

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

## STANDARDIZATION, CERTIFICATION AND QUALITY MANAGEMENT

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)  
УДК 656.25 (2P37) + 06  
DOI: 10.18503/1995-2732-2023-21-3-144-154



### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РИСКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТАХ

Васин С.А.<sup>1</sup>, Веревкина О.И.<sup>2</sup>, Яицков И.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тульский государственный университет, Тула, Россия

<sup>2</sup> Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация.** На крупных предприятиях – в транспортных и машиностроительных холдингах – широко внедряются системы управления качеством, одним из аспектов которых является оценка функциональной безопасности, предназначенная для выявления и устранения «слабых» мест в управлении качеством и безопасностью движения на инфраструктурных объектах. Приоритетная задача заключается в обеспечении гарантированной безопасности и надежности основной функции, а именно функции перевозки. Надежность перевозочного процесса, то есть его бесперебойное функционирование, поддерживается за счет грамотной эксплуатации и качественного ремонта инфраструктурных объектов, услуг сторонних организаций. Для финансовой и экономической стабильности уровень безопасности эксплуатации инфраструктурных объектов должен стремиться к недопущению транспортных происшествий, что в значительной степени зависит от профилактических мероприятий, направленных на предупреждение случаев нарушения безопасности движения и отказов технических средств при эксплуатации инфраструктурных объектов. В работе предложен анализ нормативных документов при проведении оценки, надежности и качества перевозки в машиностроительных и транспортных холдингах. Оценка основана на сборе массивов статистических данных при эксплуатации инфраструктурных объектов для последующего исследования с учетом влияния ключевых показателей деятельности инфраструктурных объектов и весовых коэффициентов для рейтинговой оценки функционала безопасности движения. Анализируемая в работе Методика реализует рискоориентированный подход с учетом частот событий и влияния этих частот на потери от них в виде табличных коэффициентов. Вместе с тем учет нескольких важных коэффициентов является не отражающим тяжесть последствий соответственно уровню нарушений. Правильная оценка функциональной безопасности региональных центров корпоративного управления, дирекций и служб необходима не только для сравнения результатов обеспечения безопасности движения, но и для выявления и дальнейшего устранения «слабых» мест в управлении качеством и безопасностью движения транспортных единиц на инфраструктурных объектах.

**Ключевые слова:** оценка рисков, управление качеством, функциональная безопасность, инфраструктурные объекты

© Васин С.А., Веревкина О.И., Яицков И.А., 2023

#### Для цитирования

Васин С.А., Веревкина О.И., Яицков И.А. Совершенствование методики оценки рисков функциональной безопасности и надежности для управления качеством на инфраструктурных объектах // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2023. Т. 21. №3. С. 144-154. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-3-144-154>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

# IMPROVING THE PROCEDURE FOR ASSESSING FUNCTIONAL SAFETY AND RELIABILITY RISKS FOR QUALITY MANAGEMENT AT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Vasin S.A.<sup>1</sup>, Verevkin O.I.<sup>2</sup>, Yaitskov I.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tula State University, Tula, Russia

<sup>2</sup> Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia

**Abstract.** Large transport and machine-building holdings widely use quality management systems, one of whose main aspects is the functional safety assessment designed to identify and eliminate weaknesses in quality management and traffic safety at infrastructure facilities. The priority is to ensure the guaranteed safety and reliability of the main function, namely the transportation function. Reliability of the transportation process, that is its uninterrupted operation, is supported by a competent operation and high-quality repair of infrastructure facilities and services of third-party organizations. To ensure financial and economic stability, the level of safety in the operation of infrastructure facilities should provide for avoidance of traffic accidents, which largely depends on preventive measures aimed at traffic safety and failures of technical means during the operation of infrastructure facilities. The paper proposes an analysis of regulatory documents for assessing reliability and quality of transportation in machine-building and transport holdings. The assessment is based on the statistical data collection in the operational process of infrastructure facilities for subsequent research due to the influence of key performance indicators of infrastructure facilities and weighting factors for the rating of traffic safety functionality. The procedure analyzed in the paper implements a risk-based approach based on frequency of events and the impact of these frequencies on losses from them as the tabular coefficients. At the same time, several important coefficients do not reflect severity of consequences according to the level of violations. The correct functional safety assessment of the regional corporate governance centers, directorates and services is necessary not only to compare the results of ensuring traffic safety, but also to identify and further eliminate weaknesses in the quality management and traffic safety of transport units at infrastructure facilities.

