

Богомолов О. А.
К.э.н., зам. ген. директора
ОАО «РЕФСЕРВИС»

Экономика и экология железнодорожного транспорта в современных реалиях

Аннотация: Современная проблема железнодорожного транспорта тесно связана с вопросами экономики и экологии. Без решения этих вопросов невозможно развитие инновационной экономики и проведение глубокой модернизации техники и технологии промышленности. Очерчены и показаны возможные пути решения качественного взаимодействия решения экологических проблем без разрушения экономической инфраструктуры.

Ключевые слова: Экономика, экология, железнодорожный транспорт, окружающая среда, загрязнение, экосистемы, природный баланс.

Характер воздействия транспорта на окружающую среду определяется составом техногенных факторов, интенсивностью их воздействия, экологической весомостью воздействия на элементы природы. Техногенное воздействие может быть локальным от единичного фактора или комплексным – от группы различных факторов, характеризующихся коэффициентами экологической весомости, которые зависят от вида воздействия, их характера, объекта воздействия.

Для оценки уровня воздействия объектов транспорта на экологическое состояние природы используют следующие интегральные характеристики:

- Абсолютные потери окружающей среды;
- Компенсационные возможности экосистем;
- Опасность нарушения природного баланса, возникновение неожиданных потерь;
- Уровень экологических потерь, вызываемых воздействием объектов транспорта на окружающую среду и локальных экологических сдвигов.

В настоящее время (как показывает статистика) на долю железнодорожного транспорта приходится 75% грузооборота и 40% пассажирооборота транспорта общего пользования в РФ. Такие объемы работ связаны с большим потреблением природных ресурсов и, соответственно, выбросами загрязняющих веществ в биосферу. Влияние железнодорожного транспорта на экологическую обстановку весьма ощутимо. Оно проявляется, прежде всего, в загрязнении воздушной, водной

среды и литосферы, а также отчуждение земель при строительстве и эксплуатации стальных дорог.

Помимо выбросов продуктов сгорания топлива, ежегодно при перевозке и перегрузке грузов из вагонов в окружающую среду поступает около 3,3 млн. тонн руды, 0,15 млн. т. солей и 0,36 млн. т. минеральных удобрений. Более 17% развернутой длины железнодорожных линий имеют значительную степень загрязнения пылящими грузами. При остановке поездов из буксируемых колесных пар выливаются жидкие смазочные материалы. Из вагонов-цистерн на пути и междупутье, во время перевозок, вследствие не герметичности клапанов и сливных приборов цистерн, не плотностей люков теряются нефтепродукты. Они просачиваются через почвенные горизонты и загрязняют грунтовые воды.

Факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду обычно классифицируют по следующим признакам:

- механические (твердые отходы,
- механическое воздействие на почвы строительных, дорожных, путевых и других машин);
- физические (тепловые излучения, электрические поля, электромагнитные поля, шум, инфразвук, ультразвук, вибрация, радиация и др.);
- химические вещества и соединения (кислоты, щелочи, соли металлов, альдегиды, ароматические углеводороды, краски и растворители, органические кислоты и соединения и др.), которые подразделяются на чрезвычайно опасные, высоко опасные, опасные и малоопасные;
- биологические (макро- и микроорганизмы, бактерии, вирусы).

Эти факторы могут действовать на природную среду долговременно, сравнительно недолго, кратковременно и мгновенно.

Время действия факторов не всегда определяет размер вреда, наносимого природе. По масштабам действия вредные факторы подразделяются: на действующие на небольших площадях, действующие на отдельные участки местности, глобальные.

Химические вещества и соединения могут мигрировать и рассеиваться в воздухе, в воде, почвах, нанося обратимый, частично обратимый и необратимый ущерб природе. В миграции химических веществ и заразных микроорганизмов важное место занимает транспорт.

Основными направлениями снижения величины загрязнения окружающей среды являются: рациональный выбор технологических процессов для производства готовой продукции и ее транспортирования; использование средств защиты окружающей среды и поддержание их в исправном состоянии.

Особую тревогу с точки зрения экологической безопасности вызывает перевозка опасных грузов. К опасным грузам относятся вещества и изделия, которые в силу присущих им свойств и особенностей при экстремальных обстоятельствах в процессах перемещения или хранения могут нанести вред окружающей среде, вызвать взрыв, пожар или повреждение транспортных средств, зданий и сооружений, а также гибель, травмирование, отравление, заболевания людей или животных (таблица 1).

