

# Оценка риска в системе технического регулирования инфраструктуры



**Л. С. Блажко,**  
д. т. н., профессор,  
первый проректор — про-  
ректор по учебной работе,  
зав. кафедрой «Железно-  
дорожный путь» Петербу-  
ргского государствен-  
ного университета путей  
сообщения Императора  
Александра I (ПУПС)



**С. Г. Васильев,**  
к. т. н., заместитель  
руководителя  
Федеральной службы  
по надзору в сфере  
транспорта



**А. В. Романов,**  
к. т. н., доцент,  
кафедра  
«Железнодорожный  
путь» ПГУПС

На основании анализа законодательных и нормативно-технических положений, регламентирующих требования к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта, выявлено, что до сих пор не разработана нормативная методика оценки риска.

До вступления в действие в 2002 г. Федерального закона 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1] система нормативно-технической документации в нашей стране включала государственные стандарты (ГОСТы), строительные нормы и правила (СНиПы) и прочие документы обязательного применения. После введения в Российской Федерации новой системы технического регулирования статус обязательных для применения получили технические регламенты, а национальные и международные стандарты и своды правил стали документами добровольного применения.

На наш взгляд, в результате указанных перемен большая часть обязательных требований к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта, влияющих на безопасность их функционирования, утрачена. Это может привести к весьма серьезным проблемам. Инфраструктура железнодорожного транспорта представляет собой технологический комплекс, включающий железнодорожные пути, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы, систему управления движением и иные системы. Поэтому ее следует рассматривать как единый комплекс сооружений, требования к которому, в частности к его проектированию, строительству и эксплуатации, регламентируются Федеральным законом 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [2]. Объектами технического регулирования этого регламента также выступают любые здания и сооружения и связанные с ними процессы проектирования, строительства и экс-

плуатации. Технический регламент устанавливает минимально необходимые требования безопасности в самой общей редакции.

Обязательные требования относительно безопасности зданий и сооружений, в частности касающиеся инфраструктуры железнодорожного транспорта, в настоящее время установлены Правительством РФ и приведены в Перечне частей национальных стандартов и сводов правил, утвержденном постановлением Правительства РФ № 1521 от 26.12.2014 [3]. В перечень вошли отдельные положения свода правил СП 119.13330.2012 «Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95» [4], однако логика внесения именно этих частей не совсем понятна. Например, важные требования безопасности, предъявляемые к плану и профилю, верхнему строению железнодорожного пути, пересечениям с автомобильными дорогами в одном уровне, имеющиеся в своде правил, не включены в Перечень и сейчас применяются проектными институтами на добровольной основе. Немногим лучше положение с требованиями, предъявляемыми к земляному полотну. Они частично включены в Перечень, но многие важные положения, касающиеся конструкций и очертания поперечных профилей земляного полотна и основной площадки, требований к земляному полотну на снего- и пескозаносимых участках, на болотах, к водоотводным сооружениям, так и остались применяемыми на добровольной основе.

Такая ситуация вызывает обеспокоенность заказчиков (например, ОАО «РЖД»), специалистов-проектировщиков и экспертов. Органы государ-

ственной экспертизы не могут настаивать на соблюдении в проектной документации нужных положений свода правил, не включенных в Перечень.

К техническим регламентам, распространяемым на инфраструктуру железнодорожного транспорта, относится и технический регламент Таможенного союза [5] «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (ТР ТС 003/2011). Объект регулирования этого регламента — подсистемы инфраструктуры железнодорожного транспорта (железнодорожный путь, железнодорожное электроснабжение, железнодорожная автоматика и телемеханика, железнодорожная электросвязь, станционные здания, сооружения и устройства), а также их составные части и элементы. Требования ТР ТС 003/2011 обязательны при проектировании (включая изыскания), производстве, строительстве, монтаже, наладке, приемке и вводе в эксплуатацию объектов инфраструктуры, а также при оценке соответствия продукции. Регламент ТР ТС 003/2011 устанавливает более конкретные требования к инфраструктуре железнодорожного транспорта и ее подсистемам по сравнению с Федеральным законом 384-ФЗ [2].

Согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» технический регламент как нормативный документ должен содержать обобщенные и (или) конкретные требования безопасности с учетом степени риска причинения вреда. Но оценка степени риска причинения вреда в рассмотренных технических регламентах носит декларативный характер в отсутствие механизма ее практического применения. Например, в ТР ТС 003/2011 указана норма, в соответствии с которой степень риска причинения вреда должна оцениваться при проектировании объектов инфраструктуры. Она может быть определена расчетным, экспериментальным или экспертным путем, например по данным эксплуатации аналогичных объектов. При этом методы оценки степени риска устанавливаются в стандартах или иных документах по стандартизации.