**Keywords:** risk assessment, quality management, functional safety, infrastructure facilities

## For citation

Vasin S.A., Verevkin O.I., Yaitskov I.A. Improving the Procedure for Assessing Functional Safety and Reliability Risks for Quality Management at Infrastructure Facilities. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2023, vol. 21, no. 3, pp. 144-154. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-3-144-154>

## Актуальность работы

Важность правильного построения оценочной модели функциональной безопасности позволит определить приоритетные направления в управлении безопасностью движения с минимальными погрешностями в расчетах.

Рассмотрен вариант действующей методики проведения рейтинговой оценки инфраструктурных объектов с точки зрения рискориентированного анализа. Показано, что назначение коэффициентов, определяющих «вес» того или иного нарушения безопасности, не соответствует современным представлениям о риске, что, вообще говоря, нарушает реальный рейтинг инфраструктурных объектов с точки зрения безопасности движения транспортных единиц. Сформулированы предложения по пересмотру коэффициентов блока нарушений безопасности движения.

## Обзор литературы

Вопросам повышения надежности и качества перевозки в холдинге ОАО «РЖД», а также на ремонтных заводах и машиностроительных предприятиях уделяется большое внимание, как и до структурной реформы. В 1990-х гг. появляется теория безопасности движения поездов [1], вопросы оценки риска начали развиваться в начале 2000-х гг. [2-5]. Дальнейшее развитие методы оценки риска получили в ГОСТ [6], а также в серии работ «Управление ресурсами, рисками, анализ надёжности» (УРРАН) [7, 8]. В то же время появились рейтинговые оценки безопасности движения подвижных единиц [9, 10] (на данный момент выведены из нормативной документации по ряду причин). С 2014-2015 гг. развиваются направления как прямых оценок функциональных рисков [11, 12], так и различные рискориентированные подходы. В 2017 г. введены методики,

оценивающие функциональную безопасность на рейтинговой основе, и методики комплексной оценки культуры безопасности [13, 14]. Преимущество рейтинговых методик по сравнению с методиками прямой оценки рисков – простота. В то же время упрощение может вести к значительному снижению декларируемой объективности оценки. Ниже приведен анализ Методики проведения рейтинговой оценки инфраструктурных объектов и предложена переоценка коэффициентов в блоке «нарушения безопасности движения».

### Методика исследований

Оценка функциональной безопасности развивается в ОАО «РЖД» как элемент системы качества управления холдингом. В 2017 г. утверждена Методика проведения рейтинговой оценки инфраструктурных объектов (далее Методика). Для полного отображения показателей функциональной безопасности Методика развивалась в соответствии с распоряжениями ОАО «РЖД» от 28 декабря 2017 г. № 2769р, от 15 июня 2018 г. № 1251/р, от 25 декабря 2019 г. № 3006/р и т 31 марта 2020 г. № 724/р. Вклад показателей функциональной безопасности в долю рейтинговой оценки транспортных инфраструктурных объектов составляет 25%.

В перечень ключевых показателей деятельности и весовых коэффициентов для рейтинговой оценки инфраструктурных объектов функционала безопасности движения, утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 31 января 2017 г. № 193р, был внесен ряд изменений. Теперь величина показателя функциональной безопасности движения рассчитана на основании статистических данных автоматизированных систем ОАО «РЖД» в соответствии с классификацией случаев нарушений безопасности движения поездов [15], с ключевыми показателями деятельности холдинга «РЖД» [16], а также с учетом отказов в работе технических средств 1-й категории. В отдельную категорию при расчете показателя функциональной безопасности движения поездов вынесены случаи травмирования людей при производственном травматизме и случаи, связанные с несанкционированным движением по путям транспортных средств или со столкновением подвижного состава с транспортным средством вне установленного переезда.

Ключевые показатели, используемые в методике для оценивания функциональной безопасности, следующие:

- крушения подвижного состава;
- аварии подвижного состава;

- сходы или столкновения подвижного состава с другим подвижным составом при поездной работе (без последствий крушения или аварии);

- сходы или столкновения подвижного состава с другим подвижным составом при маневровой работе, экипировке или других передвижениях (без последствий крушения или аварии);

- происшествия, связанные с несанкционированным движением по путям транспортного средства или столкновение подвижного состава с транспортным средством вне установленного переезда (без последствий крушения или аварии);

- столкновения подвижного состава с транспортным средством на переезде (без последствий крушения или аварии);

- травмирования людей на инфраструктурном объекте;

- возгорания груза в вагоне или контейнере при перевозке подвижного состава в процессе его эксплуатации;

- инциденты при перевозке опасных грузов;

- отказы в работе технических средств, приведшие к задержке поезда на 1 час и более (за исключением признанных (учтенных) в качестве крушений, аварий, сходов).

