда достаточно просто создавать условия для соблюдения основополагающих правил и требований. ▲

### Библиографический список

1. Реализация методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики / В. В. Аношкин [и др.] // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 6. С. 2–6.
2. Веселова А. С. Принципы оценивания рисков, связанных с ненадежной работой объектов железнодорожной автоматики // Наука и техника транспорта. 2017. № 1. С. 46–50. EDN YHWPKV.
3. Внедрение методологии УРРАН в хозяйстве АТ / В. А. Гапанович [и др.] // Автоматика, связь, информатика. 2012. № 4. С. 12–15.
4. Гапанович В. А. Система УРРАН. Универсальный инструмент поддержки принятия решения // Железнодорожный транспорт: Научно-теоретический и технико-экономический журнал. 2012. № 10. С. 16–22.
5. Горелик А. В., Журавлев И. А., Орлов А. В. Концепция нормирования и оценки показателей надежности объектов железнодорожной автоматики // Новые тенденции развития в управлении процессами перевозок, автоматике и инфокоммуникациях: Труды Всероссийской научно-практической конференции ученых транспортных вузов, инженерных работников и представителей академической науки с международным участием (Хабаровск, 29 сентября 2017 года) / под редакцией А. И. Годяева. Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2017. С. 191–197. EDN YSOXBY.
6. Замышляев А. М. Результаты внедрения проекта УРРАН // Мир транспорта. 2013. Т. 11, № 1 (45). С. 100–109. EDN QABPQV.
7. Методология управления рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики / А. Е. Ерж [и др.] // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 7. С. 2–6. EDN ZADTXT.
8. Нормирование показателей надежности объектов железнодорожной инфраструктуры / А. В. Горелик

