Гапанович В.А., Шубинский И.Б., Розенберг Е.Н., Замышляев А.М.

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА (ПРОЕКТ УРРАН)

В статье рассматриваются вопросы, связанные с рациональным управлением ресурсами на содержание инфраструктуры ОАО «РЖД» в условиях ограниченности средств. Проведен анализ методологии RAMS и её дальнейшей трансформации в комплекс российских стандартов и базу нормативно-методической документации, применяемых для управления процессами жизненного цикла систем железнодорожного транспорта (УРРАН) в ОАО «РЖД». В данной статье рассмотрены предпосылки и ключевые аспекты для создания инновационной технологии поддержки принятия управленческих решений по повышению надежности и функциональной безопасности железнодорожного транспорта России на всех стадиях жизненного цикла.

Ключевые слова: *Надежность, безопасность, готовность, долговечность, риски, жизненный цикл, информационное обеспечение, система поддержки принятия решений.*

Введение

Техническое содержание сети железных дорог России требует больших экономических затрат, связанных с поддержанием надежности объектов инфраструктуры и обеспечением безопасности перевозочного процесса. В условиях ограниченных ресурсов выбор неверного решения может привести к ошибкам в планировании ремонтных работ на участках инфраструктуры, которые по существующим правилам требуют проведения ремонта, однако при этом имеют достаточно высокий уровень надежности [1]. С другой стороны, проблемные по надежности участки инфраструктуры продолжают эксплуатироваться без модернизации, капитальных ремонтов или хотя бы текущих восстановительных работ. Это, в свою очередь, приводит к рискам возникновения транспортных происшествий.

Для рационального управления ограниченными ресурсами требуется выполнение как минимум двух условий:

1. Получение в реальном времени объективной информации о состоянии надежности и функциональной безопасности всех объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

2. Создание системы поддержки принятия решений по техническому содержанию инфраструктуры железнодорожного транспорта на линейном, региональном и сетевом уровнях.

Первое условие предусматривает создание и внедрение на всей сети железных дорог России автоматизированной системы сбора, анализа и обработки данных об отказах объектов инфраструктуры и транспортных происшествий. Второе условие означает, что поскольку принципиально невозможно создать и в последующем эксплуатировать объект с

абсолютной надежностью и безопасностью, то следует в решение этой задачи вкладывать такие средства, которые реально имеются и оправданы с точки зрения снижения надежности и обеспечения безопасности. Иначе говоря, остаточный риск возникновения транспортных происшествий должен иметь допустимый уровень.

В этих условиях возникает противоречие между коммерческим интересом владельца инфраструктуры железнодорожного транспорта, направленным на интенсификацию эксплуатации инфраструктуры, с одной стороны, и необходимостью технологических перерывов в эксплуатационной работе в целях поддержания требуемых уровней надежности и безопасности, с другой стороны. Данное противоречие может быть снято путем разработки системы комплексного управления техническим содержанием инфраструктуры железнодорожного транспорта. Эта система должна обеспечить автоматизацию процессов сбора и обработки данных об отказах объектов и транспортных происшествий в реальном времени, процессов выявления наиболее проблемных, с точки зрения надежности, участков пути, а также автоматизацию процессов поддержки принятия решений по распределению ограниченных экономических ресурсов на техническое содержание инфраструктуры при условии достижения допустимых уровней безопасности и требуемых уровней надежности ее составных объектов.

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

1.1. Методология RAMS

С 2010 г. ОАО «Российские железные дороги» приступили к разработке и внедрению комплекса стандартов, методик, методических рекомендаций, применяемых для управления процессами жизненного цикла систем железнодорожного транспорта (УРРАН). Для этого на российских железных дорогах была развернута работа по гармонизации собственной нормативной базы по управлению инфраструктурой с системой стандартов RAMS, широко применяемой на железных дорогах Евросоюза и Америки.

