

А.М. ЗАМЫШЛЯЕВ

**Прикладные
информационные системы
управления надежностью,
безопасностью, рисками
и ресурсами
на железнодорожном транспорте**



Замышляев А.М.

**ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
НАДЕЖНОСТЬЮ, БЕЗОПАСНОСТЬЮ,
РИСКАМИ И РЕСУРСАМИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

(под редакцией профессора Шубинского И.Б.)

Москва, 2013

ББК
УДК
Ш

Замышляев А.М.

Ш Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте/ А.М.Замышляев. – Ульяновск: Областная типография «Печатный двор», 2013. – 143 с., ил.

ISBN

В книге описана технология Комплексного управления надежностью, рисками, ресурсами на всех этапах жизненного цикла (УРРАН), основывающаяся на использовании современной информационной платформы для решения задачи управления техническим содержанием инфраструктуры железных дорог России.

Рассмотрена функциональная стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге ОАО «РЖД».

Представлена структура математического обеспечения информационной технологии эффективного управления инфраструктурой на железнодорожном транспорте.

Сделан подробный обзор прикладных отраслевых информационных систем: КАСАНТ, АС РБ, ИКСАР СЦ, КАСКОР, АС УРРАН. Описана технология работы, цели, задачи, архитектуры систем, основные результаты эксплуатации, а также эффективность их применения с точки зрения задач, стоящих перед ОАО «РЖД». Рассматриваемые информационные системы охватывают широкий круг вопросов, включая: оперативный учет данных по нарушениям безопасности движения поездов; контроль работы ревизоров; учет и контроль устранения отказов технических средств; контроль проведения осмотров станций; контроль генеральных осмотров пути; учет нарушений, допущенных работниками хозяйства перевозок; контроль оснащенности путей станций и прилегающих перегонов; оценку показателей надежности объектов инфраструктуры и рисков, связанных с безопасностью движения.

Материал, изложенный в книге, рассчитан на специалистов, по роду своей деятельности связанных с разработкой и созданием информационных технологий на железнодорожном транспорте, а также может быть полезен студентам и аспирантам, специализирующимся в области информационных технологий, информационных систем и автоматизированных систем управления, профессорско-преподавательскому составу средних и высших учебных заведений железнодорожного транспорта.

ББК
УДК

ISBN

Замышляев А.М., 2013
ООО «Журнал «Надежность», 2013
Оформление. ОАО «Областная
типография «Печатный двор», 2013

Введение

В стратегии научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года («Белая книга» ОАО «РЖД») определены ориентиры инновационного развития Компании. Одним из таких ориентиров являются требования к безотказности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности.

В Компании предусматривается повышение коэффициента эксплуатационной готовности до уровня 0,98, снижение трудоемкости текущего и среднего ремонтов до 50%, увеличение межремонтных пробегов в 2-3 раза, пробега между техническими обслуживаниями в 3-10 раз.

В настоящее время доля стоимости основных фондов инфраструктуры составляет более 60% от общей стоимости основных средств ОАО «РЖД», а доля эксплуатационных затрат на объекты инфраструктуры составляет порядка 35% от общего объема затрат. Оптимизация расходов на содержание инфраструктуры является одной из ключевых задач Компании. В результате многолетнего недофинансирования износ основных фондов постоянно увеличивался, что привело к тому, что в настоящее время износ некоторых элементов инфраструктуры Компании, наиболее критичных по последствиям выхода из строя, достиг 70%.

Значительный рост цен на материалы в последнее время приводит к существенному увеличению себестоимости ремонтов. По этой причине при сохранении величины годового финансирования ремонта объемы работ имеют тенденцию к постоянному уменьшению. В результате нарастает протяженность

участков пути и число других объектов инфраструктуры с просроченными ремонтами различного вида.

Создавшиеся условия, а также процессы изменения организационной структуры ОАО «РЖД» требуют применения комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте с использованием методологии обеспечения безотказности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) в соответствии с ИЕС 62278, а также национальных стандартов ГОСТ серии 27.002-89.

Цель внедрения комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте состоит в решении одной из основных задач инновационного развития ОАО «РЖД» – сокращении стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры и подвижного состава при условии обеспечения высокого уровня надежности технических средств и требуемого уровня безопасности перевозочного процесса.

Комплексное управление надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте предназначено для реализации следующих основных задач:

– управление эксплуатационной работой Компании с помощью системы эксплуатационных показателей надежности, выраженных в единицах измерения объема выполненной работы каждым хозяйством ОАО «РЖД»;

– принятие управленческих решений по эксплуатации инфраструктуры и подвижного состава Компании должно производиться на основе оценки рисков на всех этапах жизненного цикла;

– в основу управления безопасностью перевозочного процесса положены следующие постулаты:

- абсолютной безопасности не существует – после принятия защитных мер всегда остается некоторый остаточный риск;

- безопасность достигается путем уменьшения риска до допустимого уровня;
- остаточный риск не должен быть выше допустимого уровня;
- допустимый уровень риска оценивается и корректируется на всех этапах жизненного цикла;
 - при управлении экономическими рисками производственной деятельности ОАО «РЖД» следует руководствоваться принципом ALARP – настолько низкий уровень остаточного риска, насколько это в разумной мере возможно, исходя из ресурсов Компании;
 - в отношении рисков, связанных с жизнью и здоровьем людей, животных, экологической безопасностью следует при принятии защитных мер отдавать им приоритет по сравнению с коммерческими интересами ОАО «РЖД»;
 - управление стоимостью жизненного цикла должно осуществляться на основании результатов текущей и интегральной оценок эксплуатационных показателей надежности и безопасности технических средств с учетом человеческого фактора (его количественного влияния на надежность и безопасность, а также внедренной системы подготовки и переподготовки операторов);
 - все процедуры принятия управленческих и иных решений в эксплуатационной работе ОАО «РЖД» на всех этапах жизненного цикла должны осуществляться в соответствии с требованиями разрабатываемых нормативных документов ОАО «РЖД» в рамках данного направления;
 - взаимодействие со смежными компаниями, участвующими совместно с ОАО «РЖД» в перевозочном процессе, разработке, техническом обслуживании должно осуществляться по единым нормативным документам в рамках реализации данного направления.

Поскольку речь идет о новых или измененных подходах к процедурам, введение таковых сразу же ведет к затратам. С другой стороны, появляются потенциальные возможности совер-

шенствования и экономии, что может быть доказано следующими примерами:

1) Целостный, ориентированный на риски подход к рассмотрению проблем облегчает введение новых методов работы и технологических новшеств.

2) Последовательное осуществление управления показателями надежности и безопасности снижает риски в процессе проектирования, так как позволяет выявлять проблемы в более ранние сроки.

3) Благодаря унифицированной структурированной документации создается возможность повторного применения и приемка на основе доказательств безопасности изделий разных изготовителей.

Комплексное управление надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте означает во многих отношениях смену основных принципов:

- от оценки рисков на основе правил к оценке рисков на основе соображений безопасности;
- от описательных спецификаций требований к спецификациям, ориентированным на функции;
- от проектирования систем по принципу «снизу вверх» к проектированию по принципу «сверху вниз»;
- от технического подхода к подходу на основе целостного, системно-ориентированного взгляда.

Применение комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте позволит:

1) количественно оценивать производственную деятельность хозяйств с учетом отказов и организации технического обслуживания и эксплуатации;

2) контролировать и сопоставлять деятельность структурных подразделений в рамках хозяйства на основании показателей,

учитывающих характеристики структурных подразделений и их производственной деятельности;

3) прогнозировать количество предполагаемых отказов с учетом заданного объема произведенной работы;

4) оценивать реальные потери в зависимости от надежности технических средств;

5) оперативно решать вопросы обеспечения безопасности перевозочного процесса.

Комплексное управление надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте представляет собой технологию, способствующую повышению качества услуг на железнодорожном транспорте. Данная технология характеризуется несколькими компонентами, а именно:

– факторы, влияющие на надежность и безопасность объектов железнодорожного транспорта, а также средства достижения надежности и безопасности;

– риск и полнота безопасности;

– стоимость жизненного цикла (СЖЦ).

Надежность и безопасность являются характеристиками продолжительной работы системы и достигаются посредством применения существующих инженерных понятий, методов, средств и технологий в течение жизненного цикла системы. Надежность и безопасность системы может быть охарактеризована как качественными, так и количественными показателями уровня данной системы или подсистем и компонентов, составляющих данную систему, при которых можно полагаться на то, что они функционируют надлежащим образом, а также готовы к эксплуатации и безопасны.

Достижение целей по безопасности и надежности в процессе эксплуатации возможно только при соответствии всем требованиям безотказности, ремонтпригодности и долговечности, при

осуществлении контроля текущей и долгосрочной деятельности, связанной с техническим обслуживанием и эксплуатацией, а также внешней среды системы.

Безопасность системы зависит от серьезности последствий отказов, а также от ремонтпригодности системы с точки зрения простоты выполнения технического обслуживания, видов отказов, связанных с безопасностью, времени восстановления системы в безопасном режиме и т.д.

Отказы в системе, эксплуатируемой в рамках границ применения и в условиях внешней среды, будут определенным образом сказываться на поведении системы. Все отказы неблагоприятно влияют на безотказность системы, тогда как только определенные отказы будут оказывать негативное влияние на безопасность в рамках конкретного применения. Окружающая среда также может оказывать влияние на функциональные возможности системы и, в свою очередь, на безопасность применения на железнодорожном транспорте.

Для поддержки принятия решений по управлению безопасностью и надежностью объектов инфраструктуры ОАО «РЖД», автоматизации расчета показателей эксплуатационной надежности и безопасности, оценки соответствия достигнутых показателей заданным нормам, контроля и сопоставления деятельности структурных подразделений в рамках хозяйства, а также автоматизированного построения дерева событий и формирования матриц рисков, расчета необходимого количества ресурсов для текущих и капитальных видов ремонтов, в ОАО «РЖД» одновременно с методологической базой внедряется комплекс прикладных информационных систем управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте. Описание технологии работы, целей, задач, архитектуры построения систем, основные результаты эксплуатации, а также эффективность их применения с точки

зрения задач, стоящих перед ОАО «РЖД», является предметом изучения данной книги.

Книга состоит из введения, семи глав и заключения. Первая глава посвящена описанию методологии RAMS, рассмотрена функциональная стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса, дается обзорная информация о проекте УРРАН. Без данного описания автору было бы затруднительно переходить к основной части книги, описывая цели и задачи создаваемых информационных технологий. Вторая глава посвящена структуре математического обеспечения информационной технологии управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте и ее архитектуре. Третья, четвертая, пятая, шестая и седьмая главы подробно описывают прикладные информационные технологии, их цели, задачи, функции и архитектуру.

Материал, изложенный в книге, может быть полезен студентам и аспирантам, специализирующимся в области информационных технологий и информационных систем, а также в области автоматизированных систем управления, профессорско-преподавательскому составу средних и высших учебных заведений железнодорожного транспорта, а также специалистам, по роду своей деятельности связанным с разработкой и созданием информационных технологий на транспорте.

Автор выражает глубокую признательность своему рецензенту, Учителю, Наставнику, доктору технических наук, профессору Шубинскому Игорю Борисовичу за неоценимый вклад в разработку и внедрение проекта УРРАН на сети железных дорог, а также за ценные замечания и помощь при подготовке книги.

Данная работа была бы невозможна без поддержки руководства ОАО «РЖД» в лице главного инженера Компании,

старшего вице-президента, кандидата технических наук Гапановича В.А.

Большое влияние на весь цикл работ по созданию и тиражированию на сеть железных дорог разрабатываемых информационных технологий оказали первый заместитель генерального директора ОАО «НИИАС», доктор технических наук, профессор Розенберг И.Н. и первый заместитель генерального директора ОАО «НИИАС», доктор технических наук, профессор Розенберг Е.Н.

Автор выражает искреннюю благодарность всем специалистам ОАО «РЖД» и ОАО «НИИАС», с кем плечом к плечу доводилось решать непростые, а подчас и неординарные задачи при разработке и внедрении выше обозначенных проектов.

Глава 1. Принципы и задачи комплексного управления надежностью, рисками и стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте

1.1. Методология RAMS

Аббревиатура RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety – Безотказность, Готовность, Ремонтпригодность, Безопасность) была введена в комплексе стандартов, выпущенном Европейским комитетом электротехнической стандартизации CENELEC во второй половине 90-х годов прошлого века и предназначенных для применения на железных дорогах. Применение RAMS на железнодорожном транспорте довольно детально представлено в работах европейских ученых [1,2,3,4,5,6,7,8]. Фактически данная аббревиатура подразумевает сочетание перечисленных показателей, рассматриваемое в контексте методологии их обеспечения.

В состав данного комплекса стандартов входят следующие основные документы:

- EN 50126 – Железные дороги. Технические условия и демонстрация безотказности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS);

- EN 50126-2 – Железные дороги. Технические требования и демонстрация надежности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS). Часть 2. Руководство по применению EN 50126 к безопасности;

- EN 50126-3 – Железные дороги. Технические требования и демонстрация надежности, эксплуатационной готовности, ре-

монтопригодности и безопасности (RAMS). Часть 3. Руководство по применению EN 50126 к подвижному составу;

- EN 50128 – Железные дороги. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Программное обеспечение систем управления и обеспечения безопасности на железных дорогах;

- EN 50129 – Железные дороги. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Электронные системы сигнализации, связанные с безопасностью.

Позднее стандарты EN 50126, EN 50128 и EN 50129 были выпущены как международные стандарты МЭК: IEC 62278, IEC 62279 и IEC 62425 соответственно [9].

В основу разработки указанных стандартов CENELEC были положены действовавшие ранее стандарты, устанавливающие требования к функциональной безопасности.

Стандарты основаны на вероятностном подходе, который в прошлом использовался в технологиях атомной энергетики, авиации и космонавтике, а теперь также применим к железнодорожным технологиям. Стандарт EN 50126 распространяется на железнодорожный транспорт в целом и относится к показателям RAMS. EN 50129 применяется к электронным системам управления и обеспечения безопасности, а EN 50128 – к программному обеспечению систем управления и обеспечения безопасности.

Специфика RAMS по отношению к традиционным стандартам в области надежности технических систем заключается в следующем:

1. Комплексное управление надежностью и безопасностью объекта с учетом этапов жизненного цикла;
2. Принятие решений по управлению надежностью и безопасностью объекта на основе оценки рисков;
3. Управление надежностью и безопасностью объекта, как по количественным показателям, так и на основе апробированных международным сообществом рекомендаций.

Таким образом, RAMS меняет традиционный подход к управлению надежностью и безопасностью объекта железнодорожного транспорта, учитывая оценку рисков при принятии управленческих решений на всех этапах жизненного цикла.

Характеристики RAMS имеют следующие определения.

Безотказность (Reliability) – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки [10,11].

Готовность (Availability) – свойство объекта быть в состоянии выполнять требуемую функцию при заданных условиях в данный момент времени или в течение заданного интервала времени при условии обеспечения необходимыми внешними ресурсами [10,11].

Ремонтпригодность (Maintainability) – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта [10,11].

Безопасность (Safety) – отсутствие неприемлемого риска возникновения ущерба [10,11].

Таким образом, показатели R, A и M имеют непосредственное отношение к надежности, а показатель S – к безопасности функционирования.

При функционировании железнодорожного транспорта задействуется большое количество людей – от пассажиров, обслуживающего персонала, персонала, ответственного за работу оборудования до других участников движения, например, водителей автомобилей на железнодорожных переездах. Каждый из них может среагировать на какую-либо ситуацию по-разному. Поскольку человек может оказать большое влияние на RAMS, достижение заданных показателей RAMS железнодорожного транспорта требует более строгого учета человеческого фактора, чем это требуется в других отраслях.

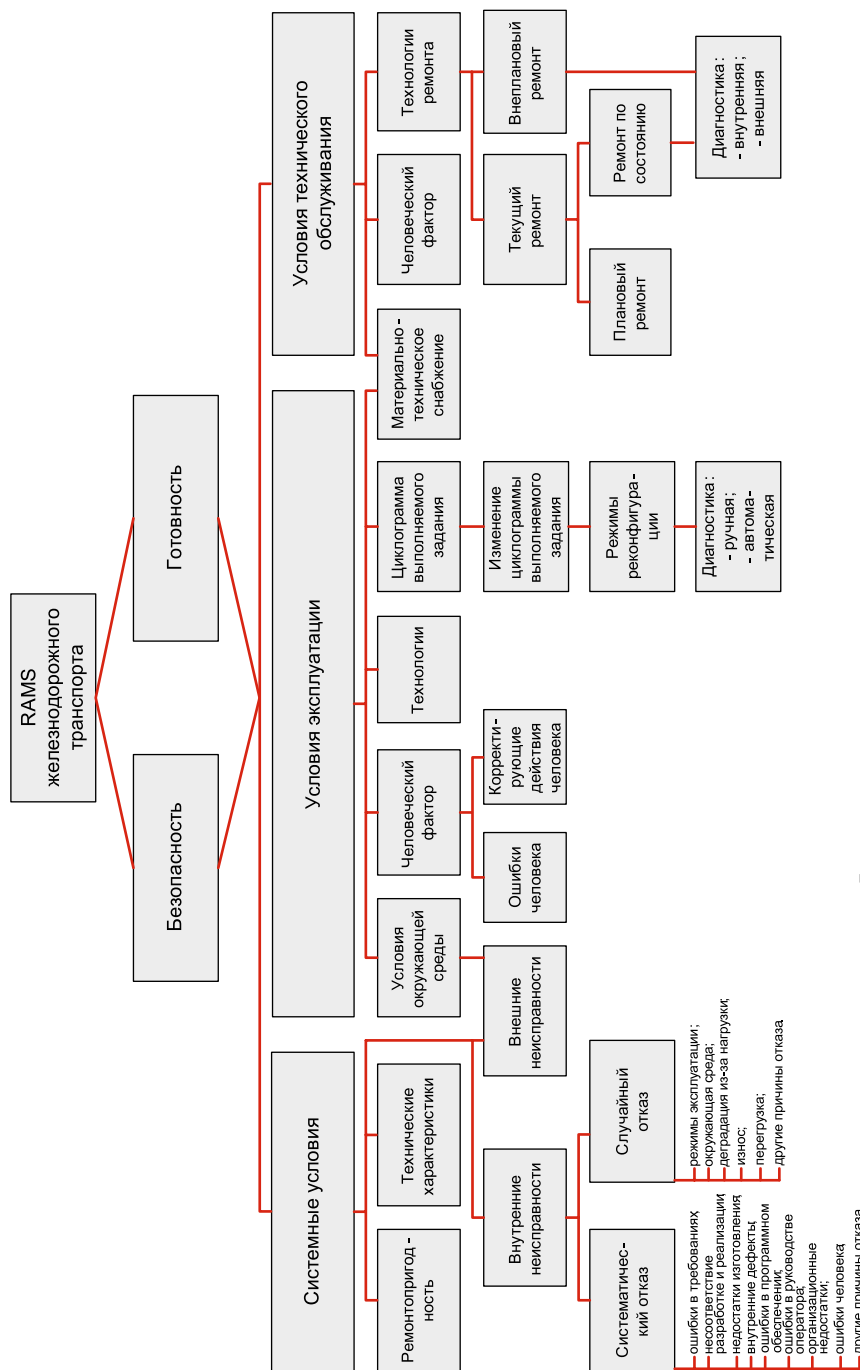


Рис. 1.1. Факторы, влияющие на RAMS системы

Человеческий фактор может быть определен как влияние характерных особенностей, возможностей и поведения человека на систему. Данный фактор включает анатомические, физиологические и психологические особенности людей. Понятия, связанные с человеческим фактором, используются, чтобы позволить людям работать рационально и эффективно, с должным вниманием к потребностям человека в аспектах здоровья, безопасности и получения удовлетворения от работы [12,13,14].

Общие факторы, включая показанные на рис.1.1, должны пересматриваться для каждой конкретной системы. Перечень факторов, недопустимых к использованию, определяется администрацией железной дороги. При анализе влияния на RAMS должен оцениваться каждый используемый общий фактор и должны быть определены частные влияющие факторы, специфические для данной системы. Проблемы человеческого фактора должны быть также учтены, как ключевой аспект в интегрированном процессе управления RAMS.

Средства достижения соответствия показателей RAMS установленным требованиям предусматривают управление факторами, влияющими на RAMS в течение всего жизненного цикла системы. Эффективное управление требует создания технологий защиты от источников отказов и ошибок, возникающих при использовании и обслуживании системы с учетом как случайных, так и систематических отказов. При этом предусматриваются меры по уменьшению возможного ущерба, возникающего в результате отказов и ошибок на всех этапах жизненного цикла, включая сочетание профилактических (направленных на снижение возможного ущерба) и защитных (направленных на снижение тяжести последствий ущерба) мер.

Под жизненным циклом системы понимается последовательность этапов, каждый из которых содержит определенные задачи. Эта последовательность охватывает полностью срок службы

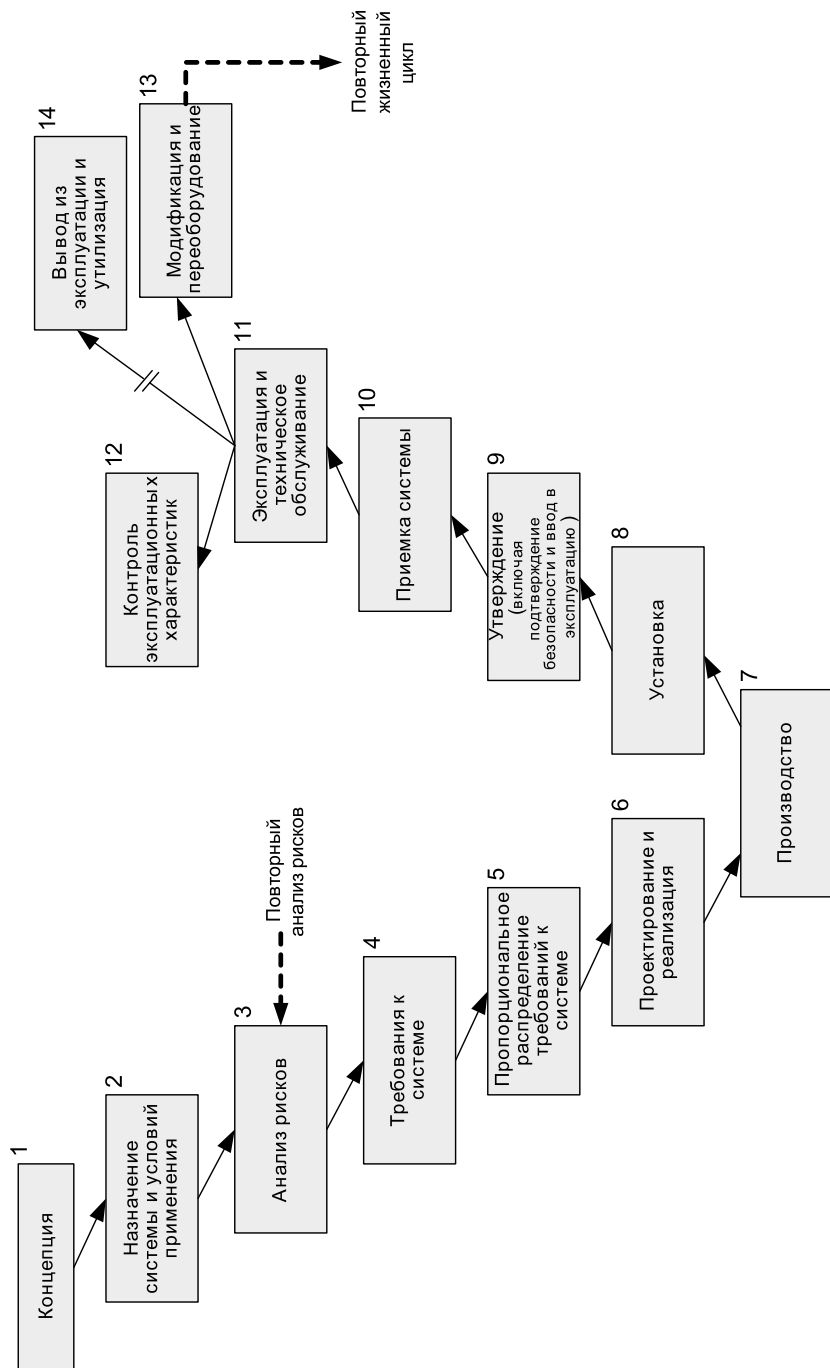


Рис. 1.2. Типовая V-образная модель жизненного цикла железнодорожной системы

системы – от начальной концепции и до вывода из эксплуатации и утилизации. Жизненный цикл обеспечивает основу для планирования, управления и контроля всех показателей системы, включая RAMS, в то время как система проходит этапы цикла с целью выпуска качественной продукции по доступной цене и в согласованные сроки. Понятие жизненного цикла является основополагающим в методологии RAMS.

Типовой жизненный цикл железнодорожной системы, включающий 14 этапов и представленный в виде V-образной модели, показан на рис. 1.2.

Нисходящая ветвь (левая часть) V-образной модели жизненного цикла, как правило, называется проектированием или разработкой системы, и является процессом развития системы, заканчивающимся производством системных компонентов. Восходящая ветвь (правая часть) относится к сборке, установке, приемке и последующей эксплуатации системы.

V-образное представление получило распространение в промышленности. Оно подразумевает, что процедура приемки тесно связана с проектированием и разработкой системы, так как проектируемая система должна быть в итоге проверена на соответствие требованиям. Утверждение и приемка системы основываются на технических условиях системы и планируются на ранних этапах жизненного цикла – во время проектирования или разработки [15].

Такое представление жизненного цикла эффективно для задач контроля и утверждения системы в течение жизненного цикла. Цель контроля состоит в подтверждении того, что при определенных исходных данных выходные данные на каждом этапе полностью отвечают требованиям данного этапа. Цель утверждения состоит в подтверждении того, что рассматриваемая система на каждом этапе разработки и после установки в полной мере отвечает предъявляемым требованиям.

1.2. Функциональная стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса

Перевозочный процесс на железнодорожном транспорте является основным производственным процессом в холдинге «Российские железные дороги». Бесперебойное функционирование перевозочного процесса поддерживается железнодорожной инфраструктурой, главной задачей которой является обеспечение требуемого объема пассажирских и грузовых перевозок при гарантированной безопасности движения.

Безопасность движения – свойство железнодорожной транспортной системы не создавать опасности жизни и здоровью людей, материальным ценностям, природе и другим техническим комплексам в результате реализации перевозочного процесса на всех его стадиях. Сохранность жизни и здоровья людей, грузов, подвижного состава, объектов инфраструктуры, окружающей среды, финансовых средств ОАО «РЖД» существенным образом зависит от того, насколько развита система менеджмента безопасности движения (СМБД).

Перевозочный процесс заключается не только в безопасном перемещении грузов и пассажиров, а в соблюдении заданных параметров перевозочного процесса, при которых удовлетворяются требования потребителя. Отклонение параметров перевозочного процесса от заданных значений можно считать его частичным или полным отказом. При этом параметры перевозочного процесса могут быть восстановлены для последующей эксплуатации, на что потребуется некоторое время и затраты. Таким образом, перевозочный процесс можно оценивать в терминах и определениях надежности технических систем. Наря-

ду с безопасностью, надежность перевозочного процесса также имеет большое значение для деятельности ОАО «РЖД».

Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса (далее – Стратегия) определяет комплекс подходов, принципов и мероприятий, позволяющих обеспечить устойчивое функционирование перевозочного процесса с заданными показателями безопасности и надежности. Документ определяет целевое состояние в области обеспечения безопасности перевозок к 2015 г., а также оценку совершенствования целевых показателей на перспективу до 2030 г. На основе данной Стратегии формируется и проводится согласованная политика ОАО «РЖД» в области обеспечения безопасности движения [16].

Состояние безопасности и надежности перевозочного процесса определяют следующие основные факторы (рис. 1.3):

- нормы на показатели безопасности и надежности, а также допустимые уровни риска;
- используемые технологические методы реализации перевозочного процесса и других, связанных с ним технологических процессов;
- надежность и безопасность функционирования технических средств, участвующих в выполнении перевозочного процесса;
- влияние человеческого фактора с учетом подготовки персонала и мотивации;
- уровень автоматизации/интеллектуализации управления;
- объем финансирования мероприятий по обеспечению безопасности и надежности;
- эффективность мероприятий по предупреждению транспортных происшествий и иных событий;
- влияние внешней среды.

Нормы на показатели безопасности, надежности и допустимые уровни риска могут устанавливаться на трех иерархических уровнях:

- государственный уровень (Президент Российской Федерации, Правительство Российской Федерации, Федеральное Собрание Российской Федерации);
- отраслевой уровень (Министерство транспорта Российской Федерации, Федеральное агентство железнодорожного транспорта, Федеральная служба по надзору в сфере транспорта);
- корпоративный уровень (руководство холдинга «РЖД», аппарат управления холдинга «РЖД», органы управления структурных подразделений, филиалов, ДЗО и других организаций холдинга).