- [и др.] // Наука и техника транспорта. 2017. № 2. С. 32–36. EDN YSPHVJ.
9. Розенберг Е.Н. УРПАИ: новая модель управления рисками // Вестник Института проблем естественных монополий: техника железных дорог. 2016. № 2 (34). С. 20–24. EDN VVRHZX.
  10. Mahboob Q., Zio E. Handbook of RAMS in Railway Systems. Boca Raton: CRC Press, 2018.
  11. Patra A. Maintenance Decision Support Models for Railway Infrastructure using RAMS & LCC Analyses, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2007.
  12. Patra A. RAMS and LCC in Rail Track Maintenance, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2009.
  13. Zoeteman A. Railway Design and Maintenance from a Life-Cycle Cost Perspective: A Decision-Support Approach, 2004.
  14. Goncalo Medeiros Pais Simoes. RAMS Analysis of Railway Track Infrastructure, 2008.
  15. António Ramos Andrade. Renewal Decisions from a Life-cycle Cost (LCC) Perspective in Railway Infrastructure: an Integrative Approach Using Separate LCC Models for Rail and Ballast Components, 2008.
  16. Jens Braband. Risikoanalysen in der Eisenbahn — Automatisierung, 2005.
  17. Kumar S. Reliability Analysis and Cost Modeling of Degrading Systems, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2008.
  18. J.J.A. van den Breemer, S.H.S. Al-Jibouri, K.T.Veenvliet, H.W.N. Heijmans. RAMS and LCC in the Design Process of Infrastructural Construction Projects: an Implementation Case.
  19. Хромушкин К.Д. Управление надежностью устройств железнодорожной автоматики и телемеханики на всех этапах их жизненного цикла: дисс. ... канд. техн. наук. Серпухов, 2011. 140 с. EDN QFIRAD.
  20. Журавлев И.А. Модели и методы оценки показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики: дисс. ... канд. техн. наук. М., 2013. 236 с. EDN SUSQWP.
  21. Замышляев А.М. Автоматизация процессов комплексного управления техническим содержанием инфраструктуры железнодорожного транспорта: дисс. ... докт. техн. наук. 2014. 340 с. EDN YTCDXZ.
  22. Солдатов Д.В. Нормирование и анализ показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики: дисс. ... канд. техн. наук. 2018. 294 с. EDN LQMZXX.
  23. Дорохов В.С. Методы формирования программ капитального ремонта и планов модернизации объектов железнодорожной автоматики и телемеханики в условиях технических рисков: дисс. ... канд. техн. наук. 2020. 174 с. EDN FLSEER.
  24. Веселова А.С. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики: дисс. ... канд. техн. наук. 2020. 270 с. EDN DLDIGJ.
  25. Бугреев Н.В. Повышение эффективности планирования производственной деятельности дистанции сигнализации, централизации и блокировки: дисс. ... канд. техн. наук. 2020. 160 с. EDN ZTAOHM.
  26. Болотский Д.Н. Методы оценки надежности и рисков производственного процесса эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта: дисс. ... канд. техн. наук. 2020. 181 с. EDN TBZJAV.
  27. Смагин Ю.С. Прогнозирование технического риска при производственном планировании замены устройств железнодорожной автоматики: дисс. ... канд. техн. наук. 2020. 165 с. EDN QATPAV.
  28. Автоматизация технологии риск-менеджмента в хозяйстве автоматики и телемеханики / Ф.В. Петренко [и др.] // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 11. С. 2–6. EDN ZTMUIF.
  29. Долгов М.В., Москвина Е.А., Тарадин Н.А. Автоматизация оценки деятельности подразделений хозяйства автоматики и телемеханики // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 6. С. 2–5. EDN XTPPXV.
  30. ОНИЛ АТО ДМ. Расчет и оценка показателей надежности [Электронный ресурс]. URL: [www.onil-ato.ru/anshnadezhnost.html](http://www.onil-ato.ru/anshnadezhnost.html) (дата обращения: 07.07.2024).
  31. Негодяева К.В. Система статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления процессами хозяйства автоматики и телемеханики (АС АНПШ) // Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте: сборник статей IV Международной студенческой конференции (Воронеж, 20 мая 2022 г.). Воронеж: филиал ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», 2022. С. 39–41. EDN RQDJWP.
  32. Способ повышения надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики с оценкой его эффективности: патент № 2725354 С1 Российская Федерация, МПК В61L 27/04, G05B 15/00. № 2019128276 / Е.А. Москвина, А.В. Будилова; заявл. 09.09.2019, опубл. 02.07.2020. Заявитель: ОАО «Российские железные дороги». EDN NCXMMC.
  33. Система статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления процессами хозяйства автоматики и телемеханики: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ



- № 2020613750 Российская Федерация. № 2020612641. В.В.Задорожный [и др.]; заявл. 11.03.2020, опубл. 23.03.2020. Заявитель: ОАО «Российские железные дороги». EDN XUIVHW.
34. Информационная система поддержки принятия решений по управлению надежностью, рисками и ресурсами (АС УРРАН) // Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте. Ульяновск: областная типография «Печатный двор», 2013. С. 55–73. EDN TDSOYV.
35. Простаков К.А. Направления развития АС УРРАН применительно к стрелочному хозяйству // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. 2015. Т. 8, № 8 (8). С. 175–181. EDN WEOJRX.
36. Простаков К.А. Направления развития АС УРРАН применительно к стрелочному хозяйству // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2015. № 5. С. 30–35. EDN UKWVCJ.
37. Розенберг И.Н., Замышляев А.М., Калинин С.В. Создание АС УРРАН // Железнодорожный транспорт. 2012. № 10. С. 41–44. EDN PEMSIR.
38. Шахова К.С. Внедрение системы УРРАН в управление рисками ОАО «РЖД» // Теория и практика современной науки. 2019. № 1 (43). С. 505–511. EDN LWXTYP.
39. Замышляев А.М., Шубинский И.Б., Бубликова М.А. УРРАН — система управления техническими активами на железнодорожном транспорте // Труды АО «НИИАС»: сборник статей. Т. 1, вып. 11. М.: типография «Т8 Издательские технологии». 2021. С. 67–82. EDN NPFUUE.
40. Программа для «Единой корпоративной платформы управления ресурсами, рисками и надежностью на стадиях жизненного цикла объектов железнодорожной автоматики и телемеханики (ЕКП УРРАН-Ш): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020613690 Российская Федерация. № 2020612160 / М.А.Бубликова [и др.]; заявл. 28.02.2020, опубл. 19.03.2020. Заявитель: ОАО «Российские железные дороги». EDN HADCEQ.
41. Иванов В.Э., Тришин Н.А. Построение архитектуры рисков в хозяйстве автоматики, телемеханики и связи // Научные исследования молодых ученых. Опора России: сборник статей Всероссийской научной конференции (Петрозаводск, 1 декабря 2022 г.). СПб: ОАО «Международный институт перспективных исследований имени Ломоносова», 2022. С. 16–21. DOI 10.58351/221201.2022.37.83.002. EDN PTZBZC.
42. Единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой ОАО «РЖД» в части формирования факторного анализа рисков в области безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД». Очередь 2020 (ЕК АСУИ ФА Оч. 2020): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614751 Российская Федерация. № 2022613805; заявл. 16.03.2022; опубл. 24.03.2022. Заявитель: ОАО «Российские железные дороги». EDN IFURQB.
43. Trishin N. Assessment of Signaling, Centralization and Blocking Division Work in the Field of Train Traffic Safety by Risk-Based Factor Analysis // International Journal of Professional Science, 2024. No. 1–2. P. 53–61. EDN HS-SOLC.
44. Горелик А.В., Солдатов Д.В. Моделирование технологического процесса восстановления объектов транспортной инфраструктуры // Наука и техника транспорта. 2013. № 4. С. 80–83. EDN RNEFHN.
45. Особенности применения информационных систем для управления инфраструктурным комплексом железнодорожного транспорта / А.В.Горелик [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–2. С. 228–233. DOI: 10.17513/snt.38097. EDN QNWWSY.

*TRANSPORT AUTOMATION RESEARCH. 2024. Vol. 10, no. 3. P. 227–245  
DOI: 10.20295/2412-9186-2024-10-03-227-245*

### **Dependability and risk management in signaling and interlocking division**

#### **Information about authors**

**Trishin N. A.**, production and technical department engineer.

E-mail: new3tion@yandex.com

Murmansk signaling and interlocking division

**Abstract:** the article is devoted to the research of dependability and risk management systems at JSCo “Russian Railways” taking into account the specifics in signaling and interlocking division. On this topic the author reviews the current regulatory framework

(domestic and foreign), addressing to the problems of its harmonization and proper adaptation within the company. The state of affairs in automation of dependability and risk management processes is considered, which is implemented in several corporate automated systems: “AS URRAN”, “AS ANSh”, “EKP URRAN-Sh”, “AS ANPSh”, “EK ASUI FA”, “AS FA”. A comparative analysis of these systems made it possible to determine the main directions for their improvement in order to maintain the authenticity, relevance and importance of the information contained in them. Despite many ways to model events that may lead to a violation of the transportation process safety, the article discusses one of them: the creation of the tree structure of probable events that have a sequential connection with each other. The author believes that the application of this method in practice will allow to establish typical trends in the occurrence of such cases. It will have a positive impact on the quality of predictive analytics in the company and will improve the existing risk-based approach. In addition, a rethought way to determine and visually present the level of train delays risk caused by failures in signaling and interlocking division is proposed. The central place here is occupied by heat maps of risk and its components.

**Keywords:** safety, dependability, failure, risk, factor analysis, heat map, railway automation and remote control systems, signaling and interlocking division

