

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В ХОЗЯЙСТВЕ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ



**ПЕТРЕНКО**  
Федор Владимирович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
первый заместитель начальни-  
ка Управления автоматики  
и телемеханики



**ЮДИН**  
Сергей Сергеевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
ведущий инженер отдела  
организации технической  
эксплуатации Управления  
автоматики и телемеханики



**ДОЛГОВ**  
Михаил Викторович,  
Петербургский государствен-  
ный университет путей сообще-  
ния Императора Александра I,  
заведующий ОНИЛ «Автомати-  
зация технического обслужива-  
ния, диагностика и мониторинг  
систем ЖАТ»



**ЗАДОРЖНЫЙ**  
Виталий Владимирович,  
главный инженер проекта  
института «Гипротрансиг-  
нальсвязь» – филиала  
АО «Росжелдорпроект»

**Ключевые слова:** автоматизированная система расчета показателей надежности работы технических средств ЖАТ (АС АНШ), методология УРРАН, система АСУ-Ш-2, показатели надежности, модель АЛАРП

**Аннотация.** В статье рассматривается процесс создания и функциональность новой автоматизированной системы расчета показателей надежности работы технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики – АС АНШ. Система создана на основе Методологии управления ресурсами, рисками и анализа надежности (УРРАН), базирующейся на теории риск-менеджмента. Оценка рисков потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ и показателей их надежности сложна и базируется на обработке большого объема статистических данных, применении аналитических моделей, численных методов и аппарата теории вероятностей. Уровни риска оценивают с помощью матриц рисков, представляющих собой реализацию модели АЛАРП, описывающей некоторую абстракцию, позволяющую более наглядно оценивать результаты. Представлена структура системы и описан процесс ее создания. Приведены ее выходные формы, позволяющие оценить состояние технических средств и деятельность структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД».

■ Оценка состояния технических средств и деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики базировалась на анализе количества отказов, сведения о которых сводились в форму ЦНОТС-ЦШ. Результаты такого анализа трудно назвать корректными, поскольку этот показатель невозможно улучшить до бесконечности, тем более,

что указанный подход противоречит основным положениям теории надежности.

Решить проблему призвана Методология управления ресурсами, рисками и анализа надежности (УРРАН) [1], концепция которой отражена в соответствующих ОСТАх. Она учитывает, что внезапный отказ – событие случайное, которое полностью исключить

нельзя – можно только снизить вероятность его появления, реализуя различные мероприятия. Кроме того, отказ может повлечь разные по значимости последствия, которые определяются в большей мере стечением обстоятельств. Например, он может привести или не привести к задержке поездов, а если и вызовет задержку, то количество поездов и сумма убытка

могут быть разными. Случайность нежелательных (рисковых) событий и размеров возникающих последствий описывает понятие риска. Именно поэтому в основе Методологии лежат идеи риск-менеджмента. Как следствие в ней требуемые уровни надежности систем ЖАТ определяют на основе анализа уровней риска, связанного с влиянием их отказов на перевозочный процесс. Величина риска при этом определяется сочетанием частоты отказов 1-й и 2-й категории, существенно влияющих на перевозочный процесс, и потерь поездо-часов (суммарных задержек поездов), возникающих по причине этих отказов.

Оценка рисков потерь поездо-часов и показателей надежности систем ЖАТ сложна и базируется на обработке большого объема статистических данных, применении аналитических моделей, численных методов и аппарата теории вероятностей. В свою очередь, уровни риска оценивают с помощью матриц рисков, представляющих собой реализацию модели ALARP, описывающей некоторую абстракцию, позволяющую более наглядно оценивать результаты.

■ Разработанные подходы к оценке и нормированию показателей надежности функционирования систем ЖАТ были отражены в ряде нормативных документов.

Посредством методики [2] формируют статистическую совокупность отказов, предотказных состояний и замечаний для расчетов различных показателей, а также ряд иных данных (о размерах движения поездов, типе системы, годе ее ввода в эксплуатацию и др.).

С помощью методики [3] рассчитываются фактические (статистические) и прогнозные значения показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Методика [4] используется для оценки фактического и прогнозного уровня рисков потерь поездо-часов из-за отказов, а также рисков по безопасности.

Методические указания [5] служат для определения норм показателей надежности, с которыми сравнивают их фактические и прогнозные значения, формирования матрицы рисков, а также расчета интегральных (обобщенных по всем объектам в границах участ-

ков и предприятий) показателей надежности.