Рис. 1.3. Факторы, влияющие на состояние безопасности и надежности перевозочного процесса

Функции поддержания высоких показателей безопасности и надежности перевозочного процесса в филиалах, структурных подразделениях, ДЗО холдинга возложены на Ситуационный центр (СЦ) ОАО «РЖД» [17,18].

Основными задачами СЦ являются [19,20]:

- организация и проведение мониторинга состояния безопасности объектов инфраструктуры железных дорог и подвижного состава в эксплуатационной работе;

- прогнозирование возникновения транспортных происшествий и иных событий и разработка мероприятий по снижению влияния дестабилизирующих факторов, создающих опасность их возникновения;

- обеспечение стабильной работы системы оперативного реагирования при возникновении транспортных происшествий;

- своевременное информирование руководителей холдинга о состоянии безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, транспортной и пожарной безопасности на объектах инфраструктуры.

В соответствии с возложенными задачами СЦ должен выполнять следующие основные функции:

- мониторинг, сбор и систематизация информации о состоянии объектов инфраструктуры и подвижного состава;

- мониторинг показателей безопасности движения на железных дорогах, в функциональных филиалах, структурных подразделениях, ДЗО;

- оценка соответствия фактических показателей безопасности движения их целевым значениям;

- определение и анализ потенциальных областей рисков, связанных с безопасностью движения;

- контроль за выполнением организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасного пропуска поездов;

- контроль выполнения работ по ликвидации последствий транспортных происшествий и чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с функцией поддержания высоких показателей безопасности и надежности перевозочного процесса в ОАО «РЖД» важное значение отводится управлению рисками. В приоритетном порядке должны оцениваться и обрабатываться риски, оказывающие влияние на достижение стратегических целей холдинга «РЖД»¹.

Стратегические цели и соответствующие им факторы риска представлены в таблице 1.1. Риски представлены в виде графика в координатах «вероятность – последствия» (рис. 1.4). Наклонные линии на этом рисунке соответствуют постоянным уровням риска, которые выражены в условных единицах (баллах) от 1 до 8. Там же последствия представлены следующей качественной шкалой: 1 – не повлияет на достижение стратегических целей;

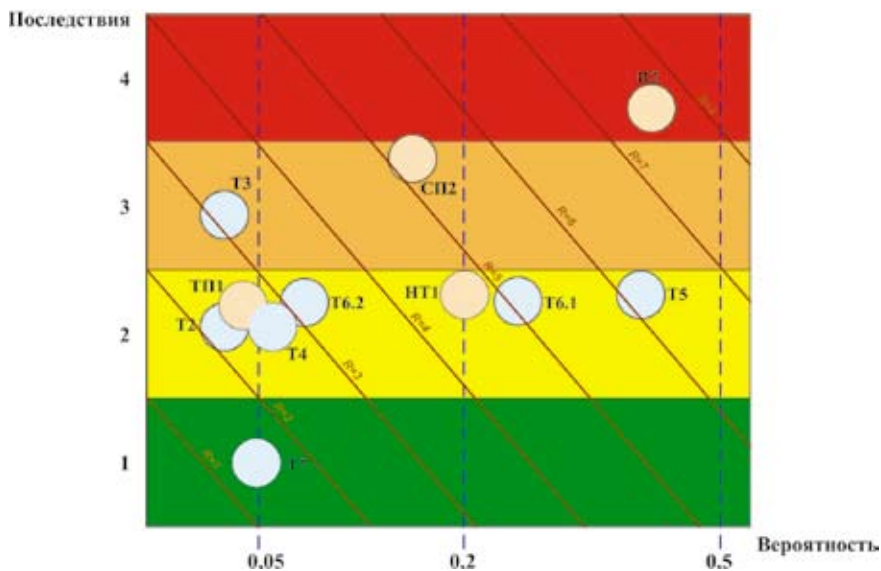


Рис. 1.4. Риски, связанные с безопасностью и надежностью перевозочного процесса и влияющие на достижение стратегических целей холдинга «РЖД», в координатах «вероятность – последствия»

¹ Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года и основные приоритеты его развития на среднесрочный период до 2015 года

2 – может повлиять, если сложится с другими неблагоприятными последствиями; 3 – приведет к недостижению отдельных целей; 4 – приведет к невыполнению стратегических целей в целом.

Результаты проведенного анализа показывают, что в качестве наиболее значимых факторов рисков, связанных с безопасностью и надежностью перевозочного процесса и влияющих на достижение стратегических целей холдинга «РЖД», следует рассматривать:

- недостаток государственных инвестиций (инвестиционный риск);
- рост затрат на ремонт и содержание объектов инфраструктуры и подвижного состава вследствие их повышенного износа (технологический риск);
- нарушение единых требований к объектам и процессам технического обслуживания и ремонта подвижного состава, хозяйства пути и сооружений (риск структурных преобразований);
- снижение безопасности движения вследствие снижения надежности подвижного состава (технологический риск).

Таблица 1.1. Факторы рисков, связанных с безопасностью и надежностью перевозочного процесса и влияющие на достижение стратегических целей холдинга «РЖД»

Стратегические цели	Фактор риска	Вид риска	Условное обозначение риска
1. Повышение эффективности основной деятельности, использования пропускных и провозных способностей инфраструктуры, технической надежности и готовности основных средств	1.1. Несовместимость технических средств и технологий в перевозочном процессе	Технологический (внутренние риски)	T3
	1.2. Рост затрат на ремонт и содержание объектов инфраструктуры и подвижного состава вследствие их повышенного износа	Технологический (внутренние риски)	T5

Стратегические цели	Фактор риска	Вид риска	Условное обозначение риска
2. Обеспечение качества продуктов, услуг и процессов в соответствии с мировыми стандартами	2. Повышение уровня экологического загрязнения окружающей среды вследствие высокого уровня физического и морального износа основных фондов железнодорожного транспорта	Технологический (внутренние риски)	Т7
3. Обеспечение безопасности перевозок в соответствии с мировыми стандартами	3.1. Несанкционированные изменения и вмешательство в эксплуатацию технических систем	Технологический (внутренние риски)	Т2
	3.2. Снижение безопасности движения вследствие искажения информации о фактическом состоянии объектов и процессов вследствие нарушения единства системы технического надзора и контроля	Технологический (внутренние риски)	Т4
	3.3. Снижение безопасности движения вследствие снижения надежности подвижного состава	Технологический (внутренние риски)	Т6.1
	3.4. Снижение безопасности движения вследствие снижения надежности объектов инфраструктуры	Технологический (внутренние риски)	Т6.2
	3.5. Недостаток государственных инвестиций	Инвестиционный	И2
	3.6 Возникновение природных и промышленных катаклизмов, способных повлиять на работу железнодорожного транспорта	Техногенный и природно-климатический	
	3.7 Увеличение частоты выхода из строя подвижного состава и инфраструктуры вследствие массовых конструктивно-технологических дефектов	Научно-технический и технологический	

Стратегические цели	Фактор риска	Вид риска	Условное обозначение риска
	3.8 Нарушение единых требований к объектам и процессам технического обслуживания и ремонта подвижного состава, хозяйства пути и сооружений	Структурных преобразований	

Примечание:

	- риски, непосредственно связанные с выполнением перевозочного процесса;
	- другие риски, связанные с безопасностью и надежностью перевозочного процесса.

1.3. Развитие методологии RAMS – проект УРРАН

Направленность RAMS на производителей технических средств изначально не удовлетворяла целям ОАО «Российские железные дороги», которые ориентированы на эксплуатационную деятельность. В настоящее время существуют два подхода к пониманию эксплуатационной надежности технических систем [21,22]. Наиболее распространенный подход заключается в проектировании и поддержании надежности в процессе эксплуатации технических систем. При этом подходе, как правило, исследуются показатели надежности как функции времени. Термин «наработка» подразумевает время работ. При втором подходе, который в настоящее время находится на начальном этапе развития, «наработка» рассматривается как некий результат производственной деятельности объекта, выраженный в объемах выполненной работы. Для Российских железных дорог второй подход имеет приоритетное значение, он потребовал разработки системы показателей эксплуатационной надежности, аргументом в которых

является отмеченный выше объем работы в зависимости от характера деятельности хозяйств Компании. Это привело к необходимости разработки показателей эксплуатационной надежности и безопасности объектов железнодорожного транспорта, увязанных с объемами выполняемой эксплуатационной работы. В таблице 1.2 представлены единицы измерения объема выполненной работы по хозяйствам ОАО «РЖД», которые используются в качестве аргументов в показателях эксплуатационной надежности и безопасности. В ряде случаев применяются показатели, которые являются функциями времени работы объектов. Это относится только к тем объектам, надежность и безопасность которых не зависит от объема выполненной работы в перевозочном процессе.

Таблица 1.2. Величины для измерения объема выполненной работы по хозяйствам ОАО «РЖД»

N п/п	Хозяйство	Объем выполненной работы		
		Обозначение	Единица измерения	Размерность
1	Хозяйство пути и сооружений	I_n	млрд. тонн брутто работы	1
2	Хозяйство автоматики и телемеханики	$I_{ш}$	млн. поездо*км	1
3	Хозяйство связи	I_c	млн. поездо*км	1
4	Хозяйство электрификации и электро-снабжения	$I_э$	млн. кВт*час переработанной электроэнергии	100
5	Локомотивное хозяйство	P_T	млн. локомотиво*км общего пробега	1
6	Вагонное хозяйство	P_B	млн. вагоно*км общего пробега	100
7	Пассажирское хозяйство	$P_{Пасс}$	млн. вагоно*км общего пробега (пассажирских вагонов)	10

В стандартах RAMS железнодорожного применения EN 50126, 50128, 50129, 50156, IEC 62278, 62279, 62280 и т. д., а также в действующих национальных стандартах по надежности ГОСТ 27.002-89, ГОСТ Р 53480 – 2009, ГОСТ Р 51.901.2002, ГОСТ Р 51.901.12-

2007 и др. не отражены вопросы управления инвестициями, затратами на текущее содержание. Все работы по обслуживанию инфраструктуры строятся сегодня на основе нормативного срока службы технического средства, без учета его текущего состояния.

Процессы изменения организационной структуры ОАО «РЖД» потребовали развития методологии RAMS применительно к новым задачам ОАО «РЖД». С этой целью на базе RAMS разработана методология УРРАН («Управление ресурсами, рисками и анализ надежности на всех стадиях жизненного цикла») (рис. 1.5) [23].

В проекте УРРАН решаются задачи оптимизации управления ресурсами на основе эксплуатационных показателей надежности и безопасности с учетом оценки рисков. Одной из центральных задач решения этой проблемы является задача сбора и анализа отказов технических средств.

Возможное воздействие любого фактора, влияющего на надежность и безопасность рассматриваемого железнодорожного объекта, должно оцениваться с учетом критичности данного объекта для организации перевозочного процесса. Такая оценка должна включать рассмотрение влияния каждого фактора на каждом этапе жизненного цикла. Оценка должна учитывать взаимосвязь влияющих факторов.

При разработке методологии УРРАН получили развитие многие положения RAMS. Остановимся на наиболее существенных [24]:

1. Переход от комплексного управления надежностью и безопасностью объекта к комплексному управлению надежностью и безопасностью перевозочного процесса с помощью созданных информационных технологий;

2. Управление надежностью и безопасностью перевозочного процесса на основе разработанной системы показателей эксплуатационной надежности и эксплуатационной безопасности объектов и процессов;

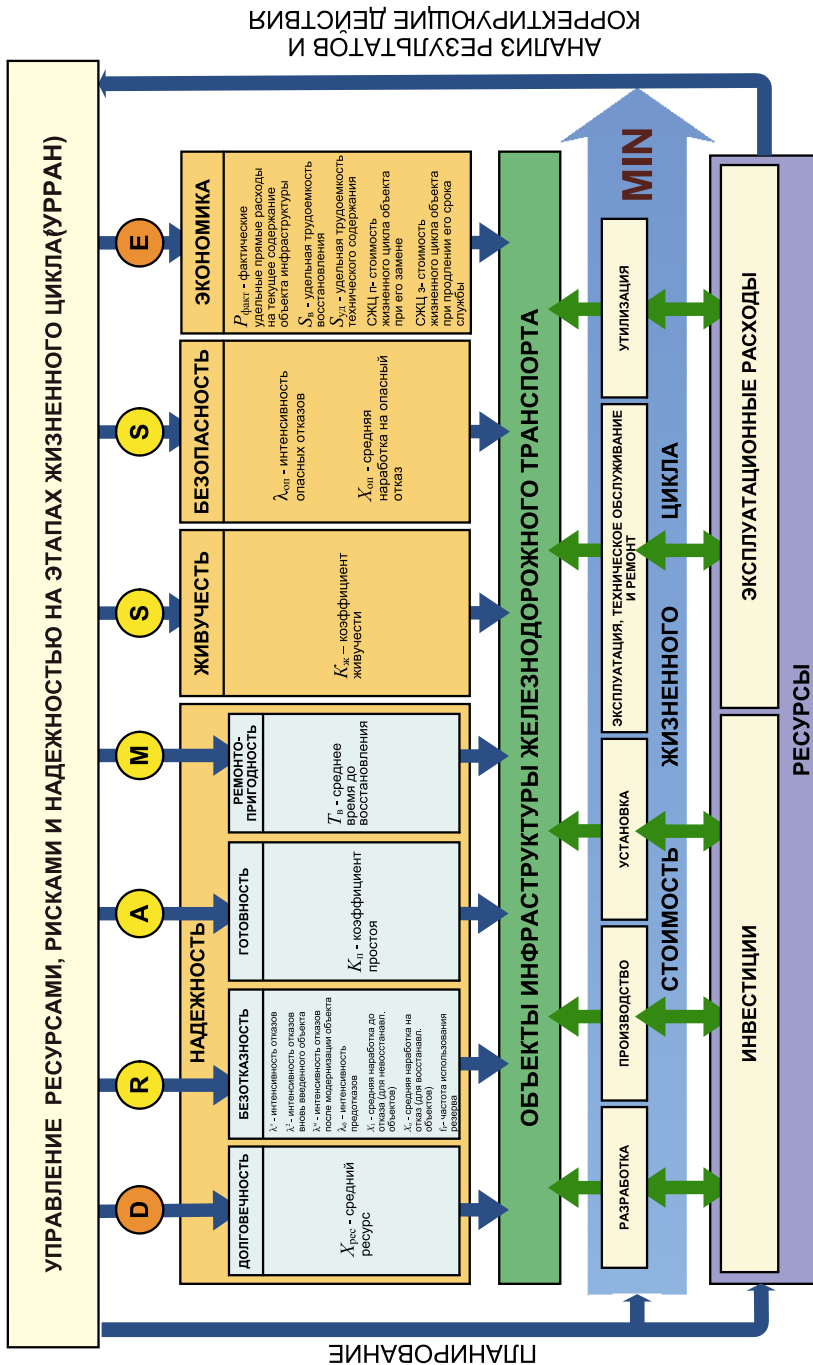


Рис. 1.5. Комплексное управление надежностью, рисками и стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте

3. Управление инвестициями на основе оценки рисков с учетом стоимости жизненного цикла, долговечности и технического обслуживания объектов железнодорожного транспорта по состоянию.

Проект УРРАН – это комплексное применение модифицированных методологий RAMS и стоимости жизненного цикла (СЖЦ-ЛСС), новых информационных технологий поддержки принятия решений (в том числе в условиях неполной информации), распределенных информационных систем оперативного сбора и анализа данных и новой нормативной базы, которые впервые совместно обеспечивают практическое управление ресурсами, рисками, надежностью и функциональной безопасностью, а также впервые позволяют в условиях дефицита финансовых средств вкладывать инвестиции в наиболее проблемные объекты и увеличивать назначенный срок службы объектов железнодорожного транспорта до предельного состояния на основе оценки рисков.

Цель проекта УРРАН – повышение надежности и безопасности функционирования объектов железнодорожного транспорта на основе эффективной системы сбора, обработки данных и управления рисками и ресурсами на стадиях жизненного цикла.

Таблица 1.3 Целевые задачи УРРАН

В путевом хозяйстве	Снижение стоимости жизненного цикла путевой инфраструктуры за счет перераспределения ресурсов при условии обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности и допустимого уровня безопасности перевозочного процесса
В хозяйстве автоматики и телемеханики	Повышение эксплуатационной надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики при обеспечении допустимого (требуемого) уровня безопасности перевозочного процесса на основе оптимизации использования ресурсов и стоимости жизненного цикла
В хозяйстве электрификации и электроснабжения	Увеличение жизненного цикла систем электроснабжения на основе оценки рисков при условии обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности и допустимого уровня безопасности перевозочного процесса

Для каждого из базовых хозяйств инфраструктуры предусмотрены следующие адресные цели (табл. 1.3):

Задачами системы УРРАН являются:

1. Разработка системы количественных показателей для оценки технической эффективности работы железнодорожных участков.

2. Разработка механизмов повышения мотивации подразделений Компании к улучшению показателей эксплуатационной надежности и безопасности функционирования объектов железнодорожного транспорта.

3. Разработка методологии управления рисками производственной деятельности на железнодорожном транспорте [25, 26, 27].

4. Разработка методологии продления назначенного срока службы объектов железнодорожного транспорта и поддержки принятия решений для определения предельного состояния.

5. Разработка методологии управления надежностью объектов железнодорожного транспорта, включая систему показателей эксплуатационной надежности, методы их расчета и анализа [28,29].

6. Разработка системы управления человеческими, материальными, финансовыми и другими ресурсами на основе алгоритмов оптимального распределения.

7. Разработка нормативной базы, включая межгосударственные, национальные и отраслевые стандарты и методики.

8. Разработка информационной технологии поддержки принятия решений по управлению рисками, ресурсами и надежностью на этапах жизненного цикла.

9. Обеспечение достоверности и оперативности сбора и обработки данных по отказам технических средств и технологическим нарушениям на железнодорожном транспорте.

Глава 2. Архитектура информационной технологии комплексного управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте

2.1. Структура математического обеспечения информационной технологии управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте

Информация об отказах и рисках объектов инфраструктуры поступает в три системы поддержки принятия решений, которые являются ядром информационной технологии УРРАН и представлены на рис. 2.1.

Система поддержки принятия решений по управлению надежностью и функциональной безопасностью включает в себя:

- модуль первичного расчета и оценки надежности объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта. Он является составной частью АС УРРАН и осуществляет расчет показателей безотказности, ремонтпригодности, готовности, долговечности, безопасности, а также стоимости жизненного цикла эталонных объектов всех хозяйств пути, автоматики и телемеханики, электрификации и электроснабжения, связи и информатизации. Все эталонные объекты – это простые устройства, для которых определены необходимые коэффициенты пересчета.

- модуль расчета и прогнозирования показателей надежности и функциональной безопасности сложных систем. Этот модуль предназначен для расчетов резервированных систем автоматики

решения учитывают результаты оценки рисков по каждому из хозяйств инфраструктуры.

Система поддержки принятия решений по управлению ресурсами, которая содержит:

- модуль оптимизации технического обслуживания и ремонтов объектов по их состоянию. На схеме рис. 2.1 этот модуль обозначен как модуль поддержки принятия решений по управлению техническим содержанием. Данный модуль реализован в АС УРРАН.

- модуль поддержки принятия решений по управлению стоимостью жизненного цикла. Назначение работ в АС УРРАН согласно данному модулю основывается на сравнении фактических и контрольных значений следующих показателей. В частности, по ремонтам пути используются следующие показатели:

- пропущенный тоннаж, млн. т.;
- частота отказов на 1 км пути;
- прямые расходы на текущее содержание 1 км пути.

Система поддержки принятия решений по транспортным происшествиям и событиям состоит из системы прогнозирования транспортных происшествий и системы поддержки принятия решений при возникновении чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте (пожаров, стихийных бедствий, крупных транспортных происшествий, вандализма, терроризма). Первая система реализована в качестве модуля поддержки принятия решений в информационно – управляющей системе АС РБ. Вторая система – в ситуационном центре ОАО «РЖД».

В состав рассматриваемой части математического обеспечения входит также модуль *дистанционной оценки знаний и навыков оперативного персонала*, позволяющий интегрально оценить уровень знаний специалистов хозяйства в целом с возможностью дифференциации до структурного подразделения или отдельно взятого специалиста и знания им отдельных пунктов нормативных документов.

2.2. Архитектура информационной технологии комплексного управления

Информационная технология комплексного управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте (далее – ИТ КУ) представляет собой систему сбора, анализа, обработки и расследования событий и поддержки принятия решений (СППР), целью которой является помощь руководителям, принимающим решения в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности [34, 35, 36].

Ядром ИТ КУ, без которого её функционирование невозможно, является хранилище данных (рис. 2.2). Информация в Компании зачастую распределена по различным, не связанным между собой информационным системам. Задача хранилища – собрать эти данные, структурировать их и преобразовать, т.е. по сути – сделать пригодными для проведения анализа и полезными для принятия управленческих решений [37]. Основное преимущество хранилища заключается в том, что в нем собирается информация по всем процессам, которые происходят в Компании, а не только по отдельным сферам ее деятельности.

На основе информации, которая находится в хранилище данных, выстраивается работа двух других систем в рамках ИТ КУ, а именно:

- системы анализа и оценки рисков в эксплуатационной работе ОАО «РЖД» на основе показателей эксплуатационной надежности и безопасности;
- системы ситуационного анализа безопасности движения и поддержки принятия решений.



Рис. 2.2. Архитектура информационной технологии комплексного управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами (ИТ КУ)

Две указанные системы позволяют сформировать корпоративные модели и метрики ключевых показателей надежности, стоимости жизненного цикла, безопасности и управлять ими. С их помощью достаточно абстрактные стратегические цели Компании конкретизируются, переводятся в набор количественных показателей и привязываются к задачам и действиям подразделений. Системы помогают вести мониторинг деятельности Компании, моделировать возможные сценарии развития ситуации в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Оп-

ределяя и отслеживая показатели надежности и безопасности, можно получить ответ на вопрос, насколько успешно Компания идет к намеченным целям. Как правило, выделяют три уровня показателей надежности и безопасности:

- целевые показатели – носят стратегический характер, это цели, которые нужно достичь Компании в течение 3-5 лет;
- плановые показатели – определяются на 1 год вперед в результате формирования годового бюджета;
- фактические показатели – рассчитываются по результатам фактической работы Компании.

В результате создается своеобразная система координат, по которой можно оценивать все решения и действия в контексте достижения целей Компании.

Система анализа и оценки рисков в эксплуатационной работе ОАО «РЖД» на основе показателей эксплуатационной надежности и безопасности является одним из основных компонентов ИТ КУ. Система позволяет проанализировать накопленные данные (поддерживаются такие виды анализа, как анализ «что если», анализ рисков, целевой функции, чувствительности, корреляционно-регрессионный и оптимизационный анализ) и применить к ним математические алгоритмы. Это помогает не только получить ответ на вопрос «как сейчас дела в Компании?», но и понять, почему ситуация сложилась именно так, и затем разработать программу корректирующих действий.

С помощью подсистемы поддержки принятия решений по комплексному управлению надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте формируется ресурсное обеспечение действий Компании: при составлении бюджета стратегические цели и задачи Компании увязываются с теми объемами средств, которые у нее есть или скоро появятся. При планировании подсистема позволяет посмотреть данные по предыдущим годам, выявить тенденции и закономер-

ности и использовать их для формирования бюджета – это может сделать его более обоснованным и точным. Другая возможность – применение метода моделирования «что, если», с помощью которого можно составить несколько вариантов плана (например, «оптимистичный», «реалистичный», «пессимистичный»), анализировать и сопоставлять их, а затем в каждый конкретный период выбирать наиболее актуальную версию. Кроме того, подсистема используется для постоянного мониторинга выполнения планов и бюджетов, достижения зафиксированных значений показателей. Подсистема дает возможность настроить автоматическую подготовку нужных отчетов к заданному времени, их рассылку определенному кругу лиц. Это особенно важно в плане контроля соблюдения лимитов бюджетов и предотвращения «выхода» отдельных целевых показателей эффективности за установленные границы. Если подсистема видит, что складывается подобная ситуация, то она автоматически рассылает соответствующие оповещения ответственным руководителям и формирует пакет документов и отчетов, которые позволят понять причины отклонений и принять упреждающие меры. При этом можно сформировать различные группы адресатов для получения подобных оповещений в зависимости от степени критичности проблемы. К примеру, если отклонение от плана незначительно, то информация поступит только в финансовое подразделение, если допустимый лимит превышен в несколько раз – данные отправляются уже всему топ-менеджменту Компании.

Система ситуационного анализа безопасности движения и поддержки принятия решений используется для поиска скрытых закономерностей, трендов и построения прогнозов (на основе найденных связей). Данный компонент позволяет увидеть неблагоприятные тенденции по безопасности движения, которые не очевидны на первый взгляд. После их обнаружения и

анализа появляется возможность разработать программу действий (мероприятий), которые помогут оперативно исправить ситуацию.

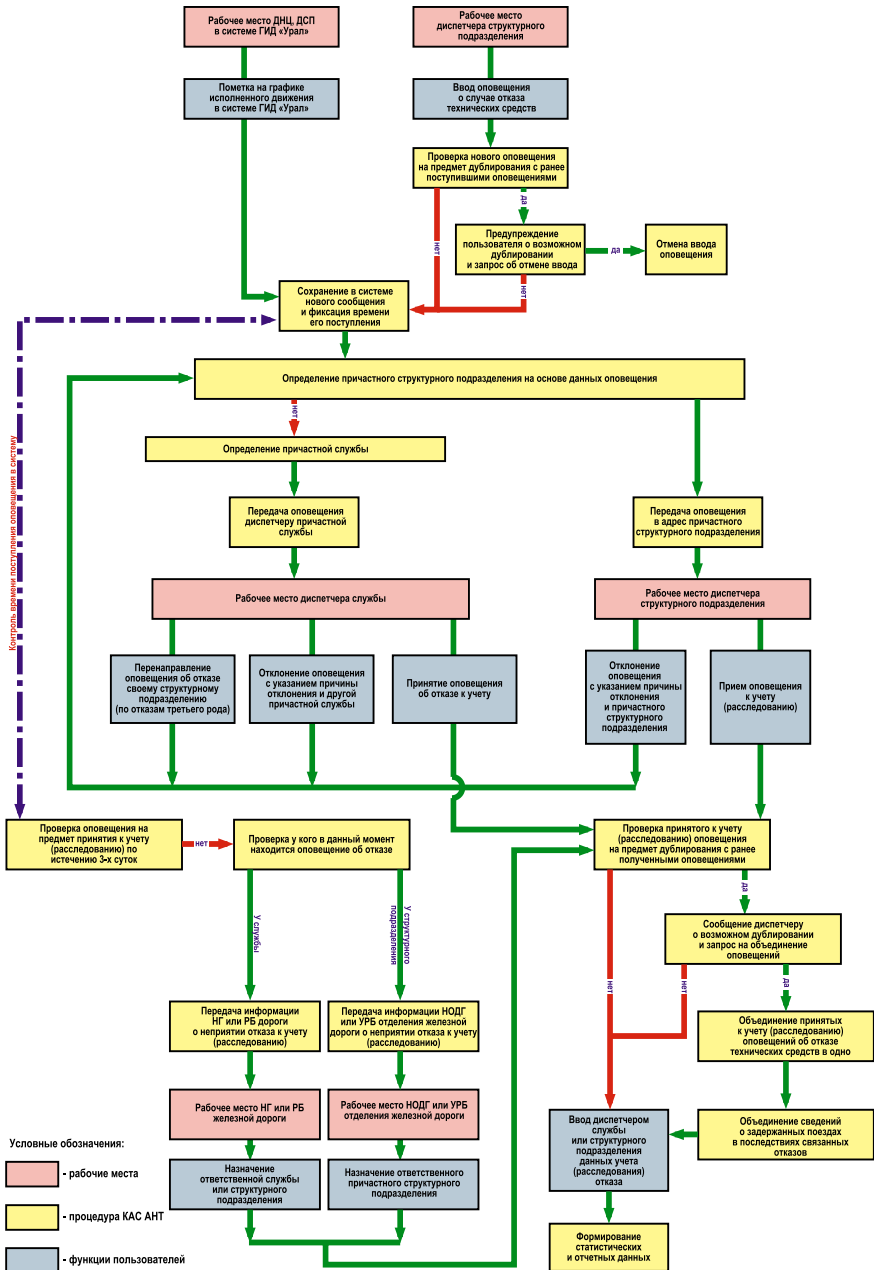
Главное достоинство системы – в развитых возможностях для визуализации данных. Вся информация выводится на экран компьютера в очень наглядном и удобном для восприятия виде (для этого применяются графические средства и диаграммы, технологии цветовой индикации, «спидометры», «светофоры» и т. д.). Система позволяет построить «ситуационные комнаты» и панели управления – с их помощью руководитель не только видит агрегированную информацию по всем сферам деятельности Компании, но и может детализировать ее до необходимого уровня (вплоть до первичных документов), чтобы полностью разобраться в ситуации и принять решения для ее исправления. Использование в качестве основы для работы системы хранилища данных позволяет проводить анализ «сверху – вниз»: мгновенно переходить от неудовлетворительного значения в управленческой отчетности к анализу проблемы (с помощью аналитической отчетности), от проблемных вопросов в аналитическом отчете – к конкретным документам, которые могут объяснить их появление.