RAMS – это методология обеспечения безотказности (Reliability), готовности (Availability), ремонтопригодности (Maintainability) и безопасности (Safety) на железнодорожном транспорте. Представляет собой коллективный труд европейского сообщества, формализованный стандартами EN 50126 и IEC 62278. Методология RAMS базируется на принципе ALARP (настолько низкий уровень остаточного риска, насколько это в разумной мере возможно) при обеспечении безопасности и надежности на всех стадиях жизненного цикла объекта железнодорожного транспорта.

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

1. Комплексное управление надежностью и безопасностью объекта с учетом стадий 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, приведенных, например, в стандартах железнодорожного применения EN50126/IEC62278, EN 50128/IEC62279, EN50129/IEC62425Ed, EN50159 (первая и вторая часть);

4. В методологии RAMS предусмотрено четыре уровня полноты безопасности. Каждый уровень характеризуется как числовыми значениями, так и комплексом требований, предъявляемых к технологии разработки изделий, присущих реализации этих уровней.

1.2. Цель и задачи проекта УРРАН

Направленность RAMS на производителей технических средств не удовлетворяла целям ОАО «РЖД», которые ориентированы на эксплуатационную деятельность. В процессе практического применения методологии RAMS на Российских железных дорогах проявился ряд ее принципиальных недостатков. Основные из них:

– в комплексном анализе не учитывается долговечность объектов. Это обстоятельство не позволяет увязать долговечность и безопасность объектов, не позволяет при эксплуатации объектов оценивать риски перехода от назначенного срока службы к их предельному состоянию и даже корректно оценивать предельное состояние объекта;

– стоимость жизненного цикла объекта оценивается в отрыве от надежности и безопасности, т.е. не включена в методологию RAMS. Это обстоятельство затрудняет рациональное распределение инвестиций в объект на различных стадиях его жизненного цикла;

– методология RAMS хорошо разработана для стадий проектирования и производства объектов и практически не развита для стадий их эксплуатации, модернизации и утилизации. Для железнодорожного транспорта представляет основную значимость управление надежностью и безопасностью составных объектов на стадиях их эксплуатации и модернизации;

– вопросы управления рисками изложены в стандартах RAMS на концептуальном уровне и требуют всестороннего развития;

– не рассмотрены вопросы живучести систем при неблагоприятных внешних воздействиях;

– в методологии RAMS не рассматриваются вопросы безопасности производственных процессов, экологическое воздействие на окружающую среду.

Все вышеизложенное потребовало трансформировать методологию RAMS в комплекс российских стандартов, методик, методических рекомендаций, применяемых

Рис. 1. Концептуальная структура системы УРРАН

для управления процессами жизненного цикла систем железнодорожного транспорта (УРРАН) в ОАО «РЖД» [2,3]. Концептуальная структура системы УРРАН представлена на рис. 1.

Под жизненным циклом системы понимается последовательность стадий, каждая из которых содержит определенные задачи. Эта последовательность охватывает полностью срок службы системы – от начальной концепции и до вывода из эксплуатации и утилизации. Жизненный цикл обеспечивает основу для планирования, управления и контроля всех показателей системы с целью выпуска качественной продукции по доступной цене и в согласованные сроки. Жизненный цикл объекта железнодорожного транспорта, включающий 15 стадий и представленный в виде V-образной модели, показан на рис. 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 стадиях жизненного цикла – во время проектирования или разработки. 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 каждой стадии 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.

В рамках проекта УРРАН была создана объектно-элементная модель железнодорожного направления, основанная на специально введенном понятии эталонного элемента, были разработаны показатели эксплуатационной надежности и безопасности объектов железнодорожного транспорта, увязанные с объемами выполняемой эксплуатационной работы. В таблице 1 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.

Целью внедрения УРРАН является повышение эффективности функционирования системы железнодорожного транспорта на основе адаптивного управления в условиях ресурсных ограничений. Объектом применения УРРАН является совокупность технических объектов, систем и технологических процессов железнодорожного транспорта.

