

НОРМИРОВАНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

В. Б. МИХАЙЛЮК

Белорусская железная дорога

Н. К. МОДИН

Белорусский государственный университет транспорта

Количественной оценкой уровня безопасности (УБ) движения поездов является, как принято считать, вероятность того, что в течение заданного времени и при определенных условиях движение будет осуществляться без крушений, аварий, особых случаев брака и брака в работе, т.е. без нарушений безопасности движения поездов (БДП). Вероятностный подход к анализу и оценке БДП общепризнан в научных кругах, однако в практических условиях на сети дорог используются чаще всего детерминистские методы, основанные на расчете абсолютных и относительных показателей. Вместе с тем общеизвестно, что процесс развития нарушения БДП определяется многими случайными причинами и, следовательно, носит вероятностный характер. Поэтому рассчитывать УБ, нормировать его можно только в вероятностном смысле, хотя, конечно, детерминистские подходы также необходимы в действующей в настоящее время системе обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте. Проблема нормирования УБ включает в себя решение по крайней мере трех задач: 1) разработка метода расчета вероятностного уровня БДП по заданным статистическим параметрам неблагоприятных событий и управляющих воздействий; 2) разработка методики выбора нормативного значения уровня БДП, исходя из научно-технических, финансовых, моральных критериев; 3) оптимизация распределения имеющихся финансовых ресурсов для достижения нормативного уровня БДП.

Однако прежде чем рассматривать пути решения этих задач, необходимо принять во внимание следующие соображения. Перевозочный процесс состоит из пяти этапов: 1) погрузка грузов и посадка пассажиров, 2) маневровая работа на станции, 3) расформирование-формирование состава, 4) движение поезда, 5) выгрузка грузов и высадка пассажиров. На любом этапе могут иметь место свои нарушения безопасности функционирования (НБФ), отличающиеся специфическими особенностями. Каждый этап имеет свой фактический и нормируемый УБ. При этом УБ перевозочного процесса может быть представлен произведением вероятностей на пяти этапах. В докладе речь идет только об этапе 4 – движении поезда, для которого основной единицей, принятой при оценке безопасности движения, является поезд, перемещающийся по организованному маршруту. Расчет уровня безопасности целесообразно вести для так называемого единичного маршрута: от момента открытия выходного сигнала на станции отправления до прибытия на путь приема первой по ходу станции с остановкой. Полный маршрут от станции отправления до станции назначения состоит, как правило, из суммы ряда единичных маршрутов. Зная вероятность нарушения БДП единичного маршрута, нетрудно определить вероятность нарушений БДП на полном маршруте, а также диспетчерском круге, отделении дороги, дороге за установленное время. Поэтому расчет фактического и заданного нормированного уровня БДП следует осуществлять в первую очередь для единичного маршрута, а потом – для остальных вышеуказанных случаев.

Таким образом, первая задача нормирования уровня БДП сводится к расчету уровня БДП единичного маршрута. Исследования показывают, что в данном случае может быть использована модель управления безопасностью (далее – Модель) ответственного технологического процесса (ОТП), основанная на концепции причинно-следственной связи событий и являющаяся ядром теории управления безопасностью и риском перевозочного процесса [1 – 3].

Модель дает возможность структурировать процесс развития нарушения безопасности от момента зарождения первичных источников опасности до окончания этого процесса. Она имеет вид иерархической структуры, уровни которой представляют собой: факторы (Ф); неблагоприятные ситуации (ОС); нарушения безопасности функционирования (НБФ); опасные ситуации (ТЧС) – все эти понятия будем называть неблагоприятными событиями (НС).

Концепция причинно-следственной связи событий и построенная на ее основе Модель предусматривают возможность заранее выделить и описать конкретное конечное число НС для каждого ОТП путем детального его анализа на профессиональном уровне.

На переходах от одного до другого уровня модели возможно вмешательство (управляющее воздействие УВ) человека-оператора, организационных структур, систем обеспечения безопасности, предотвращающих по иерархии соответствующее НС, что дает возможность управлять безопасностью в оперативном, краткосрочном и перспективном планах.

Для конкретного ОТП, например, единичного маршрута движения поезда, на основе Модели должно быть разработано дерево неблагоприятных событий. Такой метод анализа иерархической структуры применяется в теории надежности. В теории управления безопасностью и риском ОТП этот метод модифицирован за счет того, что наряду с НС учитываются и управляющие воздействия. В связи с этим выведены математические выражения для расчета вероятностей НС на разных уровнях Модели с учетом вероятностей парирования этих событий за счет управляющих воздействий.

В общем виде можно записать

$$Q_{НС(i+1)} = \sum_{i=1}^n Q_{НСi} \prod_{j=1}^K (1 - r_{НСj}), \quad (1)$$

где $Q_{НСi}$, $Q_{НС(i+1)}$ – вероятность НС i -го уровня и следующего за ним $(i+1)$, соответственно (например, ОС соответствует $Q_{НСi}$, НБФ – $Q_{НС(i+1)}$); $r_{НСj}$ – вероятность парирования j -го НС; n – число НС i -го уровня; k – число УВ i -го уровня.

По известному значению вероятности появления Φ (начального события) (Q_{Φ}) можно найти вероятность появления НБФ (вершинного события) ($Q_{НБФ}$) по формуле

$$Q_{НБФ} = \sum_{l=1}^a Q_{\Phi l} \prod_{m=1}^b (1 - r_{\Phi m}) \prod_{n=1}^v (1 - r_{НП n}) \prod_{k=1}^q (1 - r_{ОС k}), \quad (2)$$

где $Q_{\Phi l}$ – вероятность появления l -го фактора; $r_{\Phi m}$, $r_{НП n}$, $r_{ОС k}$ – вероятность парирования m -го Φ , n -й НП, k -й ОС соответственно; a , b , v , q – число Φ , УВ на уровне Φ , НП и ОС соответственно.