Глава 3. Комплексная автоматизированная система учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАСАНТ)

3.1. Цель создания системы

Структурное реформирование ОАО «РЖД», выделение дирекций в пассажирском, вагонном и путевом комплексах, последующее образование на их основе дочерних и зависимых обществ, потребовало чётких механизмов распределения финансовых ресурсов внутри создаваемого холдинга. При этом распределяется и ответственность за качество выполнения каждого из элементов перевозочного процесса, которые обеспечиваются деятельностью соответствующих ремонтных или эксплуатирующих подразделений. Устойчивая работа технических средств является залогом безусловного выполнения обязательств, взятых Компанией по перевозке пассажиров и грузов. Вместе с тем, возникающие отказы технических средств вносят свой негативный вклад в виде задержек поездов и нарушений порядка производства маневровой работы. В этом случае, помимо организации процесса скорейшего устранения отказа и восстановления нормальной работы технических средств, важное место занимает вопрос определения причины и, на её основе, определения ответственности, в первую очередь, финансовой за нарушение сроков доставки грузов и пассажиров.

В этих целях была разработана единая методика, регламентирующая процессы учета, контроля устранения отказов техни-



Технологическая схема функционирования системы КАС АНТ первой очереди

Рис. 3.1. Технологическая схема функционирования системы КАСАНТ

ческих средств и взаимодействие причастных на всех уровнях управления Компании, построенная на основе всего комплекса технологий, решающих информационно-коммуникационные и технико-технологические задачи на базе новейших средств вычислительной техники [38,39].

Впервые все перечисленные процессы удалось увязать в рамках единого информационного пространства на основе специально разработанной для этих целей автоматизированной системы – КАСАНТ (Комплексная автоматизированная система учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности).

Технологическая схема функционирования системы КАСАНТ представлена на рис. 3.1.

3.2. Основные этапы развития системы

Практическое внедрение системы КАСАНТ началось в 2006 году, когда была создана первая очередь Комплексной автоматизированной системы учёта, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надёжности. При этом была выполнена большая работа по адаптации разрабатываемой системы к конкретным технологическим и программно-аппаратным решениям на ряде железных дорог, эксплуатирующих автоматизированные системы собственной разработки. Гибкая основа программного обеспечения позволила обеспечить внедрение системы как на диспетчерских участках с развитой программно-аппаратной средой, так и на участках, где мог быть использован только ручной ввод данных в систему. Уже на этом этапе было ясно, что наибольшая достоверность информации по отказам технических средств может быть реализована за счёт автоматизированного съёма первичной информации с электронного графика исполненного движения ГИД «Урал» (рис. 3.2).

Заложенные в основу разработки методологические подходы, принципы гибкости, открытости и расширяемости архитектуры системы, позволили в ходе эксплуатации первой очереди КАСАНТ ввести в ее состав ряд дополнительных модулей (подсистема междорожной передачи информации по отказам технических средств, связанных с неисправностями подвижного состава: вагоны пассажирские, грузовые, локомотивы, ССПС, моторовAGONный подвижной состав), что существенно повысило технико-эксплуатационные показатели системы.

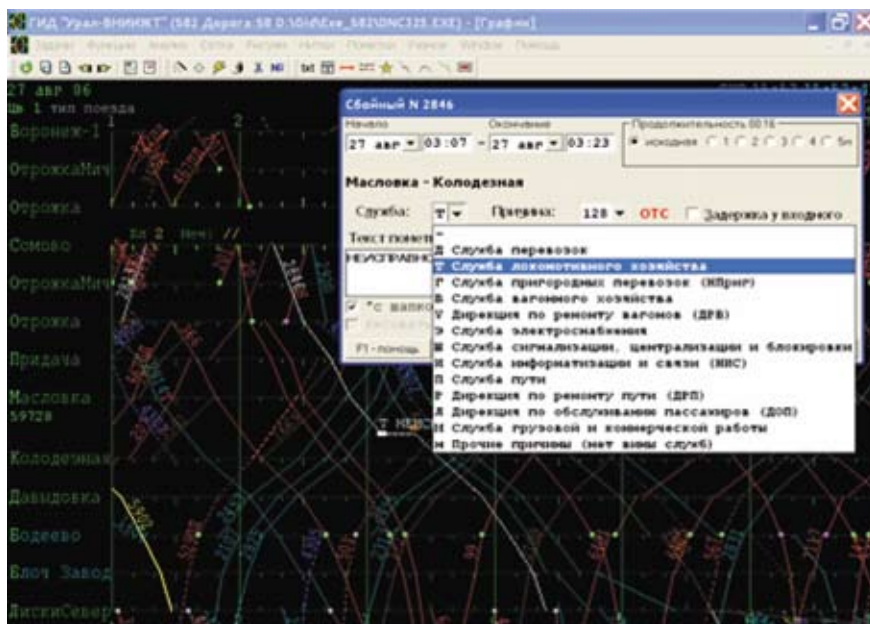


Рис.3.2. Пример автоматизированного формирования оповещения об отказе технического средства с использованием ГИД «Урал-ВНИИЖТ»

Для получения достоверной информации о состоянии технических средств и реализации принципа максимального использования человеконезависимых форм сбора данных была осуществлена интеграция системы КАСАНТ с действующими

отраслевыми автоматизированными системами управления (АСУ-П, АСУ-Т, АСУ-Ш2, АСУ-Э, АС КМО, АС КПС) в части обмена информацией об отказах (рис.3.3). При этом в ряде перечисленных автоматизированных систем в локальной форме уже был реализован ряд задач по расшифровке и анализу скоро-

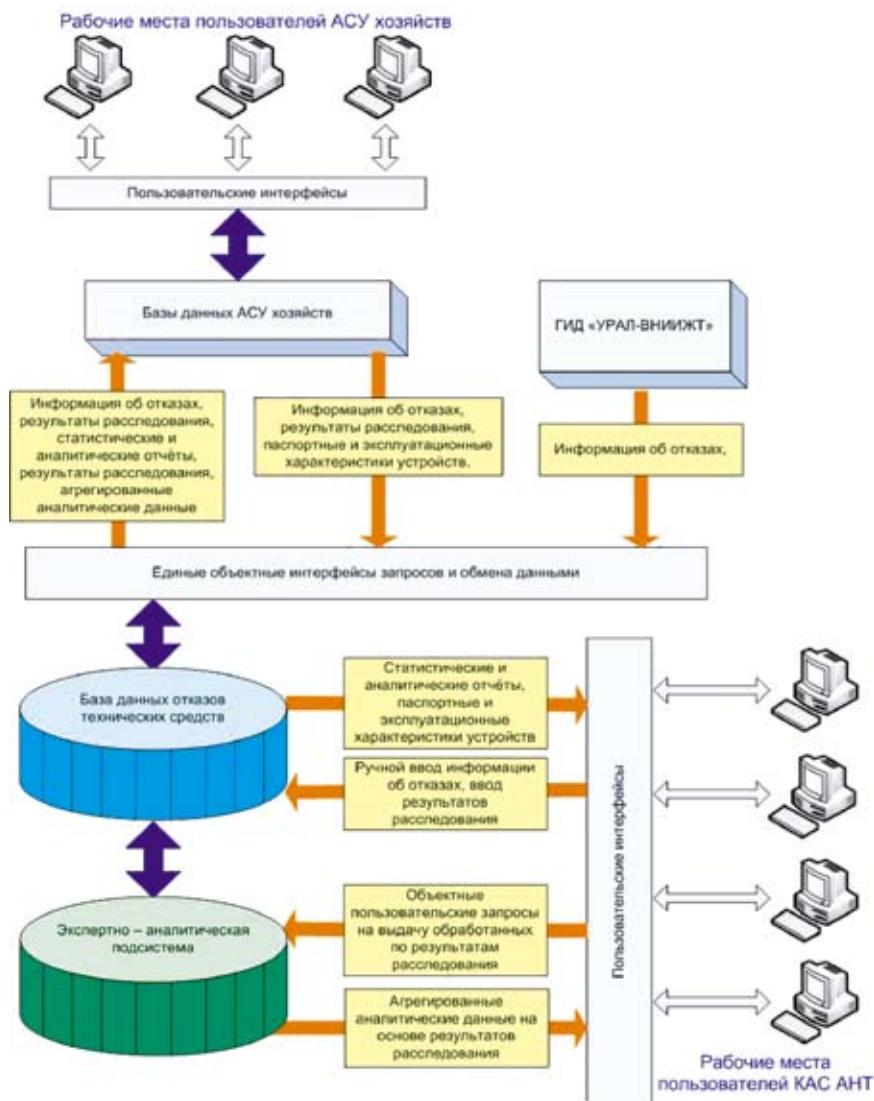


Рис. 3.3. Функциональная структура КАСАНТ второй очереди

стемерных лент, кассет регистрации КЛУБ-У, считыванию сведений о нарушении нормальной работы с напольных устройств СЦБ, данных вагонов-путеизмерителей и других мобильных средств измерения.

Для организации эффективного взаимодействия с системой КАСАНТ была проведена доработка указанных автоматизированных систем в части хранения и доступа к данным вагонов-путеизмерителей, результатам расшифровки скоростемерных лент, кассет регистрации КЛУБ-У и других устройств регистрации параметров движения поезда. Благодаря данным мероприятиям основу первичной информации о состоянии технических средств составляют объективные источники. На рис. 3.4 показано отображение в системе КАСАНТ второй очереди отказа, сформированного в полностью автоматическом режиме на ос-

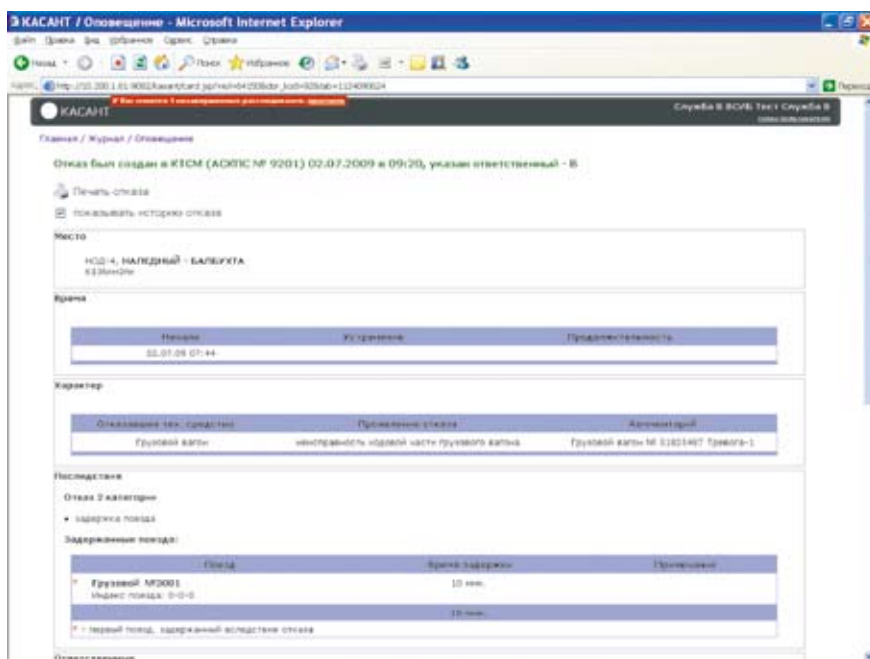


Рис. 3.4. Отказ, сформированный в системе КАСАНТ на основе показаний приборов КТСМ

нове тревожных показаний приборов КТСМ. Наиболее важным результатом интеграции является формирование пообъектной базы данных по отказам технических средств. По каждому объекту инфраструктуры или подвижного состава фактически создаётся история его отказов. Кроме того, решение задачи по интеграции КАСАНТ с отраслевыми АСУ позволило значительно снизить нагрузку на диспетчерский персонал хозяйств за счёт ликвидации дублированного ввода информации и обеспечения работы в одном «окне».

3.3. Архитектура системы

Сегодня более 20 тысяч пользователей ежедневно обращаются к системе КАСАНТ для учета отказов технических средств. Это распределенная высоконагруженная система. Она построена на платформе Java Enterprise Edition версии 1.5, достоинствами которой являются возможность масштабирования и переносимость приложений, позволяющие работать при любых конфигурациях систем. В качестве сервера приложений использован продукт IBM Rational WebSphere версии 6.1 Network Deployment, реализующий кластер серверов, благодаря чему обеспечивается возможность быстрого наращивания мощности сервера.

Для центрального ядра системы дорожного уровня (рис. 3.5.) было разработано приложение *kasant*, предназначенное для выполнения функций, заложенных в систему: создание оповещений о новых отказах технических средств, перенаправление оповещений об отказах между ответственными службами (дирекциями) и их структурными подразделениями, принятие отказов к учету (расследованию), ввод необходимых данных и завершение расследования отказов, административный функционал, формирование выходных справок по отказам дорожного уровня.

Кроме того, приложение kasant предоставляет пользователям возможность получать напрямую web-доступ к системе и работать в ней. Такой подход позволяет полностью уйти от обязательной установки какого-либо программного обеспечения на компьютерах пользователей, сводя технические требования системы к минимуму. Таким образом, для работы в системе КАСАНТ пользователю необходимо иметь назначенные администратором права доступа к системе, установленный браузер Internet Explorer и доступ к сети СПД ОАО «РЖД».

Интеграция с отраслевыми АСУ обеспечивается с помощью встроенных в основное приложение механизмов веб-сервисов, основанных на технологии Apache Axis и обеспечивающих доступ к основному функционалу системы посредством доступа к функциям центрального ядра по объектному протоколу SOAP (Simple Object Access Protocol). Эта технология и протокол являются фактически промышленными стандартами для взаимодействия приложений, поддерживаемых основными средами разработки, включая платформы Java и Microsoft.NET.

Для отраслевых АСУ, не поддерживающих полный цикл интеграции, а передающих в систему КАСАНТ исключительно первичные данные (ГИД «Урал», АСУВОП-2, АС КМО, АСКПС и др.), разработаны отдельные приложения. Доступ таких АСУ к системе КАСАНТ осуществляется также по протоколу SOAP. Все приложения формируют особую статистическую информацию, доступную из интерфейса основного приложения и позволяющую администраторам следить за работой этих систем и в реальном времени определять все возникающие проблемы при синхронизации данных.

Для обмена информацией по отказам подвижного состава, обращающегося на полигонах нескольких дорог, в системе КАСАНТ предусмотрен междорожный обмен оповещениями об отказах. Для этого на каждом из дорожных серверов установлено специаль-

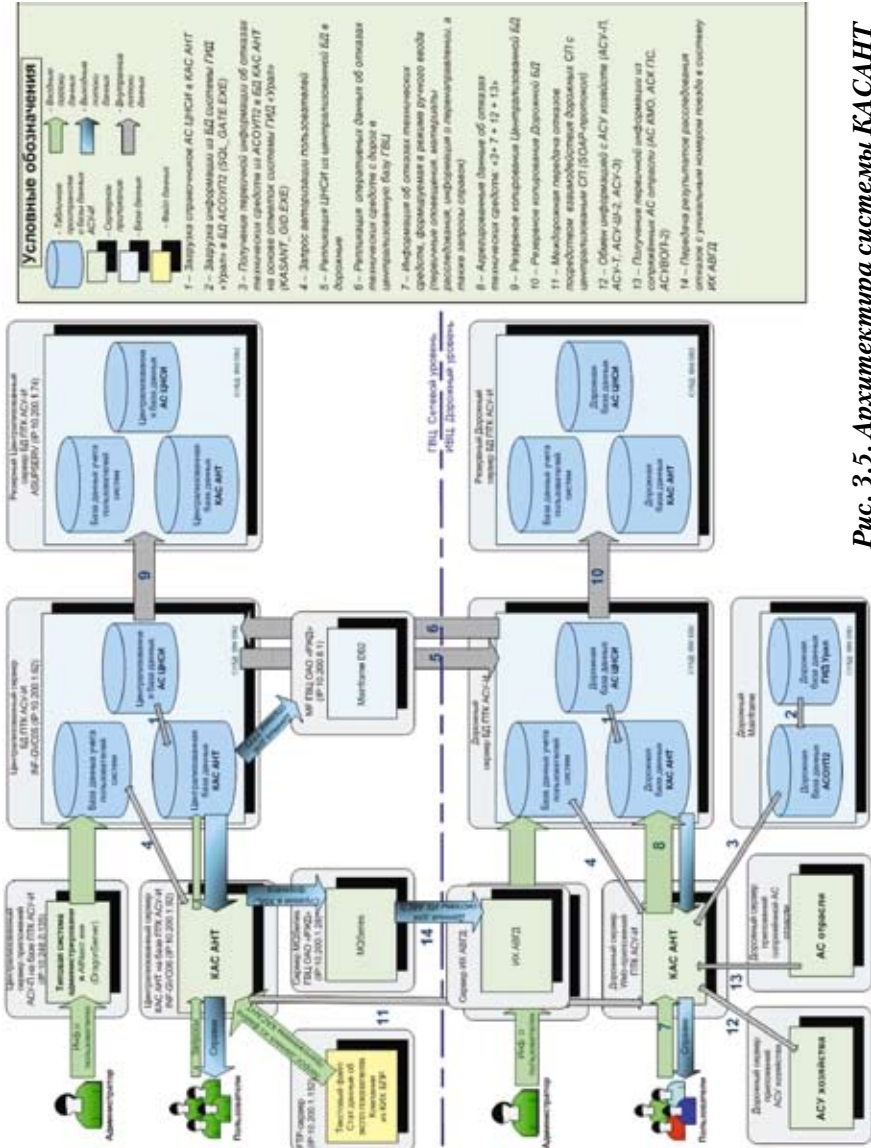


Рис. 3.5. Архитектура системы КАСАНТ

ное приложение `kasant_coop`, которое периодически пересылает на централизованный сервер в ГВЦ ОАО «РЖД» отказы, требующие передачи на другие дороги. На сетевом уровне за передачу отказов между дорогами «отвечает» приложение `kasant_distributor`.

Сетевая версия КАСАНТ, установленная на сервере в ГВЦ ОАО «РЖД», представляет собой приложение `kasant_gvc`. Оно отображает данные отказов технических средств по всей сети в виде отчетов и карточек. На сетевом уровне интеграция КАСАНТ со смежными системами не предусмотрена.

Ежедневно в 21.00 по московскому времени сетевое приложение `kasant_gvc` формирует основные отчеты по отказам и передает их посредством системы гарантированной доставки сообщений IBM WebSphere MQSeries. Далее эти отчеты используются для загрузки в систему информационного сервиса «Эффект» ГВЦ ОАО «РЖД». Параллельно высчитываются и передаются показатели для справки 7777, ежесуточно формируемой для руководителей высшего звена Компании. При возникновении технических проблем с формированием показателей и справок или при нештатных ситуациях на сервере приложений или в базе данных системы сетевым администраторам КАСАНТ в ГВЦ ОАО «РЖД» подается соответствующее предупреждение на сетевой монитор TNG.

3.4. Функции системы

В системе обеспечена реализация следующих функций:

- автоматизированное формирование первичной информации по отказам технических средств на основе пометки поездного диспетчера в системе ГИД «Урал»;
- формирование первичной информации об отказе технического средства на основе ручного ввода диспетчером причастного хозяйства (при отсутствии ведения ГИД «Урал» в автоматизированном режиме);

- автоматический контроль первичной информации на предмет возможного дублирования с запросом пользователя на объединение данных;
- автоматическая передача информации об отказе диспетчерам причастных хозяйств (в том числе и относящимся к различным железным дорогам) для организации процесса установления причины и устранения отказа;
- автоматический контроль принятия отказов к учету причастными службами (дирекциями) и структурными подразделениями с выдачей информационного оповещения о нарушениях ответственным руководителям на региональном и дорожном уровне;
- ввод ответственной службой или структурным подразделением материалов расследования отказа технических средств (рис. 3.6);

The screenshot displays the KASANT system interface for recording a technical failure. It is organized into four main sections:

- Место (Location):** Includes fields for 'Дорога: Московская', 'Составлено: КСД-6', 'Место отказа: Пискаревский ВУЗ - КОМПЛЕКТ', and 'Дисциплина: Точ'. There are also fields for 'от' and 'до' with 'км' and 'м' units, and a 'Создать' button.
- Время (Time):** A table with columns 'Начало' (05.02.2013 10:10), 'Устранение' (05.02.2013 10:11), and 'Продолжительность' (время: 01:01).
- Характер (Character):** A table with columns 'Эксплуатация тех. средства', 'Продолжение отказа', and 'Комментарий'. The content under 'Эксплуатация...' is 'Тяговые электрические машины локомотива, МВРС'. The content under 'Продолжение...' is 'неисправность локомотива, дельта-повода, электропоезда'.
- Причина (Cause):** Two columns: 'Эксплуатация тех. средства' and 'Причины отказа'. The left column lists various components like 'Блокировочные электрические машины локомотива, МВРС' and 'Грузовой вагон'. The right column lists failure types like 'Неисправность рычажной передачи'.

Рис. 3.6. Формирование материалов расследования отказа технического средства

- автоматический контроль полноты и корректности материалов расследования отказов, вносимых в систему причастными структурными подразделениями;
- формирование отчетных и аналитических справок по отказам технических средств за выбранный пользователем период.

3.5. Основные результаты эксплуатации системы

В 2006 году согласно требованиям распоряжения ОАО «РЖД» №2095р от 13 декабря 2005 года была разработана и введена в эксплуатацию на полигоне Восточно-Сибирской железной дороги первая очередь КАСАНТ.

К декабрю 2007 года система КАСАНТ была внедрена в постоянную эксплуатацию на всех 17-ти железных дорогах ОАО «РЖД».

На основе разработанных методологических принципов и технических решений был подготовлен пакет нормативно-технических документов по внедрению системы. Выполненная разработка позволила создать систему классификации отказов технических средств, сформулировать критерии для определения отказов отдельно по каждому хозяйству.

В 2008 году была выполнена разработка общесетевого Положения о порядке учета, расследования и анализа случаев отказа в работе технических средств (далее – Положение). В Положении введена классификация отказов технических средств по категориям, определены критерии отказов по всем хозяйствам, установлен порядок отнесения ответственности за отказы технических средств. Также в Положении был четко определен порядок рассмотрения спорных случаев, регламентировано время на проведение расследования, установлены ответственные лица, принимающие решения. Рассмотрен порядок отнесения ответственности за отказы, допущенные по причинам связанным с:

- производством работ строительной-монтажной организацией;
- стихийными бедствиями, терактами, случаями суицида;
- несанкционированным вмешательством посторонних лиц, организаций в работу железнодорожного транспорта.

Впервые введены удельные показатели отказов технических средств, увязанные с процедурой анализа и оценки качества работы служб и структурных подразделений хозяйств в соответствии с объемами эксплуатационной работы.

В 2008 г. было завершено внедрение в эксплуатацию новой версии системы КАСАНТ, интегрированной с отраслевыми автоматизированными системами (АСУ-П, АСУ-Ш2, АСУ-Э, АС КМО, АС КПС) на Восточно-Сибирской железной дороге. Выполненная работа позволила создать единый комплекс по учёту отказов технических средств на базе АСУ хозяйств и КАСАНТ, работающий на основе единых правил, определённых в разработанном Положении.

На основании распоряжения ОАО «РЖД» №1146р от 1 июня 2009 года внедрена с 1 июля 2009 года вторая очередь системы КАСАНТ на сети ОАО «РЖД». Однако в связи с процессами структурного реформирования ОАО «РЖД» происходит выделение дочерних и зависимых обществ, разделение полномочий в хозяйствах с выделением дирекций, отвечающих за ремонт и эксплуатацию, переподчинение структурных подразделений из дорожного центральному подчинению, ввод безотделенческой структуры на железных дорогах и т.д. Поэтому в 2010 году была выполнена переработка общесетевого положения, описывающего порядок учёта, расследования, отнесения ответственности за отказы технических средств ОАО «РЖД» с учётом реформирования организационной структуры. Установлен единый для всех структурных подразделений Компании регламент работы по случаям отказов в работе технических средств (утвержден распоряжением ОАО «РЖД» №1493р от 9 июля 2010 года).

С 1 июля 2012 года в целях совершенствования системы учета отказов технических средств ОАО «РЖД» и повышения достоверности их расследования распоряжением ОАО «РЖД» № 613р от 28 марта 2012 года внесены изменения в действующее Положение по следующим вопросам:

- изменены критерии по 1-ой и 2-ой категории отказов;
- конкретизирован порядок отнесения ответственности за отказы в работе технических средств на сторонние, сервисные организации (центры) и на прочие причины по п. 54 Положения (стихийные бедствия, террористические акты);
- введен показатель «среднее время восстановления» по объектам инфраструктуры.

Результаты развития системы КАСАНТ по повышению объективности информации об отказах технических средств в ОАО «РЖД» показаны на рис. 3.7. Они свидетельствуют о том, что при ручном вводе данных на сети железных дорог России терялась информация не менее, чем о трех четвертях отказов. В 2011 году с помощью второй очереди системы КАСАНТ зафиксировано и введено в базы данных отказов технических средств в 4 раза больше, чем при зафиксированных с помощью ручного ввода данных на сети железных дорог. За счет сопряжения системы КАСАНТ с информационными системами хозяйств и информационной системой графика исполненного движения ГИД «Урал», уровень автоматизации сбора и обработки данных об отказах технических средств в настоящее время превысил 85% [40]. В результате эксплуатации указанных информационных систем в 2010-2012 гг. установлено, что доля влияния отказов технических средств на нарушения перевозочного процесса не превышает 10%. Нарушения перевозочного процесса на 90% обусловлены технологическими нарушениями (нарушениями графика движения, внеплановыми окнами, задержками запланированных окон на ремонтные работы, человеческим фактором и др.).

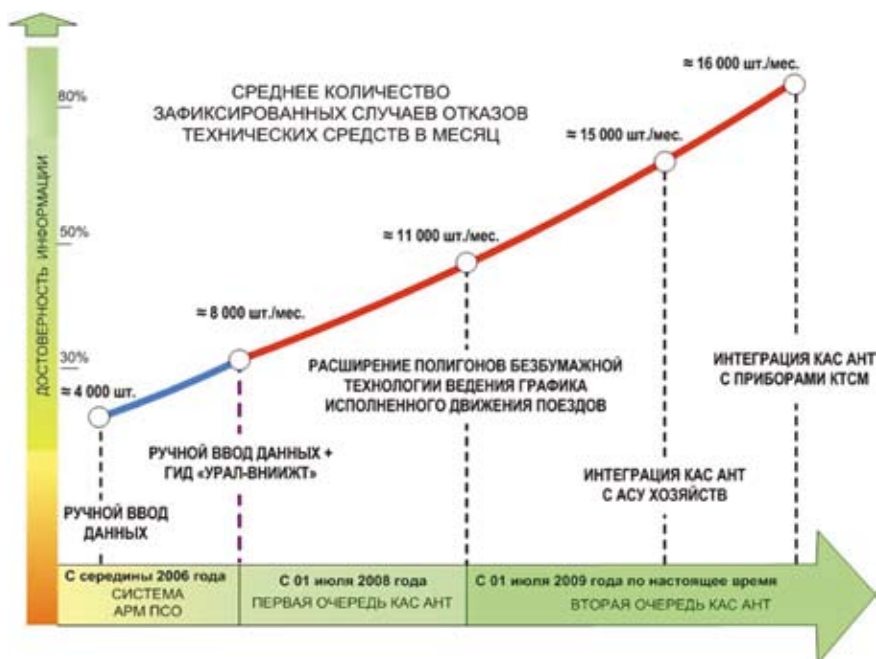


Рис. 3.7. Результаты развития системы КАСАНТ по повышению объективности информации об отказах технических средств

3.6. Эффективность использования и перспективы развития системы

На сегодняшний день к системе КАСАНТ подключено более 20 000 пользователей, в том числе с правами учета отказов около 15 000 пользователей, с правами только для чтения – 9 000 пользователей, с другими правами по контролю учёта отказов по дороге и региону, по вводу эксплуатационных потерь, администратора – около 500 пользователей.

База данных хранит архив данных за период с 01.07.2008 по 01.07.2012 гг. – порядка 620 000 протоколов расследованных случаев об отказах технических средств.

Система КАСАНТ в полной мере обеспечила выполнение функциональных задач, которые ставились при ее разработке.

В системе КАСАНТ реализованы на дорожном и сетевом уровне 33 общие формы и порядка 87-ми форм специализированных по хозяйствам (В, ВРК, Т, ТР, Э, Ш, П, Д, М, ФПК, НС, ДМВ). В данных формах имеются различные фильтры, по которым можно проводить определенные выборки. Для проведения более детального анализа по отказам технических средств в системе КАСАНТ реализован генератор отчетов, который позволяет формировать различные отчеты по заданным параметрам в табличной и списочной форме.