Российским железным дорогам перевозятся опасные грузы 890 наименований, которые при нарушении условий перевозки и возникновении аварийных ситуаций могут вызвать разные виды опасности: пожаро- и взрывоопасность, токсичную, радиационную, инфекционную и коррозионную. Любой химический груз содержит потенциальную опасность, так как обладает токсичными свойствами. Некоторые вещества, не являющиеся ядовитыми в обычных условиях, способны стать ими при резком изменении внешних условий (попадании в огонь, изменении давления, увлажнении, соединении с другими веществами и пр.).

Наиболее часто встречающимся видом опасности является пожарная, которая приводит к возгораниям, взрывам и выделениям токсичных веществ, заражению местности высокотоксичными продуктами. Россия занимает второе место в мире по загрязнению окружающей среды в результате пожаров. Ежедневно на планете возникает до 600 пожаров, в год - более 5 млн. В их число входят пожары, которые происходят на железных дорогах, особенно при перевозке опасных грузов.

Статистика крушений и аварий поездов с опасными грузами в России довольно высокая (так в 1994 и 1995 годах произошло только крупных аварий по 12 ежегодно). Имеются случаи схода и столкновения вагонов, загруженных опасными грузами, которые могут приводить к разрушительным последствиям в черте крупных городов. При перевозке опасных грузов происходят утечки нефтепродуктов, ядовитых и других веществ в пути следования. По показателю аварийности с опасными грузами судят об общем уровне экологической безопасности на железнодорожном транспорте.

Таблица 1.

Удельные выбросы загрязняющих веществ при очистке цистерн

Тип обрабатываемой цистерны.	Выделяющиеся вещества, кг/цистерна		
	Бензол	Ксинол	Углеводороды

Цистерны вместимостью 60 т из-под светлых нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо)	4,55	2,77	8,47
Цистерны вместимостью 60 т из-под темных нефтепродуктов (мазут, нефть)	-	-	3,97

По абсолютным значениям загрязнение от железнодорожного транспорта существенно меньше, чем от авто. Понижение масштабов действия железнодорожного транспорта на окружающую среду разъясняется следующими основными причинами:

- низким удельным расходом топлива на единицу транспортной работы (меньший расход топлива обусловлен более низким коэффициентом сопротивления качению при движении колесных пар по рельсам по сравнению с движением авто шин по дороге);
- широким применением электрической тяги (в этом случае выбросы загрязняющих веществ от подвижного состава отсутствуют);
- меньшим отчуждением земель под стальные дороги по сравнению с автодорогами (одна полоса движения для автодорог I и II категорий составляет 3,75 м, соответственно для автодороги с четырьмя полосами движения ширина проезжей части равна 2x7,5 м, с шестью полосами -2x11,25 м; под обочины отводится 3,75 м; железнодорожная колея имеет ширину 1,52 м, соответственно на двухпутную железную дорогу будет приходиться 10-12 м).

Из пассажирских вагонов происходит загрязнение железнодорожного полотна сухим мусором. и сточными водами. Однако количество загрязняющих веществ значительно меньше, чем от автомобильного транспорта. Для наглядного примера произведем расчет выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта (персонального автомобиля и автобуса) и железнодорожного.

Для примера возьмем данные о количестве пассажиров на Горьковском направлении от г. Орехово-Зуево до Москвы. Длина дороги от Орехово-Зуево до ближайшего метро Новогиреево 83 км (Горьковское шоссе, шоссе Энтузиастов, Свободный проспект, м. Новогиреево). Длина железной дороги составляет 80 км. Ежедневно от станции Орехово-Зуево отправляется приблизительно 10 000 человек. Рассчитаем количество загрязнения, если бы все эти люди передвигались автобусами и индивидуальным транспортом.

Рассматриваться будут рассматривать только несколько показателей, а именно: окислы углерода, углеводороды и окислы азота. По данным таблицы 2 найдем суммарное значение выбросов от автомобилей и автобусов.

Таблица 2.

Выбросы загрязняющих веществ различными видами автотранспорта.