Посредством методик оценивают и анализируют уровни рисков потерь поездо-часов для систем ЖАТ с учетом условий их эксплуатации, класса и специализации железнодорожной линии, на которой они находятся, а также рассчитывают и анализируют показатели функциональной надежности (среднее время восстановления, интенсивность отказов 1-й и 2-й категории и коэффициент готовности). Результаты этого должны стать объективной основой для принятия решений по управлению надежностью инфраструктуры автоматики и телемеханики. Более точно определять слабые места в хозяйстве автоматики и телемеханики должны показатели структурной надежности (интенсивность всех видов отказов, предотказных состояний и отступлений от норм содержания, среднее время их устранения).

■ Разработанные в методиках тематические модели оказались достаточно сложными. Заложенные в них подходы никогда ранее в ОАО «РЖД» не применялись. В первую очередь это относится к оценке и анализу рисков, а также к концепции нормирования показателей надежности. В связи с чем методики решили сначала протестировать на отдельных пилотных участках Западно-Сибирской и Октябрьской дорог. Привлечение специалистов из служб этих ДИ, владеющих информацией о фактическом состоянии железнодорожной инфраструктуры, позволило не только оценить адекватность и точность реализуемых в методиках расчетов, но и отыскать возможные неточности. Их предложения поступали специалистам Управления автоматики и телемеханики ЦДИ и ПКБ И, которые независимо выполняли экспертизу расчетов. Несмотря на положительные практические результаты в процессе расчетов обнаружился ряд проблем, основными из которых являются:

большой объем исходных данных из различных источников, который приходилось обрабатывать вручную;

некорректность части нормативной информации, специально добавленной в АСУ-Ш-2 для расчета показателей надежности;

сложность расчетов для пер-

сонала, связанная с применением разнородных методов и моделей;

ошибки различного характера, в том числе при вводе данных, вычислениях, округлении чисел и др.

Стало очевидным, что выполнять расчеты вручную, тем более с введением классификации линий, практически невозможно. Для реализации такого трудоемкого процесса нужно было автоматизировать сбор и обработку информации, а также все основные расчеты, что позволило бы исключить субъективные ошибки и ускорить процедуру расчетов. При этом специалисты дорог смогли бы оперативно получать готовые результаты расчетов и оценивать их соответствие фактическому состоянию устройств.

■ Предложение разработчиков системы КЗ УО ЖАТ из ПГУПС решить задачу автоматизации расчетов получило одобрение со стороны Управления автоматики и телемеханики ЦДИ, что дало им возможность совместно со специалистами ГТСС приступить к созданию автоматизированной системы анализа показателей надежности хозяйства – АС АНШ.

К моменту принятия положительного решения наиболее полной и корректной базой данных об отказах располагала информационная система АСУ-Ш-2, в которую передавались оповещения, формируемые системой КАС АНТ. В ней также автоматически устраивались дублирующие записи и имелся свой сайт с возможностью размещения результатов и доступа к ним различных участников, реализующих этот проект (специалистов дорог, сотрудников ПГУПС, Управления автоматики и телемеханики ЦДИ, ПКБ И). Это и обусловило решение интегрировать АС АНШ в АСУ-Ш-2.

С целью автоматизации сбора необходимых данных проанализировали перспективы получения от АСУ-Ш-2, КАС АНТ, ЕК АСУИ, КЗ УО ЖАТ и других систем оперативной (об отказах и предотказных состояниях средств ЖАТ, отступлении от норм их содержания) и нормативной (списки станций и перегонов, участков и подразделений, сведения об интенсивности движения поездов, регламентном времени восстановления работоспособности устройств и др.) информации. Разработчики указанных систем с пониманием

отнеслись к поставленной задаче, и с этой частью работ проблем не возникало.

Автоматизация расчета потребовала координации действий разработчиков методики и программистов модуля автоматизированного расчета, поскольку первые владели информацией о реализуемых в методиках расчетах, а вторые являлись специалистами в области разработки информационных систем. Для взаимодействия между ними разработали специальный шаблон в Microsoft Excel, понятный всем участникам и позволяющий выполнять проверочные расчеты на тестовых наборах данных в соответствии с методиками. Он помог наладить взаимодействие и консультации для оперативного решения возникающих вопросов.