Под адаптивным управлением мы подразумеваем форму и методы управления предпринимательскими структурами, предполагающими возможность и способность системы управления изменять параметры и структуру регулятора и управляющей подсистемы в целом в зависимости от изменения внутренних параметров объекта управления или внешней среды (возмущений), а также от изменений стратегических целей.

В проекте УРРАН решаются задачи оптимизации управления ресурсами на основе эксплуатационных показателей надежности и безопасности с учетом оценки рисков. При этом большое внимание уделяется учету влияния человеческого фактора в технологических процессах работы компании. УРРАН позволяет в условиях

Таблица 1. 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	Т	млрд. т*км тонно-километровой работы	1
2	Хозяйство автоматики и телемеханики	$П_Ш$	млн. поездо*км	1
3	Хозяйство связи	$П_С$	млн. поездо*км	1
4	Хозяйство электрификации и электроснабжения	Э	млн. кВт*час переработанной электроэнергии	100
5	Локомотивное хозяйство	$D_Т$	млн. локомотиво*км общего пробега	1
6	Вагонное хозяйство	$D_В$	млн. вагоно*км общего пробега	100
7	Пассажирское хозяйство	$D_П$	млн. вагоно*км общего пробега (пассажирских вагонов)	10

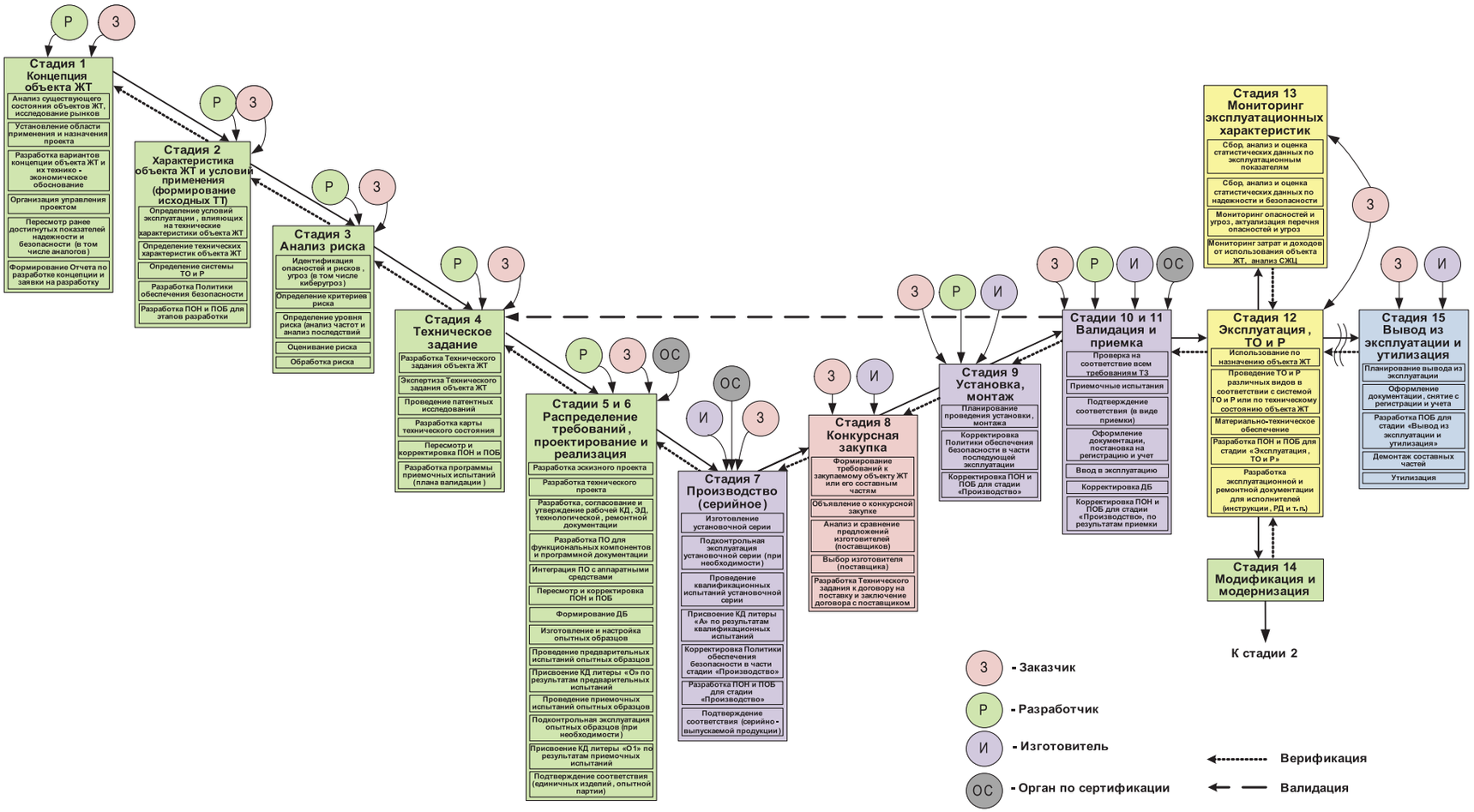

Рис. 2. Жизненный цикл объекта железнодорожного транспорта с процессом постановки на производство

дефицита финансовых средств увеличивать назначенный срок службы объектов железнодорожного транспорта до предельного состояния на основе оценки рисков и перераспределять инвестиции на поддержание надежности и безопасности наиболее проблемных объектов.

2. Нормативно-методическое обеспечение УРРАН

В настоящее время все работы по обслуживанию инфраструктуры строятся на основе нормативного срока службы технического средства, без учета его текущего состояния. В национальных стандартах по управлению надежностью ГОСТ 27.002-89, ГОСТ Р 53480 – 2009, ГОСТ Р 51.901.2002, ГОСТ Р 51.901.12-2007 и других не были отражены вопросы управления инвестициями, затратами на текущее содержание. Для практической реализации системы УРРАН необходимо было создать комплекс нормативных и методических документов, которые отражают принципы и существенные аспекты этой системы.