Удельный выброс окиси углерода, г/км		Удельный выброс углеводородов, г/км		Удельный выброс окислов азота, г/км	
Индивидуальный транспорт	Автобус	Индивидуальный транспорт	Автобус	Индивидуальный транспорт	Автобус
20	15	2,9	6,4	2,8	8,5

Окислы углерода:

Для автобуса: $15 \text{ г/км} * 83 \text{ км} = 1245 \text{ г}$

Для автомобиля: $20 \text{ г/км} * 83 \text{ км} = 1660 \text{ г}$

Углеводороды:

Для автобуса: $2,9 \text{ г/км} * 83 \text{ км} = 240,7 \text{ г}$

Для автомобиля: $6,4 \text{ г/км} * 83 \text{ км} = 531,2 \text{ г}$

Окислы Азота

Для автобусов: $8,5 \text{ г/км} * 83 \text{ км} = 705,5 \text{ г}$

Для автомобилей: $2,8 \text{ г/км} * 83 \text{ км} = 232,4 \text{ г}$

Вторым этапом наших расчетов будет, расчет общего количества загрязняющих веществ с учетом числа пассажиров.

Для перевозки людей автобусом необходимо учитывать один важный фактор, а именно - вместимость автобуса. Средняя вместимость рейсового автобуса, курсирующего на маршруте Орехово-Зуево – Москва 50 человек. Поэтому для перевозок 10000 человек автобусами нам понадобится 200 автобусов, персональным транспортом 10000 автомобилей и 10 электропоездами. На основе этих факторов произведем пересчет выбросов.

АВТОБУС

Окислы углерода: $1245 \text{ г} * 200 = 249000 \text{ г} = 0,249 \text{ т}$

Углеводороды: $705,5 \text{ г} * 200 = 141100 \text{ г} = 0,141 \text{ т}$

Окислы Азота: $240,7 \text{ г} * 200 = 48140 \text{ г} = 0,048 \text{ т}$

АВТОМОБИЛЬ

Окислы углерода: $1660 * 10000 = 16600000 \text{ г} = 16,6 \text{ т}$

Углеводороды: $531,2 * 10000 = 5312000 \text{ г} = 5,31 \text{ т}$

Окислы Азота: $232,4 * 10000 = 2324000 \text{ г} = 2,3 \text{ т}$

Таблица 3

. Суммарные значения выбросов загрязняющих веществ.

Выброс окиси углерода, т			Выброс углеводородов, т			Выброс окислов азота, т		
Индивидуальный транспорт	Автобус	Электропоезда	Индивидуальный транспорт	Автобус	Электропоезда	Индивидуальный транспорт	Автобус	Электропоезда
16,6	0,249	-	5,31	0,141	-	2,3	0,048	-

В таблице 3 не представлены показатели загрязнения от электропоездов в связи с их отсутствием. Выбросы от электропоездов приходятся только на ремонтные работы и составляют: окислы азота – 0,004 т в год и оксиды углерода – 0,473 т в год. Эти значения не сопоставимы со значениями полученными ранее.

При сравнении различных видов транспорта также немаловажное значение принимает стоимость перевозок. Рассчитаем среднюю стоимость проезда на электропоезде и автомобиле. Для сравнения возьмем среднюю стоимость для легкового дизельного и бензинового автомобиля. Получившиеся результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Расчет стоимости проезда личным автомобилем.

Вид транспорта	Расход топлива, км	Расход топлива, 100 км	Расход топлива, 83 км	Вид топлива	Средняя стоимость за 1 л, руб	Стоимость проезда, руб
Лада Приора	7,2	5,97	Бензин	25,09	149,79	
Hyundai i30	6,2	5,15	Бензин	25,09	129,11	
Hyundai Gets	5,5	4,57	Бензин	25,09	114,54	

Ford Focus	5,1	4,23	Дизель	20,69	87,58
Volkswagen Golf	4,5	3,74	Дизель	20,69	77,28
Volvo 360	6,4	5,31	Дизель	20,69	109,91

Средняя стоимость проезда от Орехово-Зуево до ст. метро Новогиреево составляет для бензиновых автомобилей 130,15 рублей, а для дизельных 91,59. Тогда средняя стоимость проезда в Москву составляет 110,37, в то время когда стоимость билета на электричку составляет 132 рубля.

Различно и время, затраченное на дорогу. Из-за большого количества пробок время в пути может увеличиться вдвое, из таблицы 5 мы видим, что для автомобиля в утренние часы оно составляет 2.2 часа, хотя минимальное время составляет всего лишь 1,3 часа.