## References

1. Realizaciya metodologii URRAN v hozyajstve avtomatiki i telemekhaniki / V. V. Anoshkin [i dr.] // *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2017. № 6. S. 2–6. (In Russian)
2. Veselova A. S. Principy ocenivaniya riskov, svyazannyh s nenadezhnoj rabotoj ob'ektov zheleznodorozhnoj avtomatiki // *Nauka i tekhnika transporta*. 2017. № 1. S. 46–50. EDN YHWPVKV. (In Russian)
3. Vnedrenie metodologii URRAN v hozyajstve AT / V. A. Gapanovich [i dr.] // *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2012. № 4. S. 12–15. (In Russian)
4. Gapanovich V. A. Sistema URRAN. Universal'nyj instrument podderzhki prinyatiya resheniya // *Zheleznodorozhnyj transport: Nauchno-teoreticheskij i tekhniko-ekonomicheskij zhurnal*. 2012. № 10. S. 16–22. (In Russian)
5. Gorelik A. V., Zhuravlev I. A., Orlov A. V. Konceptiya normirovaniya i ocenki pokazatelej nadezhnosti ob'ektov zheleznodorozhnoj avtomatiki // *Novye tendencii razvitiya v upravlenii processami perevozok, avtomatike i infokommunikacijah: Trudy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii uchenyh transportnyh vuzov, inzhenernyh rabotnikov i predstavitelej akademicheskoy nauki s mezhdunarodnym uchastiem (Habarovsk, 29 sentyabrya 2017 goda) / pod redakciej A. I. Godyaeva*. Habarovsk: Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj universitet putej soobshcheniya, 2017. S. 191–197. EDN YSOXBY. (In Russian)
6. Zamyshlyayev A. M. Rezul'taty vnedreniya proekta URRAN // *Mir transporta*. 2013. T. 11. № 1 (45). S. 100–109. EDN QABPQV. (In Russian)
7. Metodologiya upravleniya riskami v hozyajstve avtomatiki i telemekhaniki / A. E. Erzh [i dr.] // *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2017. № 7. S. 2–6. EDN ZADTXT. (In Russian)
8. Normirovanie pokazatelej nadezhnosti ob'ektov zheleznodorozhnoj infrastruktury / A. V. Gorelik [i dr.] // *Nauka i tekhnika transporta*. 2017. № 2. S. 32–36. EDN YSPHVJ. (In Russian)
9. Rozenberg E. N. URRAN: novaya model' upravleniya riskami // *Vestnik Instituta problem estestvennyh monopolij: tekhnika zheleznyh dorog*. 2016. № 2 (34). S. 20–24. EDN VVRHZX. (In Russian)
10. Mahboob Q., Zio E. Handbook of RAMS in Railway Systems. Boca Raton: CRC Press, 2018.
11. Patra A. Maintenance Decision Support Models for Railway Infrastructure using RAMS & LCC Analyses, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2007.
12. Patra A. RAMS and LCC in Rail Track Maintenance, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2009.
13. Zoeteman A. Railway Design and Maintenance from a Life-Cycle Cost Perspective: A Decision-Support Approach, 2004.
14. Goncalo Medeiros Pais Simoes. RAMS analysis of railway track infrastructure, 2008.
15. António Ramos Andrade. Renewal decisions from a Life-cycle Cost (LCC) Perspective in Railway Infrastructure: An integrative approach using separate LCC models for rail and ballast components, 2008.
16. Jens Braband. Risikoanalysen in der Eisenbahn — Automatisierung, 2005.
17. Kumar S. Reliability Analysis and Cost Modeling of Degrading Systems, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2008.
18. J. J. A. van den Breemer, S. H. S. Al-Jibouri, K. T. Veenvliet, H. W. N. Heijmans. RAMS and LCC in the design process of infrastructural construction projects: an implementation case.
19. Hromushkin K. D. Upravlenie nadezhnost'yu ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki na vseh etapah ih zhiznennogo cikla: diss. ... kand. tekhn. nauk. Serpuhov, 2011. 140 s. EDN QFIRAD. (In Russian)
20. Zhuravlev I. A. Modeli i metody ocenki pokazatelej nadezhnosti sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki: diss. ... kand. tekhn. nauk. M., 2013. 236 s. EDN SUSQWP. (In Russian)
21. Zamyshlyayev A. M. Avtomatizaciya processov kompleksnogo upravleniya tekhnicheskimi soderzhanijami infrastruktury zheleznodorozhnoho transporta: diss. ... dokt. tekhn. nauk. 2014. 340 s. EDN YTCDXZ. (In Russian)
