



**Гапанович В.А.**

## **РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УРРАН НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Задачи развития российской экономики выдвигают на первый план необходимость поиска путей повышения эффективности функционирования и развития железнодорожного транспорта. При этом нельзя забывать, что железнодорожный транспорт, как и любая сложная система, при осуществлении своей деятельности неизбежно сталкивается с неопределенностью или риском. Неконтролируемые риски могут приводить к незапланированным эксплуатационным расходам, причинению вреда людям, окружающей среде, имуществу и другим негативным последствиям, что отрицательно сказывается на производственных показателях ОАО «РЖД».*

**Ключевые слова:** управление надежностью, железнодорожный транспорт, стоимость жизненного цикла, управление ресурсами, управление рисками, управление функциональной безопасностью.

### **Назначение, цели и задачи системы УРРАН**

Система УРРАН – это технология управления надежностью, ресурсами и функциональной безопасностью на железнодорожном транспорте. Она построена на основе комплексного применения модифицированных методологий RAMS (безотказности, готовности, ремонтпригодности и безопасности) и LCC (стоимости жизненного цикла), новых информационных технологий поддержки принятия решений, распределенных информационных систем оперативного сбора и анализа данных и новой нормативной базы [1,2]. Система УРРАН обеспечивает практическое управление ресурсами, рисками, надежностью и функциональной безопасностью на сети железных дорог ОАО «РЖД». Эта система впервые позволяет в условиях дефицита финансовых средств увеличивать назначенный срок службы объектов железнодорожного транспорта до предельного состояния на основе оценки рисков и перераспределять инвестиции на поддержание их надежности и безопасности, как наиболее проблемных. При этом большое внимание уделяется учету влияния человеческого фактора в технологических процессах работы Компании. Перечень составляющих, которые учитываются в системе УРРАН, представлен на рис. 1.

Возможное воздействие любого влияющего фактора на надежность и безопасность рассматриваемого железнодорожного объекта должно оцениваться с учетом критичности данного объекта. Такая оценка должна включать рассмотрение влияния каждого фактора на каждом этапе жизненного цикла, кроме того, должна учитывать взаимосвязи влияющих факторов.



Рис. 1. Основные компоненты методологии УРРАН

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

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



Рис. 2. Структура системы УРРАН

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

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

Структура системы УРРАН представлена на рис. 2.

Внедрение системы УРРАН ведется в шести хозяйствах: пути и сооружений; автоматики и телемеханики; электрификации и электроснабжения; тяги; связи; моторвагонного подвижного состава. По каждому хозяйству для внедрения УРРАН сформулированы соответствующие подцели (таблица 1).

**Таблица 1 – Цели внедрения УРРАН в отдельных хозяйствах**

<b>Хозяйство</b>	<b>Цели</b>
Путевой комплекс	Снижение стоимости жизненного цикла путевой инфраструктуры за счет перераспределения ресурсов при условии обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности и допустимого уровня безопасности движения поездов
Хозяйство автоматики и телемеханики	Повышение надежности железнодорожной автоматики и телемеханики при обеспечении требуемого уровня безопасности перевозочного процесса на основе оптимизации использования ресурсов и стоимости жизненного цикла
Хозяйство 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
Локомотивный комплекс	Снижение стоимости жизненного цикла локомотива за счет повышения эффективности использования ресурсов при условии обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности и допустимого уровня безопасности движения поездов
Хозяйство связи	Снижение стоимости жизненного цикла систем железнодорожной электросвязи за счет повышения эффективности управления ресурсами на основе совершенствования технологии эксплуатации сетей электросвязи при обеспечении требуемых показателей безопасности и надежности при предоставлении услуг электросвязи
Моторвагонное хозяйство	Снижение стоимости жизненного цикла моторвагонного подвижного состава за счет эффективного распределения ресурсов при обеспечении требуемого уровня надежности и допустимого уровня безопасности с сохранением требований комфортности проезда пассажиров

Задачи системы УРРАН:

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

II. Разработка методологии управления надежностью объектов железнодорожного транспорта, включая систему показателей эксплуатационной надежности, методы их расчета и анализа.

