

основой интеллектуальных навигационных систем безопасности должны быть эталонные алгоритмы расчета критических ситуаций. В докладе приводятся примеры таких алгоритмов для ситуаций, возникающих на переездах и железнодорожных станциях. Показано, что в одной из наиболее опасных ситуаций – проезд запрещающего сигнала – необходимо учитывать вероятностную природу транспортных процессов, что вносит существенные коррективы в нормирование длины тормозного пути, нормы и правила проектирования инфраструктуры и других элементов перевозочного процесса.

3 Исключительное место в обеспечении безопасности транспортных систем должны сыграть геоинформационные системы (ГИС) и построенная на их базе интеллектуальная система состояния инфраструктуры транспорта. Первой составляющей такой глобальной системы может стать подсистема описания текущих координат пути в трехмерном измерении. Это откроет возможность постановки пути в проектное положение и сократит вероятность схода подвижного состава (одно из наиболее опасных состояний), обеспечит безопасную работу железнодорожных станций, существенно повысит качество и безопасность производства работ по текущему ремонту пути.

4 Особое место в интеллектуализации системы безопасности принадлежит кластеризации опасных состояний, когда отдельные параметры конструкции или технологии находятся в пределах нормы, а их совокупное влияние (кластер) на перевозочный процесс приводит к опасному состоянию. Например, кластер схода подвижного состава включает: кривая с радиусом 700 м или меньше, разность сопрягаемых уклонов превышает 4 ‰, скорость движения более 60 км/ч, подвижной состав с высоким центром тяжести, отступления от номинального положения рельсовой колеи, параметры ходовой части вагона (из-за их дефицита) приближены к предельно допустимым, торможение.

5 Реальную угрозу безопасности составляет отставание нормативной базы по проектированию и эксплуатации инфраструктуры от требований научно-технического прогресса, отсутствие системы оценки влияния фундаментальных закономерностей на безопасность перевозочного процесса. Целесообразно создать интеллектуальную подсистему прогноза влияния долгосрочных параметров на уровень безопасности перевозочного процесса. О необходимости таких исследований свидетельствует целый ряд опасных состояний, которые произошли на сети железных дорог. Наиболее сложно обеспечить равновесие между параметрами инфраструктуры и динамикой движения поездов. Последние 20–30 лет происходило непрерывное увеличение длины и массы поездов, а параметры железнодорожных линий практически не изменились. Например, нормы наибольших допускаемых сопряжений элементов профиля (анализ с 1947 г. по настоящее время) в нормативных документах имеет тенденцию к росту (особенно в зонах движения поездов со сжатыми сцепными приборами). На уклонах 8–9 ‰ допустимая разность выросла по отношению к нормам 1947 года практически в три раза. Эта глобальная закономерность происходила на фоне увеличения веса поезда (более чем в два раза). Пример показывает, что вождение тяжеловесных и длинносоставных поездов в таких условиях требует разработки специальной программы мер по обеспечению безопасности движения. Повышению уровня риска движения поездов способствует тенденция роста порожнего пробега подвижного состава, которая на отдельных направлениях достигает 50 % и более. Опасность пропуска порожних вагонов значительно выше (например, по сходу в среднем в 10–12 раз), что негативно отражается на безопасности перевозочного процесса. Поэтому для повышения технологической безопасности имеет смысл ввести процедуры обязательного страхования долгосрочных рисков и создания режимных карт безопасности.

6 Поддержание высокого уровня безопасности требует разработки интеллектуальных систем мониторинга и диагностики элементов инфраструктуры и подвижного состава, оценки состояния персонала. На первом этапе требуется создание новой системы диагностики железнодорожных путей и подвижного состава, открывающей возможность бесконтактного определения всех (в том числе и скрытых) дефектов.

7 Исключительную роль в сохранении высокого уровня безопасности играет система управления перевозочным процессом. В докладе приводятся примеры интеллектуальных технологий в пассажирском и грузовом движении, которые позволяют повысить безопасность перевозочного процесса.