В 2012 году проведены работы по созданию классификатора причин отказов технических средств в части учета человеческого фактора с последующей реализацией в программном обеспечении системы КАСАНТ.

Проводится разработка программного модуля расчета потерь от влияния отказов технических средств и технологических нарушений на выполнение графика движения поездов.

Глава 4. Информационная система поддержки принятия решений по управлению надежностью, рисками и ресурсами (АС УРРАН)

4.1. Цели и задачи создания системы

В рамках проекта УРРАН разработана и с 2012 года одновременно с методологической базой тиражирована на всю сеть железных дорог АС УРРАН [41].

Целями создания АС УРРАН являются:

- снижение стоимости жизненного цикла инфраструктуры ОАО «РЖД» за счет перераспределения ресурсов при условии обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности и допустимого уровня безопасности перевозочного процесса;
- формирование матриц внутренних рисков подразделений Компании, как инструмента принятия решений для оптимального перераспределения ресурсов;
- совершенствование технологии текущего содержания и повышение качества обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры ОАО «РЖД».

АС УРРАН предназначена для решения следующих задач:

- количественная оценка производственной деятельности хозяйства инфраструктуры с учетом отказов и организации технического обслуживания и эксплуатации объектов инфраструктуры;
- автоматизированное определение показателей эксплуатационной надежности и безопасности объектов инфраструктуры;

- контроль и сопоставление деятельности структурных подразделений в рамках хозяйства на основании показателей эксплуатационной надежности и безопасности;
- оценка соответствия достигнутых показателей эксплуатационной надежности и безопасности заданным нормам;
- оперативное решение вопросов обеспечения безопасности перевозочного процесса;
- подготовка расчетных данных для формирования рекомендаций по снижению уровня рисков;
- определение уязвимых объектов с точки зрения оценки рисков.

4.2. Архитектура системы

Система АС УРРАН имеет двухуровневую архитектуру и функционирует на дорожном и централизованном уровне.

Дорожный уровень обеспечивает оперативную работу на уровне служб, дирекций и структурных подразделений дороги.

Структурная схема взаимодействия АС УРРАН с сопряжёнными автоматизированными системами представлена на рис. 4.1.

Программное обеспечение системы АС УРРАН реализовано с использованием Web-технологии, в качестве web-сервера используется IBM WebSphere Application Server, в качестве платформы для создания и эксплуатации хранилища данных и ПО используется платформа SAS Enterprise Intelligence Platform версии 9.2, эксплуатирующаяся в ГВЦ ОАО «РЖД». В связи с использованием SAS-платформы система АС УРРАН функционирует на централизованном уровне.

С учётом больших различий в реализации внешних автоматизированных систем, сопрягаемых с АС УРРАН, (языки разработки, системы управления базами данных), программные модули интерфейсов взаимодействия с АС УРРАН реализованы в виде

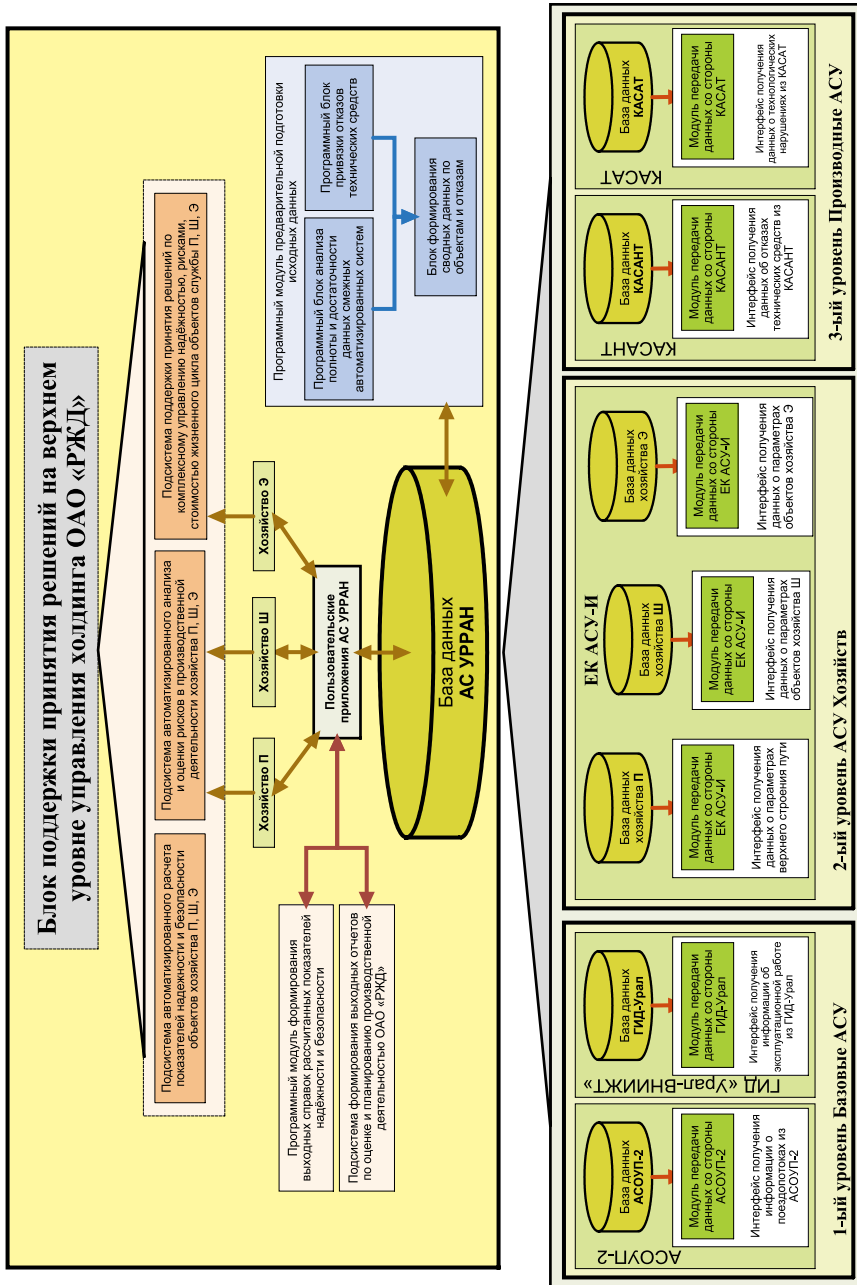


Рис. 4.1. Структурная схема взаимодействия АС УРРАН с сопряжёнными автоматизированными системами

web-приложений (web-services). Web-приложения могут легко использоваться при вызове в программных модулях внешних систем независимо от средств их разработки и эксплуатации.

Учитывая предлагаемый метод реализации взаимодействия в виде web-приложений, в качестве протокола обмена информацией используется протокол SOAP (Simple Object Access Protocol), который функционирует на базе языка XML и определяет правила передачи сообщений по Internet между различными прикладными системами. Протокол SOAP в основном использует транспортный протокол HTTP, но также может использовать и другие стандартные транспортные протоколы SMTP, FTP и TCP/IP.

Требования к техническим характеристикам серверов БД:

- платформа: Xeon;
- процессоры: 2x Intel ®Xeon™.Processor 3.4GHz;
- оперативная память: 3GB.

Требования к техническим характеристикам системы хранения данных:

- 20GB + 3x150GB.

Требования к техническим характеристикам серверов приложений:

- платформа: Xeon;
- процессоры: 2x Intel ®Xeon™.Processor 2.6GHz;
- оперативная память: 3GB;
- дисковый массив: 100GB + 70GB.

Требования к техническим характеристикам ПК пользователя и ПК администратора:

- процессор: Pentium 2 с частотой не менее 300 МHz;
- оперативная память: не менее 128 MB;
- жёсткий диск: не менее 5GB;
- монитор: не менее 14";
- принтер: формата А4.

Для обеспечения оптимальной передачи данных между серверами АС УРРАН и сопрягаемых АС должна обеспечиваться пропускная способность каналов передачи данных не менее 10 Мбит/с.

4.3. Функции АС УРРАН

В состав АС УРРАН входят следующие подсистемы:

- подсистема получения информации об объектах инфраструктуры из АСУ хозяйств;
- подсистема получения информации об отказах технических средств (ОТС) из системы КАСАНТ;
- подсистема формирования эталонной объектно-элементной структуры объектов инфраструктуры;
- подсистема автоматизированного расчета показателей эксплуатационной надежности и безопасности объектов инфраструктуры;
- подсистема формирования выходных форм и справок.

В число смежных систем для подсистемы получения информации из АСУ хозяйств входят:

- АСУ П (Автоматизированная система управления путевым комплексом);
- АСУ Ш-2 (Автоматизированная система управления хозяйством железнодорожной автоматики и телемеханики);
- АСУ Э (Автоматизированная система управления хозяйством электрификации и электроснабжения).

Интерфейс, реализующий функции данной подсистемы, содержит единый универсальный механизм работы АС УРРАН с сопряжёнными системами, а также индивидуальные механизмы взаимодействия каждой из АС с системой АС УРРАН.

Схема функционирования АС УРРАН в части взаимодействия с АСУ хозяйств представлена на рис. 4.2.

Подсистема получения информации об ОТС из системы КАСАНТ обеспечивает загрузку информации об ОТС, удовлетворяющих критериям расчета показателей надежности технических средств.

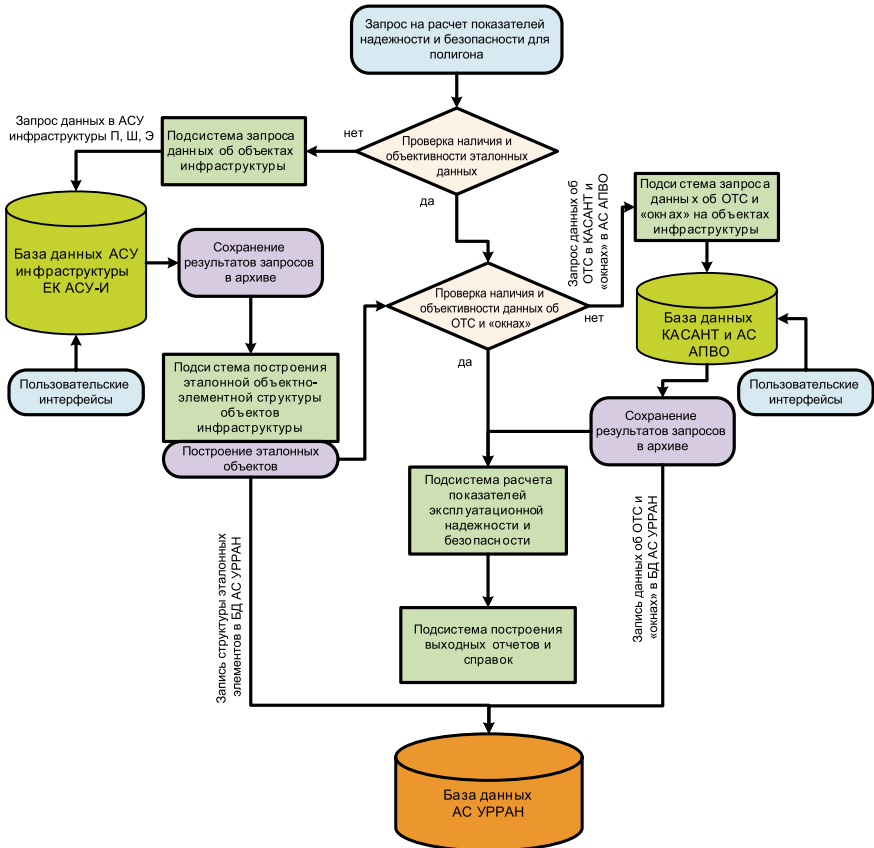


Рис.4.2. Схема функционирования АС УРРАН в части взаимодействия с АСУ хозяйств

В число смежных систем для подсистемы получения информации об ОТС входит система КАСАНТ.

Подсистема формирования эталонной объектно-элементной структуры инфраструктуры ОАО «РЖД» обеспечивает выполнение следующих функций:

– приведение объектов путевого хозяйства к эталонным объектам:

✓ приведение линейной конструкции пути к Эталонной конструкции пути: 1 км бесстыкового пути с рельсами Р-65, железобетонными шпалами, скреплениями АРС на щебеночном балласте, пропустивший после укладки от 100 до 200 млн.т брутто, эксплуатирующийся в прямом участке пути на горизонтальной площадке в профиле в регионе с умеренным климатом;

✓ приведение стрелочного перевода, соединения и пересечения пути к Эталонному стрелочному переводу: стрелочный перевод тип Р65 марки 1/11 с железобетонными брусьями на щебеночном балласте;

– приведение объектов хозяйства электрификации и энергоснабжения к эталонным объектам:

✓ приведение контактной сети к Эталонной контактной сети: 1 км контактной сети, выполненной по проектам КС-160 для переменного тока;

✓ приведение тяговой подстанции к Эталонной тяговой подстанции: одна тяговая подстанция системы тягового электропитания переменного тока с высшим напряжением 110 кВ;

✓ приведение линий электропередач к Эталонной линии электропередач: 1 км линии электропередачи напряжением 10 кВ с изолированными проводами;

– приведение объектов хозяйства автоматики и телемеханики к эталонным объектам:

✓ приведение блок-участка к Эталонному блок-участку: участок, оборудованный числовой кодовой автоблокировкой при электротяге постоянного тока;

✓ приведение к Эталону комплекса технических средств управления стрелкой: стрелка, включенная в электрическую централизацию релейного типа с одним электроприводом переменного тока.

При формировании эталонной объектно-элементной структуры применяют единые переводные коэффициенты, характеризующие конструктивные особенности, условия эксплуатации объектов, климатические условия и др.

Подсистема автоматизированного расчета показателей надежности и безопасности объектов инфраструктуры включает в себя расчет следующих показателей:

- показатели безотказности:
 - интенсивность отказов;
 - средняя наработка на отказ;
 - вероятность отказа и вероятность безотказной работы;
- показатели ремонтпригодности:
 - среднее время до восстановления;
 - среднее время простоя;
- показатели готовности/неготовности эталонного объекта.
- показатели безопасности:
 - интенсивность опасных событий;
 - средняя наработка на опасное событие;
 - вероятность опасного события.

Подсистема формирования выходных форм справок обеспечивает формирование утвержденных форм отчетов.

4.4. Основные результаты эксплуатации системы на Северной железной дороге

4.4.1. Управление надежностью

Методологическая база и сегмент АС УРРАН по управлению надежностью протестированы на 261 станции и 288 перегонах, на 29 дистанциях пути, а также на дистанциях автоматики и телемеханики, электрификации и электроснабжения на эксплуатируемой железнодорожной линии Северной железной дороги протяженностью более 3 200 км в течение 28 месяцев.

Цели тестирования дистанций пути:

1) Сопоставление оценок состояния пути по показателям эксплуатационной надежности УРРАН и по существующей балловой оценке. Результаты сопоставления оценок приведены на рис. 4.3. Они свидетельствуют о корреляции обеих методик оценки. Вместе с тем, методика оценки по показателю УРРАН обеспечивает большую чувствительность к изменениям состояния пути. Этот эффект увеличивается по мере увеличения времени наблюдения (объема статистических данных).

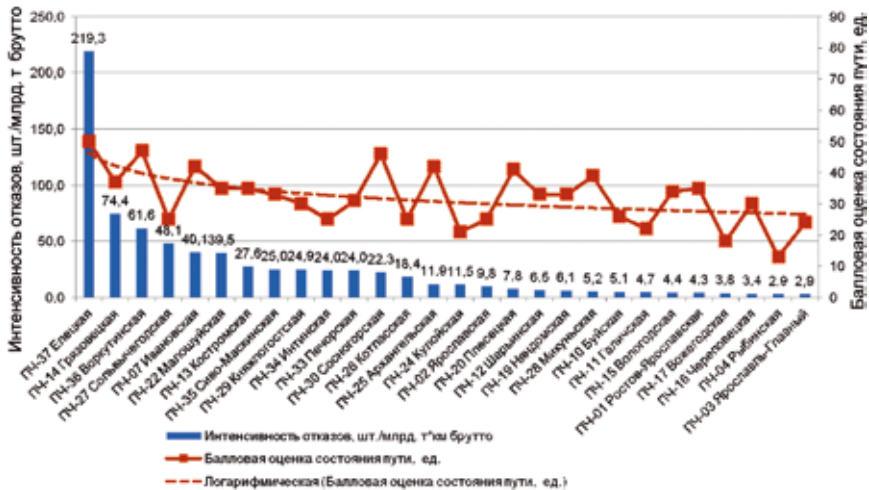


Рис. 4.3. Сопоставление оценок состояния пути по показателям эксплуатационной надежности УРРАН и по существующей балловой оценке

2) Оценка качества работы дистанций пути по показателям УРРАН. Результаты оценки по двум дистанциям пути (ПЧ-35 и ПЧ-02) Северной железной дороги показаны на рис. 4.4. Они свидетельствуют о том, что оценка качества работы по количеству зафиксированных отказов имеет негативные последствия, поскольку, во-первых, не учитывает реальную наработку дистанции пути, и, во-вторых, приводит к стремлению работников

дистанции снизить показатель количества отказов. Сопоставление результатов производственной деятельности дистанций по эксплуатационным показателям безотказности методологии УРРАН свидетельствует о том, что, несмотря на большее количество отказов технических средств на дистанции ПЧ-02 (107), чем на дистанции ПЧ-35 (62), качество работы дистанции ПЧ-02 выше, т.к. она за тот же период времени выполнила больший объем работы и средняя наработка на отказ на этой дистанции существенно выше, чем на дистанции ПЧ-35.

Дистанция пути ПЧ-35 Сиво-Маскинская

Элемент	N	Кпр	Г, млн. т*км брутто/ км	Кол-во отказо в, г	Nэ	λэ	Тср
Бесстыковой, звеньевой путь, км	160	1,2	13,1	41	189	24,2	294,2
Стрелочный перевод (ЖБ, Д)	36	2,0	11,3	21	69	23,0	43,8
Всего по ПЧ	196	1,3	13	62	258		

$$\lambda_{Д1}^{\ominus} = 25,1 \text{ отказа на 1 млрд. т*км брутто}$$

$$T_{ср}^{\ominus Д1} = 240,1 \text{ млн. т*км брутто}$$

Дистанция пути ПЧ-02 Ярославская

Элемент	N	Кпр	Г, млн. т*км брутто/ км	Кол-во отказо в, г	Nэ	λэ	Тср
Бесстыковой, звеньевой путь, км	248	0,8	17	42	199	9,8	345,2
Стрелочный перевод (ЖБ, Д)	154	0,9	21	65	203	13,4	43,8
Всего по ПЧ	402	0,8	19	107	324		

$$\lambda_{Д2}^{\ominus} = 9,8 \text{ отказа на 1 млрд. т*км брутто}$$

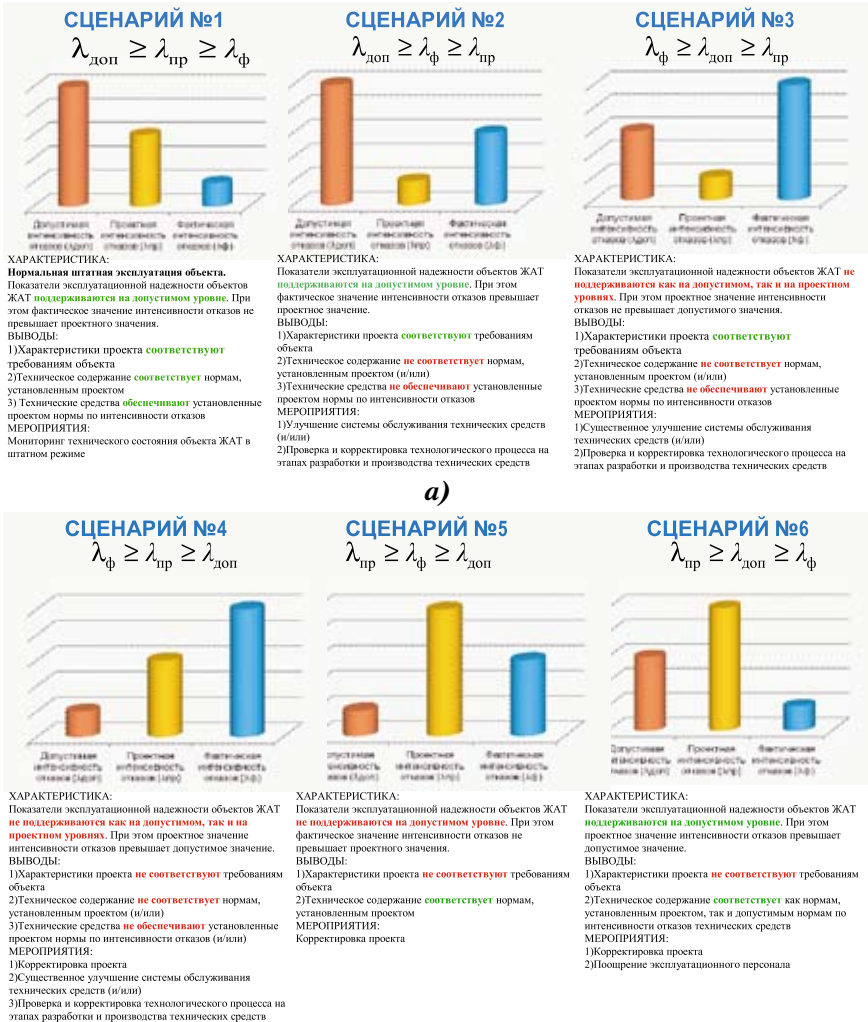
$$T_{ср}^{\ominus Д2} = 288,1 \text{ млн. т*км брутто}$$

Рис. 4.4. Результаты оценки эффективности работы двух дистанций пути

Цель тестирования дистанций автоматики и телемеханики и дистанций электрификации и электроснабжения состоит в масштабной апробации метода управления надежностью объектов этих хозяйств по данным о фактических, проектных и допустимых интенсивностях отказов объектов. Суть метода раскрыта на рис. 4.5 (а, б). Оранжевым столбиком показан количественный уровень допустимой интенсивности отказов (заданной по оценкам рисков), желтым – проектной (расчетной) интенсивности

отказов, голубым цветом – фактической интенсивности отказов, полученной по результатам тестирования.

Специалистами хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики Северной железной дороги представле-



а)

б)

Рис. 4.5. Сценарии соотношения интенсивностей допустимой, проектной и фактической интенсивностей отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) или объектов электроснабжения

ны результаты тестирования надежности объектов ЖАТ на станциях и перегонах в течение 2011–2012 гг. Эти результаты позволяют выделить объекты, показатели надежности которых не поддерживаются на проектном и даже на допустимом уровне.

На рис. 4.6 приведены результаты тестирования надежности объектов ЖАТ на перегонах дистанции ШЧ-9. Согласно этим данным на ряде перегонов, особенно Кодино – Мошное и Сулозеро – Куша, фактическая интенсивность отказов больше проектной и допустимой. С другой стороны, есть возможность также выявить те проекты, которые избыточны по надежности, например, на перегоне Мудьюга – Костин Ручей.

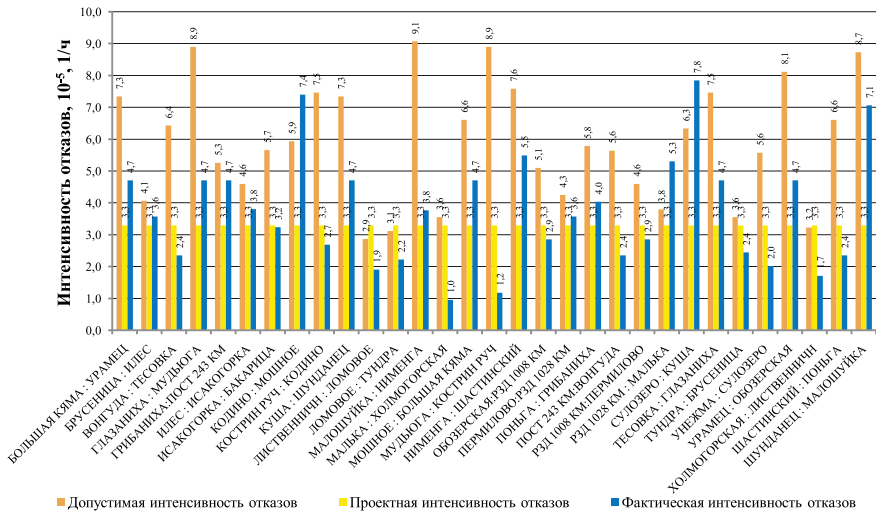


Рис. 4.6. Результаты тестирования надежности объектов ЖАТ на перегонах дистанции ШЧ-9

Аналогичное тестирование, только объектов электрификации и электроснабжения, проводилось в течение 2011–2012 гг. на Северной железной дороге. Тестированию подвергалась контактная сеть. Результаты тестирования представлены на рис. 4.7.

Для контактной сети перегонов в подавляющем большинстве (105 из 112, т.е. в 94% случаев) выполняется сценарий 6 (см. рис. 4.5.б). При этом сценарии показатели эксплуатационной надежности объектов контактной сети поддерживаются на допустимом уровне. Однако проектное значение интенсивности отказов превышает допустимое значение, т.е. характеристики проекта не соответствуют требованиям объекта. Это естественно, поскольку контактная сеть для Северной железной дороги была построена более полувека назад и не была рассчитана на современную интенсивность движения поездов и большую грузонапряженность.

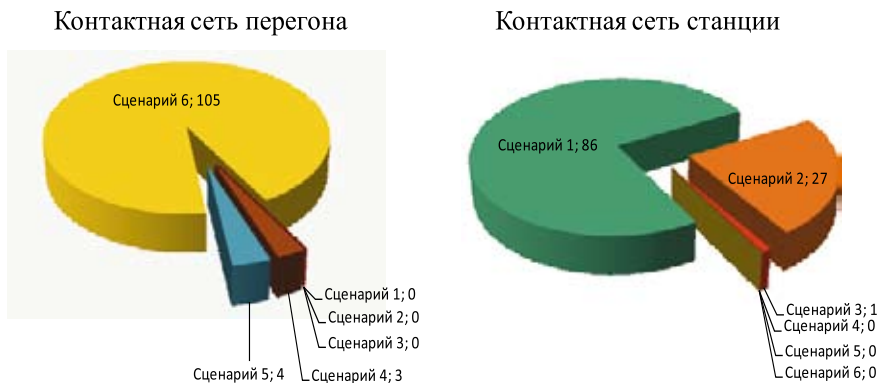


Рис. 4.7. Диаграммы сценариев принятия решений по управлению надежностью объектов электрификации и электроснабжения на перегонах и станциях Северной железной дороги

Для контактной сети станций в большинстве случаев (86 из 116, т.е. в 74% случаев) выполняется сценарий 1 (см. рис. 4.5а). Этот сценарий соответствует нормальной штатной эксплуатации объекта. Показатели эксплуатационной надежности объектов ЖАТ поддерживаются на допустимом уровне. Надежность существенной доли станций (26%) соответствует сценарию 2, при котором показатели эксплуатационной надежности объектов контактной сети поддерживаются на допустимом уровне.

При этом фактическое значение интенсивности отказов превышает проектное значение. Характеристики проекта соответствуют требованиям объекта. Однако техническое содержание не соответствует нормам, установленным проектом (и/или) технические средства не обеспечивают установленные проектом нормы по интенсивности отказов. Причина – проводимая в последние годы модернизация контактной сети на станциях для обеспечения перспективных требований по грузонапряженности и интенсивности движения поездов.

Для реализации новых принципов и методов управления надежностью, разработанных в проекте УРРАН, потребовалось сформировать единые понятия и определения в области эксплуатационной надежности железнодорожного транспорта, как России, так и Таможенного союза стран России, Казахстана и Белоруссии. С этой целью в рамках проекта УРРАН разработана и в настоящее время находится на согласовании окончательная редакция межгосударственного стандарта «Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения». Утверждение этого стандарта запланировано в 2013 году.

4.4.2. Управление ресурсами в хозяйстве пути

Методологическая база [42,43] и сегмент АС УРРАН по управлению ресурсами были апробированы на Северной железной дороге в течение 2010–2012 гг.

В соответствии с критериями методологии УРРАН для проведения работ на 2011 г. были отобраны 57 перегонов Северной железной дороги общей протяженностью 527,5 км, из них:

- 51 перегон имел превышение контрольного значения по пропущенному тоннажу;
- 26 перегонов имели превышение контрольного значения по частоте отказов;

– 40 перегонов имели превышение контрольного значения по экономическому показателю.

Из 57 перегонов, отобранных для проведения работ с применением методологии УРРАН, 17 перегонов также были включены в планы проведения работ с применением действующих нормативов (ЦПТ-53), а остальные 40 перегонов вошли в планы проведения работ только по критериям методологии УРРАН.

Совокупная протяженность перегонов, отобранных для проведения работ по критериям методологии УРРАН, в целом совпадает с протяженностью перегонов, запланированных для проведения ремонтных работ в соответствии с действующим подходом назначения работ в 2011 году [44].