III. Разработка методологии управления рисками производственной деятельности на железнодорожном транспорте.

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

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

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

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

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

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

## **Основные результаты исследований по проекту УРРАН:**

- Разработана методология расчета и прогнозирования эксплуатационной надежности эталонных объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта (1 км верхнего строения пути, стрелочный перевод, блок-участок, 1 км контактной сети и др.), включая систему показателей, методы расчета, в том числе графовые полумарковские методы расчета и прогнозирования надежности сложных восстанавливаемых систем со скрытыми отказами [3].

- Разработаны методы поддержки принятия решений (методы факторного анализа по апостериорной и априорной информации), 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).

- Разработана методика управления рисками производственной деятельности на железнодорожном транспорте России, а также методика управления рисками травматизма на пешеходных переходах.

- Разработана и поэтапно внедряется информационная технология поддержки принятия решений по управлению рисками, ресурсами, надежностью и безопасностью. На ее основе создана и поэтапно внедряется на сети железных дорог России информационно – управляющая система Автоматизированная система комплексного управления ресурсами, рисками, надежностью (АС УРРАН).

- Разработана нормативная база для широкого внедрения проекта УРРАН, включая два межгосударственных стандарта, 5 национальных и 11 отраслевых стандартов, а также 23 методики и методические рекомендации.

- Регулярно издается научно – технический журнал «Надежность» на русском и английском языках для широкого обсуждения результатов исследований по проекту УРРАН. Этот журнал включен ВАК РФ в перечень рекомендованных изданий для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций.

*Тестирование промежуточных и конечных результатов исследований по проекту УРРАН* проводилось 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 3200 км в течение 28 месяцев.

### **Применение технологии УРРАН позволяет:**

- Значительно повысить оперативность и объективность данных об отказах и технологических нарушениях.
- 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 опытной эксплуатации на Северной железной дороге установлена возможность снижения в 2012 г. на основании методологии УРРАН расходов на текущее содержание пути по сравнению с текущим планированием более чем на 85 млн. рублей.
- Оперативно оценивать риски возникновения опасных ситуаций на железнодорожном транспорте и прогнозировать возможность возникновения транспортных происшествий. Так, например, на станции Поварово (главный ход Москва – Санкт-Петербург) спрогнозирована возможность травматизма и даже гибели людей на одноуровневых пешеходных переходах, что, к сожалению, реально произошло. Производится реконструкция выделенных пешеходных переходов.
- Прогнозировать возможность возникновения транспортных происшествий на выявленных проблемных участках железнодорожных линий.
- Обеспечивать управление надежностью и безопасностью транспортных систем в условиях неполной и нечеткой информации.

### **Научная новизна проекта УРРАН по отношению к существующим разработкам:**

- Разработана система эксплуатационных показателей надежности и функциональной безопасности эталонных объектов пути, автоматики и телемеханики, электрификации и электроснабжения, а также установлены коэффициенты пересчета объектов к эталонным.
- Разработаны графовые полумарковские методы расчета и прогнозирования надежности и функциональной безопасности сложных технических систем, отличающиеся от известных методов возможностями рассчитывать и прогнозировать непосредственно по графу состояний практически все показатели надежности и безопасности сложных восстанавливаемых объектов железнодорожного транспорта с резервированием и/или естественной избыточностью и неполным контролем.
- Разработаны методы факторного анализа для прогнозирования транспортных происшествий.
- Разработаны методы оценки рисков травматизма или гибели людей на пешеходных переходах с учетом оборудования переходов и интенсивности и скорости движения транспортных средств.

### **Методологическая новизна проекта УРРАН:**

- В развитие методологии RAMS исследуются как показатели безотказности, готовности, ремонтнопригодности, безопасности, так и долговечности объектов железнодорожного транспорта. При этом

для каждого хозяйства инфраструктуры и подвижного состава сформирован комплекс эксплуатационных показателей, учитывающий производственный характер деятельности хозяйства.