В связи с образованием Таможенного союза сотрудничество организаций в сфере железнодорожного транспорта в странах-участницах союза, стало более активным, в том числе и в области обеспечения надежности и безопасности железнодорожной техники. Также стоит отметить, что ОАО «РЖД» не только наиболее крупная железнодорожная организация в странах СНГ, но и наиболее активный участник работ по стандартизации на межгосударственном уровне, так как является секретариатом Межгосударственного комитета по стандартизации 524 «Железнодорожный транспорт». В связи с тем, что вопросы, связанные с надежностью и безопасностью объектов железнодорожного транспорта являются важными для всех организаций и пользователей услуг железнодорожного транспорта, было принято решение о необходимости повышения статуса основных стандартов УРРАН до межгосударственного и национального уровня. Это также способствовало улучшению взаимодействия между ОАО «РЖД» и организациями, участвующими в деятельности железнодорожного транспорта, но не входящими в холдинг «РЖД».

В рамках проекта УРРАН был разработан ГОСТ 32192-2013 «Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения», который определяет все необходимые термины и понятия в данной области с учетом специфики железнодорожной техники и наработок, сделанных в проекте УРРАН [4,5,6] и способствует правильному применению терминов и лучшему взаимопониманию всех сторон.

Для установления общих правил управления рисками на железнодорожном транспорте, связанными с безопасностью движения и эксплуатацией разработаны национальные стандарты:

- ГОСТ Р 54504-2011 «Безопасность функциональная. Политика, программа обеспечения безопасности. Доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта»;
- ГОСТ Р 54505-2011 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте».

В технических регламентах Таможенного союза введено понятие «риск», которое является основополагающим в вопросах безопасности. Но межгосударственные стандарты по вопросу управления рисками отсутствуют. ОАО «РЖД» стремится распространить свои передовые идеи [7,8] на всем «пространстве 1520», поэтому будет продолжать свою деятельность в этом направлении совместно с Росстандартом.