В Методике каждому из вышеперечисленных показателей присвоен коэффициент (вес), соответствующий тяжести допущенного случая нарушения безопасности движения поездов на инфраструктурных объектах, случая производственного или непромышленного травматизма, при этом учитывается контур ответственности по отношению к ОАО «РЖД». Принцип объективности в расчете показателя функциональной безопасности движения данной методики сохраняется путем приведения к показателю выполненной работы (млн поездо-км).

Сравнение полученных оценок функциональной безопасности выполняется с аналогичным периодом прошлого года.

На основании требований протокола заседания правления ОАО «РЖД» от 28 июня 2019 г. №32 для определения действующей эффективности системы управления функциональной безопасности движения поездов разработана и утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 23 октября 2019 г. № 2343/р Методика оценки функциональной безопасности на инфраструктуре ОАО «РЖД» [2], которая позволяет определить уровень полноты безопасности движения на железных дорогах на основе рассчитанных показателей функциональной безопасности, а результаты оценки функциональной безопасности ис-

пользуются для планирования мероприятий внутреннего контроля. Оценка функциональной безопасности проводится ежемесячно, ежеквартально, ежегодно, с нарастающим итогом и в сравнении с аналогичными периодами.

Согласно требованиям рассматриваемой Методики [2] образцовым в области управления безопасностью движения признается тот инфраструктурный объект, на котором по результатам выполненных расчетов показатель функциональной безопасности равен нулю или имеет наименьшее значение по сравнению с другими региональными центрами корпоративного управления. Однако при этом показатель функциональной безопасности расчетного периода должен быть ниже показателя функциональной безопасности предыдущего периода, а также отсутствия крушений и аварий, допущенных по ответственности подразделений инфраструктурных объектов.

Расчет уровня функциональной безопасности движения выполняется с учетом ответственности: подразделений ОАО «РЖД», дочерних обществ и сервисных организаций, территориально расположенных в границах регионального центра корпоративного управления; сторонних организаций и третьих лиц по месту допущенного случая.

Показатель функциональной безопасности движения в соответствии с [13, 14] определяется по формуле

$$\text{ПФБД}_q = \frac{\sum_{i=1}^m \left[ \left( \sum_{j=1}^k M_{vj} \cdot C_{vj} \right) \cdot C_{ni} + C_{ai} \right] \cdot C_{ri}}{NL}, \quad (1)$$

где  $m$  – число случаев нарушения безопасности движения поездов, учитываемых для формирования рейтинговой оценки региональных центров корпоративного управления, ед.;  $i$  – номер учтенного случая ключевого показателя функциональной безопасности;  $k$  – число групп людей, пострадавших в случае возникновения нарушения безопасности движения, по степени тяжести и классификации в рамках одного случая нарушения;  $M_{vj}$  – количество людей, пострадавших при возникновении случая нарушения безопасности движения поездов, с распределением по степени тяжести при наступлении  $j$ -го случая нарушения безопасности движения;  $C_{vj}$  – коэффициент, принимаемый равным по классификации людей, пострадавших при возникновении случая нарушения безопасности движения поездов, при наступлении  $j$ -го нарушения безопасности дви-

жения;  $C_{ni}$  – коэффициент, принимаемый равным по числу людей, пострадавших при возникновении случая нарушения безопасности движения поездов, при наступлении  $i$ -го случая нарушения безопасности движения;  $C_{ai}$  – коэффициент, принимаемый равным по классификации  $i$ -го случая нарушения безопасности движения;  $C_{ri}$  – коэффициент, принимаемый равным по классификации контура причины  $i$ -го случая нарушения;  $NL$  – поездо-километры работы рассматриваемого регионального центра корпоративного управления за выбранный период (млн поездо-км).

Перечень показателей функциональной безопасности движения приведен в табл. 1 с учетом весовых коэффициентов с распределением по степени тяжести и определением источника данных.