- В развитие методологии RAMS разработаны методические положения по управлению надежностью и безопасностью объектов железнодорожного транспорта в процессе их эксплуатации на основании фактических данных, проектных расчетов и допустимых уровней рисков.

- В развитие методологии стоимости жизненного цикла (СЖЦ-LCC) разработаны методические положения по управлению затратами на техническое содержание и модернизацию объектов инфраструктуры на основе значений их показателей эксплуатационной надежности согласно методологии УРРАН.

- В развитие методологии RAMS разработаны методические положения по переходу от нормированного срока службы к предельному состоянию объекта железнодорожного транспорта с учетом оценки рисков нарушения безопасности перевозочного процесса.

- Создана нормативная база для управления ресурсами, рисками, надежностью, безопасностью типовых объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Хотелось бы отметить еще одно направление применения УРРАН в 2013 г. Известно, что на сети железных дорог России и некоторых стран СНГ зафиксировано значительное увеличение количества случаев излома боковых рам тележек грузовых вагонов. Каждый такой излом сопряжен со сходом вагона или вагонов, а иногда приводит и к более тяжелым последствиям, связанным с человеческими жертвами.

Характерной особенностью сложившейся ситуации с разрушениями боковых рам является обнаружение их изломов на сроке эксплуатации от 1 до 4 лет, что свидетельствует об недопустимо низком уровне надежности. Динамика частоты изломов боковых рам различных изготовителей по партиям 2002-2012 гг. выпуска представлена на рисунке 3.

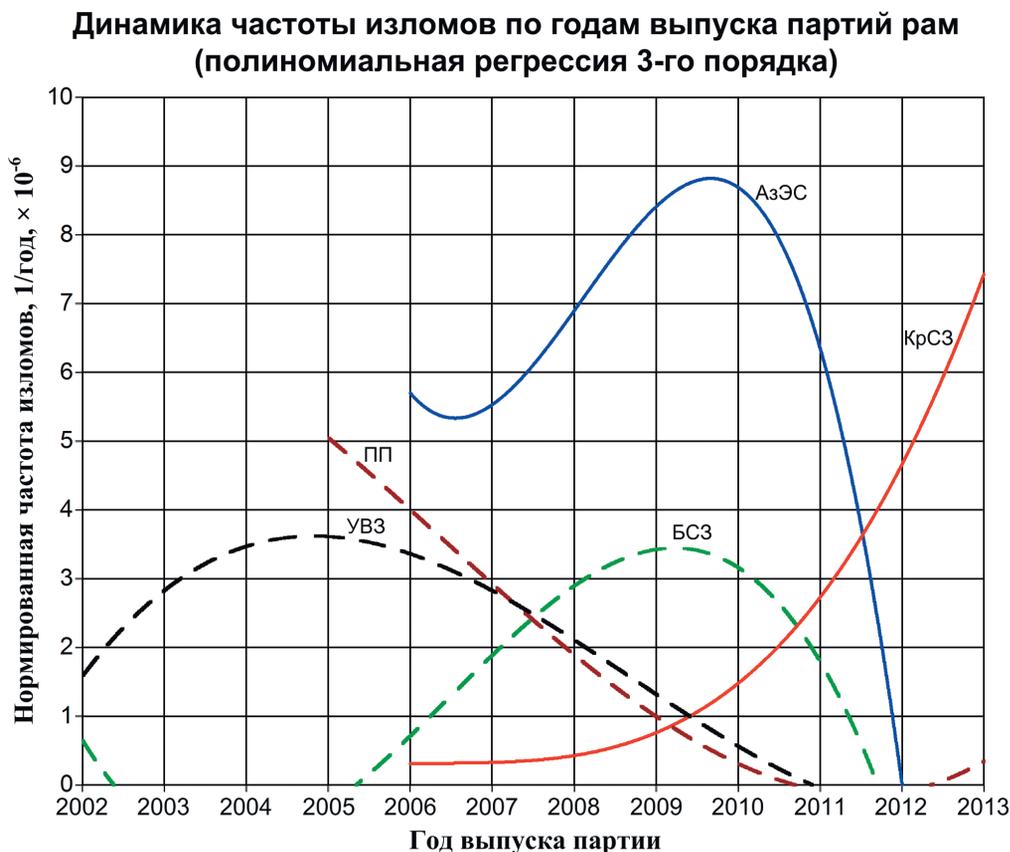


Рис. 3. Динамика частоты изломов боковых рам различных изготовителей по партиям 2002-2012 гг. выпуска