К настоящему моменту в рамках проекта УРРАН разработаны и утверждены 1 межгосударственный стандарт, 5 национальных стандартов Российской Федерации и 17 корпоративных стандартов ОАО «РЖД», устанавливающие требования в области оценки рисков, функциональной безопасности, надежности и стоимости жизненного цикла для объектов железнодорожного транспорта. Эти стандарты являются тем инструментом, который может помочь преодолеть основные проблемы при разработке и внедрении нововведений и усилить факторы, способствующие успеху проекта УРРАН. Стандарты дают основу для выработки общего языка общения между всеми заинтересованными сторонами, участвующими в разработке и внедрении новой системы.

Разработанные в рамках проекта УРРАН национальные и корпоративные стандарты устанавливают порядок внедрения и использования методологии УРРАН на железнодорожном транспорте и содержат требования по управлению ресурсами, рисками и надежностью применительно к железнодорожному транспорту.

Для практической реализации стандартов были разработаны 8 методических рекомендаций и 55 методик, которые позволяют оценивать техническое состояние объектов инфраструктуры, обеспечивать данные для принятия решений о необходимости проведения технического обслуживания и ремонта, планирования инвестиций на содержание объектов, а также проводить оценку ущербов и формирование матриц рисков для каждого вида объектов инфраструктуры в качестве основы для управления производственной деятельностью на железнодорожном транспорте.

3. Единая корпоративная платформа УРРАН (ЕКП УРРАН)

3.1. Направления развития информационных систем в ОАО «РЖД» и предпосылки создания системы КАСАНТ

В настоящее время в ОАО «РЖД» используется значительное количество информационных систем, охватывающих практически все стороны производственной деятельности общества, разрабатывавшихся и внедрявшихся в промышленную эксплуатацию на протяжении длительного времени.

Общее направление развития информационных систем (ИС) и автоматизированных систем управления (АСУ) отвечает общемировым тенденциям:

– от учетных систем (транзакционных систем, систем класса OLTP), позволяющих получать точные ответы на вопросы «что?», «где?», «когда?», «сколько?», относящиеся к прошедшему времени, — к аналитическим системам (класса OLAP), позволяющим не только отвечать на вопрос «почему?», но и переходить к прогнозам развития;

– от систем, во многих отношениях не отвечающим масштабам деятельности ОАО «РЖД» и его подразделений, — к системам, базирующимся на крупных признанных во всем мире промышленных платформах (SAS Intelligence Storage, SAP AG, Oracle, IBM Maximo), зарекомендовавшим себя в крупнейших мировых корпорациях;

– от систем, основывающихся на технологиях файл – и клиент-сервер, — к системам, в основе которых лежат интернет технологии (протоколы http, SOAP, языки разметки html, xml, язык разработки Java, тонкий клиент);

– от изолированных дорожных информационных систем, от систем, обеспечивающих информационную поддержку отдельных направлений деятельности ОАО «РЖД» и его подразделений (например, управление финансами или персоналом), — к интегрированным центральным системам, обеспечивающим весь жизненный цикл перевозочного процесса.

Уникальность проблемы управления надежностью на железнодорожном транспорте заключается в следующем:

– многие объекты железнодорожного транспорта распределены в пространстве, имеют иерархическую структуру;

– для управления надежностью объектов инфраструктуры и железнодорожным транспортом в целом необходимо совмещение в реальном времени двух указанных выше направлений: сбора и обработки статистических данных по отказам объектов, моделирования надежности объектов;

– большое разнообразие объектов, с одной стороны, и существенные различия режимов и условий работы даже однотипных объектов, с другой стороны ;

– степень влияния надежности объектов на перевозочный процесс зависит как от свойств безотказности и ремонтопригодности самих объектов, так и от свойств самого перевозочного процесса (интенсивности и скорости движения поездов, длительности задержек составов вследствие ремонтов инфраструктуры и/или подвижного состава).

