

ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РИСКОВ НАРУШЕНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ХОЗЯЙСТВА ПУТИ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА



О.И. Веревкина



О.Н. Попов

Данная статья освещает принципы разработки алгоритмов для анализа динамики рисков нарушений безопасности движения поездов для линейных предприятий хозяйства пути как этапа автоматизации выбора мероприятий по снижению рисков с учетом выработки оптимальных с точки зрения жизненного цикла инфраструктуры мероприятий. Описаны проблемы, связанные с нормативной документацией, лежащей в основе оценки риска.

Ключевые слова: риск, динамика, алгоритм, цифровизация, схема, процессный подход

DOI: 10.53883/20749325_2021_03_14

Задачи по цифровизации процессов функционирования предприятий, поставленные для линейных предприятий железнодорожного транспорта касаются непосредственно такой области как безопасность движения поездов и в частности автоматизации выбора мероприятий по снижению рисков нарушений безопасности движения (НБД) поездов. Одной из подзадач является анализ динамики риска, который позволяет учесть как сезонные колебания, так и объемы применяемых видов ремонта, тем самым увязать разрабатываемые меры в схему оптимального управления жизненным циклом инфраструктуры.

Оценка рисков на инфраструктуре производится как с целью улучшения показателей безопасности движения, так и с целью оптимизации управления безопасностью,

оптимизацией мер по снижению рисков. Управление для линейных предприятий железнодорожного транспорта является многокритериальным, поэтому управление с учетом рисков, неизбежно приводит к тому же, несмотря на попытку привести анализ рисков к анализу скалярной величины с единственным критерием. В данном случае рассматриваются следующие критерии:

1. Определяющие уровень допустимых рисков по подсистемам (по факторам) управления рисками (нормативные величины).
2. Определяющие фактический уровень самих рисков.
3. Позволяющие выбрать эксплуатационные показатели, определяющие прогноз показателей фактора риска.

Веревкина Ольга Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС). Область научных интересов: исследования по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте. Автор 59 научных работ.

Попов Олег Нестерович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Техногенная безопасность» научно-исследовательского и испытательного центра (НИИЦ) «Криотрансэнерго» Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС). Область научных интересов: оценка рисков нарушений безопасности движения поездов, расчёты конструкций, математические модели. Автор 20 научных работ.

Мартынюк Игорь Владимирович, кандидат технических наук, директор, заведующий лабораторией «Техногенная безопасность» научно-исследовательского и испытательного центра (НИИЦ) «Криотрансэнерго» Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС). Область научных интересов: обеспечение безопасности движения. Автор 61 научной работы. Имеет один патент и одно свидетельство на программу ЭВМ.

Шевченко Анатолий Иванович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Комплексная безопасность и специальные программы» Российской академии путей сообщения Российского университета транспорта (РАПС РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: обеспечение безопасности и устойчивости перевозок в чрезвычайных ситуациях. Автор 39 научных работ.

4. Позволяющие осуществлять выбор значений параметров, управления эксплуатационными показателями, в соответствии с принципами оптимизации жизненного цикла верхнего строения пути.

5. Сохранения устойчивости перевозочного процесса при реализации неблагоприятных факторов и возникновения НБД с тяжелыми последствиями [1–2].

6. Разделения в оценке величины риска частоты и размера ущерба.

Последнее (п.6) демонстрирует замаскированное стремление в эксплуатации скалярного показателя – величины риска, что позволяет вернуться к двум первоначальным величинам – частоте нежелательных событий и размеру ущерба, порождает систему оценивания рисков с помощью матриц рисков и подчеркивает ограниченность системы оценки рисков при попытке ввести единственный критерий.

Является ли матрица рисков, столь популярная в настоящее время, уникальным инструментом, позволяющим учесть многокомпонентность риска с одной стороны и идею одного критерия с другой? В связи с формальной невозможностью идти по двум критериям одновременно, разделение критериев в матрице риска происходит путем назначения областей значимости, а эти области определяются в [3], уже с учетом двухкомпонентности вектора, определяющего риск. Законность определения значимости областей матрицы риска с помощью этой процедуры на данный момент не обоснована ничем, хотя и узаконены в нормативном документе [3].