На основе представленной динамики можно оценить прогнозируемое на 2014 г. общее количество изломов по рамам указанных изготовителей в количестве 38 штук (рисунок 4) при условии невыполнения мероприятий по снижению уровня риска изломов боковых рам.



Рис. 4. Прогнозируемое на 2014 г. количество изломов боковых рам (по изготовителям)

В 2013 г. были разработаны «Методические указания по расчету и построению матриц рисков, связанных с изломами и дефектами боковых рам тележек грузовых вагонов», предназначенные для использования в процессе оценки рисков крушений, аварий, сходов подвижного состава вследствие изломов боковых рам, а также рисков вывода из эксплуатации грузовых вагонов вследствие выявления трещин и других дефектов боковых рам.

Методические указания позволяют на основе имеющихся статистических данных по количеству дефектов и изломов литых боковых рам тележек, а также вызванным ими последствиям (крушения, аварии, сходы подвижного состава) рассчитать необходимые показатели и оценить уровень риска с отображением результатов в виде матриц риска.

Использование матриц рисков, построенных по данным Методическим указаниям, позволит принять обоснованное решение о состоянии надежности и безопасности боковых рам тележек грузовых вагонов за заданный период наблюдения.

В рамках тиражирования методологии УРРАН на сеть железных дорог было проведено двухкаскадное обучение специалистов дирекции инфраструктуры. С 27.05.2012 по 07.06.2012 обучение проводилось в г. Москве на базе ГВЦ ОАО «РЖД». Далее силами подготовленных групп внедрения было проведено сетевое обучение на дорогах. В результате обучения подготовку прошли более 2600 специалистов ОАО «РЖД». Таким образом, на каждой железной дороге активно проводится работа по внедрению системы УРРАН в производственную деятельность структурных подразделений.

В настоящее время в путевом комплексе проводится большая работа по учету затрат и расчету критериев назначения ремонтов в 2014 г. на основе показателей УРРАН. Данная работа позволит сформировать в системе АС УРРАН титульные участки пути, включаемые в план ремонтов на 2014 г. в соответствии с критичностью их фактического состояния.

В 2013 году совместно с Центром организации конкурсных закупок начаты работы по применению показателей УРРАН в закупочной деятельности ОАО «РЖД». Данная работа обеспечит предъявление четких обоснованных требований к продукции и услугам и позволит реализовать:

- соблюдение обязательных требований по безопасности и надежности к железнодорожному подвижному составу, специализированному оборудованию и элементам инфраструктуры, элементам верхнего строения пути и сооружениям, расположенным на них;
- соблюдение интересов ОАО «РЖД» по предъявлению требований к высокому уровню безопасности и надежности объектов, с целью минимизации соответствующих рисков;
- минимизацию стоимости жизненного цикла объектов, с целью положительного влияния на финансовый результат деятельности ОАО «РЖД».

Завершение внедрения технологии УРРАН на инфраструктуре всей сети железных дорог России планируется в 2013г., а в 2013-2014 гг. данная технология будет разработана для подвижного состава и внедрена на железнодорожном транспорте страны.

### **Список использованной литературы**

1. **Гапанович В.А.** Система УРРАН – универсальный инструмент поддержки принятия решений // Железнодорожный транспорт №10, -2012. –с.16-22.
2. **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.
3. **Замышляев А.М., Шубинский И.Б.** Основные научные и практические результаты разработки системы УРРАН // Железнодорожный транспорт №10, -2012. –с.23-28.
4. **Shubinsky Igor B., Zamyshlyev 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.