Взаимодействие между коллективами разработчиков являлось важной задачей, поскольку в процессе реализации проекта требовалось обеспечить точное соответствие результатов автоматизированных расчетов методикам. Кроме того, в процессе апробации не исключалась корректировка как методик, так и программного обеспечения, после которой требовалось оперативно получить новые результаты. С целью реализации этой задачи решили использовать сайт АСУ-Ш-2, что ускоряло анализ и оценку результатов расчетов

специалистами служб автоматики и телемеханики ДИ.

■ Создать новую систему предполагалось за полгода в три этапа. После обсуждения ее структуры, решили, что на первом этапе потребуется подготовить входные данные, перевести расчет в шаблон и разработать формы выходных документов, а затем рассчитать функциональные показатели и проанализировать их на тестовом полигоне.

По результатам анализов на втором этапе планировалось откорректировать расчет и автоматизировать сбор входных данных, сформировать и рассчитать структурные показатели, опубликовать выходные таблицы на сайте. Далее нужно было расширить полигон тестирования полученных результатов, распространив его на несколько дорог.

На третьем этапе нужно будет окончательно перевести шаблон расчета показателей в автоматический модуль, добавить расчет матрицы рисков и, реализовав ее картографическое представление, растрагировать АС АНШ на всю сеть дорог России. Для воплощения в жизнь этих планов составили дорожную карту, описывающую все действия между разными коллективами разработчиков.

■ На первом этапе объединенными усилиями разработали функциональную структуру системы

АС АНШ (рис. 1). Модули сбора входных данных и расчета показателей разместили на каждом сервере АСУ-Ш-2. Результаты расчетов теперь сохраняются в таблицах базы данных, названных хранилищем результатов, обеспечивающих длительное хранение и быстрый доступ к информации с сайта. Все результаты расчетов автоматически передаются на уровень ГВЦ в такое же хранилище, а также в другие системы, использующие показатели надежности в своей работе (например, КАС АНТ и ИнфраГИС).

Модуль публикации результатов обеспечивает показ выходных форм и их наполнение результатами в соответствии с запросами пользователя.

С целью оценки применимости методики потребовалось выполнить расчет на основе реальных данных. В качестве тестового полигона выбрали Западно-Сибирскую дорогу, поскольку на ней была наиболее корректно заполнена база нормативно-справочной информации. Расчет функциональных показателей надежности (вероятность задержки поезда, потери поездо-часов, среднее время восстановления, коэффициент готовности и интенсивность отказов 1-й и 2-й категории) был перенесен в шаблон.