Указанные обстоятельства вызвали необходимость в создании на железнодорожном транспорте автоматизированных систем управления технологическими процессами сбора данных о графике исполненного движения поездов, о текущем состоянии элементов хозяйств инфраструктуры (ГИД-УРАЛ, АСОУП-2, АСУ-П, АСУ-Ш-2, АСУ-Э) [9]. Эти системы обеспечивают сведениями об отказах элементов хозяйств. Однако эти сведения носят разрозненный характер, не систематизированы по категориям и влиянию на задержки поездов. Обилие автоматизированных систем управления, не имеющих общего интерфейса, недостаточность представляемой ими информации о надежности и функциональной безопасности объектов, недостоверность самой информации, отсутствие в этих системах возможности анализа отказов и др. – все это явилось предпосылками создания автоматизированной системы управления технологическими процессами сбора, анализа и предварительной обработки данных об отказах и восстановлениях составных элементов объектов железнодорожного транспорта.

Основой информационной технологии, обеспечивающей комплексное управление надежностью перевозочного процесса, является «Комплексная автоматизированная система учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности» (КАСАНТ). 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 в части обмена информацией об отказах. Для организации эффективного взаимодействия с системой КАСАНТ была проведена доработка указанных автоматизированных систем в части хранения и доступа к данным вагонов-путеизмерителей, результатом расшифровки скоростемерных лент, кассет регистрации КЛУБ-У и других устройств регистрации параметров движения поезда. Благодаря этим работам в проекте УРРАН основу первичной информации о состоянии технических средств составляют объективные источники.

На основе реальных данных системы КАСАНТ возможно оперативно получать сводную информацию об отказавших технических средствах в масштабе всей Компании в целом. Общее количество пользователей системы составило к концу 2014 года 35 тысяч сотрудников ОАО «РЖД» [10]. Таким образом, в компании уже сегодня полностью автоматизирована работа по анализу отказов технических средств, влияющих на устойчивость перевозочного процесса.

На основе достигнутых положительных результатов в соответствии с общей методологией УРРАН, была начата работа по анализу нарушений технологических процессов в хозяйствах . В перспективе это позволит через стоимость жизненного цикла и обеспечения приемлемого уровня риска экономически обосновывать величину инфраструктурной составляющей в тарифах на грузовые и пассажирские перевозки, а также учитывать влияние ошибок в планировании перевозочного процесса, в том числе ошибок персонала.

3.2. Разработка Единой корпоративной платформы УРРАН

В настоящее время в ОАО «РЖД» используется значительное количество информационных систем, охватывающих практически все стороны производственной деятельности общества, разрабатывавшихся и внедрявшихся в промышленную эксплуатацию на протяжении длительного времени. В условиях структурной дифференциации по видам деятельности проявляется роль информатизации, как технического средства координации и централизации управления. Необходимо осуществить переход от изолированных дорожных информационных систем, от систем, обеспечивающих информационную поддержку отдельных направлений деятельности ОАО «РЖД» и его подразделений [11], – к интегрированной центральной платформе, обеспечивающей весь жизненный цикл перевозочного процесса.

Объектом автоматизации для Единой корпоративной платформы УРРАН являются бизнес-процессы технического содержания инфраструктуры ОАО «РЖД».

Предприятия хозяйств ОАО «РЖД», дочерние общества, участвующие в техническом содержании объектов инфраструктуры компании, смогут воспользоваться данными единой информационной среды, типовыми системами обработки и передачи данных. При этом удастся совместить выгоды масштаба и координации с выгодами распределенного производства.

Ключевыми группами (комплексами) бизнес-процессов управления содержанием инфраструктуры являются:

– стратегическое управление содержанием объектов инфраструктуры;

– управление мониторингом и диагностированием объектов инфраструктуры;

– управление текущим содержанием и планово-предупредительными ремонтами;

– управление содержанием самоходных специальных подвижных средств (ССПС), приборов, машин и оборудования предприятий, обеспечение готовности и исправности средств для технического обеспечения.