При этом уровень БДП определяется из выражения

$$P_{НБФ} = Q_{НБФ}. \quad (3)$$

Численные значения вероятностей появления Φ и парирования их за счет УВ могут быть получены за счет обработки статистической информации, экспертным или расчетным путем. Наиболее сложной задачей является стоимостная оценка появления НС на том или ином уровне Модели и управляющих воздействий, которые могут представлять собой те или иные меры в рамках оперативного, краткосрочного или перспективного управления БДП.

С учетом вышеизложенного предлагается следующий алгоритм нормирования уровня БДП: 1) по формулам (1) – (3) рассчитывается достигнутый уровень БДП за определенный промежуток времени (например, 5 лет); 2) исходя из имеющихся научно-технических, финансовых, людских ресурсов выбираются управляющие воздействия (например, своевременное и качественное выявление факторов, приводящих к опасному отказу техники, за счет эффективных методов диагностирования, технического обслуживания и ремонта, реновации наиболее ответственных технических средств; разработка и использование новых систем и устройств обеспечения безопасности; совершенствование организационно-распорядительных методов управления безопасностью и др.) и делаются повторные расчеты уровня БДП. Для того чтобы достичь максимального уровня БДП при имеющихся ограниченных ресурсах, следует воспользоваться процедурами поиска оптимальных решений при варьировании данных о возможных потерях в случае появления тех или иных НС и стоимости управляющих воздействий, парирующих эти НС.

На кафедре автоматики и телемеханики разработана база данных, на основании которой построено дерево неблагоприятных событий для каждого из следующих нарушений безопасности: НБФ1 – столкновение на станции, НБФ2 – сход на станции, НБФ3 – столкновение на перегоне, НБФ4 – сход на перегоне. В докладе приводится схема дерева неблагоприятных событий для НБФ2 и расчет уровня БДП на основе экспертных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Модин Н. К. Проблемы управления безопасностью и риском транспортных систем // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Мн.: БГУ, 2001.
- 2 Модин Н. К., Модина Т. Н. Принципы управления безопасностью функционирования транспортных систем // Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях: Доклады третьей междунар. конф. – Мн.: Институт технической кибернетики НАНБ, 2002.
- 3 Ярошевич В. П., Модин Н. К. Математическая модель управления безопасностью транспортных систем на основе концепции причинно-следственной связи событий // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ РАН 2000. №7.

УДК 385.65.012.8

РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТА

Н. К. МОДИН, Т. Н. МОДИНА

Белорусский государственный университет транспорта

Под риском в общем случае понимают вероятность наступления опасности [1]. Следовательно, безопасность – это вероятность отсутствия опасности.

Понятия «управление безопасностью» и «управление риском» широко используются в печати, нормативных документах, научных изданиях как в нашей республике, так и за рубежом. Первый термин чаще применяют в теории и практике обеспечения безопасности сложных технических систем, второй – экономических, социальных, организационных структур. Управление риском (риск-менеджмент) – многоотраслевой процесс, имеющий своей целью уменьшить или компенсировать ущерб (для организационной структуры, проекта и т. д.) при наступлении неблагоприятных событий. Основные этапы риск-менеджмента: анализ риска, выбор методов воздействия на риск при оценке их сравнительной эффективности, принятие решения, непосредственное воздействие на риск, контроль и корректировка результатов процесса управления. В процессе анализа собирают информацию о структуре, свойствах объекта и имеющих место рисках. Оценка – это количественное описание выявленных рисков в форме вероятности их появления и ущерба. На этом этапе разрабатывают набор сценариев развития неблагоприятных событий. Затем переходят к этапу выбора метода воздействия на риски с целью минимизации возможного ущерба в будущем. Как правило, каждый вид риска допускает два-три способа его уменьшения. Поэтому возникает задача оценки сравнительной эффективности методов воздействия на риск для выбора наилучшего из них. Далее наступает этап принятия решения по воздействию на риск путем его снижения, сохранения или передачи. И, наконец, заключительным этапом управления риском является контроль и корректировка результатов реализации выбранной стратегии с учетом новой информации [2].

Особый интерес представляет организация управления риском на предприятии. Во многих западных фирмах и ряде опасных российских производств создано специальное подразделение – отдел (или отделение) управления риском, возглавляемое **риск-менеджером**, т.е. руководителем, который занимается исключительно проблемами управления рисками (техническим, экономическим, экологическим, инвестиционным, кредитным, предпринимательским, страховым и другими) и координирует деятельность всех подразделений в плане регулирования риска или обеспечения компенсации возможных потерь и убытков. Задача риск-менеджера и его подразделения состоит в разработке стратегии и принципов управления риском на предприятии, которые должны быть отражены во внутренних нормативных документах, основные из которых – Положение по управлению риском и Руководство по управлению риском. Положение выражает философию фирмы, предприятия по проблеме безопасности и риска. В нем должно быть дано четкое разграничение полномочий между различными структурными единицами, указано, кто отвечает за определенные аспекты управления, показаны мероприятия по созданию специальных резервных фондов или систем страхования. Руководство по управлению риском – это документ, определяющий конкретные действия при наступлении того или иного неблагоприятного события или нарушения безопасности: пожар, взрыв, производственные травмы, финансовый кризис и т. п.

Отдел по управлению риском, состоящий чаще всего из риск-менеджера, его помощника и небольшой рабочей группы из двух-трех человек, может иметь контракты на выполнение многих спе-