Используемые сокращения в табл. 1:

АС РБ НБД – автоматизированная система управления безопасностью движения;

ЕК АСУТР – единая корпоративная система управления трудовыми ресурсами;

АСУ ПБ – автоматизированная система управления «Пожарная безопасность»;

АС КМ – автоматизированная система оперативного контроля и анализа качества коммерческой работы и безопасности грузовых перевозок;

КАС АНТ – комплексная автоматизированная система учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности.

В соответствии с Методикой расчет показателя функциональной безопасности случаев нарушения, связанного с травмированием людей, которые произошли на  $i$ -й железной дороге за один месяц, производится по формуле

$$\sum_{i=1}^m \text{ТРАВМЛ} = \left[ \left( M_{\text{ТРАВМЛ}} \cdot C_{vi} \right) \cdot C_{ni} + C_{ai} \right] \cdot C_{ri}. \quad (2)$$

Если все пострадавшие люди (табл. 2) не являются ни пассажирами, ни персоналом холдинга, а относятся к категории других лиц, то коэффициент по классификации  $C_{vj}$  равен 1, если пострадавший травмирован с какой-либо степенью тяжести, и 2, если пострадавший травмирован со смертельным исходом.

По количеству пострадавших во всех случаях коэффициент  $C_{ni}$  равен 1.

По классификации произошедших нарушений все иные лица были травмированы на железнодорожной инфраструктуре, что по степени тяжести  $C_{ai}$  является 1.

Таблица 1. Перечень показателей, используемых для расчета функциональной безопасности движения  
 Table 1. The list of indicators used to calculate the functional traffic safety

Наименование показателя нарушения безопасности движения	Наименование степени тяжести случая НБД	Весовой коэффициент тяжести случая НБД	Источник данных случаев НБД
<b>Классификация людей, пострадавших при возникновении случая нарушения безопасности движения – <math>C_{vj}</math></b>			
Пассажир	гибель	8	АС РБ НБД, АС Травматизм
	травма	4	АС РБ НБД, АС Травматизм
Персонал	гибель	8	АС РБ НБД, ЕК АСУТР
	травма	4	АС РБ НБД, ЕК АСУТР
Иной контингент (третьи лица)	гибель	2	АС Травматизм
	травма	1	АС Травматизм
Пострадавшие люди отсутствуют		0	
<b>Классификация по количеству пострадавших людей (один человек или группа людей) при возникновении случая нарушения безопасности движения – <math>C_{ni}</math></b>			
Человек (группа людей)	нет	0	АС РБ НБД, АС Травматизм
	1	1	АС РБ НБД, АС Травматизм
	от 2 до 5	2	АС РБ НБД, АС Травматизм
	более 5	3	АС РБ НБД АС Травматизм
<b>Классификация случаев нарушения безопасности движения – <math>C_{ai}</math></b>			
Крушение	–	8	АС РБ НБД
Авария	–	7	АС РБ НБД
Сход или столкновение ПС с другим ПС при поездной работе (без последствий крушения или аварии)	–	5	АС РБ НБД
Сход или столкновение ПС с другим ПС при маневровой работе, экипировке или других передвижениях (без последствий крушения или аварии)	–	4	АС РБ НБД
Происшествие, связанное с несанкционированным движением по железнодорожным путям транспортного средства, или столкновение ПС с транспортным средством вне установленного переезда (без последствий крушения, аварии)	–	3	АС РБ НБД
Столкновение ПС с транспортным средством на переезде (без последствий крушения или аварии)	–	3	АС РБ НБД
Травмирование людей на инфраструктуре	–	1	АС РБ НБД ЕК АСУТР, АС Травматизм
Возгорание груза в вагоне или контейнере при перевозке или ПС при его эксплуатации	–	3	АСУ ПБ
Инцидент при перевозке опасных грузов	с высвобождением ПС	7	АС КМ
	без высвобождения ПС	3	АС КМ
Отказы в работе технических средств, приведшие к задержке поезда на 1 час и более (за исключением случаев, принятых к учету транспортными происшествиями и событиями)	–	1	КАСАНТ
<b>Классификация по контуру причины – <math>C_{ri}</math></b>			
Внутренняя	–	2	АС РБ НБД
Внешняя	–	1	АС РБ НБД



Например, столкновение подвижного состава с транспортным средством на переезде (без последствий крушения или аварии) будет соответствовать числу баллов:

– при дорожно-транспортном происшествии без случаев травмирования или смерти по вине водителя транспортного средства (внешний контур)

$$\sum_{i=1}^m \text{НБД} = [(0 \cdot 1) \cdot 1 + 3] \cdot 1 = 3 \text{ балла};$$

– при сходе подвижного состава при маневровой работе без случаев травмирования или смерти, произошедших по вине функционального филиала (внутренний контур)

$$\sum_{i=1}^m \text{НБД} = [(0 \cdot 1) \cdot 1 + 4] \cdot 2 = 8 \text{ баллов.}$$

Входные данные для расчета приведены в табл. 2.