Основой для поддержки описанных выше принципов и процессов управления являются технологии, реализуемые в ЕКП УРРАН. Структура ЕКП УРРАН представлена на рис. 3 и является системой поддержкой принятия решений (СППР), цель которой состоит в оказании помощи руководителям, принимающим решения в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

С помощью СППР 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 Система позволяет посмотреть данные по предыдущим годам, выявить тенденции и закономерности и использовать их для формировании бюджета – это поможет сделать его более обоснованным и точным.

ЕКП УРРАН предназначена для решения следующих задач:

• автоматизация процессов первичной обработки статистических данных об отказах технических средств объектов инфраструктуры и подвижного состава железнодорожного транспорта;

• определение количественных значений показателей эксплуатационной надежности и безопасности объектов инфраструктуры;

• количественная оценка производственной деятельности хозяйств инфраструктуры и подвижного состава с учетом отказов и организации технического обслуживания и эксплуатации объектов инфраструктуры;

• контролирование, сопоставление и мотивация деятельности структурных подразделений в рамках хозяйства на основании показателей эксплуатационной надежности и безопасности;

• оценивание соответствия достигнутых показателей эксплуатационной надежности и безопасности заданным нормам;

• подготовка расчетных данных для формирования рекомендаций по снижению уровня рисков;

• определение уязвимых объектов на основе оценки рисков;

• подготовка проектов планов работ по техническому содержанию инфраструктуры и подвижного состава;

• подготовка проектов распределения инвестиций по наиболее проблемным объектам железнодорожного транспорта.

Заключение

Холдинг «РЖД» является крупнейшей транспортной бизнес-системой в России, 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 инновационной технологии поддержки принятия управленческих решений по повышению надежности и функциональной безопасности железнодорожного транспорта России на всех стадиях жизненного цикла.

Разработаны ключевые положения методологии УРРАН, которые в развитие европейской методологии