Таблица 4.1. Сравнение планов капитальных ремонтов

Группа	Длина, км			
	ЦПТ-53	УРРАН	Совпадения, км	Совпадения %
А	89,75	121,55	40,17	45%
Б	96,44	46,76	25,08	26%
В	146,36	104,97	34,11	23%
Итого по А, Б, В	332,56	273,27	99,36	30%
Г	115,98	78,19	0,00	0%
Д	78,38	96,25	37,75	48%
Е	0,00	79,80	0,00	0%
Итого по Г, Д, Е	194,35	254,24	37,75	19%
Итого	526,91	527,51	137,11	26%

Однако совпадение отдельных перегонов между двумя планами работ составило всего 26% по Северной железной дороге в целом. При этом по некоторым группам грузонапряженности (Г и Е) совпадений не было. Отсутствие совпадений по группе Г обусловлено тем, что в план работ (подготовленный на основании действующего подхода) были включены перегоны совокупной протяженностью 115,98 км, на которых в 2010 году было

зафиксировано всего 2 отказа, а также наблюдался относительно низкий уровень расходов на текущее содержание (в среднем 150 тыс. руб. на 1 км).

Использование же критериев УРРАН позволило включить в план работ по группе Г перегоны протяженностью 78,19 км, имеющие совокупную частоту отказов 2,86 (что выше контрольного значения для данной группы грузонапряженности).

Таблица 4.2. Сравнение частоты отказов планов капитальных ремонтов

Группа	ЦПТ-53		УРРАН	
	Кол-во отказов, шт.	Частота отказов, шт. на 1 км	Кол-во отказов, шт.	Частота отказов, шт. на 1 км
А	69	0,77	145	1,19
Б	47	0,49	71	1,52
В	107	0,73	216	2,06
Итого по А, Б, В	223	0,67	432	1,58
Г	2	0,02	224	2,86
Д	27	0,34	90	0,94
Е	0	0	4	0,05
Итого по Г, Д, Е	29	0,15	318	1,25
Итого	252	0,48	750	1,42

Среднее количество отказов на 1 км пути по методологии УРРАН (1,42) превышает среднее количество отказов на 1 км пути по ЦПТ-53 (0,48) на 0,94 отказа/км.

В план проведения работ по критериям УРРАН необходимо включить перегоны, на которых было зафиксировано в 2010 году 750 отказов, что составляет 19% от всех отказов Северной железной дороги, тогда как действующий подход по формированию планов работ на основе нормативов пропущенного тоннажа предполагает ремонты на перегонах, имеющих в 2010 году всего 250 отказов.

Таблица 4.3. Сравнение экономического критерия планов капитальных ремонтов

Группа	Прямые расходы на текущее содержание на 1 км пути, тыс. руб.		Отношение прямых расходов на текущее содержание на 1 км. перегонов УРРАН к перегонам ЦПТ-53, %
	ЦПТ-53	УРРАН	
А	407	445	109%
Б	361	653	181%
В	339	555	164%
Итого по А, Б, В	364	523	144%
Г	150	550	367%
Д	381	549	144%
Е	0	287	-
Итого по Г, Д, Е	243	467	192%
Итого	319	496	155%

Среднестатистические прямые расходы на текущее содержание 1 км пути перегонов, вошедших в план работ по методологии УРРАН, составили 496 тыс. руб., что на 55% выше, чем аналогичный показатель по перегонам из действующего плана работ.

В связи с тем, что на участках, которые не попали в титульные списки ни по действующей системе, ни по системе УРРАН, изменений стоимости жизненного цикла не планируется, расчет проводился только по тем участкам, которые попали в титульные списки по обеим системам.

Прогнозный на 2012 г. экономический эффект от реализации плана работ, сформированного по методологии УРРАН, по сравнению с реализацией плана работ, сформированного по действующему подходу (ЦПТ-53), оценивается в 91 053 тыс. руб., в том числе:

– за счет сокращения прямых текущих расходов на содержание путевой инфраструктуры Северной железной дороги – 47 234 тыс. руб.;

– за счет сокращения количества отказов и, как следствие, сокращения расходов на ликвидацию отказов и расходов на простой поездов– 43 818 тыс. руб.

4.4.3. Управление рисками

В путевом хозяйстве оценен риск излома рельсов под поездом, который не привел к крушению. По статистическим данным, полученным в течение последних двух лет на сети железных дорог по хозяйству пути, определены уровни частоты изломов рельсов в год. Установлен средний ущерб от излома рельса (примерно 13 тыс. руб.). Установлена средняя величина риска и допустимый уровень риска (примерно 142 тыс.руб. и 5 млн.руб. соответственно). Результаты расчетов содержимого данной матрицы рисков, выполненные в АС УРРАН, показаны на рис. 4.8.

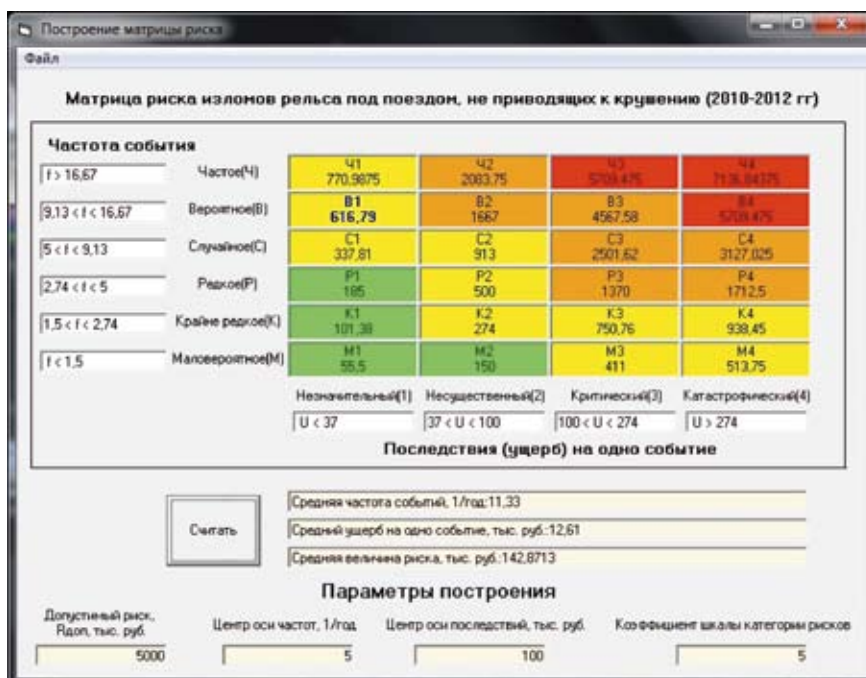


Рис.4.8. Матрица риска изломов рельса

4.5. Эффективность использования и перспективы развития системы

АС УРРАН базируется на научно-исследовательских разработках в области методологии надежности и функциональной безопасности объектов железнодорожного транспорта [45,46], на разработках по оптимизации затрат на содержание объектов по текущему состоянию их надежности, на разработках по управлению рисками принятия решений при организации работы транспортных систем [47], в том числе в условиях неопределенности; на концептуальных разработках в области информационных технологий, оперативного сбора и обработки данных и на созданной нормативной базе, обеспечивающей организационные процессы управления надежностью, безопасностью, ресурсами и рисками на сети железных дорог России.

Внедрение АС УРРАН будет способствовать значительному развитию железнодорожной отрасли, что подтверждается результатами эксплуатации на Северной железной дороге и обеспечивать заметное повышение эффективности деятельности подразделений и качества их работы.

Внедрение АС УРРАН на инфраструктуре всей сети железных дорог России выполнено в 2012 г., а в 2013 – 2014 гг. данная технология будет разработана для подвижного состава и внедрена на всей сети железных дорог.

Глава 5. Автоматизированная система управления безопасностью движения (АС РБ)

5.1. Цель создания системы

Обеспечение высокого уровня безопасности движения поездов является одной из первоочередных задач ОАО «РЖД». Ежегодно отрасль терпит серьезные убытки из-за возникновения крушений, аварий и транспортных происшествий на железных дорогах, причинами которых чаще всего являются неудовлетворительное состояние технических средств или подвижного состава, а также неправильные действия работников предприятий железнодорожного транспорта.

Одним из основных инструментов контроля и управления состоянием безопасности движения на железных дорогах является ревизорский аппарат, который обеспечивает контроль выполнения требований по безопасности движения.

Основная ревизорская работа делится на несколько задач:

- контроль за обеспечением безопасности движения: ревизии, проверки, контрольные мероприятия;
- расследование нарушений безопасности движения;
- анализ состояния безопасности;
- выработка управляющих воздействий, которые могут быть разовыми, целевыми и постоянно действующими, то есть затрагивающими изменения в системе управления.

Целью создания АС РБ является повышение эффективности работы и роли ревизорского аппарата всех уровней в обеспечении безопасности движения в соответствии с возложенными на

него комплексами задач, а также выработка скоординированных решений, направленных на повышение безопасности движения за счет использования информационных технологий.

5.2. Основные этапы создания системы

Учет нарушений безопасности движения всегда являлся одной из важных задач в процессе управления деятельностью ОАО «РЖД». Оперативный сбор сведений о возникновении нарушений, их классификация, расследование обстоятельств и определение виновных подразделений позволяет не только организовать своевременное принятие мер по ликвидации последствий, оценке и возмещению ущерба, но, и главное – разработать и провести комплекс профилактических мероприятий по дальнейшему предотвращению аналогичных случаев.

Именно поэтому уже в 1997 году была разработана и внедрена на сети железных дорог Многоуровневая система управления безопасностью движения (МАСУ БД), которая обеспечивала ввод данных о произошедших случаях нарушения безопасности движения и формирование отчетных форм.

Система МАСУ БД включала в себя два уровня эксплуатации:

- нижний, состоящий из подуровней отделения и управления железной дороги,
- верхний, включающий подуровни ГВЦ, ЦРБ и других пользователей МПС.

Организационно-программная структура МАСУ БД была представлена следующими компонентами:

- рабочее место ревизора по безопасности движения отделения железной дороги (АРМ УРБ);
- рабочее место инженера-анализатора ревизорского аппарата по безопасности движения управления железной дороги (АРМ РБЦ);

- рабочее место главного специалиста ЦРБ МПС по безопасности движения (АРМ ГС);
- автоматизированное рабочее место специалиста аналитического центра (АЦ) ВНИИЖТ.

Передача информации с нижнего уровня на верхний в МАСУ БД осуществляется с помощью АРМ Электронной почты (АРМ ЭП) по каналам автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП).

Система МАСУ БД была достаточно эффективным инструментом для учета и анализа нарушений безопасности движения и эксплуатировалась в подразделениях МПС и позже ОАО «РЖД» практически около 10 лет.

В 2006 году в связи с начавшимися в ОАО «РЖД» глобальными структурными преобразованиями остро стал вопрос о модернизации МАСУ БД. Программное обеспечение МАСУ БД не позволяло оперативно корректировать нормативно-справочную базу данных для ввода новых филиалов и структурных подразделений, не было возможности расширить формы актов расследований и набор отчетных форм. Кроме того, в 2006 году начался переход с ранее используемой классификации нарушений согласно приказу МПС РФ №1Ц от 8 января 1994 года «О мерах по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте» на новую классификацию согласно приказу Министерства транспорта №163 от 25 декабря 2006 года «Об утверждении положения о порядке служебного расследования и учета транспортных происшествий и иных, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, событий».

С учетом всех ограничений МАСУ БД и ее морального устаревания руководством Департамента безопасности движения ОАО «РЖД» было принято решение о разработке новой Автоматизированной системы управления безопасности движения

(АС РБ) [48]. При разработке АС РБ были учтены следующие основные требования:

1. Применение современных информационных технологий, которые обеспечили оперативность сбора и обработки данных, постоянное развитие функционала системы, легкость использования, широкие возможности тиражирования и сопровождения;

2. Использование единой нормативно-справочной базы данных для возможности оперативной корректировки классификаторов нарушений безопасности движения, справочников железнодорожных станций, перегонов, структурных подразделений ОАО «РЖД»;

3. Легкая адаптация учётных и отчетных форм с учетом реорганизации структуры ОАО «РЖД», совершенствования технологии управления безопасностью движения.

Для возможности реализации указанных требований разработка системы была выполнена с использованием современных программных средств и технологий: была разработана реляционная база данных под управлением СУБД DB2 на программно-аппаратной платформе MainFrame, эффективно эксплуатирующейся в Главном вычислительном центре ОАО «РЖД». Пользовательские интерфейсы ввода данных и формирования отчетных форм были разработаны с использованием Web-технологии, что позволило в короткие сроки растиражировать систему на всю сеть железных дорог и в департаментах ОАО «РЖД», а в дальнейшем оперативно обновлять версии программного обеспечения на всех пользовательских рабочих местах, подключенных к системе.

Большую гибкость системе обеспечило применение в качестве нормативно-справочной базы отраслевой Автоматизированной системы ведения центральной нормативно-справочной информации (АС ЦНСИ), которая организовала ведение отрас-

левых классификаторов в соответствии с единым регламентом и системы заявок на корректировку данных.

Основной состав программного обеспечения системы АС РБ был разработан специалистами ОАО «НИИАС» в 2005-2006 гг. и далее система была внедрена в постоянную эксплуатацию на всех железных дорогах и в ГВЦ ОАО «РЖД» распоряжением ОАО «РЖД» № 1158р от 25 июня 2007 года.

К системе были подключены пользователи, ответственные за учет нарушений безопасности движения от аппарата главного ревизора по безопасности движения поездов отделений железных дорог (УРБ), управления железных дорог (РБ), Департамента безопасности движения (ЦРБ). Были определены порядок и сроки ввода первичных данных, материалов расследования. Одновременно с развитием системы в период с 2007 по 2009 гг. совершенствовался порядок учета нарушений безопасности движения:

- реализована автоматизация передачи актов расследования с железной дороги, на которой произошло происшествие на дороге, где располагается виновное подразделение.

- уточнен порядок и условия корректировки, аннулирования актов расследований.

- определены и реализованы в системе отчетные формы по статистике транспортных происшествий и событий.

Наработанный опыт позволил в 2010 году разработать и ввести в действие нормативный документ «Положение о порядке учета транспортных происшествий и событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, в автоматизированной системе управления безопасностью движения (АС РБ)», утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» №2251р от 01 ноября 2010 года.

Развитие системы постоянно продолжается и включает в себя: расширение форм ввода данных, формирование отчет-

ных форм, модификацию с учетом структурных преобразований ОАО «РЖД», реализацию взаимодействий с отраслевыми АСУ.

Основные этапы развития АС РБ приведены в Таблице 5.1.

Таблица 5.1. Этапы развития системы АС РБ

№	Наименование работ	Период выполнения
1.	Обследование существующего порядка учета нарушений безопасности движения, разработка и утверждение Технического задания на систему	2005 г.
2.	Разработка программных модулей ввода данных о нарушениях безопасности движения согласно приказу Минтранса №163 с учетом организационной структуры ОАО «РЖД»	2006 г.
3.	Внедрение системы в эксплуатацию, тиражирование на сеть железных дорог, обучение пользователей системы, поэтапный переход с ввода данных в систему МАСУ БД на ввод в АС РБ	Распоряжение ОАО «РЖД» №1158р от 25.06.2007 г.
4.	Разработка программных модулей автоматизированной междорожной передачи данных о нарушениях безопасности движения для учета и расследования на виновное структурное подразделение	2006-2007 гг.
5.	Разработка программных модулей формирования системы отчетных форм по оперативным донесениям о нарушениях безопасности движения, разработка процедур передачи отчетных данных АС РБ в систему отчетности СИС «Эффект»	2008 г.
6.	Развитие программных модулей ввода данных о нарушениях безопасности движения в части расширения данных по обстоятельствам и последствиям схода подвижного состава в поездах	2008-2009 гг.
7.	Развитие программных модулей ввода данных и формирования отчетов в части учета данных о материальном ущербе от последствий нарушений безопасности движения	2008-2009 гг.
8.	Развитие программных модулей ввода данных с учетом изменения классификатора нарушений безопасности движения согласно приказу Минтранса от 05.11.2008 г. № 180	2009 г.

№	Наименование работ	Период выполнения
9.	Разработка и внедрение на сеть железных дорог Положения о порядке учета транспортных происшествий и иных связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта событий в автоматизированной системе управления безопасностью движения (АС РБ)	Распоряжение ОАО «РЖД» №2251р от 01.11.2010 г.
10.	Разработка технологии передачи данных о нарушениях безопасности движения в Автоматизированную систему ведения технологического документооборота (АС ВТП) для ведения учетных и отчетных отраслевых форм с применением электронной цифровой подписи (ЭЦП): формы РБУ-7, РБУ-1Ксх, РБУ-3Ксх, РБК-3	2009-2011 гг.
11.	Разработка процедур передачи отчетных данных о нарушениях безопасности движения данных в Корпоративное информационное хранилище банка основных показателей работы железных дорог (КИХ БПР)	2011 г.
12.	Разработка процедур передачи данных о нарушениях безопасности движения в Интеграционный комплекс систем автоматизации работы ситуационного центра (ИКСАР СЦ) для мониторинга и факторного анализа состояния безопасности движения	2010-2011 гг.
13.	Развитие системы в части формирования представляемой аналитической информации о нарушениях безопасности движения с учетом структурных преобразований холдинга ОАО «РЖД»	2008-2011 гг.
14.	Развитие системы согласно принципам, которые заложены в Концепции организационного развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года, в том числе выделение бизнес-блоков, бизнес-единиц	2012-2013 гг.

5.3. Архитектура и требования к эксплуатации системы

Схема логического взаимодействия компонентов АС РБ приведена на рис. 5.1, структура системы – на рис. 5.2. В своей работе АС РБ в качестве нормативно-справочной информации использует данные Автоматизированной системы цент-

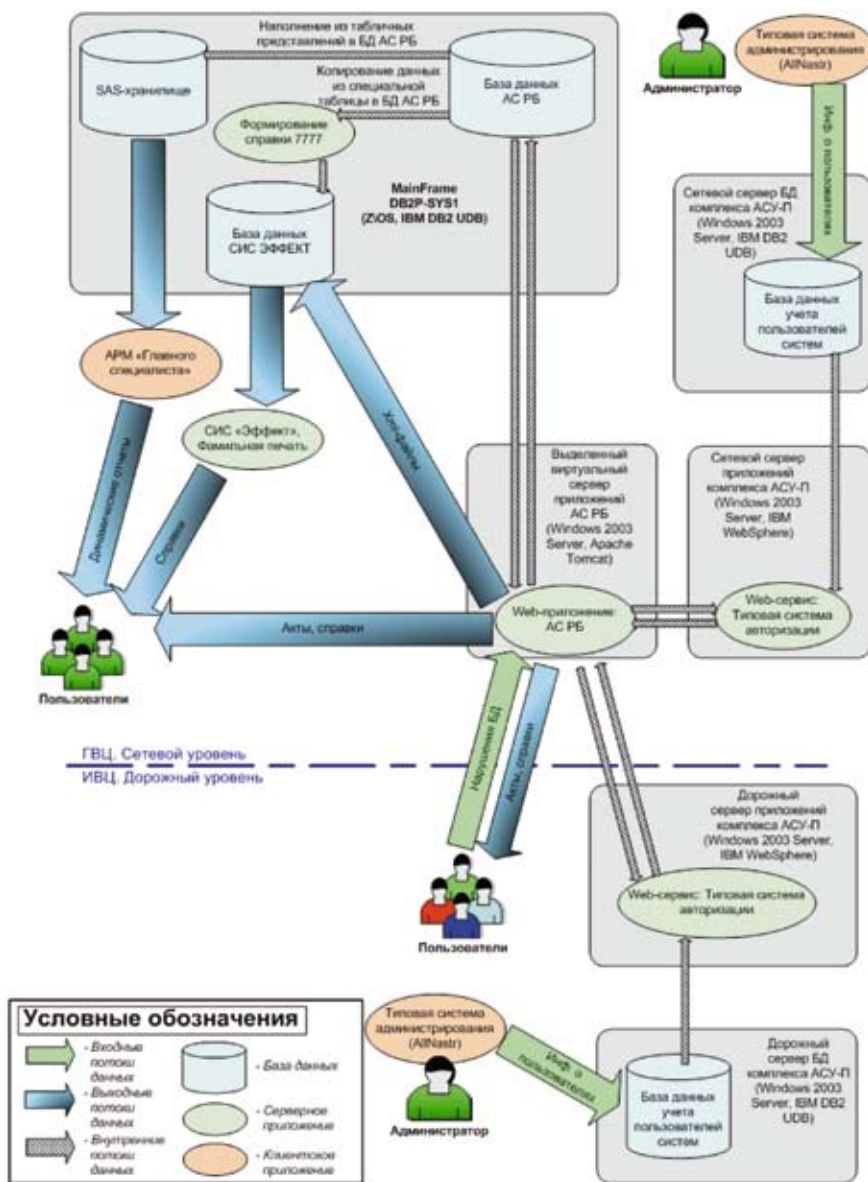


Рис. 5.1. Схема логического взаимодействия компонентов АС РБ

рализованного ведения нормативно-справочной информации (АС ЦНСИ – классификаторы, справочники предприятий).

Данные, формируемые в АС РБ, передаются в некоторые другие системы, такие как:

- СИС «Эффект»;
- Отчёт «Показатели работы ОАО РЖД» (справка 7777);
- Буклет оперативного отчёта о результатах работы железных дорог за месяц;

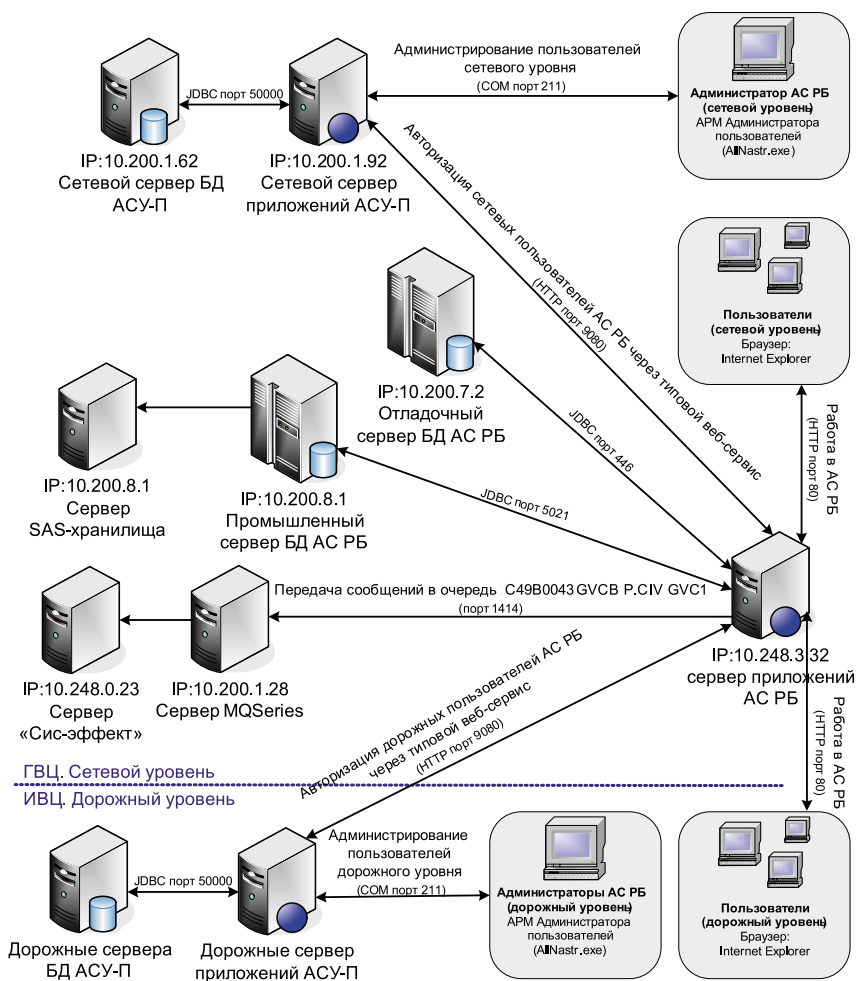


Рис. 5.2. Структура системы АСУ РБ

- «АРМ руководителя»;
- «АРМ главного специалиста ЦРБ».

Данные для внешних систем формируются специальным заданием, автоматически запускаемым на сервере приложений АС РБ ежедневно по установленному расписанию в 01:15.

В базу данных СИС «Эффект» данные передаются в виде xml-файлов посредством менеджера очередей IBM MQSeries. Файлы формируются на сервере приложений (10.248.3.32) в период с 01:15 и примерно до 01:45. В файлах содержатся данные за предыдущие отчетные сутки.

В случае, если данные не были получены в указанное время, они могут быть повторно сформированы через интерфейс программы АС РБ.

Одновременно с выгрузкой xml-файлов в IBM MQSeries для СИС «Эффект» на сервере приложений АС РБ формируется собственный архив аналогичных отчётов. Таким образом, у пользователей АС РБ есть возможность ознакомиться с этими отчётами непосредственно в веб-интерфейсах АС РБ. Также в интерфейсах АС РБ предусмотрена возможность просмотра этих отчётов на основе данных на текущий момент, т.е. с корректировками, поступившими в базу данных АС РБ уже после формирования архива отчётов.

Передача данных для отчёта «Показатели работы ОАО РЖД» (справка 7777) осуществляется путём обращения к специальной таблице в базе данных АС РБ. Обращение должно осуществляться после 01:20, т.к. таблица обновляется ежедневно в 01:15 тем же заданием на сервере приложений АС РБ, которое также формирует и передаёт xml-файлы для отчётов СИС «Эффект».

Передача показателей для буклета оперативного отчёта о результатах работы железных дорог за месяц, а также показателей для «АРМ руководителя» осуществляется путём обращения к специальной таблице в базе данных АС РБ. Обращение должно

осуществляться после 1:45, т.к. таблица обновляется ежесуточно примерно в промежуток времени с 1:30 до 1:45.

Механизм передачи данных для АРМа главного специалиста ЦРБ основан на регламентном запуске на MF специальной процедуры. Процедура обращается к табличным представлениям (view) в базе данных АС РБ. Данные формируются за текущий и прошедший года и передаются один раз в сутки после 24.00 и реализуются в SAS-наборах.

Программно-аппаратное обеспечение системы АС РБ представлено следующими требованиями:

Сервер базы данных платформа IBM Mainframe; ОС: IBM Z/OS; СУБД: IBM DB2 UDB v.8.1.

Сервер приложений платформа Xeon; ОС: Windows 2003 Server; Веб-серверы: nginx и два экземпляра Apache Tomcat 6.x; Виртуальная Java-машина JDK6.

Процессоры 2x Intel ®Xeon™. Processor 2.6GHz;

Оперативная память 3Gb;

Дисковые накопители 100Gb + 70Gb.

Система АС РБ разработана с использованием веб-технологий. Работа с системой осуществляется посредством Web-браузера Microsoft Internet Explorer (версии не ниже 6.0).

Программное обеспечение системы разработано на языках Java, JavaScript в среде разработки IntelliJ IDEA 6.0.1.

При разработке использовалась реляционная структура базы данных для обработки запросов. Система авторизации построена на использовании веб-сервисов.

Ввод данных в систему осуществляют специалисты центрального, дорожного и регионального уровней. Ввод осуществляется через веб-формы, после этого информация поступает в единую для дорожного и сетевого уровня базу данных.

Администрирование пользователей дорожного уровня осуществляют специалисты ИВЦ дорог, администрирование се-

тевых пользователей осуществляют специалисты отдела ИТК ГВЦ ОАО «РЖД».

Все процессы ввода и хранения информации и резервного копирования настроены на этапе внедрения с использованием стандартных средств IBM DB2.

5.4. Функции системы

Основные функции АС РБ:

- учет и отчетность в области нарушений безопасности движения;

- организация, контроль своевременности и качества расследования нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе, правильности их учета и квалификации;

- анализ состояния и причин нарушений безопасности движения (с использованием данных о нарушениях безопасности движения, отказах в работе и опасных отступлениях от норм содержания технических средств подвижного состава и сооружений, ошибках персонала железных дорог, сведений о технической оснащённости железных дорог, квалификации персонала, объеме инвестиций и др.);

- контроль выполнения ревизорских указаний по устранению недостатков, выявленных при ревизиях и проверках железных дорог;

- контроль личного участия руководящего и ревизорско-инструкторского состава в осуществлении профилактических мер по предупреждению аварийности.

АС РБ обеспечивает адресность работы ревизорского аппарата, повышает качество проводимой ревизии. Благодаря ее функциям ревизор перед выездом на линию может проанализировать состояние безопасности движения на выбранном участке, выявить наиболее «узкие» места по безопасности, наметить

профилактические мероприятия, направленные на предупреждение транспортных происшествий. На сегодняшний момент недостаточно только фиксировать транспортные происшествия и события. Ревизорским аппаратом ОАО «РЖД» сегодня осуществляется переход от административных принципов управления, когда на него возлагались только взыскательные функции к креативным, когда основной его функцией становится работа на предупреждение браков, оперативное выявление складывающихся аварийных ситуаций на местах и незамедлительное реагирование на них.