Результаты расчета в графическом виде представлены на рисунке в виде диаграммы оценочного показателя функциональной безопасности в разрезе инфраструктурного объекта. Среднее значение границы показателя функциональной безопасности выделено красным, то есть показатели функциональной безопасности, представленные синими маркерами, которые входят в красный круг, отвечают оптимальным результатам, а показатели функциональной безопасности, представленные синими маркерами, не обеспечивают параметры безопасности движения.

Таблица 2. Фрагмент данных за месяц по количественным показателям, используемым при определении оценки функциональной безопасности на инфраструктуре  
Table 2. A fragment of data for a month by quantitative indicators used in assessing functional safety at the infrastructure

Наименование показателя	Наименование инфраструктурного объекта						
	ДОР 16	ДОР 15	ДОР 14	ДОР 15	ДОР 12	ДОР 11	ДОР 10
НБД	51		46	6	39	49	67
Возгорание	3		3				3
Травмирование	80	5	301	73	38	40	55
Производственный травматизм			10	20			
Инциденты с ОГ							
ОТС	306		232	146	153	79	107
Число баллов	440	5	592	245	230	168	232
Млн поездо-км	31,77	0,45	38,25	24,24	22,32	14,93	12,67
Итоговый ПФБ	13,8	10,9	15,5	10,1	10,3	11,2	18,3
Место	7	12	1	14	13	11	5



Рисунок. Диаграмма оценки показателя функциональной безопасности  
Figure. The diagram of the functional safety indicator assessment

### Анализ и обсуждение Методики

Учитывая значительный охват Методикой технологических особенностей возникновения и развития различных нарушений безопасности, можно заключить, что Методика является важным шагом в развитии оценки функциональной безопасности. Методика реализует рискориентированный подход, где суммируются произведения частот событий на потери от них в виде табличных коэффициентов.

Вместе с тем учет нескольких важных коэффициентов является не отражающим тяжесть последствий соответственно уровню НБД. Речь идет о взаимоотношении коэффициентов, определяющих уровень событий: крушение, аварии, сход поездов, сход при маневровой работе, отказ технических средств.

Проведем оценку соотношения первых четырех величин исходя из физических соображений потерь, связанных с энергией скорости движения. Основное предположение для сравнения потерь разрушения от крушения и при сходе в ходе маневров: потери пропорциональны скорости движения, на которой происходит НБД, средняя скорость при этом для крушения 60 км/ч, для схода при маневровой работе 5 км/ч.

Исходя из формулы кинетической энергии,

$$E = \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

где  $E$  – кинетическая энергия, МДж;  $m$  – масса поезда, т;  $v$  – скорость поезда, км/ч.

Тогда потери при крушении  $W_K$  и при сходе при маневрах  $W_M$ , тыс. руб., оцениваются по формулам

$$W_K = \alpha \frac{mv_K^2}{2}, \quad (2)$$

$$W_M = \alpha \frac{mv_M^2}{2}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – коэффициент перевода кинетической энергии в экономические потери, тыс. руб./МДж;  $v_K, v_M$  – скорости при этих событиях соответственно, км/ч;  $m$  – масса поезда, т.

Отношение потерь безразмерно (так как потери имеют одинаковую размерность) и рассчитывается по формуле

$$\frac{W_K}{W_M} = \frac{v_K^2}{v_M^2}. \quad (4)$$

Исходя из этого подхода, соотношение потерь для двух событий

$$\frac{W_K}{W_M} = \frac{3600}{25} = 144.$$

Учитывая меры по ограничению ущерба от сходов в поездах при столкновении (аппараты поглощения энергии до 30%), приведённую выше величину можно оценить как 100 (два порядка). Таким образом,

$$\frac{W_K}{W_M} \approx 100.$$

Учитывая, что сход поезда – это состояние движения, предшествующее крушению, но не получившее развитие до такой степени, отношение потерь в данном случае можно оценить величиной 10:

$$\frac{W_K}{W_{\Pi}} \approx 10,$$

где  $W_{\Pi}$  – потери от схода в поездной работе.