Существует несколько вариантов оценивания областей значимости в матрице риска, более близких к принципу единого критерия, и они дают другие области значимости в матрице рисков. Таким образом, вопрос алгоритмизации формирования областей матриц риска на данный момент так же можно считать открытым.

Переходя к решению многокритериальной задачи (пп.1–6) в целом, нужно учитывать то, что удовлетворение сразу многим критериям – задача всегда трудно формализуемая. Усложняет задачу то, что управленцы экономисты и управленцы выполнения фактической работы на инфраструктуре по разному представляют себе понятие «оптимизация жизненного цикла верхнего строения пути», примером чему является, например, планирование выполнения выправки пути (адресно) и, очень часто, невыполнение этих планов в связи с фактически складывающейся обстановкой на линейном предприятии.

Кроме того, есть кластеры в оценке риска, связанные с оценкой риска при эксплуатации искусственных сооружений, оценкой риска на участках повышенного

влияния природных факторов (примерно 5% инфраструктуры), реализация общих схем анализа риска на которых без сложных экспертных оценок в сочетании с оценкой грузоподъемности, в ряде случаев невозможна.

В связи с вышеизложенным, целесообразно рассматривать схемы алгоритмов анализа динамики рисков на участках, где риски по технической составляющей определяются следующим набором факторов:

- нарушения геометрии рельсовой колеи (ГРК), третьего и четвертого уровней;
- дефектность рельсов;
- неисправность стрелочных переводов;
- нарушения норм содержания бесстыкового пути.

Далее подробно рассмотрим совокупность факторов, связанных с первым из перечисленных факторов.

Алгоритмизация оценки динамики рисков производится на основе оценки рисков НБД, общих и частных выражений для этих рисков, факторного анализа рисков. Этапы формирования таких оценок описаны в [4–8].

Оценка риска нарушения НБД выбранного вида (схода в поезде) производится по формуле:

$$R = \lambda \cdot f(x_i) \cdot \omega, \quad (1)$$

где λ – прогнозная интенсивность проявления факторов риска по технической составляющей;

$f(x_i)$ – функция вероятности возникновения НБД на 1 случай проявления фактора риска по технической составляющей – отклонения геометрии рельсовой колеи;

ω – средний ущерб от схода в поезде по статистическим данным;

x_i – показатели, характеризующие степень развития фактора риска.

Способ формирования компонент, входящих в (1) λ и $f(x_i)$ представлен на схеме (рис. 1).

После того, как сформирован алгоритм расчета компонент (1), динамика риска во времени может оцениваться для разных временных промежутков, при формировании входных данных по факторам риска в соответствии с длиной рассчитываемых промежутков. При этом имеет значение динамика самих входных данных. Например, при анализе фактора риска – неисправность ГРК 3,4-й степени поквартально, очевиден сезонный характер колебаний фактора, что видно из статистики как сетевой, так и на уровне дорог.

Графики, иллюстрирующие сезонность колебаний данного фактора риска представлены на рис. 2,3.