22. Soldatov D. V. Normirovanie i analiz pokazatelej nadezhnosti sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki: diss. ... kand. tekhn. nauk. 2018. 294 s. EDN LQMZXZ. (In Russian)
23. Dorohov V. S. Metody formirovaniya programm kapital'nogo remonta i planov modernizacii ob'ektov zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki v usloviyah tekhnicheskikh riskov: diss. ... kand. tekhn. nauk. 2020. 174 s. EDN FLSEER. (In Russian)
24. Veselova A. S. Ocenka kachestva tekhnicheskoy ekspluatcii sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki: diss. ... kand. tekhn. nauk. 2020. 270 s. EDN DLDIGJ. (In Russian)
25. Bugreev N. V. Povyshenie effektivnosti planirovaniya proizvodstvennoj deyatelnosti distancii signalizacii, centralizacii i blokirovki: diss. ... kand. tekhn. nauk. 2020. 160 s. EDN ZTAOHH. (In Russian)
26. Bolotskij D. N. Metody ocenki nadezhnosti i riskov proizvodstvennogo processa ekspluatcii ob'ektov infrastruktury zheleznodorozhnoho transporta: diss. ... kand. tekhn. nauk. 2020. 181 s. EDN TBZJAV. (In Russian)
27. Smagin Yu. S. Prognozirovanie tekhnicheskogo riska pri proizvodstvennom planirovanii zameny ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki: diss. ... kand. tekhn. nauk. 2020. 165 s. EDN QATPAV. (In Russian)
28. Avtomatizaciya tekhnologii risk-menedzhmenta v hozyajstve avtomatiki i telemekhaniki / F. V. Petrenko [i dr.] // *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2017. № 11. S. 2–6. EDN ZTMUIF. (In Russian)
29. Dolgov M. V., Moskvina E. A., Taradin N. A. Avtomatizaciya ocenki deyatelnosti podrazdelenij hozyajstva avtomatiki i telemekhaniki // *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2018. № 6. S. 2–5. EDN XPTPXV. (In Russian)
30. ONIL ATO DM. Raschet i ocenka pokazatelej nadezhnosti [Elektronnyj resurs]. URL: [www.onil-ato.ru/ansh-nadezhnost.html](http://www.onil-ato.ru/ansh-nadezhnost.html) (data obrashcheniya: 07.07.2024). (In Russian)
31. Negodyaeva K. V. Sistema statisticheskogo analiza pokazatelej nadezhnosti i preskriptivnogo upravleniya processami hozyajstva avtomatiki i telemekhaniki (AS ANPSH) // *Sovremennye tekhnologii obespecheniya bezopasnosti na zheleznodorozhnom transporte: sbornik statej IV Mezhdunarodnoj studencheskoj konferencii (Voronezh, 20 maya 2022 g.)*. Voronezh: filial FGBOU VO "Rostovskij gosudarstvennyj universitet putej soobshcheniya", 2022. S. 39–41. EDN RQDJWP. (In Russian)
32. Sposob povysheniya nadezhnosti sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki s ocenкой ego effektivnosti: patent № 2725354 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK B61L 27/04, G05B 15/00. № 2019128276 / E. A. Moskvina, A. V. Budilova; zayavl. 09.09.2019, opubl. 02.07.2020. Zayavitel': OAO "Rossijskie zheleznyye dorogi". EDN NCXMMC. (In Russian)
33. Sistema statisticheskogo analiza pokazatelej nadezhnosti i preskriptivnogo upravleniya processami hozyajstva avtomatiki i telemekhaniki: svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2020613750 Rossijskaya Federaciya. № 2020612641. V. V. Zadorozhnyj [i dr.]; zayavl. 11.03.2020, opubl. 23.03.2020. Zayavitel': OAO "Rossijskie zheleznyye dorogi". EDN XUIVHW. (In Russian)
34. Informacionnaya sistema podderzhki prinyatiya reshenij po upravleniyu nadezhnost'yu, riskami i resursami (AS URRAN) // *Prikladnye informacionnye sistemy upravleniya nadezhnost'yu, bezopasnost'yu, riskami i resursami na zheleznodorozhnom transporte. Ul'yanovsk: oblastnaya tipografiya "Pechatnyj dvor"*, 2013. S. 55–73. EDN TDSOYV. (In Russian)
35. Prostakov K. A. Napravleniya razvitiya AS URRAN primenitel'no k strelochnomu hozyajstvu // *Vnedrenie sovremennykh konstrukcij i peredovykh tekhnologij v putevoe hozyajstvo*. 2015. T. 8, № 8 (8). S. 175–181. EDN WEOJRX. (In Russian)
36. Prostakov K. A. Napravleniya razvitiya AS URRAN primenitel'no k strelochnomu hozyajstvu // *Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnoho transporta*. 2015. № 5. S. 30–35. EDN UKWVVCJ. (In Russian)