Сравним теперь полученные отношения с коэффициентами, используемыми в Методике (табл. 3).

Табл. 3 показывает, что стремление к объективности в данном случае не выполнено.

Покажем на примере, что такое несоответствие в весовых коэффициентах приводит к неверной оценке вклада этого блока НБД в оценку рейтинга.

Предположим, что в двух филиалах инфраструктурного объекта за период произошли события (табл. 4), в результате которых появились следующие данные по интенсивности НБД за период.

Результаты расчета рейтинга по этому блоку приведены в табл. 5.

Таблица 3. Сравнение коэффициентов потерь от основных типов НБД на основе модельной оценки и в Методике  
 Table 3. The comparison of loss factors from the main types of traffic safety violations based on a model assessment and in the procedure

Вид НБД	Весовой коэффициент	Отношение весовых коэффициентов по Методике	Отношение весового коэффициента по модели к весовому коэффициенту «Крушение»	Весовой коэффициент по модели	Отклонение Методики от модели
Крушение	8	–	–	–	–
Авария	7	0,875	Не определен	Не определен	Не определен
Сход или столкновение ПС с другим ПС при поездной работе (без последствий крушения или аварии)	5	0,625	0,1	0,8	625%
Сход или столкновение ПС с другим ПС при маневровой работе, экипировке или других передвижениях (без последствий крушения или аварии)	4	0,5	0,01	0,08	5000%

Таблица 4. События на инфраструктурных объектах  
 Table 4. Events at infrastructure facilities

Вид случаев нарушения безопасности движения	Филиал 1	Филиал 2
Крушение	1	2
Авария	0	0
Сход или столкновение ПС с другим ПС при поездной работе (без последствий крушения или аварии)	1	2
Сход или столкновение ПС с другим ПС при маневровой работе, экипировке или других передвижениях (без последствий крушения или аварии)	5	1

Таблица 5. Результат расчетов баллов в блоке НБД  
 Table 5. The result of calculating points in the category of traffic safety violations

Номер филиала	Рейтинг по Методике	Рейтинг по модели
Филиал №1	33	8,88
Филиал №2	30	17,6
Лучшее состояние безопасности по Методике	Филиал 2	
Лучшее состояние безопасности по модели данной статьи	Филиал 1	

Приведенный пример показывает, что имеет смысл пересмотреть коэффициенты в Методике.

Полученные по модели коэффициенты сравнивались со средними значениями соотношений потерь от рассматриваемых НБД из автоматизированной системы АС РБ. Полученные величины показали ошибку на уровне 15-30%, что говорит о достаточном уровне адекватности модели, оценивающей соотношение потерь, приведенных в данной статье.

### Выводы

1. Существующая Методика не объективно отражает текущие параметры в оценке функциональной безопасности. Проведя анализ методик

и подходов в мировой практике в оценке функциональной безопасности на инфраструктурных объектах был предложен альтернативный подход в системе оценок функциональной безопасности, который можно использовать параллельно с действующей Методикой в период апробации предлагаемого подхода.

2. Проведенное в исследовании сравнение весовых коэффициентов по Методике и по предлагаемому подходу с учетом разработанной модели оценки функциональной безопасности показывает, что упрощенные целые численные весовые коэффициенты неадекватно отражают фактическое состояние при оценке функциональной безопасности на инфраструктурных объектах.



3. По результатам проведенных исследований (см. табл. 5) видно, что филиал №1, который Методика определила худшим, фактически имеет лучший рейтинг. Таким образом, используемые в действующей Методике коэффициенты могут значительно исказить результат по рейтингу (вплоть до противоположного). Это означает, что при использовании таких весовых коэффициентов может искажаться во времени не только статическая карта рейтингов, но и динамическая.

Поскольку используемые в Методике коэффициенты не обеспечивают адекватности в отражении ситуации в блоке НБД, рекомендуется, помимо «внешних» расчетов, для внутренних расчетов использовать альтернативные пересмотренные значимости коэффициентов в блоке НБД и отказов технических средств.