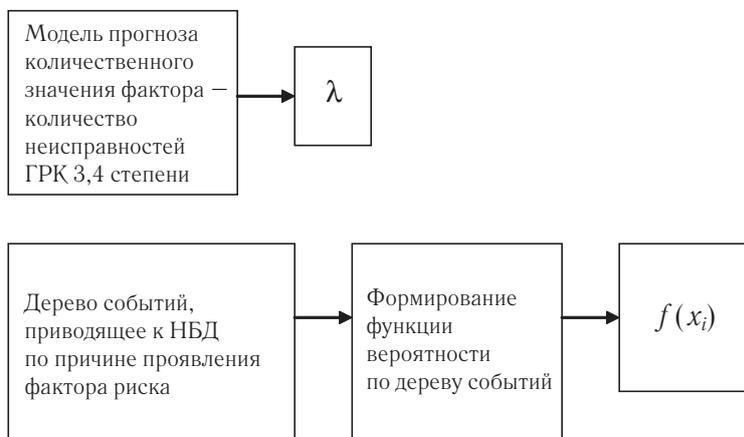


Рис. 1. Схема формирования компонент оценки риска

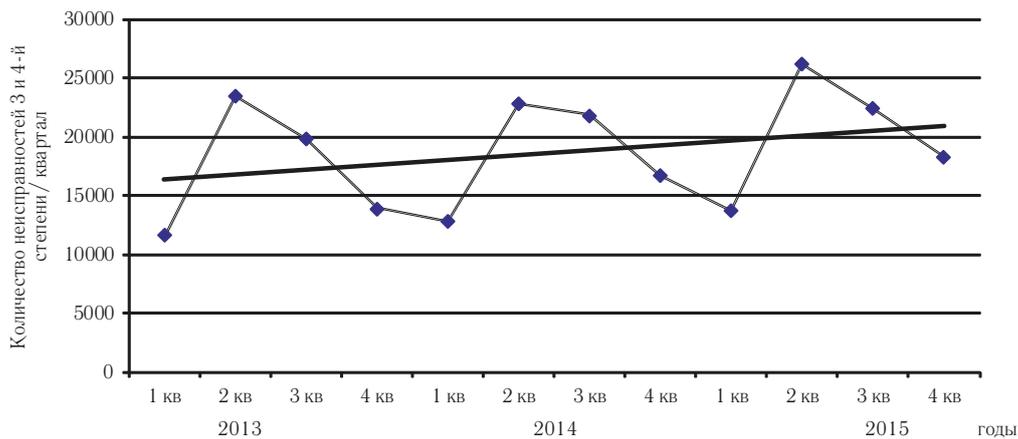


Рис. 2. Сезонность колебаний фактора риска в 2013–2015 гг. по сети ОАО «РЖД»

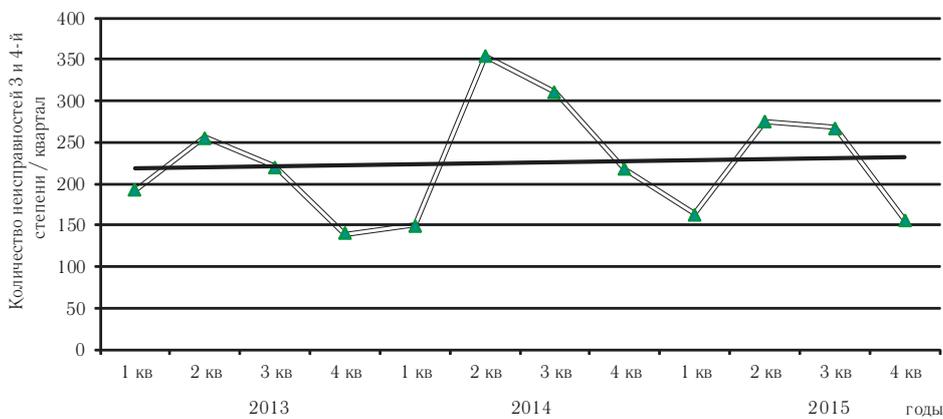


Рис. 3. Сезонность колебаний фактора риска в 2013–2015 гг. по Юго-Восточной железной дороге – филиалу ОАО «РЖД»

Указанный сезонный характер изменения фактора риска непосредственно влияет на риски возникновения НБД и влечет применение целого ряда предупреждающих мер, позволяющих компенсировать сезонность так, что на уровне фактического количества НБД отсутствует заметное проявление сезонности.

Несмотря на то, что сезонность в динамике фактора по сети и по отдельным дорогам проявляется по-разному, безусловное наличие этой динамической особенности требует дополнительного внимания и оценки.

Еще одним важным аспектом алгоритмизации рисков является расчет нормативных и фактических рисков в одних и тех же единицах. Внешне очевидная истина, к сожалению, нарушается в отраслевой нормативной документации по нормированию и оцениванию рисков. Например, узаконен расчет фактических рисков на диспетчерских участках в одних единицах, а нормативные значения рассчитываются в других. Естественно, что данный документ, несмотря на ряд бесспорных положений, содержащихся в нем, не может быть положен в основу алгоритмизации оценки динамики риска. Подробно данный вопрос рассмотрен в [10], где предложен вариант оценки нормированных и фактических рисков, позволяющий рассчитывать риски НБД в одних единицах.