37. Rozenberg I. N., Zamyshlyayev A. M., Kalinin S. V. Sozdanie AS URRAN // Zheleznodorozhnyj transport. 2012. № 10. S. 41–44. EDN PEMSIR. (In Russian)
38. Shahova K. S. Vnedrenie sistemy URRAN v upravlenie riskami OAO "RZHD" // Teoriya i praktika sovremennoj nauki. 2019. № 1 (43). S. 505–511. EDN LWXTYP. (In Russian)
39. Zamyshlyayev A. M., SHubinskij I. B., Bublikova M. A. URRAN — sistema upravleniya tekhnicheskimi aktivami na zheleznodorozhnom transporte // Trudy AO "NIAS": sbornik statej. T. 1, vyp. 11. M.: tipografiya "T8 Izdatel'skie tekhnologii". 2021. S. 67–82. EDN NPFUUE. (In Russian)
40. Programma dlya Edinoj korporativnoj platformy upravleniya resursami, riskami i nadezhnost'yu na stadiyah zhiznennogo cikla ob'ektov zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki (EKP URRAN-SH): svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2020613690 Rossijskaya Federaciya. № 2020612160 / M. A. Bublikova [i dr.]; zayavl. 28.02.2020, opubl. 19.03.2020. Zayavitel': OAO "Rossijskie zheleznye dorogi". EDN HADCEQ. (In Russian)
41. Ivanov V. E., Trishin N. A. Postroenie arhitektury riskov v hozyajstve avtomatiki, telemekhaniki i svyazi // Nauchnye issledovaniya molodyh uchenyh. Opора Ros-sii: sbornik statej Vserossijskoj nauchnoj konferencii (Petrozavodsk, 1 dekabrya 2022 g.). SPb: OAO "Mezhdunarodnyj institut perspektivnyh issledovanij imeni Lomonosova", 2022. S. 16–21. DOI: 10.58351/221201.2022.37.83.002. EDN PTZ-BZC. (In Russian)
42. Edinaya korporativnaya avtomatizirovannaya sistema upravleniya infrastrukturaj OAO "RZHD" v chasti formirovaniya faktornogo analiza riskov v oblasti bezopasnosti dvizheniya na infrastrukture OAO "RZHD". Ochered' 2020 (EK ASUI FA Och. 2020): svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2022614751 Rossijskaya Federaciya. № 2022613805; zayavl. 16.03.2022; opubl. 24.03.2022. Zayavitel': OAO "Rossijskie zheleznye dorogi". EDN IFURQB. (In Russian)
43. Trishin N. Assessment of signaling, centralization and blocking division work in the field of train traffic safety by risk-based factor analysis / N. Trishin // International Journal of Professional Science. 2024. No. 1–2. P. 53–61. EDN HSSOLC. (In Russian)
44. Gorelik A. V., Soldatov D. V. Modelirovanie tekhnologicheskogo processa vosstanovleniya ob'ektov transportnoj infrastruktury // Nauka i tekhnika transporta. 2013. № 4. S. 80–83. EDN RNEFHN. (In Russian)
45. Osobennosti primeneniya informacionnyh sistem dlya upravleniya infrastrukturnym kompleksom zheleznodorozhnogo transporta / A. V. Gorelik [i dr.] // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2020. № 6–2. S. 228–233. DOI: 10.17513/snt.38097. EDN QNWWSY. (In Russian)