К сожалению, в нормативных документах, применяемых на добровольной основе (национальных и международных стандартах и сводах правил) в области проектирования, строительства и эксплуатации объектов инфра-

структуры железнодорожного транспорта, не приведены практические методы расчета рисков причинения вреда, а также процедуры их оценки.

Положительным опытом использования процедур оценки рисков при эксплуатации железнодорожной инфраструктуры является система ведомственной нормативной документации ОАО «РЖД», в которой такая оценка осуществляется на основе методологии управления ресурсами и рисками на основе анализа надёжности жизненного цикла (УРРАН). Например, в путевом хозяйстве действует Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «РЖД» от 31.12.2015 № 3212р [6], где в число критериев для выбора участков, подлежащих капитальному ремонту пути, входят критерии УРРАН. Однако эти документы действуют только в ОАО «РЖД» и распространяются только на эксплуатацию.

В недавних публикациях [7–9] предлагается выполнять оценку риска на основе суммирования (композиции) плотностей распределения вероятностей среднего значения и среднеквадратического отклонения от среднего значения опасного параметра и такого же параметра, при реализации которого риск причинения вреда равен 50 %.

Описанный подход по оценке рисков причинения вреда, на наш взгляд, может быть распространен и на объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта.

К требованиям безопасной эксплуатации сооружений, определенных техническим регламентом [2], относятся требования механической безопасности, т. е. обеспечения такого состояния сооружения, при котором не отмечается недопустимый риск причинения вреда вследствие разрушения или потери устойчивости сооружения либо его части.

Примером нарушения требований механической безопасности может служить, например, нарушение прочности плети бесстыкового пути (излом) вследствие суммарного силового воздействия подвижного состава и растягивающих температурных напряжений при экстремально низких температурах зимой.

Рассмотрим метод оценки риска причинения вреда, основанный на суммировании (композиции) плотностей распределения величины опас-

ного параметра. Это теоретико-вероятностная модель сравнения средних значений опасного параметра и величины среднеквадратического отклонения с допусаемым значением на примере такого опасного события, как излом рельсовой плети бесстыкового пути зимой. В этом случае опасным параметром будут выступать суммарные растягивающие напряжения в рельсовой плети.

Пусть  $A_{cp}$  — среднее значение растягивающих напряжений в подошве рельса, возникающее от суммарного воздействия различных факторов (подвижного состава, понижения температуры по сравнению с температурой закрепления, собственных напряжений в рельсах), а  $\sigma_{A_{cp}}$  — среднеквадратическое отклонение от среднего значения этого параметра.

Обозначим также  $A_{кр}$  — среднее значение растягивающих напряжений в подошве рельса, находящегося в критическом состоянии, определенное с учетом эксплуатационных условий работы рассматриваемого участка (грузонапряженности, наработки тоннажа и др.), при котором риск нарушения прочности рельсовой плети составляет 50 %; а  $\sigma_{A_{кр}}$  — среднеквадратическое отклонение от среднего значения этого параметра.

Тогда согласно результатам опубликованных исследований [7] риск причинения вреда  $r$  (доли единицы) может быть определен по формуле

$$r = 0,5 - \Phi \left[ \frac{A_{кр} - A_{cp}}{\sqrt{\sigma_{A_{кр}}^2 - \sigma_{A_{cp}}^2}} \right], \quad (1)$$

где  $r$  — риск нарушения прочности рельсовой плети зимой (излом рельса), т. е. вероятность отказа;

$$\Phi \left[ \frac{A_{кр} - A_{cp}}{\sqrt{\sigma_{A_{кр}}^2 - \sigma_{A_{cp}}^2}} \right] = \Phi(u) - \text{функция}$$

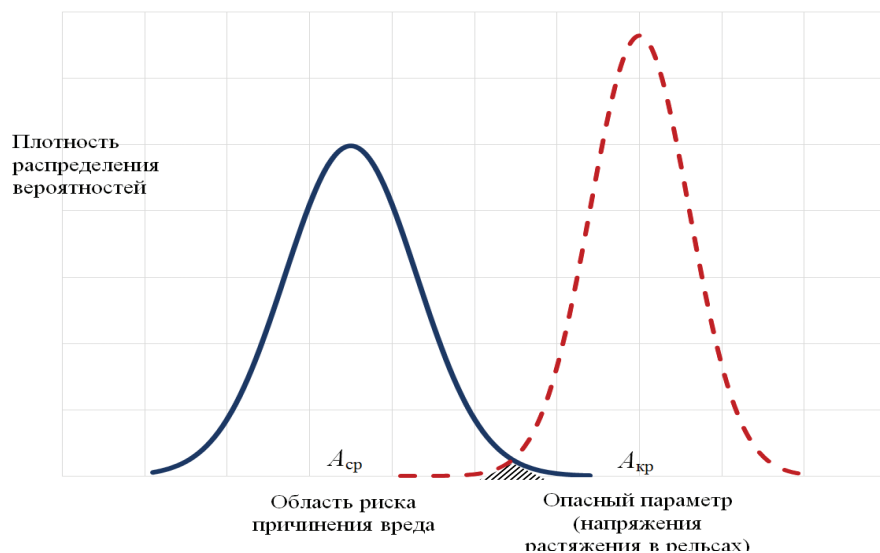
Лапласа, определяемая по формуле:

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^u e^{-\frac{u^2}{2}} \cdot du, \quad (2)$$

параметр  $u$  определен с помощью замены переменной следующим выражением:

$$u = \frac{A_{кр} - A_{cp}}{\sqrt{\sigma_{A_{кр}}^2 - \sigma_{A_{cp}}^2}}, \quad (3)$$

здесь  $A_{кр} - A_{cp}$  — интервал между математическими ожиданиями нормально распределенных величин (в нашем



Графическая интерпретация оценки риска причинения вреда

примере разница между средними значениями критических и действующих суммарных растягивающих напряжений в рельсовой плети);

$$\sqrt{\sigma_{Акр}^2 - \sigma_{Аср}^2} - \text{среднеквадратическое отклонение суммарного распределения двух нормально распределенных величин.}$$

Графическую интерпретацию данного метода удобнее всего рассмотреть на примере графиков распределения плотностей вероятности нормально распределенных величин (рисунок).

Величина риска причинения вреда (площадь заштрихованного треугольника на рисунке) будет возрастать при увеличении среднего значения опасного параметра и (или) при увеличении среднеквадратического отклонения.

При уменьшении среднего значения и среднеквадратического отклонения величина риска будет снижаться. Та-

ким образом, для обеспечения существующей величины риска причинения вреда при повышении среднего значения опасного параметра (в нашем случае возрастания средней величины растяжения в рельсовых плетях) необходимо предусмотреть мероприятия по снижению среднеквадратического отклонения опасного параметра.

Например, в случае увеличения осевых нагрузок на выделенных направлениях будет отмечаться повышенный (по сравнению с участками, на которых эксплуатируется подвижной состав с обычными осевыми нагрузками) уровень напряжений в элементах верхнего строения железнодорожного пути, прежде всего в кромках подошвы рельсов, и земляного полотна (левый график на рисунке будет сдвигаться вправо). Площадь заштрихованной области будет увеличиваться, следовательно, будет расти и величина риска причинения вреда. Для сохранения величины риска

на прежнем уровне, т. е. до повышения осевых нагрузок, необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия, уменьшающие величину среднеквадратического отклонения опасного параметра — напряжений растяжения в рельсовых плетях. Например, в качестве компенсирующих мероприятий следует предусмотреть ужесточение норм содержания геометрии рельсовой колеи и подвижного состава, влияющих на величины среднеквадратических отклонений дополнительных динамических сил инерции, которые возникают при колебаниях кузова на рессорах и неподдресоренных частях подвижного состава.

Однако на площадь заштрихованной области (на величину риска) влияет и правый график. Это связано с процессами накопления остаточных деформаций и дефектов в элементах железнодорожного пути по мере наработки тоннажа. С увеличением срока службы конструкции вследствие интенсификации процессов накопления остаточных деформаций и дефектов контактно-усталостного характера средние значения критических напряжений в элементах верхнего строения железнодорожного пути (прежде всего в рельсах) и земляного полотна будут уменьшаться, что также будет приводить к возрастанию риска причинения вреда (смещение правого графика влево). Эти процессы будут отмечаться и в случае роста грузонапряженности участка.

При рассмотрении вопросов технического регулирования проектирования, строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта следует отметить, что на законодательном уровне не определено понятие «допустимый

**Матрица рисков**

Частота	Уровень тяжести последствий			
	Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
Частое	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Вероятное	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Случайное	«	«	Нежелательный	Недопустимый
Редкое	Не принимаемый в расчет	Допустимый	«	Нежелательный
Крайне редкое	То же	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый
Маловероятное	«	То же	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет

риск». Мы считаем, что одним из путей решения этого вопроса может быть использование матрицы рисков (таблица), рекомендованной международным стандартом ГОСТ 33433–2015 [10], а также национальным стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 [11], определяющими риск как сопоставление частоты проявления опасного события с уровнем тяжести последствий. Определение допустимости риска применительно к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта и закрепление его на законодательном уровне мы относим к важнейшим вопросам.

