

УДК 502.504.351.614.

## ФАКТОРЫ РИСКА НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА, ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕГОСЯ В ЯКУТИИ

© 2013 Г.П. Стручкова<sup>1</sup>, Т.А. Капитонова<sup>1</sup>, А.И. Левин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск,

<sup>2</sup> Якутский научный центр СО РАН, г. Якутск,

Поступила в редакцию 23.09.2013

Рассмотрены особенности эксплуатации железнодорожного транспорта в условиях холодного климата, анализ рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, предложены геоинформационные подходы для составления специализированных карт геоэкологической направленности, являющиеся частью системы предупреждения и минимизации ущербов от возможных природно-техногенных аварий и катастроф.

Ключевые слова: *железнодорожный транспорт, анализ рисков, чрезвычайная ситуация, геоинформационные системы*

Объекты железных дорог Якутии строятся и эксплуатируются в зоне распространения вечномёрзлых грунтов и низких климатических температур. В настоящее время на территории Якутии ведется интенсивное строительство железной дороги Беркакит-Якутск-Магадан. Железнодорожный транспорт является потенциальным источником возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) с большим числом пострадавших, значительным материальным ущербом, наступлением неблагоприятных экологических последствий. Аварии и чрезвычайные ситуации обусловлены нарушением технологических регламентов и режимов при строительстве и эксплуатации, заводскими дефектами оборудования и материалов, опасными природными явлениями и взаимодействием технологических элементов с природной средой, человеческим фактором.

**Цель работы:** анализ факторов риска объектов железнодорожного транспорта, строящегося и функционирующего в условиях Севера.

Используемый порядок анализа рисков ориентирован на рассмотрение неопределенных ситуаций состояния объектов, производств и процессов проекта, при которых имеется возможность нанесения ущерба и потерь. Крупные железнодорожные узлы относятся к критически важным [1] и потенциально опасным объектам [2]. К потенциально опасным объектам относятся объекты, на которых используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника ЧС [3]. Риски возникновения чрезвычайных ситуаций с тяжелыми последствиями для обслуживающего персонала железных

дорог, населения, объектов территорий и окружающей среды при перевозках опасных грузов нельзя полностью исключить, а в определенных случаях они весьма существенны. Одним из основных подходов к повышению эффективности управления при возникновении чрезвычайных ситуаций, минимизации экономического ущерба от последствий аварий и катастроф, возможного их предупреждения является внедрение информационных технологий, моделирование природных и технологических процессов, оценка риска с использованием ГИС-технологий. В этом случае анализ риск-факторов должен включать:

- идентификацию опасностей;
- определение причин, которые могут привести к возникновению опасных ситуаций;
- разработку вероятных сценариев развития нежелательных ситуаций;
- составление списка мер безопасности, которые могут предотвратить наступление таких событий;
- составление списка мер по снижению масштабов ущерба потенциального происшествия;
- описание последствия событий, происшествие которых может оказать на людей и окружающую среду негативное влияние (построение полей поражающих факторов; выбор критериев поражения; оценка последствий воздействия поражающих факторов);
- расчет показателей риска (анализ частот реализации сценариев на основе фактических данных за прошлый период);
- фиксирование любых дополнительных мер или действий, которые могут быть рассмотрены в целях дальнейшего уменьшения риска, связанного с предполагаемым сценарием.

При анализе факторов риска необходимо учитывать не только вопросы диагностики и контроля технического состояния объектов железнодорожного транспорта, но и влияние на них природной и геологической среды. Причины и факторы возникновения и развития аварий, связанные с внешними воздействиями природного и геологического характера, присущие территории Якутии

Стручкова Галина Прокопьевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: g.p.struchkova@iptpn.yzn.ru

Капитонова Тамара Афанасьевна, кандидат физико-математических наук, ученый секретарь. E-mail: kapitonova@iptpn.yzn.ru

Левин Алексей Иванович, доктор технических наук, заведующий сектором. E-mail: a.i.levin@prez.yzn.ru

следующие: природные явления – наводнения, сейсмика, лесные пожары; опасные геологические процессы – термоэрозия; термокарстовые явления; заболачивание мест прохождения трассы.