Структурно АС РБ состоит из следующих подсистем:

1. Подсистема автоматизированного учета и контроля расследования допущенных нарушений безопасности движения;
2. Подсистема автоматизированного контроля работы ревизорского аппарата железных дорог;
3. Подсистема визуализации показателей безопасности на основе использования ГИС-технологий.

Объектом автоматизации подсистемы автоматизированного учета и контроля расследования допущенных нарушений безопасности движения является организационно-технологический порядок по учету и расследованию нарушений безопасности движения поездов. Учет и служебное расследование нарушений безопасности движения является достаточно сложным и важным процессом. От успешного проведения служебного расследования, выяснения всех обстоятельств и объективной оценки обстановки во многом зависит эффективность последующей профилактической работы по предотвращению нарушений безопасности движения на железных дорогах.

Отличительными особенностями подсистемы автоматизированного учета и контроля расследования допущенных нарушений безопасности движения являются использование технологии ведения центральной нормативно-справочной информации,

с возможностью оперативной корректировки классификаторов в системе в зависимости от изменяющейся структуры ОАО «РЖД»; использование современных информационных технологий (Web-технологий для пользовательских интерфейсов, промышленных СУБД для хранения и обработки данных, оперативных методов передачи данных); расширение функций анализа данных на региональном, дорожном и сетевом уровне.

Основным назначением подсистемы автоматизированного контроля работы ревизорского аппарата железных дорог является оптимизация работы ревизорского аппарата в части обеспечения безопасности движения на железных дорогах. Подсистема охватывает работу ревизорского аппарата всех уровней (ЦРБ – РБ – УРБ) и обеспечивает решение следующих функциональных задач (рис. 5.3):

1. Планирование работы ревизора по безопасности движения;
2. Контроль исполнения распорядительных документов по обеспечению безопасности движения;



Рис. 5.3. Функциональная схема АС РБ

3. Учет и анализ результатов технических ревизий и ревизорских проверок;

4. Контроль выполнения планов работы и нормативов личного участия ревизоров в организации обеспечения безопасности движения.

Для более согласованной работы ревизорского аппарата должен быть организован четкий порядок планирования работ, контроля их выполнения и анализ эффективности. Данная подсистема позволяет согласовать действия ревизоров разных уровней управления и обеспечивает автоматизацию контроля и анализа выполнения работы ревизоров.

Ряд нормативно-распорядительных документов устанавливает нормативы личного участия руководящего и ревизорского состава в проведении профилактической работы, которые должны обеспечивать наиболее полную управляющую функцию, но невозможность строгого контроля выполнения данных нормативов сводит их выполнение к формализму. Автоматизация функций контроля выполнения нормативов не только обеспечивает их неукоснительное исполнение, но и позволяет более адекватно планировать профилактическую работу и оценивать ее эффективность.

Для оперативного анализа текущего состояния безопасности движения, прогнозирования и предотвращения нарушений безопасности, а также расследования произошедших случаев нарушения безопасности движения ревизорский аппарат должен быть обеспечен разноплановой информацией по всем хозяйствам железных дорог. Такая информация сосредоточена в отраслевых автоматизированных системах, эксплуатируемых на сети ОАО «РЖД». Для получения доступа к данной информации необходимо подключить рабочее место ревизора к каждой из систем, что может только затруднить его работу. Поэтому подсистема автоматизированного контроля работы ревизорско-

го аппарата железных дорог обеспечивает единые интерфейсы доступа к данным других систем, причем с возможностью автоматического поиска и анализа с выдачей готовых данных для принятия решений.

На сегодняшний день в рамках данной подсистемы разработаны интерфейсы доступа и анализа данных комиссионных месячных осмотров станций. Эта функция обеспечивает решение следующих задач:

- доступ ревизорского аппарата к результатам комиссионных месячных осмотров станций;
- оценка качества и эффективности проведения комиссионных месячных осмотров станций на основе анализа повторяемости выявленных неисправностей;
- формирование сводной отчетности по состоянию устранения выявленных неисправностей с анализом задержек сроков работ.

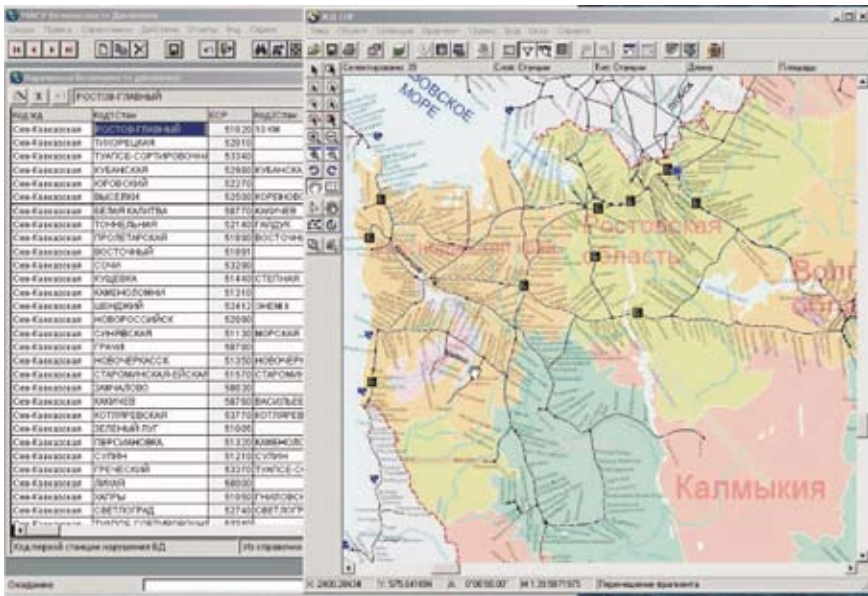


Рис. 5.4. Геоинформационная оболочка АС РБ для представления данных о нарушениях безопасности движения

Большие объемы информации, необходимые в работе ревизора для удобства восприятия и анализа, требуют группировки и обобщения. Учитывая географическую распределенность железнодорожных объектов, одним из наглядных способов представления информации является отображение данных на основе карт и схем дорог (рис.5.4). Использование геоинформационной технологии позволяет обеспечить визуализацию различных показателей на основе электронных карт с возможностью выделения наиболее проблемных мест.

5.5. Основные результаты эксплуатации системы на сети железных дорог

Учёт нарушений безопасности движения в системе АС РБ выполняется в два этапа: на первом этапе выполняется ввод оперативных данных о нарушении безопасности движения, на втором этапе – ввод материалов расследования нарушения безопасности движения.

Ввод оперативных данных в систему о нарушении безопасности движения осуществляется специалистами железной дороги, на которой произошло нарушение в течение отчетных суток, не позднее 01:00 часов московского времени следующих суток.

На первом этапе в систему вводится следующая первичная информация о нарушении:

- дата и время происшествия,
- место происшествия: железная дорога, регион, станция или перегон, путь, километр;
- предварительный вид нарушения;
- обстоятельства происшествия, в том числе погодные условия;
- последствия: наличие пострадавших, повреждения подвижного состава, груза, задержки поездов;

- предварительные причины происшествия;
- поезда, участвующие в происшествии: номера, скорость, вес, количество вагонов, количество осей в составе поезда, количество сошедших вагонов, род и характер груза;
- принимаемые меры по ликвидации последствий: работа восстановительных и пожарных поездов, аварийных бригад.

На втором этапе, после проведения служебного расследования в системе уточняется информация, введенная на первом этапе, и вводится дополнительная информация:

- вид нарушения согласно классификатору приказа Минтранс №163;
- виновные в происшествии подразделения и лица;
- информация о лицах, производивших расследование;
- виды и размер материального ущерба от происшествия;
- техническое заключение;
- наличие судебных решений.

Материалы расследований по всем видам нарушений должны быть заполнены, согласованы, утверждены и введены в систему АС РБ не позднее 10 суток с момента нарушения.

Система позволяет учесть внутридорожные нарушения (произошедшие по вине подразделений, расположенных на той же железной дороге, где произошло нарушение) и междорожные нарушения (произошедшие по вине подразделений, расположенных на другой железной дороге).

При организации междорожной передачи актов расследований специалисты железной дороги по месту нарушения наделены следующими функциями: ввод оперативных данных о нарушении безопасности движения, передача акта на виновную железную дорогу, редактирование акта в случае его непринятия железной дорогой, на которую была выполнена передача. Специалисты железной дороги, на которой расположены виновные в нарушении подразделения при междорожной передаче наде-

лены следующими функциями: просмотр данных без возможности редактирования, приём акта переданного с дороги места нарушения, редактирование принятого акта с ограничением, перевод принятого акта в категорию «действующие», отклонение акта переданного с дороги места нарушения. Специалисты аппарата ЦРБ при междорожной передаче актов имеют права отмены междорожной передачи актов, редактирования отклонённого акта в полном объёме, аннулирования актов.

Ввод данных в систему максимально формализован: определены перечни и порядок ввода обязательных данных, выполняется контроль полноты и непротиворечивости ввода, ввод данных осуществляется с использованием отраслевых единых классификаторов. В частности используются следующие основные классификаторы: видов нарушений согласно приказу Минтранса №163, железных дорог, регионов, станций, перегонов, хозяйственных комплексов, структурных подразделений ОАО «РЖД» всех уровней, причин нарушений безопасности, родов поездов, видов и серий подвижного состава, видов грузов и прочие. Такая технология ввода обеспечивает возможность анализа данных о состоянии безопасности движения по всем базовым критериям.

В качестве выходных форм Модуль учёта и расследования нарушений безопасности движения позволяет сформировать на просмотр и печать акты расследования установленной формы (РБУ-1, РБУ-3, РБУ-1Ксх, РБУ-3Ксх и их приложения). Также данные указанных форм передаются в отраслевую Автоматизированную систему электронного технологического документооборота (АС ЭТД) для их согласования и утверждения с применением электронной цифровой подписи (ЭЦП).

Функциональная структура ввода, корректировки данных о нарушении безопасности движения в АС РБ представлена на рис. 5.5.

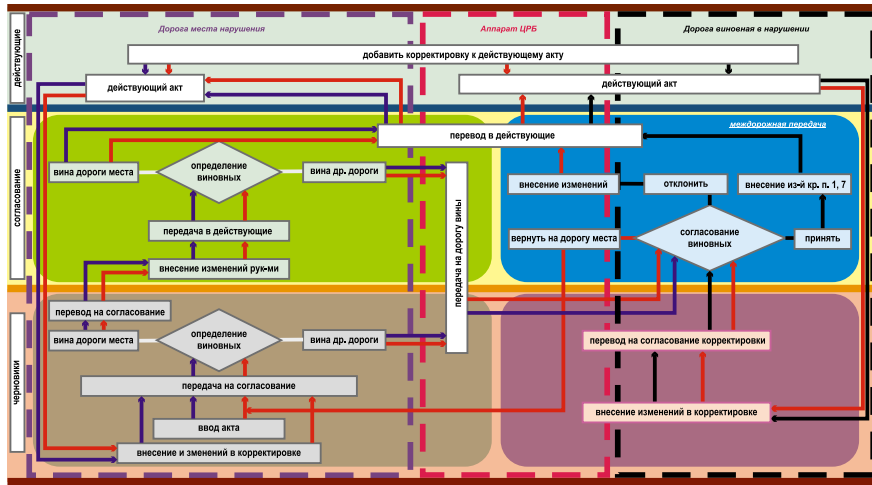


Рис. 5.5. Функциональная структура ввода, корректировки данных о нарушении безопасности движения в АС РБ

Модуль анализа данных по нарушениям безопасности движения системы АС РБ обеспечивает формирование на просмотр и печать отчетных форм, справок, обеспечивает передачу данных в отраслевые автоматизированные системы. Для задачи анализа данных по нарушениям безопасности движения в системе формируется 100 отчетных форм, утвержденных Департаментом безопасности движения ОАО «РЖД». Отчетные формы позволяют анализировать статистику нарушений безопасности движения с учетом распределения по виновным филиалам и их подразделениям, по месту происшествия, по временным периодам и сравнение показателей с аналогичными периодами прошлых лет, по видам и причинам нарушений, по видам и размерам ущерба. Перечень видов отчетов представлен в таблице.

Формирование отчетов в системе АС РБ по нарушениям, произошедшим за отчетные сутки, производится ежесуточно в 01:00 часов московского времени следующих суток. После 01:00 часов московского времени данные о нарушениях за отчетные сутки передаются в отраслевые автоматизированные системы

сетевой отчетности ОАО «РЖД»: СИС «Эффект», Корпоративное информационное хранилище банка основных показателей работы железных дорог (КИХ БПР), в подсистемы мониторинга состояния и факторного анализа состояния безопасности движения Интеграционного комплекса систем автоматизации работы ситуационного центра (ИКСАР СЦ).

Кроме отчётов установленного вида система позволяет формировать отчёты по произвольным запросным параметрам с помощью Конструктора отчетов, который позволяет настраивать фильтрацию данных по основным классифицированным параметрам и назначать индивидуальный вид отчета. Применение конструктора позволяет проводить более адресный анализ данных по сочетанию интересующих критериев. Конструктор позволяет сохранять в системе пользовательские виды отчетов для их дальнейшего использования, просмотра и печати.

Таблица 5.2. Отчетные формы системы АС РБ

№	Наименование группы отчетов	Количество форм
1.	Отчетные формы дорожного уровня	17 форм
1.1.	Отчёты по статистике нарушений безопасности движения по классификатору Минтранса №163 от 25.12.2006г.	8 форм
1.2.	Отчеты по материальному ущербу от нарушений безопасности движения	4 формы
1.3.	Отчеты по статистике сходов подвижного состава в поездах	1 форма
1.4.	Отчеты по статистике изломов рельсов на железных дорогах	3 формы
1.5.	Отчеты по статистике дорожно-транспортных происшествий на железных дорогах	1 форма
2.	Отчетные формы централизованного уровня	83 формы
2.1.	Оперативные донесения по статистике нарушений безопасности движения по классификатору Минтранса №163 от 25.12.2006г.	55 форм

№	Наименование группы отчетов	Количество форм
2.2.	Отчёты по статистике нарушений безопасности движения по классификатору Минтранса №163 от 25.12.2006г.	8 форм
2.3.	Отчёты по статистике нарушений безопасности движения по вине дочерних и зависимых обществ ОАО «РЖД»	3 формы
2.4.	Отчеты по материальному ущербу от нарушений безопасности движения	7 форм
2.5.	Отчёты по статистике нарушений безопасности движения при перевозке опасных грузов	3 формы
2.6.	Отчеты по статистике сходов подвижного состава в поездах	2 формы
2.7.	Отчеты по статистике изломов рельсов на железных дорогах	3 формы
2.8.	Отчеты по статистике дорожно-транспортных происшествий на железных дорогах	2 формы
	Итого:	100 отчетных форм

Модуль контроля работы с данными в системе АС РБ используется для контроля сроков и полноты ввода данных, аннулирования актов расследования, формирует служебные отчеты по анализу причин и сроков корректировки, наличию технических заключений.

Ежемесячно до 10 числа текущего месяца главные ревизоры железных дорог по безопасности движения поездов и специалисты Департамента безопасности движения проводят анализ работы с документами по нарушениям безопасности движения, введенными в систему. Такая работа проводится для контроля за исполнением установленного порядка учета и расследования нарушений, выявления ошибочных неправильных действий специалистов, ответственных за ввод данных в систему. Своевременный контроль позволяет поддерживать оперативность, полноту и достоверность сбора и анализа данных о состоянии безопасности движения на железных дорогах ОАО «РЖД»

Контроль работы в системе АС РБ проводится по следующим параметрам:

- соблюдение сроков ввода оперативной информации о нарушениях;
- история междорожной передачи данных, причины и сроки отклонения передачи;
- соблюдение сроков проведения и ввода в систему результатов служебного расследования нарушений;
- наличие в системе технических заключений по нарушениям безопасности движения;
- история и причины корректировки актов служебного расследования;
- причины и основания аннулирования актов служебного расследования.

Для осуществления данного контроля в системе предоставляются специальные служебные отчеты для пользователей аппарата РБ железных дорог и ЦРБ. Также существует возможность формирования произвольных отчетов по запросу пользователя в конструкторе отчетов.

5.6. Эффективность использования и перспективы развития системы

На сегодняшний день к системе АС РБ подключено около 5 000 пользователей, из них 1 500 пользователей железных дорог и ЦРБ с правами ввода и корректировки данных, около 3 500 пользователей железных дорог и центрального аппарата ОАО «РЖД» с правами просмотра и печати данных.

База данных хранит архив данных за период с 2007 по 2012 гг. – порядка 75 000 актов с учетом действующих актов расследований, их корректировок, истории междорожных передач и аннулированных актов.

Отчеты, формируемые системой АС РБ используются не только для задач ОАО «РЖД», но и предоставляются в Министерство транспорта Российской Федерации.

Система АС РБ в полной мере обеспечила выполнение функциональных задач, которые ставились при ее разработке:

- оперативное оповещение о нарушениях безопасности движения;
- учет нарушений безопасности движения в соответствии с принятой классификацией;
- контроль хода расследования нарушений безопасности движения;
- формирование отчетности о нарушениях безопасности движения;
- анализ причин и последствий нарушений безопасности движения;
- контроль соблюдения установленного порядка учета нарушений безопасности движения.

Использование системы не только обеспечило автоматизацию учета и анализа данных по нарушениям безопасности движения, повышение оперативности и качества сбора данных, но и позволило использовать эти данные для задач прогнозирования состояния безопасности движения, оценки рисков, связанных с нарушениями безопасности движения при управлении производственной деятельностью ОАО «РЖД».

В дальнейшем для развития системы АС РБ определены следующие перспективные направления:

- совершенствование порядка учета нарушений безопасности движения, произошедших по вине дочерних и зависимых обществ, сторонних организаций;
- интеграция с Единым комплексом автоматизированных систем управления финансовыми ресурсами (ЕК АСУФР) для развития порядка автоматизированного учета видов и размера

материального ущерба от нарушений безопасности движения и учета данных о его возмещении от страховых компаний, актово-претензионной работы с заводами-изготовителями и прочее;

– реализация взаимодействия с подсистемой ликвидации последствий нарушений безопасности движения Интеграционного комплекса систем автоматизации работы ситуационного центра (ИКСАР СЦ) в части получения оперативной информации о происшествиях и автоматизированного сбора информации об обстоятельствах и объектах происшествия на основе данных отраслевых автоматизированных систем.

Глава 6. Автоматизированная система управления ситуационного центра ОАО «РЖД» (ИКСАР СЦ)

6.1. Цели и задачи ИКСАР СЦ

Ситуационный центр ОАО «РЖД» создан в рамках реализации «Функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в ОАО «РЖД», утвержденной президентом ОАО «РЖД» В.И. Якуниным 29 мая 2007 года.

Функциональная стратегия определяет основные направления и приоритеты в создании эффективных инструментов обеспечения гарантированной безопасности перевозочного процесса, которые направлены на решение следующих задач:

- выявление потенциальных областей риска и оценка возможности предотвращения или минимизации возникновения рисков;
- предупреждение возникновения рисков на основе их систематического прогнозирования и оценки;
- создание управленческих инструментов и механизмов, обеспечивающих эффективное управление рисками;
- разработка и оценка комплекса мероприятий по предотвращению рисков для ОАО «РЖД» ситуаций и минимизации ущерба в случае их наступления;
- определение ресурсов, необходимых для проведения работы по устранению или минимизации выявленных рисков, и их оптимальное распределение в соответствии с установленными регламентами.

Ситуационный центр (СЦ) позиционируется как важнейший элемент системы обеспечения гарантированной безопасности перевозочного процесса, который является аналитическим органом для оперативного предупреждения возможных нарушений перевозочного процесса и устранения последствий уже произошедших нарушений [49]. Исходя из поставленных задач СЦ ОАО «РЖД» функционально разделен на четыре сегмента: безопасность движения, транспортная безопасность, пожарная безопасность, прогнозирование и контроль метеорологических условий, а также имеет два режима работы: штатный и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

В рамках трёх из перечисленных направлений – безопасность движения, транспортная и пожарная безопасность – с привлечением специалистов ситуационного центра формируются управляющие воздействия непосредственно по отношению к субъектам ОАО «РЖД» (структурным подразделениям, службам или дирекциям). Результатом деятельности по перечисленным функциональным направлениям является изменение характеристик подконтрольных процессов и состояния объектов управления [50].

Сегмент ситуационного центра «Прогнозирование и контроль метеорологических условий» обеспечивает выполнение определённых сервисных функций в виде сбора, обработки и передачи специалистам других функциональных направлений информации о состоянии погодных условий, которая необходима для решения задач в области обеспечения безопасности движения, транспортной и пожарной безопасности. Результат деятельности по данному функциональному направлению достигается только через деятельность взаимосвязанных с ним структур Компании, обеспечивающих реализацию функциональных направлений, которые, обладая предоставляемой информацией о состоянии погодных условий, формируют соответствующие управляющие воздействия на подконтрольные процессы.

В штатном режиме работы деятельность по основным функциональным направлениям ситуационного центра – безопасность движения, транспортная и пожарная безопасность – направлена на предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на контроль готовности восстановительных сил и средств.

Сегмент ситуационного центра «Прогнозирование и контроль метеорологических условий» в штатном режиме функционирования обеспечивает передачу специалистам трёх основных направлений ситуационного центра информации для оценки текущего уровня безопасности движения, транспортной и пожарной безопасности и, при необходимости, проведение корректирующих мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций. В штатном режиме функционирования деятельность сегментов ситуационного центра в большей степени обособлена друг от друга ввиду отсутствия субъекта управления, обеспечивающего координацию деятельности всех функциональных направлений.

Деятельность ситуационного центра в режиме ликвидации последствий чрезвычайной ситуации направлена на минимизацию её последствий, что достигается только за счёт чёткой и слаженной работы нескольких направлений ситуационного центра. Основную роль при взаимодействии направлений ситуационного центра в условиях возникновения и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации играет оперативный штаб. Оперативный штаб представляет собой временный субъект управления, создаваемый на период ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

Цель, функции, задачи и методы их реализации сегмента ситуационного центра «Безопасность движения» представлены на рис. 6.1.

В рамках рассматриваемой задачи определяющим является штатный режим функционального направления СЦ «Безопас-

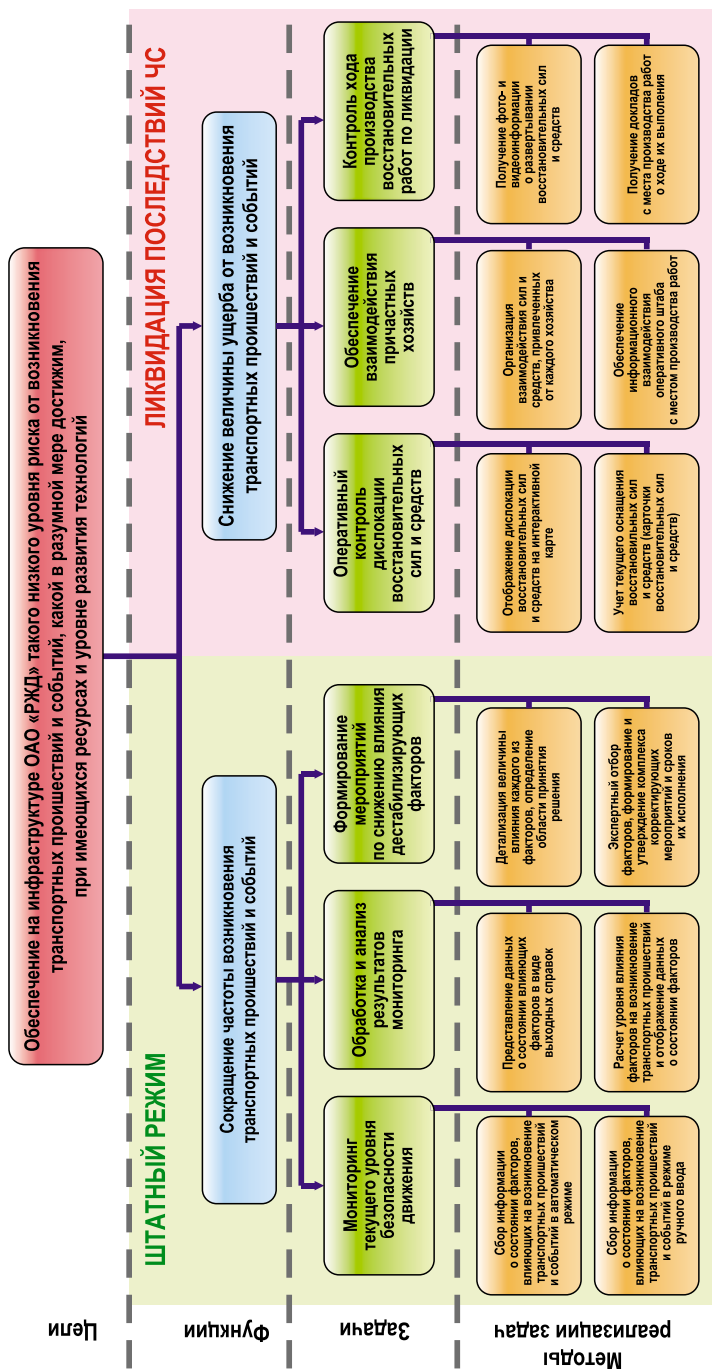


Рис. 6.1. Цель, функции, задачи и методы их реализации сегмента ситуационного центра «Безопасность движения»

ность движения». Вопросы функционирования режима ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также штатный режим функционирования сегментов транспортная и пожарная безопасность в дальнейшем рассматриваться не будут.

Организационная структура СЦ представлена на рис. 6.2.

Задачей Оперативной смены является мониторинг состояния технических средств инфраструктуры и подвижного состава, подготовка первичной информации для ситуационного анализа.

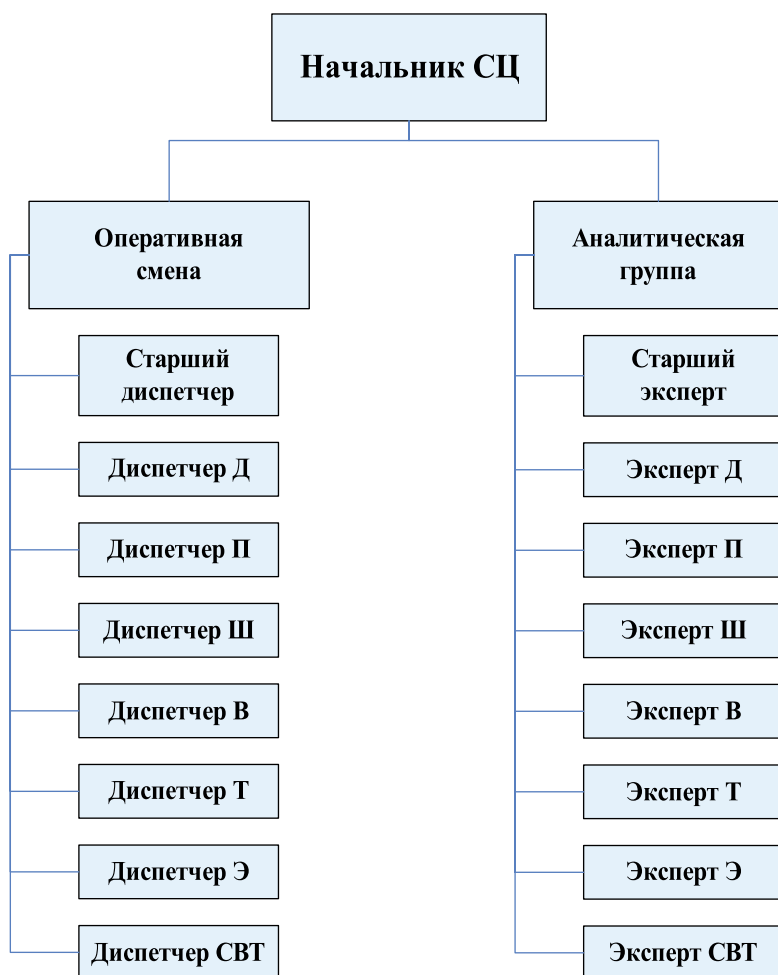


Рис. 6.2. Организационная структура СЦ

Задачами Аналитической группы является анализ и оценка рисков, связанных с нарушениями безопасности движения; прогнозирование развития ситуации на основе оценки рисков; выработка управленческих решений по стабилизации положения.

Руководство центра осуществляет принятие решений о реализации корректирующих мероприятий.

Основной целью создания ИКСАР СЦ является повышение уровня безопасности движения ОАО «РЖД».

Критерии оценки:

- общее снижение количества нарушений безопасности на 10%;
- сокращение эксплуатационных расходов за счет снижения ущерба от нарушений безопасности движения до 18 000 тыс. рублей в год.

Достижение указанной цели обеспечивается решением следующих задач:

1) Создание технологии оперативного и долговременного мониторинга состояния безопасности движения ОАО «РЖД».