УДК 656.2.08

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТКАЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Ф. П. ПИЩИК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

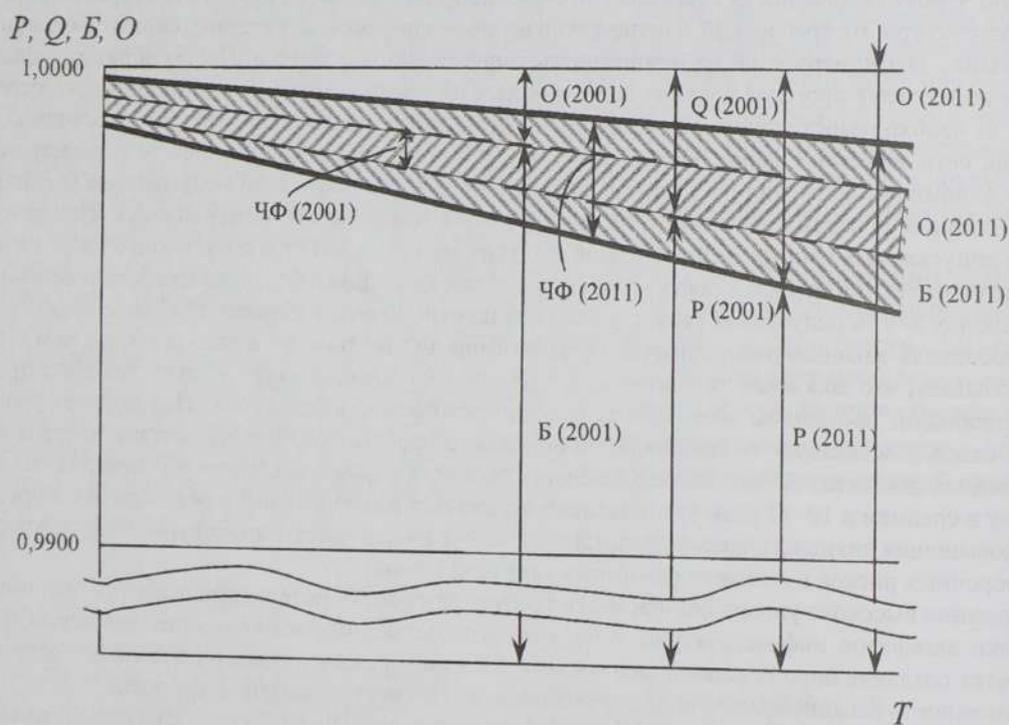
По результатам анализов число нарушений безопасности движения и отказов технических средств в 2001 и 2011 годах на Белорусской железной дороге характеризуется следующими данными:

Показатель	Годы	
	2001	2011
Число нарушений безопасности движения	194	87
Уровень опасности (O), отнесенный на один поезд	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Уровень безопасности (B = 1 - O), отнесенный на один поезд	0,9963	0,9985
Число отказов технических средств	1396	2172
Уровень отказов (Q), отнесенных на один поезд	$27,3 \cdot 10^{-4}$	$37,4 \cdot 10^{-4}$
Надежность технических устройств, обеспечивающих безопасность движения (P = 1 - Q), отнесенная на один поезд	0,99727	0,99626
Доля человеческого фактора (ЧФ) в обеспечении безопасности движения в условиях отказа технических средств (Q - O)	$23,6 \cdot 10^{-4}$	$35,9 \cdot 10^{-4}$

Из приведенных в таблице данных следует, что число нарушений за 10 лет уменьшилось в 2,3 раза (194/87), в то время как число отказов технических средств увеличилось в 1,6 раза (2172/1396).

Изменение уровней опасности, безопасности движения поездов, отказов и надежности технических средств в утрированном виде можно представить на рисунке 1.

Из приведенных в таблице и на рисунке данных следует, что в 2011 году человеку-оператору в 1,52 раза (35,9/23,6) чаще приходилось парировать отказы технических устройств и обеспечивать безопасность движения. Грамотный и хорошо обученный специалист – надежное звено в обеспечении безопасности движения. Задача вуза – обучить специалиста умению действовать в нестандартных ситуациях. Невнимательность, халатность и тому подобные причины есть следствие необученности.



Условные обозначения:

Уровни безопасности (B), опасности (O), надежности (P) и отказов (Q) в

— в 2001 году и - - - - в 2011 году

Доля человеческого фактора (ЧФ) в обеспечении безопасности движения

▨ в 2001 году и ▨ в 2011 году

Рисунок 1