Причины возникновения опасных геологических процессов – нарушения в процессе строительства поверхностных условий снятия растительного покрова с нарушением почвенно-дернового горизонта; заболачивание, связанное с условиями прохождения трассы через мари, алаасы, долины рек и ручьев, характеризующиеся слабой дренажирующей способностью грунтов. Заболачивание обусловлено, как правило, нарушениями технологии строительства железнодорожного полотна; перекрытие естественных путей стока поверхностных вод.

Участки с многолетнемерзлыми грунтами представляют наибольшую сложность при оценке их опасности для объектов железной дороги из-за высокой динамичности и изменчивости геокриологических процессов, которые обусловлены внешними климатическими условиями и воздействием железнодорожных объектов на окружающую среду. Перечисленные выше основные причины, обуславливающие возможность возникновения аварийных ситуаций, создают следующие факторы воздействия на техническое состояние объектов железной дороги:

- создание напряжений в теле конструкции связанное с механическим перемещением, провисанием, перекручиванием рельсового полотна из-за изменения рельефа поверхности (протаивание и размывка грунтов);

- циклические сезонные мерзлотные процессы, вызывающие пучение грунтов при промерзании и осадки при оттаивании, что приводит к созданию сложно деформированного состояния конструкции и служит причиной ее возможного разрушения.

Причины аварий разнообразны и развиваются по мере совершенствования технологий, но есть основные факторы присущие специфике железнодорожного транспорта:

- большие скорости движения железнодорожного состава;
- большое расстояние тормозного пути;
- наличие электрического тока высокого напряжения (до 30 кВ);
- многообразие поражающих факторов и возможность их комбинированных сочетаний;
- перевозка людей или опасных грузов;
- необходимость проезда по зонам плотной городской застройки;
- отсутствие технических требований на работу тепловозов и тепловых двигателей в условиях ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ ;
- малый объем данных по работоспособности железнодорожной техники в условиях Крайнего Севера.

Последствия аварий объектов железнодорожного транспорта могут быть очень тяжелыми по ущербу и человеческим жертвам:

- гибель и нанесение вреда здоровью людей;
- ущерб окружающей среде;

- повреждение подвижного состава;
- повреждения и потеря груза;
- задержки в продвижении грузопотока из-за ремонтных работ на разрушенных участках железнодорожного пути.

Поражающими факторами рассмотренных аварий являются:

- ударная волна;
- тепловое излучение и горячие продукты горения;
- токсичные продукты горения;
- осколки разрушенного оборудования, емкостей;
- загрязнение водной и воздушной среды, почв и грунтов при разливе токсичных продуктов.

В целях обеспечения необходимых показателей надежности и долговечности узлов и агрегатов железнодорожной техники, работающей в холодном климате, необходимо разработать региональный технический регламент эксплуатации железнодорожного подвижного состава, тяги, путевого хозяйства и грузоподъемных механизмов [4]. Оценка надежности металлоконструкции производится на основе моделей роста и развития трещин и старения материала, с учетом:

- природно-климатических условий
- режима эксплуатации
- дефектов и отклонений от проекта
- так же учитываются все причины отказов и разрушений.

В целом для обеспечения надежной эксплуатации железнодорожного транспорта в условиях низких климатических температур следует провести:

- постоянный мониторинг технического состояния путевого хозяйства;
- производить диагностику и прогноз эксплуатационной прочности и долговечности узлов и сварных соединений несущих элементов металлоконструкций;
- создание базы данных по отказам техники на железнодорожном транспорте в условиях низких климатических температур, с выделением лимитирующих надежность узлов;
- установление причин разрушений, проведения исследований дефектного состояния, напряженно-деформированного состояния элементов техники ж/д состава, в т.ч. рентгеновскими методами неразрушающего контроля;
- для обеспечения безопасного состояния линейной системы необходима организация системы геотехнического мониторинга, в первую очередь, для решения комплексного привлечения материалов космо-аэровизуальных съемок и ГИС-технологий [4].