Критерии оценки:

- обеспечение целостности и достоверности информации по текущему состоянию безопасности движения;
- обеспечение ежедневного поступления оперативной информации для возможности принятия предупреждающих мер.

2) Повышение оперативности и эффективности работ при ликвидации последствий нарушений безопасности движения.

Критерии оценки:

- обеспечение полноты и актуальности информации для выработки адекватных мер по ликвидации последствий нарушений;
- реализация механизмов экстренного реагирования с оперативной выработкой плана работ по ликвидации;
- реализация протоколирования действий при ликвидации для дальнейшего анализа эффективности принятых мер.

3) Повышение эффективности мероприятий по предотвращению нарушений безопасности движения.

Критерии оценки:

- выявление факторов, влияющих на показатели безопасности движения;
- выявление опасных состояний факторов, повышающих вероятность возникновения нарушения безопасности движения;
- выработка управленческих решений по предотвращению нарушений безопасности движения.

4) Усиление контроля за проведением мероприятий по обеспечению безопасности движения.

Критерии оценки:

- наличие единой базы по назначенным мероприятиям;
- наличие порядка отчетности по выполнению мероприятий;
- реализация алгоритмов оценки эффективности проведения мероприятий на основе результатов мониторинга состояния безопасности движения.

6.2. Архитектура ИКСАР СЦ

Оперативная информация ИКСАР СЦ структурирована и хранится в системе в виде реляционной базы данных (Relation Database).

Аналитическая и статистическая информация хранится в системе в виде хранилища данных (Data Warehouse).

Информационный обмен между компонентами системы заключается во взаимодействии оперативной (реляционной) базы данных системы и аналитического хранилища данных, а именно – в обработке оперативных данных и их передаче в хранилище данных.

Передача данных из оперативной базы данных в хранилище данных реализована средствами платформы для создания и эксплуатации хранилища (продукты семейства SAS/ACCESS) или посредством Web-сервисов (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Структура формирования SAS-хранилища ИКСаР СЦ

Классификаторы и справочники разработаны по принципам построения единых отраслевых классификаторов. Хранение и актуализация классификаторов реализованы с использованием системы АС ЦНСИ.

Для реализации программных модулей ИКСаР СЦ используются промышленные языки разработки web-приложений (Java, ASP.NET, PHP).

В качестве языка манипулирования данными в реляционной базе использованы стандартные версии языка SQL (Structured Query Language), в хранилище данных – SAS/BASE.

Программное обеспечение системы ИКСаР СЦ реализовано с использованием Web-технологии, в качестве web-сервера используется IBM WebSphere Application Server версии 6.1, в качестве систе-

мы управления базой данных используется СУБД IBM DB2 версии 8.2.7, в качестве платформы для создания и эксплуатации хранилища данных используется платформа SAS Enterprise Intelligence Platform версии 9.0, эксплуатирующаяся в ГВЦ ОАО «РЖД».

В качестве серверов баз данных и приложений ИКСАР СЦ в ГВЦ ОАО «РЖД» предусмотрено следующее техническое обеспечение:

- сервер оперативной базы данных (процессор 3,2GHz*2; оперативная память – не менее 10 GB; жёсткий диск – не менее 2*150 GB; сетевая карта PCI – не менее 100 Mbit/s.);

- сервер хранилища данных (процессор не менее 3,2 GHz *2; оперативная память – не менее 10 GB; жёсткий диск – не менее 6*150 GB (RAID-1); сетевая карта PCI – не менее 100 Mbit/s.);

- сервер приложений (процессор не менее 3,4 GHz * 2; оперативная память – не менее 10 GB; жёсткий диск – не менее 2*100 GB (свободного дискового пространства); сетевая карта PCI – не менее 100 Mbit/s.).

6.3. Функции подсистем ИКСАР СЦ

Мониторинг текущего уровня безопасности движения осуществляется в режиме, максимально приближенном к реальному времени. Выполнение данной задачи обеспечивается через информационное взаимодействие программно-технического комплекса ситуационного центра с действующими отраслевыми автоматизированными системами управления хозяйствами. Для получения отдельных показателей, данные по которым не ведутся в рамках отраслевых систем управления, применяется сбор информации через диспетчерский аппарат служб или региональных дирекций. В обязательном порядке обеспечивается сбор информации, относящейся к состоянию факторов, влияющих на возникновение транспортных происшествий и событий, в соответствии с принятой методологией определения уровня

безопасности движения на основе статистического анализа и индексов оценки ситуации [51,52,53].

Обработка информации осуществляется при помощи специализированных модулей в составе программно-аппаратного комплекса ситуационного центра. Программные модули обработки данных отраслевых АС обеспечивают выполнение следующих основных функций:

- 1) Запрос данных из отраслевой АС (рис. 6.4):
 - авторизация в отраслевой АС для запроса данных;
 - формирование запроса к отраслевой АС на получение последней сводки по состоянию безопасности движения;
 - обработка ошибок связи с отраслевой АС.
- 2) Получение данных из отраслевой АС:
 - получение и контроль полноты получения данных;
 - расшифровка полученных данных;
 - контроль и исключение дублирования данных;
 - контроль изменения ранее полученных данных.
- 3) Обработка данных и загрузка в хранилище данных ИКСАР СЦ:
 - приведение данных к внутренней классификации;
 - агрегация (суммирование) данных по количеству событий с раскладкой по параметрам: вид событий, временные интервалы, место происшествия, причины, виновные, последствия, объекты, состояние устранения и прочие (рис. 6.5);
 - расчет оценочных показателей: % относительно общего числа, динамика роста или снижения и прочее;
 - сохранение в таблицах хранилища данных;
 - заполнение таблиц метаданных (сведения об источниках получения данных).
- 4) Формирование, отображение и печать отчетных форм:
 - формирование отчетов табличного или графического вида;
 - выполнение сортировки или выборки данных по месту происшествия событий (дорога, регион, участок, станция, перегон);

- выполнение сортировки или выборки данных по виновникам событий (дорога, функциональный филиал, дирекция, структурное подразделение);

- выполнение сортировки или выборки данных по времени происшествия событий (час, сутки, месяц, квартал, год);

- выполнение сортировки или выборки данных по параметрам событий (виды, причины, последствия, состояние устранения, объекты события и прочее);

- экспорт отчетов в Microsoft Excel;

- печать отчетов средствами Internet Explorer.

5) Отображение событий: нарушений безопасности движения, отказов технических средств, неисправностей технических средств на геоинформационной карте ОАО «РЖД» (ГИС РЖД):

- выбор параметров отображения: место, время, вид, виновные, причины, последствия и прочее;

- выборка по указанным параметрам данных из хранилища данных и отображение на карте;

- выбор способа отображения: условные обозначения, подписи и прочее;

- выбор полигона отображения: вся сеть, дорога, регион;

- динамическое обновление данных на карте по результатам обновления данных в хранилище;

- стандартные функции работы с электронными картами: масштабирование, перемещение, выбор объектов.

6) Обработка данных микропроцессорных систем управления и систем обеспечения безопасности движения (ДЦ, ДК):

- отображение информации о поездном положении на участке с детализацией информации до блок-участков;

- отображение процесса приготовления и реализации маршрута (определение его трассы: начало – конец, замыкание маршрута, открытие сигналов, занятие и освобождение путей и секций, их размыкание);

- отображение состояния занятости путей на станции, положения стрелочных переводов, светофоров;
- отображение на мнемосхеме диспетчерского участка, мнемосхем отдельных станций (горловины станции, все примыкания, тупики и вытяжки, стрелочные переводы, пути и другие элементы);
- отображение параметров блок-участка: наименование, состояние, длина, вместимость, план и профиль;
- отображение вместимости приемо-отправочных путей (в условных вагонах), возможности пропуска поездов по приемо-отправочным путям по условиям негабаритности, разрядности грузов и др;
- доступ к архивам записей переговоров оперативного персонала.

7) Автоматическое оперативное оповещение о выявлении предпосылок к возникновению нарушения безопасности движения:

- выдача оповещений о выявлении опасных факторов, угрожающих безопасности движения;
- отображение на электронных картах прогнозных мест и участков, где возможно возникновение опасных ситуаций;

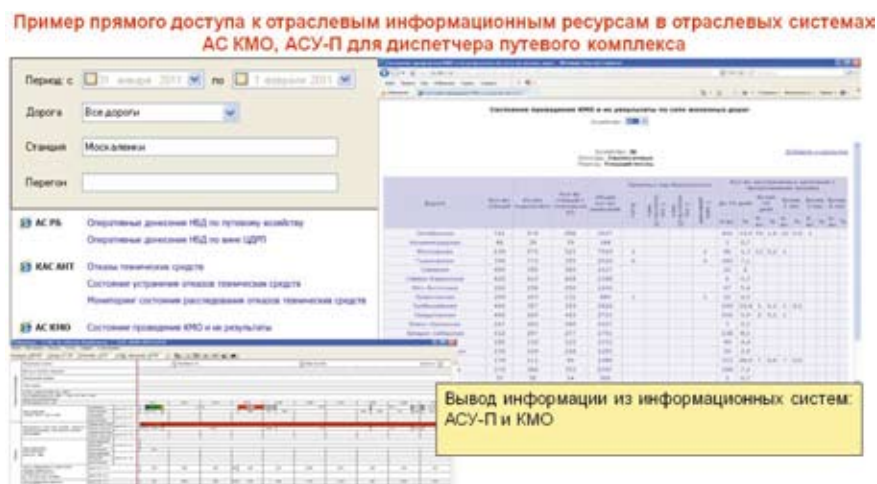


Рис. 6.4. Пример АРМ диспетчера путевого комплекса

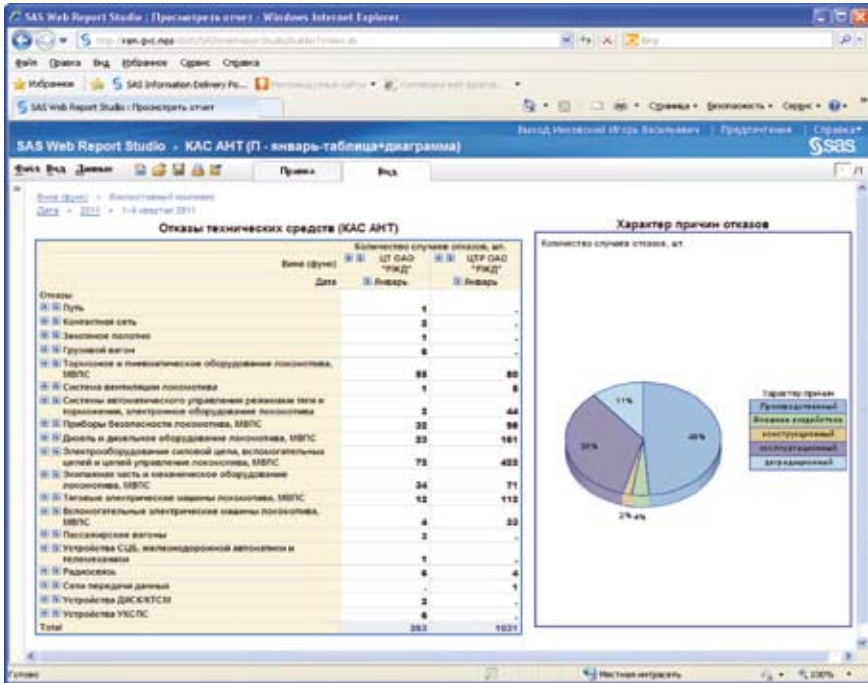


Рис.6.5. Пример агрегированного отчета ИКСаР СЦ по отказам технических средств с раскладкой по причинам

– формирование отчетов по прогнозу нарушений безопасности движения с учетом существующего состояния содержания технических средств и выполнения технологических процессов на железных дорогах;

– обработка оперативных сводок мониторинга с использованием ситуационного (факторного) анализа, определение уровней опасностей возникновения нарушений безопасности движения (по сумме влияния факторов) с раскладкой по предприятиям, дорогам, в целом по сети;

– формирование отчетов по контролю понижения уровня опасности возникновения нарушений с учетом принятых мер по их предотвращению;

– формирование аналитических отчетов по эффективности прогнозирования и предотвращения нарушений безопасности движения.

Глава 7. Корпоративная автоматизированная система контроля знаний работников ОАО «РЖД», связанных с обеспечением безопасности движения поездов на базе СДО (КАСКОР)

7.1. Цель создания системы

Профессиональные знания и умения работников ОАО «РЖД», связанных с движением поездов и маневровой работой, являются основополагающим элементом деятельности Компании. Уровень профессиональной подготовки кадров определяет все итоговые показатели эффективности и безопасности производства при любом состоянии технических и информационных средств.

Для улучшения показателей работы ОАО «РЖД» за счет повышения уровня профессиональных знаний и умений работников необходимо реализовать зависимость действующей системы обучения и стимулирования персонала от объективных оценок и «узких» мест их профессионального уровня. Необходимо отметить, что еще более существенные потери скрыты в нереализованных возможностях.

Минимизировать вышеуказанные потери можно посредством достижения соответствующего профессионального уровня знаний работников ОАО «РЖД». Определяющим элементом уровня профессиональных знаний работника является качество процессов проверки его знаний.

Назначением КАСКОР является автоматизация процесса проверки знаний работников ОАО «РЖД», связанных с обес-

печением безопасности движения поездов, обеспечивающая получение объективных оценок возможности самостоятельной работы работников в соответствующих должностях (профессиях) и создающая основу для корректировок планов обучения кадрового состава на базе отчетов по анализу уровня знаний проверяемых работников.

Объектом проверки знаний является круг знаний работников, а также их умения и навыки по безопасному выполнению производственных операций, входящих в сферу ответственности работников в процессе их производственной деятельности: технологических процессов пассажирских и грузовых перевозок, погрузки, размещения и крепления грузов, ремонта и технического обслуживания (текущего содержания) средств железнодорожного транспорта. При проверке знаний выявляется также способность работников безопасно выполнять на практике возложенные на них задачи в объеме квалификационных требований и положений нормативных документов в соответствии с должностными обязанностями.

Целью создания КАСКОР является повышение уровня безопасности и экономической эффективности работы ОАО «РЖД» на основе улучшения качества профессиональных знаний и умений работников.

7.2. Предпосылки и этапы создания системы

Проведение проверки знаний работников является составной частью деятельности по поддержанию профессиональной компетентности персонала в обеспечении способности безопасного выполнения им соответствующих задач. В соответствии с пунктом 1.7. ПТЭ (правил технической эксплуатации) работники, связанные с движением поездов и маневровой работой, проходят проверку знаний ПТЭ, других нормативных актов феде-

рального органа исполнительной власти в области железнодорожного транспорта, нормативных документов ОАО «РЖД» по обеспечению безопасности движения:

– при приеме на работу, после соответствующего решения руководителя подразделения по результатам стажировки на рабочем месте – первичная проверка знаний;

– периодически в процессе работы – очередная, внеочередная проверки знаний.

Учет работы комиссии по проведению испытаний производится в специальной «Книге учета результатов испытаний работников в знании Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, других действующих нормативных актов, должностных инструкций и Положения о дисциплине работников железнодорожного транспорта» (форма РБУ-10).

Основными недостатками существующего процесса проверки знаний работников ОАО «РЖД» являются:

– несоответствие возможностям технических и информационных средств;

– отсутствие регламента использования тренажерных комплексов и систем обучения и контроля знаний, определяющего их место в процессах обучения и контроля знаний, методологии комплексной оценки знаний работников;

– отсутствие четко определенных корпоративных минимумов знаний и умений работников, которым необходимо обучать и знание которых надо проверять;

– отсутствие единых централизованных механизмов контроля за обучением и проверкой знаний;

– ведение всех установленных форм документов по обучению и контролю знаний в бумажном виде;

– отсутствие единых корпоративных требований и координации разработки тренажерных комплексов, систем обучения и

контроля знаний, электронных контентов, что приводит к фактическому дублированию работ различных организаций и нерациональному использованию финансовых ресурсов ОАО «РЖД».

В настоящее время проверка знаний и умений работников ОАО «РЖД», связанных с движением поездов и маневровой работой, осуществляется в рамках устной беседы членов комиссии с испытуемым. На ряде структурных подразделений ОАО «РЖД» используются разрозненные автоматизированные системы и тренажеры по обучению и контролю знаний, автоматизирующие отдельные моменты процессов проверки знаний.

Для существующих автоматизированных систем тестирования ОАО «РЖД» характерно:

- использование различных систем оценки;
- использование контрольных вопросов с одиночным выбором (один вариант ответа из предлагаемых является правильным);
- дифференциация контрольных вопросов по должностям (профессиям);
- различный уровень охвата объемов проверяемых знаний;
- экспертная постановка вопросов в рамках соответствующих хозяйств;
- проверка профессиональных знаний и умений.

На отдельных структурных подразделениях локомотивного хозяйства и хозяйства движения по выделенным должностям (профессиям) работников используются тренажерные комплексы (машинист отдельных серий локомотива, дежурный по сортировочной горке, дежурный по станции). Массовое использование тренажеров сдерживается их высокой стоимостью.

Относительно независимо от проверок профессиональных знаний, навыков и умений в ряде хозяйств ОАО «РЖД» функционируют разрозненные проверки профессионально – психологической подготовленности работников. Все они ориентированы

на проверки только одного аспекта: степени психологической пригодности человека к специфике работы в соответствующей должности (профессии).

Научно-техническим советом ОАО «РЖД» 20 марта 2009 года было принято решение о разработке системы КАСКОР [54].

7.3. Архитектура и требования к эксплуатации системы

КАСКОР является неделимой подсистемой Системы дистанционного обучения ОАО «РЖД» (СДО), функционирующей в рамках сети передачи данных (СПД) ОАО «РЖД». СПД ОАО «РЖД» в настоящее время состоит из центрального узла, расположенного в ГВЦ ОАО «РЖД», 17 региональных узлов, которые находятся в ИВЦ железных дорог, 550 транзитно-периферийных и периферийных узлов на крупных железнодорожных станциях и около 5 000 оконечных узлов на предприятиях железных дорог. Обмен информацией на межрегиональном уровне между ГВЦ ОАО «РЖД» и ИВЦ железных дорог по цифровым каналам осуществляется по стандартному протоколу TCP/IP. СПД ОАО «РЖД» выполняет задачи по организации электронной почты, построения Интранет, создания корпоративного web-портала, системы «Телемедицина», дистанционного обучения, IP-телефонии, видеоконференцсвязи. Используемая для СДО СПД ОАО «РЖД» показана на рис. 7.1.

Система дистанционного обучения ОАО «РЖД» (СДО ОАО «РЖД») – совокупность программных и технических средств, персонала, положений и инструкций, предназначенная для поддержки дистанционного обучения и включающая решение таких задач, как управление обучением, контроль знаний, формирование отчётности, мониторинг профессионального уровня, планирование обучения, методическое обеспечение обуче-

ния и т.д. СДО ОАО «РЖД» включает следующие компоненты: СУО, АСУМТ, ОПОРТ, КАСКОР.

Система управления обучением (СУО) – компонент СДО ОАО «РЖД», основой которого являются типовые средства управления обучением (LMS – Learning Management System).

АСУМТ – компонент СДО ОАО «РЖД», предназначенный для расширения функций типовой системы управления обучением.

Образовательный портал (ОПОРТ) – единая точка доступа к ресурсам СДО ОАО «РЖД» с помощью СПД ОАО «РЖД».

Программно-аппаратная архитектура СДО ОАО «РЖД» 2012 года представлена на рис. 7.2.

В системе КАСКОР реализована трехуровневая архитектура системы:

- Линейный уровень, реализованный на рабочих местах работников станций и дистанций региональных дирекций;
- Региональный уровень, реализованный на региональных серверах с подключением рабочих мест специалистов управлений региональных дирекций;
- Центральный уровень, реализованный на центральном сервере, с подключением рабочих мест специалистов центральных дирекций и департаментов.

Комплекс средств программного обеспечения КАСКОР формируется отдельно для серверной и клиентской частей системы.

Программное обеспечение серверной части включает:

- общесистемное программное обеспечение;
- прикладное программное обеспечение.

В состав общесистемного программного обеспечения входят: операционная система, сервер приложений, СУБД, средства поддержки коммуникационных сервисов, сервер трансляций, НТТР-сервер, FTP-сервер.

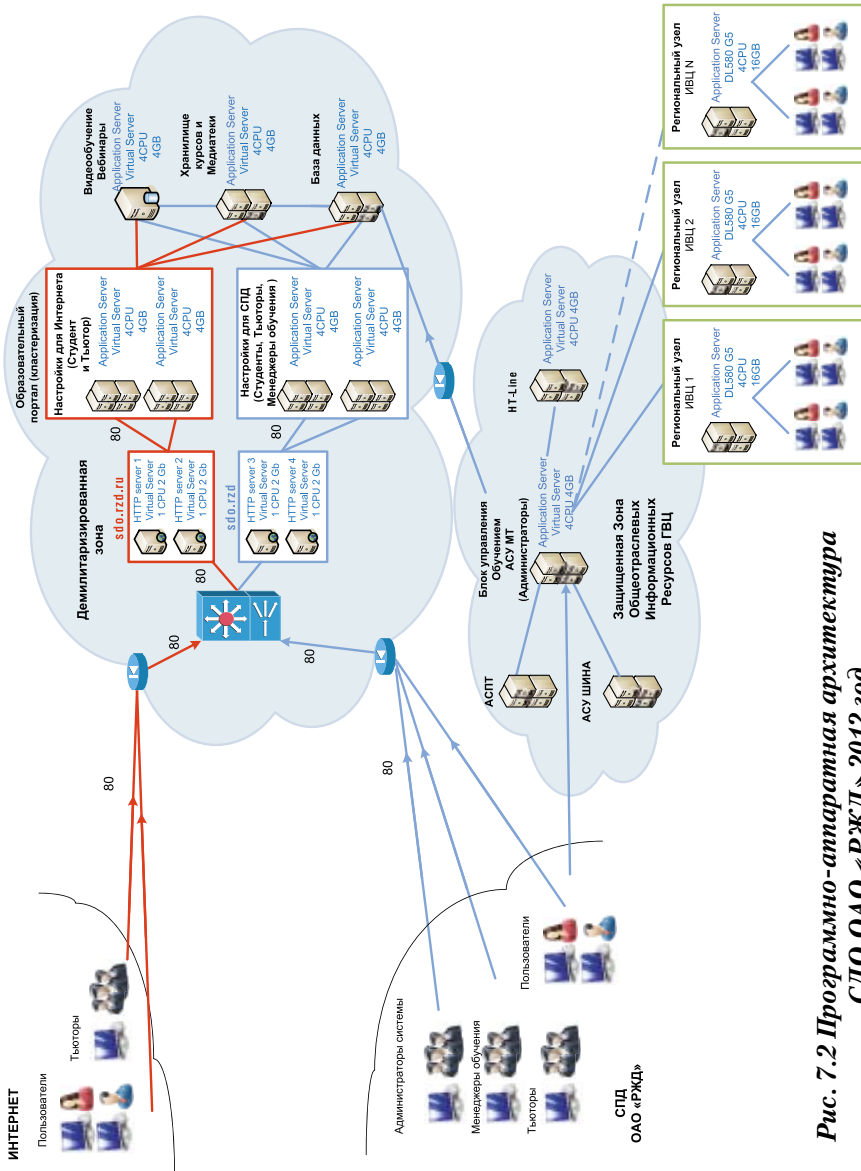


Рис. 7.2 Программно-аппаратная архитектура СДО ОАО «РЖД» 2012 год

Решения по общесистемному программному обеспечению СДО ОАО «РЖД» и КАСКОР должны совпадать.

Программное обеспечение рабочих станций всех категорий пользователей КАСКОР должно включать:

- операционную систему: Windows XP/2000/NT/Vista/7/Server 2008/2003/2000, Linux;
- браузеры MS Internet Explorer 7.0+, FireFox 3.0+, Safari 3+, Chrome.

В качестве рабочих мест пользователей должны применяться современные ПЭВМ с параметрами не ниже следующих: процессор Pentium-IV, оперативная память 512 Мб, жёсткий диск 5 Gb, монитор 17" 1024x768, сетевая карта 100 Мбит, звуковая карта, наушники.

В КАСКОР предусмотрены следующие категории пользователей:

– сетевой администратор: настройка прав доступа администраторов дорог и наблюдателей сетевого уровня; загрузка общесетевых вопросов; установка схем формирования экзаменационных билетов по должностям работников с выделением общего числа местных вопросов в билете;

– администраторы дорог: настройка прав доступа наблюдателей дорожного уровня, проверяющих и работников; загрузка местных вопросов дорожного уровня;

– наблюдатели: доступ по установленным должностям (профессиям) работников и структурным подразделениям к:

- ✓ функциям подсистемы самоподготовки;
- ✓ просмотру планов проведения очередных проверок знаний;
- ✓ просмотру протокола результатов и журнала ведения проверок знаний работников;
- ✓ просмотру проработанных билетов;
- ✓ просмотру отчетов подсистемы анализа знаний работников (должна обеспечиваться возможность настройки прав доступа

наблюдателя к любой комбинации отчетов сетевого, дорожного и линейного уровней);

– проверяющие: доступ по должностям (профессиям) работников соответствующего структурного подразделения к:

- ✓ загрузке местных вопросов линейного уровня;
- ✓ функциям подсистемы самоподготовки;
- ✓ формированию планов проведения очередных проверок знаний;

✓ просмотру протокола результатов и журнала ведения проверок знаний работников;

✓ просмотру проработанных билетов;

✓ просмотру отчетов линейного уровня подсистемы анализа знаний работников;

– работники: доступ по соответствующей должности (профессии) работников структурного подразделения к:

- ✓ функциям подсистемы самоподготовки;
- ✓ проработке назначенных проверяющими билетов;
- ✓ просмотру протокола результатов и журнала ведения личных проверок знаний;

✓ просмотру проработанных билетов.

КАСКОР должна функционировать при следующих требованиях к численности персонала при внедрении по всем структурным подразделениям сети железных дорог ОАО «РЖД» по всем должностям (профессиям) работников, связанных с безопасностью движения:

- сетевой администратор – 1 работник;
- администраторы дорог – 16 работников;
- наблюдатели – 850 работников;
- проверяющие – 20 000 работников;
- работники – 350 000 работников.

7.4. Функции системы

Программное обеспечение КАСКОР обеспечивает выполнение следующих функций:

а) Ведение вопросов по должностям (профессиям) работников. Данная функция обеспечивает разделение перечней контрольных вопросов для задач самоподготовки работников, проведения проверок и формирования оценок знаний. На рис. 7.3 представлен пример тестового задания с комментарием к неправильному ответу;

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ (проверка теоретических знаний)

РЖД Российские железные дороги

Вопрос 23 из 51. Время на вопрос: неограниченно ИСД1

Темное время суток. Маневровый локомотив. Радиосвязь с машинистом неисправна. Составитель обращен лицом к локомотиву (на рисунке показан вид ручного сигнального фонаря со стороны машиниста). Какой из вариантов подачи ручных сигналов нужно применить, чтобы локомотив двинулся на составителя?

Темное время суток.
Маневровый локомотив.
Радиосвязь с машинистом неисправна

А **Б** **В**

Вариант А
 Вариант Б
 Вариант В

Отправить Ответ

Неправильный ответ

Ответ неправильный. Вариант А сразу исключается ввиду полной неадекватности к рассматриваемой ситуации. Выбор должен быть сделан между вариантами Б и В. Прямой белый огонь на буферном бруске локомотива расположен со стороны машиниста (основного места управления), который относительно требуется направлять движению (ка составитель)назад/справа. Следовательно, машинист обращен к составителю, и ему следует подать сигнал на движение «вперед» (вариант В).

6

Рис. 7.3. Пример тестового задания с комментарием к неправильному ответу

б) Дистанционная самоподготовка работников. Самостоятельная подготовка работников к проверке знаний на базе программных средств КАСКОР с любого рабочего места, подключенного к СПД ОАО «РЖД». Функция дистанционной са-

моподготовки работников должна обеспечивать последовательную дистанционную проработку сотрудником всего перечня вопросов по соответствующей должности (профессии), предварительную проверку знаний посредством проработки экзаменационного билета и формирование оценки по принципам, используемым в подсистеме проведения проверок и формирования оценок знаний, но без оформления результатов;

в) Планирование проверок знаний. Функция предназначена для формирования проверяющими планов проведения очередных проверок знаний и повторных внеплановых проверок знаний, автоматизированного формирования утверждаемых руководителями структурных подразделений ОАО «РЖД» годовых планов проведения проверок знаний, планирования проведения повторных проверок в зависимости от полученного работником результата предыдущей проверки, автоматического выделения работников, по которым допускаются нарушения нормативных сроков проверки знаний;

г) Проведение проверок и формирование оценок знаний. Функция обеспечивает полное соответствие вопросов, включаемых в экзаменационные билеты, вопросам, прорабатываемым работниками в рамках задачи «дистанционная самоподготовка работников». Экзаменационные билеты проверок знаний работников жестко привязываются системой к запланированной проверке знаний данного работника в рамках задачи планирования проверок знаний. Вопросы подбираются системой случайным образом в рамках утвержденной структуры билета. Оценки результатов проработки билетов формируются как в двухбалльном («удовл.» / «неуд.») так и в процентном выражении доли правильных ответов к общему количеству заданных вопросов;

д) Ведение документации. Функция обеспечивает ведение установленных форм документации по результатам проведенных проверок знаний;

е) Анализ знаний работников. Функция обеспечивает автоматизированное формирование установленного альбома аналитических отчетных форм, характеризующих текущее состояние и «узкие» места профессиональных знаний и умений работников для уровней сети ОАО «РЖД», дорог и отдельных структурных подразделений Компании на основе проведенных в КАСКОР проверок знаний. Данная задача обеспечивает возможность просмотра проработанных вопросов билета с вариантами ответов, комментариями, признаками правильности и критичности и отметкой варианта, выбранного работником.