#### Список источников

- Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов: учебник для студентов вузов. М.: ВИНТИ РАН, 1999. 331 с.
- О разработке принципов и методов оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте / И.В. Мартынюк, Н.С. Флегонтов, Б.Л. Недорчук, Н.А. Имховик // Информационный бюллетень ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года». 2002. №1-2. 17 с.
- Мартынюк И.В., Флегонтов Н.С., Попов О.Н. О работах по обоснованию условий выбора оптимальных маршрутов перевозок опасных грузов на основе оценки рисков возникновения аварийных ситуаций и ущербов от них по различным направлениям железных дорог // Сборник трудов научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». М., 2005. С. 1-18.
- Шевченко А.И. Повышение устойчивости перевозочного процесса на железнодорожном транспорте в условиях чрезвычайных ситуаций: дис. ... канд. техн. наук. М., 2008. 151 с.
- СТО РЖД 1.02.(001-012)-2006. Безопасность железнодорожных перевозок. М., 2006. 120 с.
- ГОСТ Р 54505-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте.
- СТО РЖД (УРРАН) 1.02.034-2010. Общие правила оценки и управления рисками. Межгосударственный стандарт ГОСТ 33432-2015. Безопасность функциональная. Политика, программа обеспечения безопасности. Доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта», введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4.12.2015 г. № 2107-ст. 43 с.
- СТО РЖД 02.037-2011. Управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла (УРРАН). Управление стоимостью жизненного цикла систем, устройств и оборудования хозяйств ОАО «РЖД». М., 2012. 28 с.
- Лапидус В.А., Усольцев А.Н. Методика оценки показателей процессов, влияющих на безопасность движения, на основе оценки рисков. М.: Приоритет, 2012. 25 с.
- Веревкина О.И. Обзор нормативно-методологического сопровождения процессом управления безопасностью движения // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт-2021): сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2021. С. 57-61.
- Веревкина О.И. Методы оценки показателей процессного подхода к управлению рисками в обеспечении безопасности движения // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2015. № 1. С. 76-81.
- Веревкина О.И. Результаты применения гибридного метода оценки функциональных рисков нарушения безопасности движения на региональном и линейном уровнях в хозяйстве пути // Надежность и качество сложных систем. 2019. №1(25). С. 106-117.
- Методика оценки функциональной безопасности на инфраструктуре ОАО «РЖД», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 23 октября 2019 г. № 2343р. 2020. 12 с.
- Методика проведения рейтинговой оценки железных дорог. Распоряжение ОАО «РЖД» от 31.01.2017 № 193р. 12 с.
- Положение о классификации, порядке расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, утвержденное приказом Минтранса России от 18 декабря 2014 г. № 344 (в редакции приказов Минтранса России от 29 июля 2016 г. № 217 и от 1 июня 2018 г. № 218).
- О мониторинге ключевых показателей деятельности холдинга «РЖД», утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 1 августа 2019. № 1656/р.

#### References

- Lisenkov V.M. *Statisticheskaya teoriya bezopasnosti dvizheniya poezdov: uchebnyy dlya studentov vuzov* [Statistical theory of train traffic safety: a textbook for university students]. Moscow: The All-Union Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences, 1999, 331 p. (In Russ.)
- Martynyuk I.V., Flegontov N.S., Nedorchuk B.L., Imkhovik N.A. On the development of principles and methods for assessing the risks of emergencies in railway transport. *Informatsionnyy byulleten FTsP «Snizhenie riskov i smyagchenie posledstviy chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera v Rossiiskoy Federatsii do 2005 goda»* [In-