В ОАО «РЖД» ведется постоянная работа по созданию новых и актуализации существующих нормативно-правовых актов, однако эти документы утверждаются ОАО «РЖД» и имеют корпоративную юрисдикцию. В некоторых случаях они противоречат устаревшим, но пока действующим документам федерального уровня.

Сегодня более 200 нормативных документов МПС СССР и МПС России относительно путевого хозяйства имеют статус «действующий», т. е. не отменены правопреемником — Министерством транспорта РФ. Эти документы были разработаны и введены в действие более пятнадцати лет назад и сейчас в значительной мере устарели.

В последние годы активизирована работа по отмене этих устаревших, но формально действующих нормативно-правовых актов. При этом содержащиеся в отменяемых документах требования, влияющие на безопасность движения поездов, вносятся в Правила технической эксплуатации (ПТЭ) железных дорог РФ [12]. По инициативе Федеральной службы по надзору в сфере транспорта в 2016 г. при Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I была создана Открытая площадка по рассмотрению нормативно-правовых актов в части требований, предъявляемых к железнодорожному пути. По результатам работы Открытой площадки в 2018 г. приказами Минтранса РФ отменены устаревшие нормативные документы МПС РФ (ЦП-774, ЦПТ-53) и внесены соответствующие коррективы и дополнения в ПТЭ; подготовлен к отмене ряд важных документов, например ЦП-485, ЦП-485 и ТУ-2000, с соответствующими предложениями по внесе-

нию изменений в ПТЭ. Эта планомерная и весьма важная работа ведется на добровольных общественных началах.

Таким образом, необходимы совершенствование, систематизация и устранение противоречий в системе нормативно-правовых актов в области установления обязательных требований и требований, применяемых на добровольной основе, к инфраструктуре железнодорожного транспорта, а также к связанным с ней процессам проектирования (включая изыскания), строительства и эксплуатации. Требуется переосмысление перечней обязательных и добровольных требований.

Техническими регламентами сегодня в недостаточной мере отражена оценка допускаемой степени риска причинения вреда, не разработаны процедуры оценки степени риска и надежности подсистем инфраструктуры железнодорожного транспорта на протяжении всего жизненного цикла: от проектирования до утилизации (сноса, демонтажа).

Становится очевидным, что проблема разработки методологических основ установления обязательных и добровольных требований к инфраструктуре железнодорожного транспорта и ее подсистем (железнодорожный путь) с учетом оценки рисков в процессе проектирования (включая изыскания), строительства и эксплуатации относится к отраслевым и требует оперативного решения. ■

#### Литература

1. Федеральный закон «О техническом регулировании»: принят Гос. Думой 15.12.2002, одобрен Советом Федерации 18.12.2002, с изм. от 29.07.2017. — URL: [http://docs.cntd.ru/document/zakon\\_o\\_tekhnicheskome\\_regulirovanii](http://docs.cntd.ru/document/zakon_o_tekhnicheskome_regulirovanii).
2. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: принят Гос. Думой 23.12.2009, одобрен Советом Федерации 25.12.2009, с изм. от 02.07.2013. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902192610>.
3. Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»:

утв. Постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521, с изм. от 07.12.2016. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/420243891>.

4. Железные дороги колеи 1520 мм: Актуализированная редакция СНиП 32–01–95 (с Изменением № 1): СП 119.13330.2012; введен 2013–01–01. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095541>.
5. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта»: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 № 710, с изм. от 09.12.2011. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902293439>.
6. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «РЖД»: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 № 3212р, введено 2016–04–01. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/556494188>.
7. Столяров В. В., Щеголева Н. В., Кочетков А. В. Основные формулы теории риска при суммировании нормальных законов распределения // Интернет-журнал «Наукоедение» 2017. Т. 9. № 6. — URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/07TVN617.pdf>.
8. Кокоева Н. Е. Методологические основы комплексной оценки надежности автомобильных дорог в системе технического регулирования дорожного хозяйства: дис. ... д-ра техн. наук 05.23.11: защищена 23.05.2012. Саратов, 2011. — 339 с. Библиогр.: с. 228–306. 05201252119
9. Столяров В. В., Щеголева Н. В. Некоторые исторические рубежи развития теории риска (от зарождения до наших дней) // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2016. Т. 3. № 3. — URL: <http://t-s.today/PDF/02TS316.pdf>.
10. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте: ГОСТ 33433–2015; введен 2016–09–01. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200127759>
11. Менеджмент риска. Методы оценки риска: ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011; введен 2012–12–01. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083>.
12. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: утв. Приказом Минтранса России от 21.12.2010 № 286 с изм. от 05.10.2018. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902256286>