7.5. Основные результаты разработки и внедрения системы

В 2011 году система была внедрена на выделенных головных объектах Октябрьской дороги по 8 должностям (профессиям) работников хозяйств движения (поездной диспетчер, дежурный по станции, составитель поездов, дежурный по парку) и пути (старший дорожный мастер, дорожный мастер, бригадир пути, монтер пути 3-5 разрядов). Пример формируемого задания в системе представлен на рис. 7.4. Структура окна:

1. Название варианта;
2. Номер текущего вопроса и общее количество вопросов в уроке;
3. Оставшееся время до принудительного перехода к следующему вопросу;
4. Формулировка вопроса;
5. Иллюстрация к вопросу;
6. Варианты ответов;
7. Пояснения к иллюстрации.

Для ответа на вопрос необходимо выбрать один из вариантов ответа, щелкнув по нему мышкой и нажать на кнопку «Ответить». После этого система запомнит ответ пользователя и перейдет к следующему вопросу.

КОНТРОЛЬНОЕ УПРАЖНЕНИЕ (проверка умений правильно действовать):

РЖД Российские железные дороги

Вопрос 21 из 50 Времени на вопрос: неограниченно Контрольное упражнение

На участке – односторонняя автоблокировка с движением поездов по неправильному пути по сигналам АПСН (движение правоплутное) нечетный поезд 1 и четный поезд 2 (оба грузовые, поезд 1 – с ВМ) одновременно следуют по станции А. Необходимые меры, вытекающие из показаний контрольных приборов на табло?

Запросить по радиосвязи нахождение поезда 1, а затем нахождение поезда 2 о состоянии составов поездов и при необходимости дать команду на остановку
 Немедленно остановить перекрытием выходных сигналов и командами по радиосвязи оба поезда, после чего выяснить фактическую ситуацию, в соответствии с которой действовать в дальнейшем
 Остановить командой по радиосвязи только поезд 1
 Остановить командой по радиосвязи только поезд 2, а нахождение поезда 1 запросить о состоянии состава поезда

Остановить Снять

7

Рис. 7.4. Пример задания, формируемого в системе КАСКОР

Наиболее трудоемким в создании системы является процесс разработки специализированного контента для конкретной должности (рис. 7.5). Все вопросы делятся на три категории: сетевого, дорожного и местного уровня. Соответственно сетевые вопросы разрабатываются на уровне департаментов и дирекций Компании, дорожные – на уровне управлений железных дорог и местные – на уровне линейных структурных подразделений Компании. Следует отметить, что по каждой должности предусмотрено порядка тысячи вопросов.

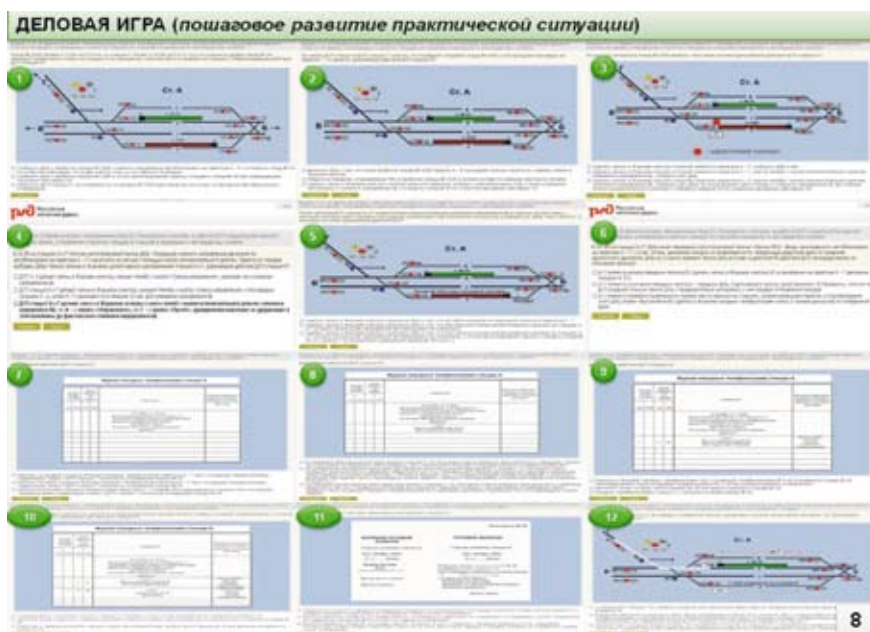


Рис.7.5. Пример формируемого контента для должности «Дежурный по станции»

В системе предусмотрена автоматизация ведения всей документации на всех уровнях планирования и форм отчета проверки знаний (рис. 7.6). Также полностью автоматизирована система анализа с выдачей всевозможных аналитических форм как в табличном, так и в виде графиков. Одним из важных является отчет по текущим «узким» местам в знаниях работников. По каждому конкретному работнику выдается перечень неправильных ответов, которые были даны по обозначенному на этапе разработки вопросов перечню нормативных документов. Причем выдается соответствующий график, как на уровне перечня инструкций, так и на уровне разделов выбранной инструкции. По каждому разделу график детализируется по перечню пунктов, на которые получено наибольшее количество неправильных ответов. По результатам выявления «узких» мест соответствующим образом организовывается техническая учеба.



Рис. 7.6. Пример формируемых в системе KASKOP автоматизированных отчетов

КОЛИЧЕСТВО ДОЛЖНОСТЕЙ, ВВЕДЕННЫХ В KASKOP

2012 Г. (32 должности и профессии)

<p>Д</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ревизор движения 2. Начальник станции 3. Поездной диспетчер 4. Дежурный по станции 5. Маневровый диспетчер 6. Дежурный по горке 7. Дежурный по парку 8. Составитель поездов 	<p>Т</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Машинист электровоза 2. Помощник машиниста электровоза 3. Машинист тепловоза 4. Помощник машиниста тепловоза 	<p>П</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ст. дорожный мастер 2. Дорожный мастер 3. Бригадир пути 4. Дежурный по переезду 5. Оператор деф.тележки 6. Оп. по пут. измерениям 7. Монтер пути 3-5 р. 8. Сигналист
<p>В</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Начальник ПТО 2. Мастер ПТО 3. Осмотрщик ваг. ПТО 4. Оператор ПТО 	<p>Ш</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диспетчер дистанции СЦБ 2. Начальник участка / старший электромеханик СЦБ 3. Электромеханик СЦБ 4. Электромонтер СЦБ 	<p>Э</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Энергодиспетчер 2. Электромеханик к/сети 3. Электромонтер к/сети 4. Машинист автоматрисы

2013 Г. (9 должностей и профессий)

<p>С</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ст. электромеханик 2. Электромеханик 3. Электромонтер 	<p>Л</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проводник пасс.вагона 2. Дефектоскопист по магнитному и ультразвуковому контролю 3. Осмотрщик пасс.вагонов 	<p>М</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приемосдатчик 2. Приемщик поездов 3. Бригадир ПКО
--	---	--

Рис. 7.7

Одним из важных аспектов работы системы является формирование отчета о количестве запусков тестов самоподготовки на одного работника. По соответствующему отчету становится понятно насколько тот или иной специалист готов к экзамену.

В 2012 году осуществлена разработка вопросов по 32 должностям (профессиям) 6 хозяйств (П, Д, Т, Ш, Э, В) (см. рис. 7.7).

Объекты внедрения КАСКОР на Октябрьской железной дороге в 2012-2013 гг. представлены на рис. 7.8.



Рис. 7.8. Объекты внедрения КАСКОР на Октябрьской железной дороге

7.6. Эффективность использования и перспективы развития системы

По результатам эксплуатации системы КАСКОР на Октябрьской железной дороге был проведен анализ динамики изменений уровня знаний тестируемого персонала. Количество правиль-

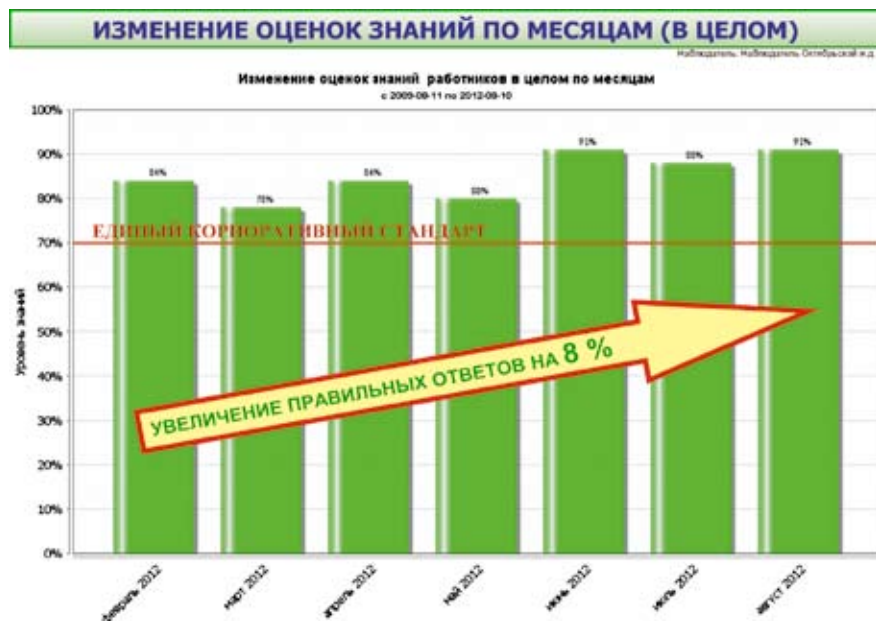


Рис. 7.9

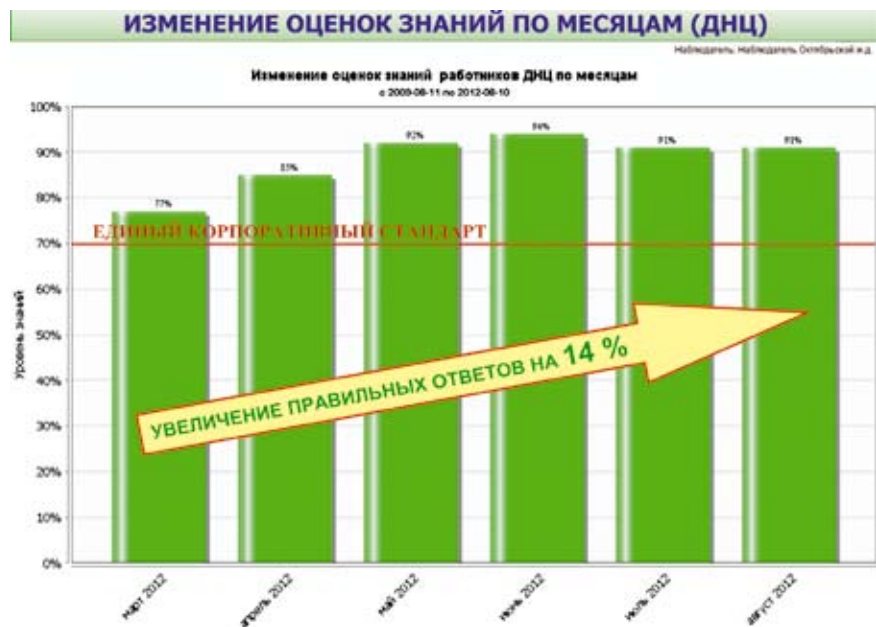


Рис. 7.10

ных ответов увеличилось на 8% в целом по всем работникам (рис. 7.9). Если же посмотреть на динамику изменений уровня знаний у поездных диспетчеров, то результат уже составит 14% (рис. 7.10).

В период 2013-2014 гг. планируется внедрение КАСКОР для ведущих должностей (профессий) работников основных хозяйств: локомотивного, пути и сооружений, движения, электрификации и электроснабжения, автоматики и телемеханики, вагонного с последующим тиражированием на всю сеть ОАО «РЖД».

Заключение

Холдинг «РЖД» является крупнейшей в России транспортной бизнес-системой, обладающей большим потенциалом по повышению эффективности удовлетворения растущих потребностей национальной экономики и населения в транспортных услугах и предоставляющей качественные транспортные услуги как на российском, так и на международном рынках.

Достижение данной цели невозможно без обеспечения высокого уровня безопасности и надежности перевозочного процесса, что является гарантией сохранения устойчивых конкурентных преимуществ холдинга «РЖД» на транспортных рынках.

Проект УРРАН – это создание прогрессивной технологии поддержки принятия управленческих решений по повышению надежности и функциональной безопасности железнодорожного транспорта России на всех этапах жизненного цикла. В рамках проекта разработана методология расчета и прогнозирования эксплуатационной надежности эталонных объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, включая систему показателей. Разработаны методы поддержки принятия решения, позволяющие объективно оценивать и прогнозировать нарушения безопасности объектов железнодорожного транспорта. Разработана и в течение 2010-2011 гг. внедрена на сети железных дорог информационная система оперативного сбора, накопления и анализа данных по отказам технических средств – Комплексная Автоматизированная Система учета, контроля устранения отказов технических средств и Анализа их Надежности (КАСАНТ). Создана и внедрена на сети железных дорог

России Автоматизированная Система управления Безопасностью Движения (АС РБ). Разработана Корпоративная автоматизированная система контроля знаний работников ОАО «РЖД», связанных с обеспечением безопасности движения поездов, на базе СДО (КАСКОР), позволяющая автоматизировать процесс проверки знаний работников ОАО «РЖД» и обеспечивающая получение объективных оценок возможности самостоятельной работы работников в соответствующих должностях (профессиях), создающая основу для корректировок планов обучения кадрового состава на базе отчетов по анализу уровня знаний проверяемых работников. Разработана методика управления рисками производственной деятельности на железнодорожном транспорте России. Разработаны и поэтапно внедряются информационные технологии поддержки принятия решений по управлению рисками, ресурсами, надежностью и безопасностью, в том числе в условиях неполной и нечеткой информации. На их основе созданы и поэтапно внедряются на сети железных дорог России следующие информационно – управляющие системы: Автоматизированная система управления ситуационного центра ОАО «РЖД» (ИКСАР СЦ) и Автоматизированная Система Комплексного Управления Ресурсами, Рисками, Надежностью (АС УРРАН).

Информационные технологии в обеспечении безопасности и надежности перевозочного процесса охватывают широкий круг вопросов, включая: оперативный учет данных по нарушениям безопасности движения поездов; контроль работы ревизоров; учет и контроль устранения отказов технических средств; контроль проведения осмотров станций; контроль генеральных осмотров пути; учет нарушений, допущенных работниками хозяйства перевозок; контроль оснащенности путей станций и прилегающих перегонов; оценку показателей надежности объектов инфраструктуры и рисков, связанных с безопасностью движения.

Практическое внедрение прикладных информационных систем управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте позволяет:

- Значительно повысить оперативность и объективность данных об отказах технических средств. Так, с помощью системы КАСАНТ установлено ежегодное занижение количества регистрируемых отказов технических средств на железных дорогах России в 4 раза.

- Управлять техническим содержанием объектов железнодорожного транспорта по текущему состоянию их надежности и безопасности.

- При дефиците финансовых средств назначать ремонт наиболее проблемных участков и обеспечивать надежную работу инфраструктуры и безопасность движения. Так, по данным эксплуатации на Северной железной дороге установлена возможность на основании методологии УРРАН снизить в 2012г. более, чем на 91,1 млн. руб. расходы на текущее содержание пути по сравнению с текущим планированием.

- Оперативно оценивать риски возникновения опасных ситуаций на железнодорожном транспорте и прогнозировать возможность возникновения транспортных происшествий.

- Прогнозировать возможность возникновения транспортных происшествий на выявленных проблемных участках железнодорожных линий;

- Обеспечивать управление надежностью и безопасностью транспортных систем в условиях неполной и нечеткой информации.

Широкое применение автоматизированных систем повышает эффективность обеспечения безопасности движения, а автоматизация снижает влияние человеческого фактора на безопасность и надежность перевозочного процесса. Тем не менее, основной недостаток всех рассмотренных информацион-

ных технологий и соответствующих им автоматизированных систем заключается в высокой доле использования ручного ввода при формировании первичных данных и, как следствие, отсутствии полностью автоматического получения данных по факторам, влияющим на выполнение технологии перевозочного процесса со стороны исполнителей. Таким образом, в процессе дальнейшего совершенствования и развития информационных технологий следует уделить большое внимание вопросам минимизации участия человека в формировании исходных данных.

Список используемой литературы

1. Patra, A. Maintenance Decision Support Models for Railway Infrastructure using RAMS & LCC Analyses, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2007.
2. Patra, A. RAMS and LCC in Rail Track Maintenance, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2009.
3. Zoeteman, A. Railway Design and Maintenance from a Life-Cycle Cost Perspective: A Decision-Support Approach, 2004.
4. Goncalo Medeiros Pais Simoes. RAMS analysis of railway track infrastructure, 2008.
5. 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.
6. Jens Braband. Risikoanalysen in der Eisenbahn-Automatisierung, 2005.
7. Kumar, S. Reliability Analysis and Cost Modeling of Degrading Systems, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, 2008.
8. 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.
9. IEC 62279: 2002. Railway applications – Communication, signaling and processing systems – Software for railway control and protection systems.

10. BS EN 50126: 1999. Railway applications – the specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).

11. IEC 62278: 2002. Railway applications – the specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).

12. Dubrovsky V. A. Taxonomy of human errors based upon the structure of an action. In Proceedings of 1985 International Conference on Systems, Man and Cybernetics (pp. 903-907). Tucson, Arizona: IEEE.

13. Профессиональный отбор горючего операторского звена с точки зрения теории информационного метаболизма / Тихонов А.П., Павлухина М.О. // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1997, – №№ 5-6.

14. Дружинин Г.В. Учет свойств человека в моделях технологий. – М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2000, 327 с.

15. Технический отчет ISO/IEC TR 19760. Первое издание 2003-11-15 Проектирование систем – Руководство по применению ISO/IEC 15288 (Процессы жизненного цикла системы).

16. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «Российские железные дороги».

17. Концепция ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями ОАО «РЖД» – Москва, 2010.

18. Гапанович В.А., Розенберг И.Н., Замышляев А.М. Построение системы ситуационного управления чрезвычайными ситуациями в ОАО «РЖД» // Надежность, – 2010. – №4. – с.2-11.

19. Розенберг И.Н., Замышляев А.М. Ситуационный центр ОАО «РЖД»- основной инструмент реализации функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса // Труды ОАО «НИИАС» 9-й выпуск, – 2011. – с.124.

20. Кошкин А.Ю., Розенберг И.Н., Замышляев А.М. Ситуационное управление корректирует риски аварий // РЖД-Партнер, – 2012. – №3. – с.56-58.
21. Акимов В.А. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002 – 368 с.
22. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008 – 280 с.
23. Гапанович В.А., Замышляев А.М., Шубинский И.Б. Некоторые вопросы управления ресурсами и рисками на железнодорожном транспорте на основе состояния эксплуатационной надежности и безопасности объектов и процессов (проект УРРАН) // Надежность, – 2011. – №1. – с.2-8.
24. Шубинский И.Б., Замышляев А.М. Основные научные и практические результаты разработки системы УРРАН// Железнодорожный транспорт №10, -2012. –с.23-28.
25. Гапанович В.А., Шубинский И.Б., Замышляев А.М. Построение и использование матриц рисков в системе управления рисками на железнодорожном транспорте // Надежность, – 2011. – №4. – с.56-68.
26. ГОСТ Р 54505-2011. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте.
27. Замышляев А.М. Система управления рисками // Мир транспорта, – 2011. – №5. – с.24-32.
28. Замышляев А.М., Ермаков А.О., Новожилов Е.О. Метод управления надежностью и функциональной безопасностью объектов железнодорожного транспорта на основе оценки рисков// Надежность, – 2012. – №4. – с.149-157
29. Замышляев А.М. Технология анализа и оценки рисков в эксплуатационной работе ОАО «РЖД» на основе показателей эксплуатационной надежности и безопасности // Ядерные измерительно-информационные технологии, – 2011. – №2(38). – с. 86-93.

30. Шубинский И.Б. Структурная надежность информационных систем. Методы анализа. // ООО «Журнал «Надежность». 2012 г.

31. Шубинский И.Б. Функциональная надежность информационных систем. Методы анализа. // ООО «Журнал «Надежность». 2012 г.

32. Шубинский И.Б., Замышляев А.М., Прошин Г.Б. Функциональная надежность программного обеспечения информационных систем // Надежность, – 2011. – №3. – с. 72-81.

33. Shubinsky Igor B., Zamyshlyayev Alexey M. TOPOLOGICAL SEMI-MARKOV METHOD FOR CALCULATION OF STATIONARY PARAMETERS OF RELIABILITY AND FUNCTIONAL SAFETY OF TECHNICAL SYSTEMS // «Reliability: Theory & Applications», – 2012. с. 12-22.

34. Лукичева Л.И., Егорычев Д.Н. «Управленческие решения. Учебник»– М.: Омега-Л, 2007.

35. Карданская Н.Л. «Управленческие решения. Учебник» – М.: Юнити, 2009.

36. Литвак Б.Г. «Разработка управленческого решения. Учебник» – М.: Дело, 2006.

37. Замышляев А.М. Информационная технология комплексного управления надежностью и функциональной безопасностью на железнодорожном транспорте // Надежность, – 2011. – №2. – с. 12-16.

38. Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н., Замышляев А.М., Прошин Г.Б. Система КАСАНТ: задачи, возможности, перспективы развития // Железнодорожный транспорт, – 2008. -№9. – С. 6-9.

39. Замышляев А.М., Прошин Г.Б., Горелик А.А. Система КАСАНТ: второй этап внедрения // Автоматика, связь, информатика, – 2009. – №7. – с. 9-13.

40. Розенберг И.Н., Замышляев А.М., Прошин Г.Б. Совершенствование системы управления содержанием эксплуатации

онной инфраструктуры с применением современных информационных технологий // Надежность, – 2009. – №4. – с. 14-22.

41. Розенберг И.Н., Замышляев А.М., Калинин С.В. Создание системы АС УРРАН // Железнодорожный транспорт №10, – 2012. –с. 41-44.

42. Life Cycle Cost And Good Practices. H. Paul Barringer, P.E.Barringer & Associates, Inc. Humble, NPRA MAINTENANCE CONFERENCE May 19-22, 1998 San Antonio Convention Center San Antonio, Texas.

43. Распоряжение ОАО «РЖД» № 43р от 30.10.2003 «О порядке определения сроков полезного использования основных средств при их принятии к бухгалтерскому учету в ОАО «РЖД».

44. Замышляев А.М., Рачковский М.Ю., Никифорова М.С. Экономические критерии принятия решений о замене основных средств на основе методологии УРРАН // Экономика железных дорог №12, – 2012. – с. 11-22.

45. Постановление Правительства Российской Федерации № 1 от 01.01.2002 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы».

46. Э.В. Воробьев, А.М. Никонов, А.А. Сеньковский, Ю.В. Ефремов, А.А. Сидраков «Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения: Учебник для вузов ж.-д. транспорта» – М.: Маршрут, 2005. – 533 с.

47. Замышляев А.М., Ермаков А.О., Новожилов Е.О. Модель оценки риска травматизма пешеходов на пешеходных переходах через железнодорожные пути в одном уровне с рельсами // Надежность, – 2012. – №1. – с. 94-105.

48. Б.М. Гордон, А.М. Замышляев, Е.В. Сеницина Автоматизированная система управления безопасностью движения //Железнодорожный транспорт, – 2006. – №9. – с. 17-19.

49. Замышляев А.М. Предотвращение чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте с использованием при-

нципов ситуационного управления и непрерывного мониторинга объектов инфраструктуры и подвижного состава // Системы высокой доступности, 2010. – №4. – с. 14-22.

50. Розенберг Е.Н., Замышляев А.М., Прошин Г.Б. Определение опасности возникновения транспортных происшествий и событий на основе контроля состояния факторов, влияющих на их возникновение // Надежность, – 2009. – №3. – с. 37-50.

51. Вакуленко С.П., Замышляев А.М. Факторы влияния и виды нарушений безопасности движения (часть первая) // Мир транспорта, – 2009. – №4. – с. 136-141.

52. Вакуленко С.П., Замышляев А.М. Факторы влияния и виды нарушений безопасности движения (часть вторая) // Мир транспорта, – 2010. – №1. – с. 126-131.

53. Замышляев А.М., Кан Ю.С., Кибзун А.И., Шубинский И.Б. Статистическая оценка опасности возникновения происшествий на железнодорожном транспорте // Надежность №2, – 2012. – с. 104-117.

54. Вакуленко С.П., Замышляев А.М., Репьев А.В. Организация технической учебы работников хозяйства перевозок с использованием методов дистанционного обучения // Мир транспорта 02.07 г. – С. 130-139.

Содержание

Введение	3
Глава 1. Принципы и задачи комплексного управления надежностью, рисками и стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте	11
1.1. Методология RAMS.....	11
1.2. Функциональная стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса.....	18
1.3. Развитие методологии RAMS – проект УРРАН.....	24
Глава 2. Архитектура информационной технологии комплексного управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте	31
2.1. Структура математического обеспечения информационной технологии управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте	31
2.2. Архитектура информационной технологии комплексного управления.....	34
Глава 3. Комплексная автоматизированная система учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАСАНТ).....	39
3.1. Цель создания системы	39
3.2. Основные этапы развития системы.....	41
3.3. Архитектура системы	45
3.4. Функции системы	48
3.5. Основные результаты эксплуатации системы	50
3.6. Эффективность использования и перспективы развития системы.....	53
Глава 4. Информационная система поддержки принятия решений по управлению надежностью, рисками и ресурсами (АС УРРАН).....	55
4.1. Цели и задачи создания системы.....	55
4.2. Архитектура системы	56
4.3. Функции АС УРРАН.....	58

4.4. Основные результаты эксплуатации системы на Северной железной дороге	62
4.4.1. Управление надежностью	62
4.4.2. Управление ресурсами в хозяйстве пути	68
4.4.3. Управление рисками	72
4.5. Эффективность использования и перспективы развития системы	73
Глава 5. Автоматизированная система управления безопасностью движения (АС РБ)	74
5.1. Цель создания системы	74
5.2. Основные этапы создания системы	75
5.3. Архитектура и требования к эксплуатации системы	80
5.4. Функции системы	85
5.5. Основные результаты эксплуатации системы на сети железных дорог	90
5.6. Эффективность использования и перспективы развития системы	96
Глава 6. Автоматизированная система управления ситуационного центра ОАО «РЖД» (ИКСАР СЦ)	99
6.1. Цели и задачи ИКСАР СЦ	99
6.2. Архитектура ИКСАР СЦ	105
6.3. Функции подсистем ИКСАР СЦ	107
Глава 7. Корпоративная автоматизированная система контроля знаний работников ОАО «РЖД», связанных с обеспечением безопасности движения поездов на базе СДО (КАСКОР)	112
7.1. Цель создания системы	112
7.2. Предпосылки и этапы создания системы	113
7.3. Архитектура и требования к эксплуатации системы	116
7.4. Функции системы	122
7.5. Основные результаты разработки и внедрения системы	124
7.6. Эффективность использования и перспективы развития системы	128
Заключение	131
Список используемой литературы	135

Замышляев Алексей Михайлович

**ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
НАДЕЖНОСТЬЮ, БЕЗОПАСНОСТЬЮ, РИСКАМИ И РЕСУРСАМИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

(под редакцией профессора Шубинского И.Б.)

Редактор: Патрикеева Евгения Владимировна
Компьютерная верстка: Куртиш Борис Сергеевич
Корректор: Комарова Екатерина Евгеньевна

Подписано в печать 30.04.2013. Формат издания 70x100/16.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 24,05.

Тираж 300 экз. Заказ № _____

ООО «Журнал «Надежность»,
109029, г.Москва, ул.Нижегородская, д.27, стр.1, офис 209

Тел./факс: +7 499 262 53 20

E-mail: E.Patrikeeva@gismps.ru

Отпечатано с электронного файла издательства
в ОАО «Областная типография «Печатный двор»,
432049, г.Ульяновск, ул.Пушкарева, 27.

E-mail: ul-pd@mail.ru