Наличие всех необходимых входных данных позволило сде-

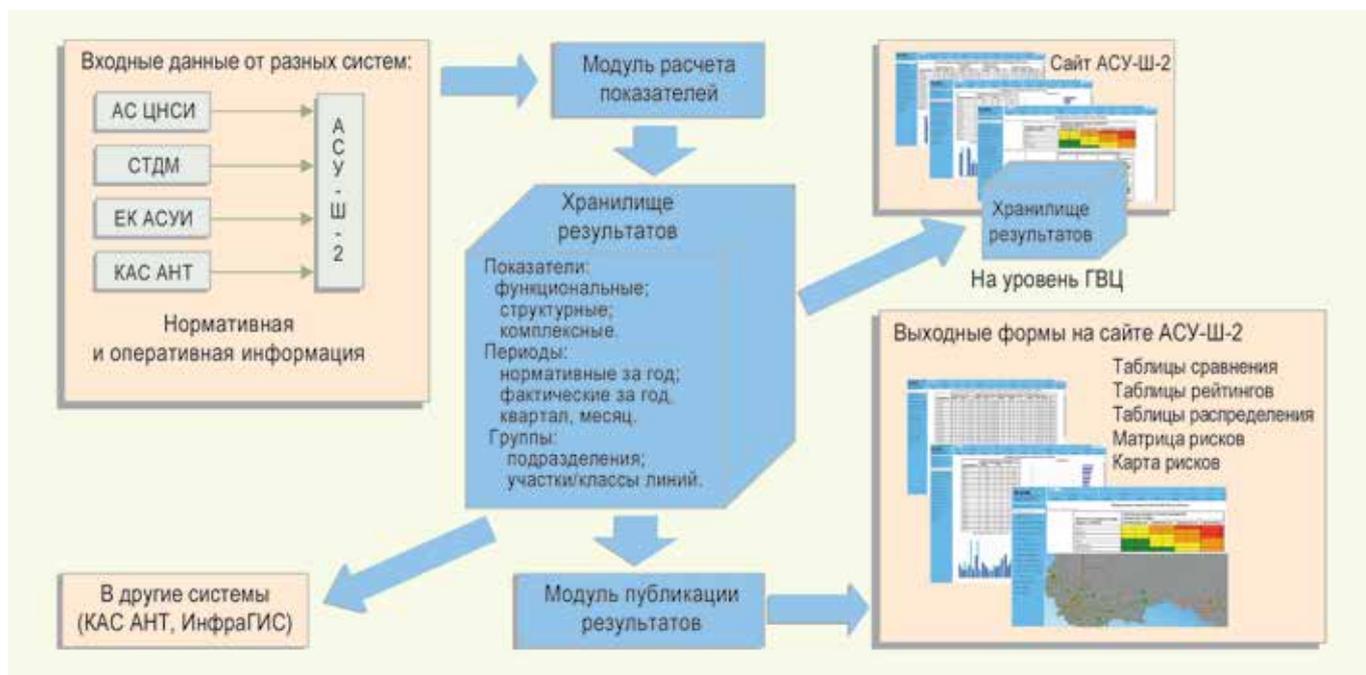


РИС. 1

АС АНШ

Отчет по показателям надежности технических средств по хозяйству автоматики и телемеханики за 2016 г. по Сети

Подразделения	Интенсивность *10 <sup>-3</sup>			Коэффициент готовности			Среднее время восстановления			Потери поездо-часов			
	допуст.	факт.	%	допуст.	факт.	%	допуст.	факт.	%	допуст.	2015	2016	%
ОКТ Ж.Д.	26.59	20.72	77.92	0.9326	0.9577	102.89	2.72	2.13	78.31	1737.34	1681.85	1247.35	71.80
КЛНГ Ж.Д.	0.50	0.47	94.00	0.9990	0.9995	100.05	2.08	2.87	139.32	10.82	11.68	8.17	57.02
МОСК Ж.Д.	24.47	29.04	106.42	0.9595	0.9667	100.75	1.72	1.32	76.74	970.17	1151.72	1281.20	132.06
ГОРЬК Ж.Д.	16.27	11.54	70.98	0.9518	0.9720	102.15	3.13	2.49	79.55	1259.55	1190.72	781.03	62.01
СЕВ Ж.Д.	13.46	11.14	82.76	0.9659	0.9762	101.07	2.62	2.19	83.59	2237.71	696.87	2103.18	93.99
С-КАВ Ж.Д.	16.44	11.77	71.59	0.9429	0.9704	102.92	3.68	2.59	70.38	556.84	553.55	673.05	130.22

Подразделения	Дороги	Количество отказов			Продолжительность			Среднее время восстановления			Потери поездо-часов		
		2015	2016	%	2015	2016	%	2015	2016	%	2015	2016	%
ОКТ	ОКТ	937	742	79%	1087,57	848,87	78%	1,16	1,14	98%	1681,85	1247,35	74%
В-СИБ Ж.Д.	КЛНГ	20	10	50%	35,80	9,53	27%	1,79	0,95	53%	11,63	6,17	53%
КРАС Ж.Д.	МОСК	767	800	104%	561,67	523,58	93%	0,73	0,65	89%	1151,72	1281,2	111%
В-СИБ Ж.Д.	ГОРЬК	481	349	73%	441,37	326,35	74%	0,92	0,94	102%	1190,72	781,03	66%
ЗАБ Ж.Д.	СЕВ	399	362	91%	531,75	461,7	87%	1,33	1,28	96%	699,87	2103,18	137%
В-ВОСТ Ж.Д.	С-КАВ	521	397	76%	414,03	296,32	72%	0,79	0,75	94%	553,55	673,05	126%

РИС. 2

лать предварительный расчет по всей сети дорог и свести результаты в отчетную форму ЦНОТС-ЦШ (рис. 2), которую впервые представили в начале года на совещании по подведению итогов работы хозяйства автоматики и телемеханики. Его участники смогли ознакомиться с новым подходом к оценке деятельности подразделений хозяйства.

К концу первого этапа специалистами Управления автоматики и телемеханики и ПКБ И был разработан набор выходных форм, которые оформили в альбом вы-

ходных форм системы АС АНШ, утвержденный к применению. При этом продолжалась выверка нормативно-справочной информации по дорогам и на основании анализа результатов на тестовом полигоне изменялась методика.