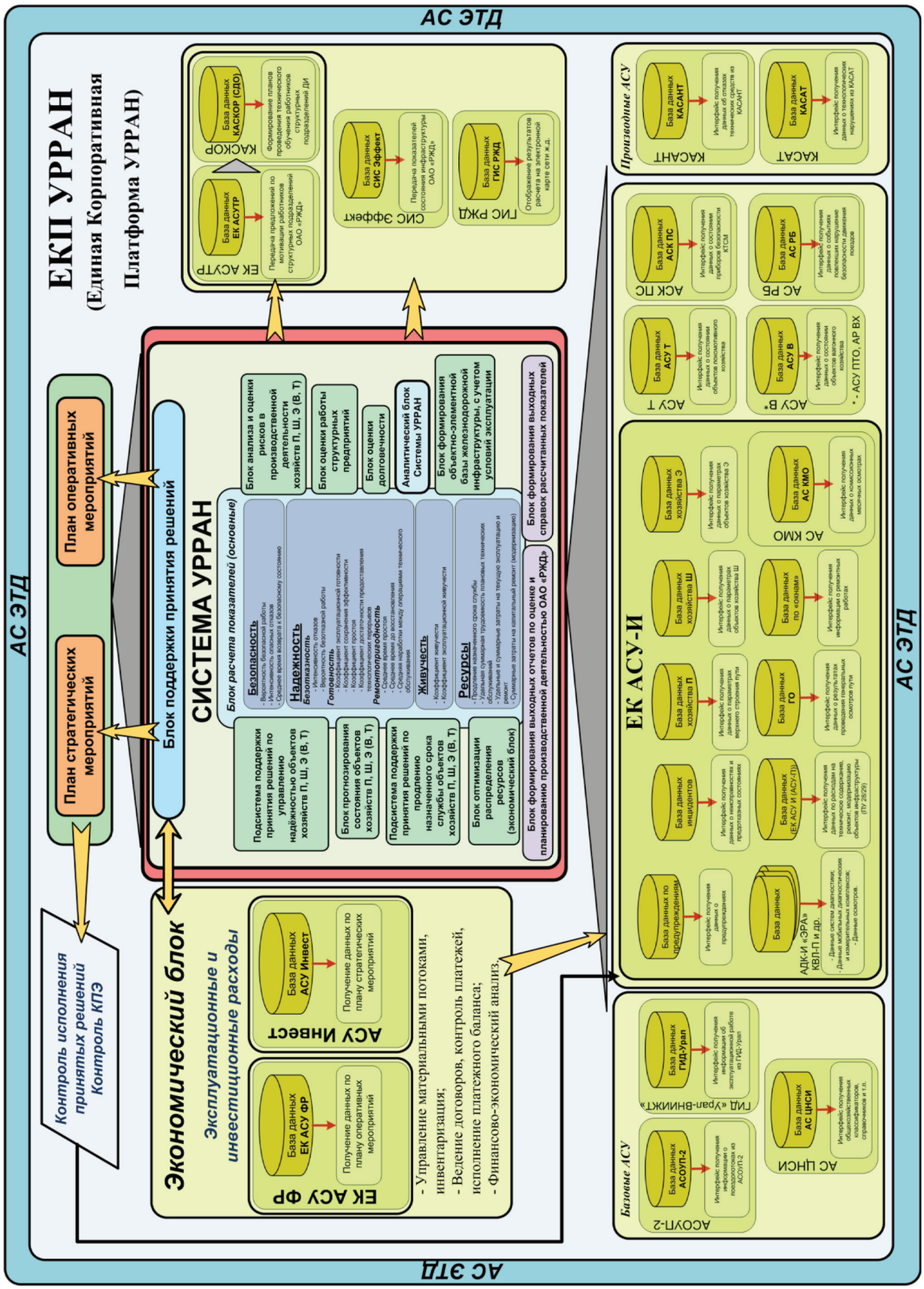

Рис. 3. Структура ЕКП УРРАН

RAMS предусматривают комплексное управление не только надежностью и безопасностью, но и стоимостью жизненного цикла объектов железнодорожного транспорта с учетом оценки рисков и долговечности. Разработанная система эксплуатационных показателей обеспечивает оценки достигнутых для инфраструктуры железнодорожного транспорта свойств надежности, безопасности, стоимости жизненного цикла с учетом объема выполненной объектами эксплуатационной работы. УРРАН позволяет при дефиците финансовых средств назначать ремонт наиболее проблемных участков и обеспечивать надежную работу инфраструктуры и безопасность движения, управлять техническим содержанием объектов железнодорожного транспорта по текущему состоянию их надежности и безопасности, что, в частности, обеспечивает продление назначенных сроков службы объектов при сохранении приемлемых уровней безопасности. Оценивание рисков возникновения опасных ситуаций на железнодорожном транспорте позволяет прогнозировать возникновение транспортных происшествий на выявленных проблемных участках железнодорожных линий.

Основой для поддержки методологии УРРАН являются технологии, реализованные в ЕКП УРРАН, которая представляет собой систему поддержки принятия решений в сложных условиях, в том числе и в условиях неопределенности.

Литература

1. **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.

2. **Гапанович В.А.** Система УРРАН. Универсальный инструмент поддержки принятия решения// Железнодорожный транспорт №10, -2012. –с.16-22.

3. **Шубинский И.Б., Замышляев А.М.** Основные научные и практические результаты разработки системы УРРАН// Железнодорожный транспорт №10, -2012. –с.23-28.

4. **Shubinsky Igor B., Zamyshlyaev 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.

5. **Шубинский, И. Б.** Структурная надежность информационных систем // М.: Надежность, – 2012. – 216 с.

6. **Шубинский И. Б.** Функциональная надежность информационных систем // М.: Надежность, – 2012.– 296 с.

7. **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.

8. **Замышляев А.М.** Система управления рисками // Мир транспорта, – 2011. – №5. – с.24-32.

9. **Гапанович В.А., Шубинский И.Б., Замышляев А.М.** Математическое и информационное обеспечение системы УРРАН // Надежность, – 2013. – №1. – с.3-11.

10. **Замышляев А.М.** Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте // М.: Надежность, – 2013. – с.143.

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