- formation Bulletin of the Federal Target Program on “Risk reduction and mitigation of the consequences of natural and industry-related emergencies in the Russian Federation until 2005”]. 2002;(1-2):17. (In Russ.)
3. Martynyuk I.V., Flegontov N.S., Popov O.N. On activities aimed at providing rationale for choosing the optimal routes for the dangerous cargo transportation based on the assessment of the risks of accidents and damage from them in various directions of railways. *Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii «Bezopasnost' dvizheniya poezdov»* [Proceedings of the Scientific and Practical Conference Train Traffic Safety]. Moscow, 2005, pp. 1-18. (In Russ.)
  4. Shevchenko A.I. *Povyshenie ustoychivosti perevozhnogo protsessa na zheleznodorozhnom transporte v usloviyakh chrezvychaynykh situatsiy: dis. ... kand. tekhn. nauk* [Improving stability of the railway transportation process in emergency situations: PhD thesis]. Moscow, 2008. 151 p.
  5. Corporate Standard of Russian Railways, STO RZhD 1.02.(001-012)-2006. *Bezopasnost' zheleznodorozhnykh perevozok* [Railway Transportation Safety]. Moscow, 2006, 120 p. (In Russ.)
  6. National standard of the Russian Federation GOST R 54505-2011. *Bezopasnost' funktsionalnaya. Upravlenie riskami na zheleznodorozhnom transporte* [Functional safety. Risk management on railway transport].
  7. Corporate Standard of Russian Railways, STO RZhD (Resource, Risk and Reliability Management at Lifecycle Stages) 1.02.034-2010. General rules for risk assessment and management. Interstate Standard GOST 33432-2015. *Bezopasnost' funktsionalnaya. Politika, programma obespecheniya bezopasnosti. Dokazatelstvo bezopasnosti obektov zheleznodorozhnogo transporta* [Functional safety. Safety policy, program. Evidence of safety of railway transport facilities]. It was put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 2107-st dated December 4, 2015. 43 p.
  8. Corporate Standard of Russian Railways, STO RZhD 02.037-2011. *Upravlenie resursami, riskami i nadezhnostyu na etapakh zhiznennogo tsikla (URRAN). Upravlenie stoimostyu zhiznennogo tsikla sistem, ustroystv i oborudovaniya khozyaystv OAO «RZHD»* [Resource, Risk and Reliability Management at Lifecycle Stages (URRAN). Cost management of the life cycle of systems, devices and equipment of OJSC Russian Railways]. Moscow, 2012, 28 p. (In Russ.)
  9. Lapidus V.A., Usoltsev A.N. *Metodika otsenki pokazateley protsessov, vliyayushchikh na bezopasnost' dvizheniya, na osnove otsenki riskov* [The procedure for assessing indicators of processes influencing traffic safety based on risk assessment]. Moscow: Priority, 2012, 25 p. (In Russ.)
  10. Verevkiina O.I. Review of regulatory and methodological support for the process of traffic safety management. *Transport: nauka, obrazovanie, proizvodstvo (Transport-2021): sb. nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Transport: Science, Education, Production (Transport-2021): Collection of Research Papers of the International Scientific and Practical Conference]. Rostov-on-Don, 2021, pp. 57-61. (In Russ.)
  11. Verevkiina O.I. Methods for assessing indicators of the process approach to risk management in ensuring traffic safety. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Bulletin of Rostov State Transport University]. 2015;(1):76-81. (In Russ.)
  12. Verevkiina O.I. Results of the application of a hybrid method for assessing functional risks of traffic safety violations at regional and linear levels at transport facilities. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem* [Reliability and Quality of Complex Systems]. 2019;(1(25)):106-117. (In Russ.)
  13. The procedure for assessing functional safety at the infrastructure of OJSC Russian Railways approved by Instruction of OJSC Russian Railways No. 2343r dated October 23, 2019. 2020, 12 p. (In Russ.)
  14. The procedure for the railway rating assessment. Instruction of OJSC Russian Railways No. 193r dated January 31, 2017. 12 p. (In Russ.)
  15. Regulations on the classification, procedure for investigating and recording transport accidents and other events related to violation of the rules on traffic safety and operation of railway transport approved by Order of the Ministry of Transport of Russia No. 344 dated December 18, 2014 (as amended by Orders of the Ministry of Transport of Russia No. 217 dated July 29, 2016 and No. 218 dated June 1, 2018). (In Russ.)
  16. On monitoring key performance indicators of the Russian Railways holding approved by Instruction of OJSC Russian Railways No. 1656/r dated August 1, 2019. (In Russ.)

Поступила 25.06.2023; принята к публикации 03.07.2023; опубликована 25.09.2023  
Submitted 25/06/2023; revised 03/07/2023; published 25/09/2023

**Васин Сергей Александрович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Городское строительство, архитектура и дизайн», Тульский государственный университет, Тула, Россия. Email: vasin\_sa53@mail.ru.

**Вережкина Ольга Ивановна** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия. Email: ov18111966@mail.ru.

**Яицков Иван Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, декан Электромеханического факультета, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия. Email: yia@rgups.ru.

**Sergey A. Vasin** – DrSc (Eng.), Professor, Department of Urban Construction, Architecture and Design, Tula State University, Tula, Russia. Email: vasin\_sa53@mail.ru.

**Olga I. Verevkina** – PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Field Operation Management, Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia. Email: ov18111966@mail.ru.

**Ivan A. Yaitskov** – DrSc (Eng.), Professor, Dean of the Electromechanical Faculty, Professor of the Department of Railway Cars and Railway Car Facilities, Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia. Email: yia@rgups.ru.