■ На втором этапе автоматизированный сбор данных от различных систем позволил исключить ошибки при расчетах в шаблоне. Появился модуль расчета показателей, в который постепенно переносили выверенные алгоритмы из шаблона, и новые формы для публикации на сайте (таблицы

ранжирования подразделений по каждому функциональному показателю и таблицы распределения долей отказов различных систем (устройств) применительно к интенсивности отказов).

Одновременно с этим расширились функциональные возможности сайта в части детализации строк таблицы до уровня объектов, сохранения выходных форм в файлах Microsoft Excel и др. Продолжалась проверка показателей на практике, что вызывало дебаты о ее способах, поскольку результаты нужно было оценивать при невоз-

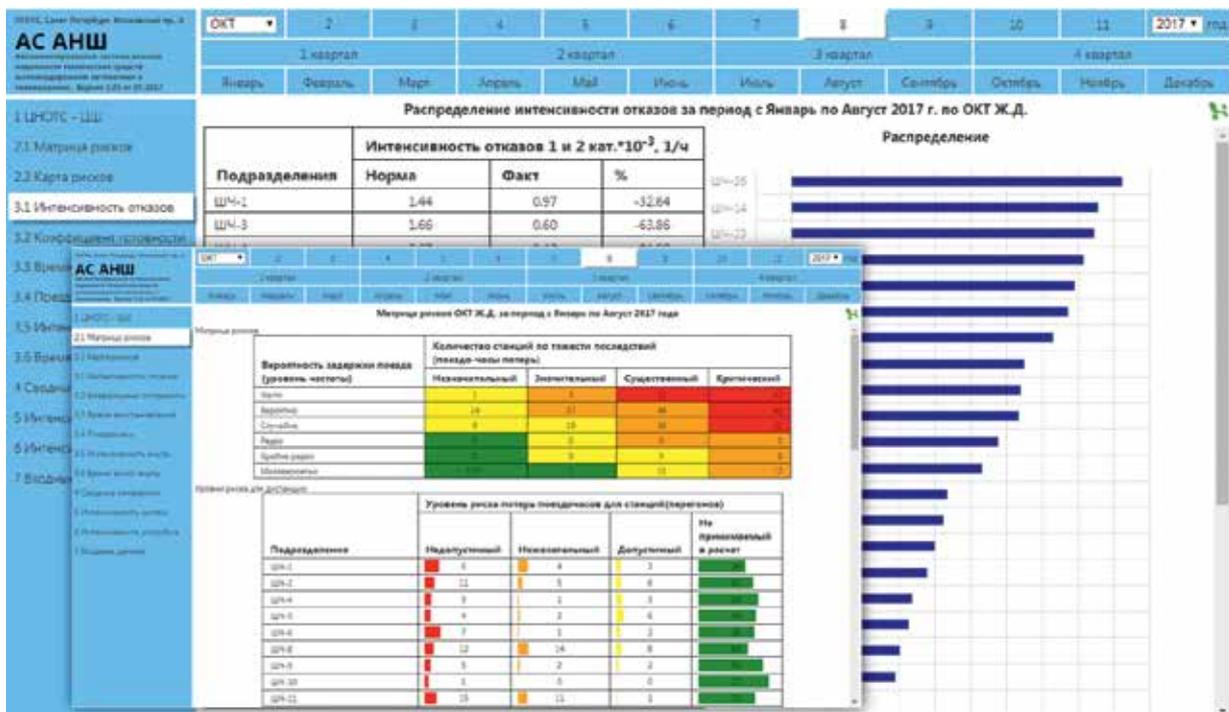


РИС. 3

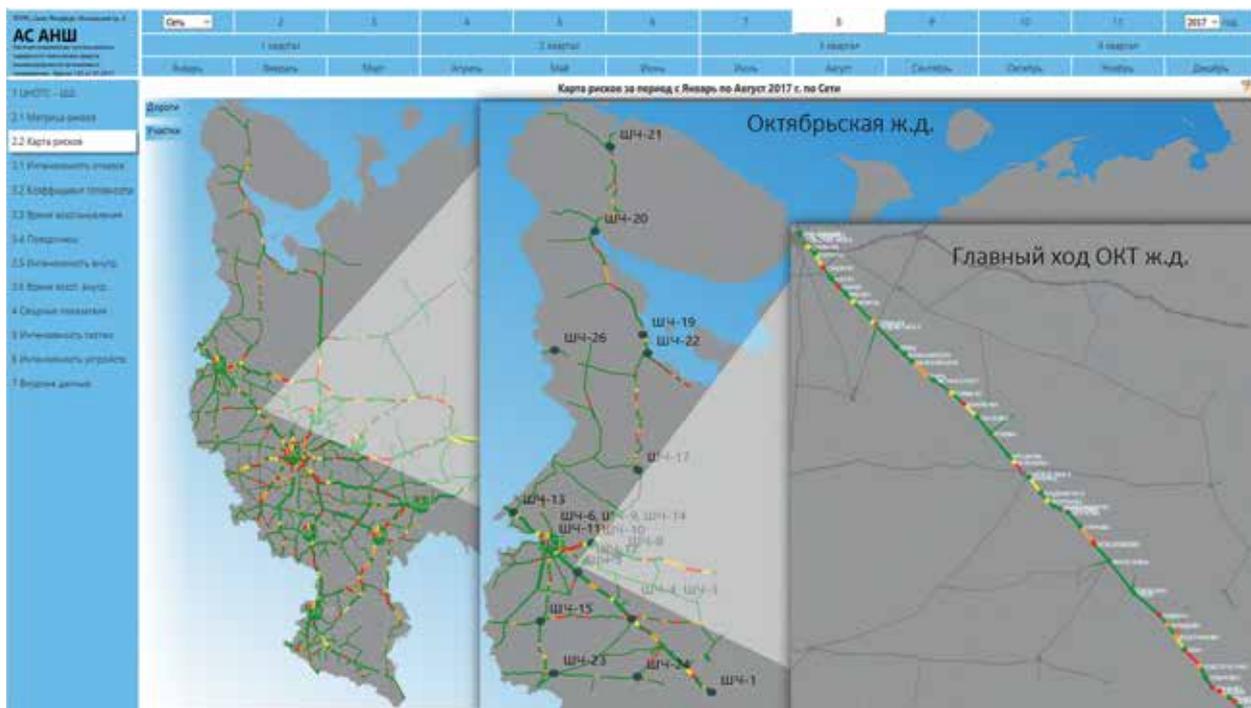


РИС. 4

возможности выполнения расчетов вручную. В итоге решили сравнивать их с фактическим состоянием устройств ЖАТ на объектах. Такой подход назвали экспертной оценкой результатов.

■ На третьем этапе полностью автоматизировали расчет, в который добавили структурные показатели (интенсивность всех неисправностей, среднее время их устранения) и интегральный уровень риска (рис. 3).

В соответствии с интегральным уровнем риска объекты, входящие в подразделения дорог или дистанций, распределяются в матрице риска по соотношению вероятности задержек поезда и тяжести последствий из-за предполагаемых отказов. Для наглядности им присваиваются определенные цвета из матрицы рисков.

К этому времени силами работников дистанций и служб все выявленные проблемы в нормативно-справочной информации устранили. Это единственная работа, которую требовалось выполнять вручную. Теперь для проверки нормативно-справочной информации добавлена специальная форма «Входные данные», с помощью которой можно оценивать правильность входных данных и поддерживать их корректность на должном уровне.

Модуль расчета в автоматическом режиме загружает все необ-

ходимые данные, рассчитывает показатели и сохраняет результаты в хранилище базы данных. Все разработанные выходные формы публикуются на сайте системы.

Наиболее наглядно результат представлен на карте распределения уровней риска (рис. 4), где на схематическом плане дороги показаны объекты, окрашенные в соответствии со своим интегральным уровнем риска. С помощью масштабирования и выбора различных множеств объектов (по подразделениям, железнодорожным линиям и др.) можно увидеть проблемные места на карте. Продолжается работа над улучшением представления показателей надежности, отображения различных свойств выбранного объекта, визуализацией изменений показателя во времени, наложением на карту данных из других систем с целью определения влияния на исследуемый показатель.

АС АНШ, как и любая другая вновь разработанная система, может быть несовершенна. Исправление ошибок, развитие функциональности, доведение системы до рабочего состояния – наша общая задача, решив которую, можно будет по-другому взглянуть на известные всем проблемы, связанные с отказами, раскрыть их с другой стороны, найти более эффективные методы решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методика оценки функционального ресурса технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21 ноября 2015 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».
2. Методика определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ в зависимости от классификации железнодорожных линий : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2016 № 2651р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».
3. Методика сбора, обработки и расчета показателей эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики : утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2016 г. № 2651р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».
4. Методика оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21.11.2015 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».
5. Методика комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта систем и устройств : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2016 № 2590р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».