Организация пространственной информации в геоинформационных системах значительно повышает обоснованность и качество управляющих инженерных решений по защите объектов железнодорожной сети от воздействия опасных природных и природно-техногенных процессов, исключают ошибки в оценке состояния природно-техногенной системы, связанные с недостатком

информации о степени опасности развития природных и природно-техногенных процессов.

Для проведения комплексной оценки факторов природно-техногенного риска необходимо использовать разномасштабные картографические и аэрокосмические данные и определить: ландшафтно-неотектонические и техногенные условия; развитие (скорость активизации или затухания) пространственно-временных параметров опасных процессов; механизмы взаимовлияния природных и технических объектов. Для оценки опасности активации и развития экзогенного процесса на трассе железнодорожного полотна используются следующие тематические карты с масштабными уровнями: почвенные 1:100 т.– 1:10 т. для выделения участков болот и заболоченных земель, подвижных песков, солонцов, солончаков, схематическое инженерно-геологическое районирование по трассе; почвенные 1: 5 млн. – 1: 200 т. для оценки категорий грунтов по трассе; климатические 1: 5 млн. и менее; гидрологические 1: 5 млн. – 50 т. для выявления условий водостока; геоморфологические 1: 200 т – 1: 25 т для выявления участков распространения физико-геологические процессов (карст, оползни, сели и т.д.); топографические, геологические 1: 25 т – 1: 5 т для мониторинга активации и развития экзогенных процессов; топографические 1: 100 т – 1: 50 т для определения границы населенных пунктов, объектов растительного покрова, гидрографии, дорог.

В комплексе все параметры состояния природно-технической среды, определяемые взаимодействием природных и техногенных факторов, служат основой для составления специализированных карт геоэкологической нап-равленности и являются неотъемлемой составной частью информационного обеспечения системы предупреждения природно-техногенных аварий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Распоряжение Секретаря Совета Безопасности Российской Федерации от 5 февраля 2004 г. № 11-рб.
2. Принципы формирования и классификации критически важных объектов Российской Федерации // Информационный бюллетень Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года», 2004. С. 22-24.
3. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. – М., 1996. 18 с.
4. *Капитонова, Т.А.* Анализ факторов риска на объектах железнодорожного транспорта, функционирующих в Якутии / *Т.А. Капитонова, Г.П. Стручкова, А.И. Левин* // Труды VI Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата. EURASTRENCOLD-2013, 25-28 июня 2013 г. – Якутск. Том 1. С. 197-200.

## RISK FACTORS ON OBJECTS OF THE RAILWAY TRANSPORT OPERATING IN YAKUTIA

© 2013 G.P. Struchkova<sup>1</sup>, T.A. Kapitonova<sup>1</sup>, A.I. Levin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physical and Technical Problems of the North  
named after V.P. Larionov SB RAS, Yakutsk,

<sup>2</sup>Yakut Scientific Center SB RAS, Yakutsk,

Features of operation the railway transport in the conditions of cold climate, risk analysis of emergency situations are considered, geoinformational approaches for drawing up specialized maps of the geoecological orientation, which are part of prevention systems and minimization the damages from possible natural and technogenic accidents and disasters are offered.

Key words: *railway transport, risk analysis, emergency situation, geoinformation systems*

*Galina Struchkova, Candidate of Technical Sciences, Leading Research Fellow. E-mail: g.p.struchkova@iptpn.ysn.ru*  
*Tamara Kapitonova, Candidate of Physics and Mathematics, Scientific Secretary. E-mail: kapitonova@iptpn.ysn.ru*  
*Aleksey Levin, Doctor of Technical Sciences, Sector Chief. E-mail: a.i.levin@prez.ysn.ru*