Учет и анализ динамики рисков должен производиться также:

1. Хранением в памяти результатов оценки рисков за последние 3 года.
2. Графическим сопоставлением этих значений в единицах времени как год, так и квартал.

3. Отображением этих значений на матрице риска, с указанием направления изменения этих показателей.

4. Сопоставлением динамики входных данных об изменениях факторов риска с динамикой выходных данных.

5. Графическим отображением изменения тех рисков по классификатору, которые вносят наибольший вклад в итоговое значение риска.

6. Сравнением прогнозных значений с фактическими рисками (апостериорный анализ) и идентификацией причин расхождения этих величин в период пробной эксплуатации программного обеспечения, которое будет обеспечивать оценку рисков.

Выводы

1. Несмотря на предпринимаемые попытки продвинуться в направлении цифровизации, ряд вопросов в алгоритмах требует анализа и оценки научного сообщества. Попытки получить результат на неверных алгоритмах сродни строительству замков на песке. Поэтому вопрос оценки зон значимости матрицы риска остается открытым.

2. Актуальным при алгоритмизации оценок рисков является учет сезонности проявления факторов риска.

3. Алгоритмы расчета величин рисков и нормативных величин безусловно должны проводиться в единых экономических единицах.

4. Представлены схемы формирования основных компонент функциональных рисков НБД и виды анализа динамики риска, которые должны присутствовать в специализированном программном обеспечении. 

Литература

1. Шевченко, А.И. Повышение устойчивости перевозочного процесса на железнодорожном транспорте в условиях чрезвычайных ситуаций: специальность 05.26.02 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях (транспорт) (технические науки)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шевченко Анатолий Иванович: Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). – Москва. – 2008. – 16 с. – Текст: непосредственный.
2. Шевченко, А.И. Современные подходы к проблеме обеспечения безопасности и устойчивости перевозочного процесса в чрезвычайных ситуациях безопасности перевозок в чрезвычайных ситуациях / А.И. Шевченко, И.В. Мартынюк. – Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. – 2018. – №4. – С. 91–99.
3. Методические рекомендации по построению матрицы рисков. – Москва: ОАО «РЖД», 2016. – 73 с. – Текст: непосредственный.
4. Вережкина, О.И. О системе оценки рисков в области функциональной безопасности движения поездов / О.И. Вережкина. – Текст: непосредственный // Мир транспорта. – 2017, Т.15. – №6 (73). – С. 206–221.

5. Вережкина, О.И. О гибридном методе прогнозирования рисков на железнодорожном транспорте на основании общего логико-вероятностного метода / О.И. Вережкина. – Текст: непосредственный // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017, Т.14, №4. – С. 615–627.
6. Методика идентификации рисков в области функциональной безопасности движения поездов на инфраструктуре ОАО «РЖД» для управления пути и сооружений. (Распоряжение ОАО «РЖД» от 01.12.2016 г. №4246р.). – Москва, 2016. – Текст: непосредственный.
7. Методика оценки рисков в области функциональной безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД». – Москва: ОАО «РЖД», 2016. – 72 с. – Текст: непосредственный.
8. Вережкина, О.В. Применение гибридного метода оценки функциональных рисков нарушения безопасности движения в хозяйстве пути / О.В. Вережкина. – Текст: непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – №1(61). – С. 55–64.
9. Методика нормирования риска безопасности движения в зависимости от эксплуатационных характеристик диспетчерских участках; ОАО «РЖД». – Москва, 2014. – 41 с. – Текст: непосредственный.
10. Вережкина, О.И. О соблюдении принципа единства измерений в нормативной документации по оценке рисков для ОАО «РЖД»./ О.В. Вережкина. – Текст: непосредственный // Транспорт Урала. – 2017. – №3 (54). – С. 9–13.