Таблица 5
. Время в пути

Вид транспорта	Расстояние	Количество остановок	Время в пути	Время суток
Личный автотранспорт	83 км	1 (от места отправления до места назначения)	2,2	Утро
			2,4	Вечер
Рейсовый автобус	83 км	13	2,4	Утро
			2,6	Вечер
Электричка	80 км	20	1,45	Утро
			1,45	Вечер

Таким образом, можно сделать заключение о том, что железнодорожный транспорт является более экологически чистым транспортом. Как мы видим из полученных результатов, выбросы от перевозок рейсовыми автобусами и индивидуальным транспортом в несколько раз превышают даже годовые выбросы от поездов. Однако они значительно проигрывают по комфортности и стоимости, поэтому во всем мире до сих пор автомобильный транспорт, несмотря на его высокие показатели по выбросам загрязняющих веществ, является главным конкурентом железной дороги

Исследования в области транспортной безопасности показали, что основной причиной большинства аварий и катастроф на транспорте является

именно человеческий фактор - прежде всего, ошибки водителей и диспетчеров.

По данным компании Ergogero, для автотранспорта ошибки людей вносят свой вклад в 90% всех несчастных случаев. При этом в 57% происшествий человеческая ошибка является практически единственным фактором, который мог привести к аварии. Лишь 2,4% несчастных случаев можно объяснить исключительно технической неисправностью, а неблагоприятная окружающая среда полностью ответственна за 4,7% дорожных происшествий. Остальные 35,9% автопроисшествий происходят в силу сложного сочетания различных факторов.

Для других видов транспорта вклад человеческого фактора в аварийность вполне сопоставим: в авиационном и водном транспорте человеческие ошибки управления порождают 70-80% несчастных случаев, и только в железнодорожном - около 50%.

До недавнего времени железные дороги считались наиболее безопасным видом транспорта. Однако более строгий анализ показывает, что по показателям безопасности движения железнодорожный транспорт занимает третье место после автомобильного и воздушного. Статистические данные последних лет свидетельствуют о значительном числе пострадавших и погибших в результате крушений пассажирских поездов. Аварийные ситуации при перевозке по железным дорогам опасных и особо опасных грузов приводят к значительным разрушениям, заражению местности и поражению токсичными веществами больших масс людей. При ликвидации последствий таких инцидентов помимо организации медицинской помощи пострадавшим необходимо проведение комплекса природоохранных мер.

Анализ причин возникновения ЧС убеждает в том, что «человеческий фактор» по-прежнему остается решающим. Многие крушения и аварии произошли вследствие халатного отношения персонала к своим служебным обязанностям, недостаточного контроля за выполнением действующих требований к эксплуатации подвижного состава, отсутствия систематической работы по предупреждению и устранению различных технических неисправностей. Согласно нашим расчетам, доля транспортных происшествий по этим причинам достигает 50%. Большинство инцидентов происходит из-за ошибочных действий машинистов локомотивов. Известно, что работа на локомотиве требует от машиниста максимальной мобилизации психологических, эмоциональных и волевых возможностей. На основании многолетних наблюдений МПС, согласующихся с данными других исследователей, деятельность машиниста характеризуется высоким уровнем темповой и эмоциональной напряженности, а стрессы в работе являются обычным явлением. В подобных условиях надежность работы машиниста резко снижается, следствием чего являются ошибки в управленческих решениях. Даже профессионально отобранный и хорошо подготовленный за многие годы специалист, работая на пределе своих возможностей, нередко

допускает непрогнозируемые и трудно объяснимые отклонения от предписанного алгоритма деятельности.

Именно человек (так называемый «человеческий фактор») наиболее слабое, уязвимое и небезопасное звено в управлении транспортным потоком, особенно высокоскоростным, где десятки, а то и тысячи участников движения. Это давно поняли японцы и продемонстрировали всему миру: за 30 последних лет высокоскоростные железные дороги Японии перевезли свыше 5 миллиардов человек и ни один из них не погиб. В таких поездах нет машинистов, они управляются электроникой (для успокоения пассажиров в первые годы в кабины поездов усаживали муляжи машинистов).

Как и любой сложный технологический комплекс, железнодорожный транспорт потенциально опасен для природной среды и населения, особенно при аварийных ситуациях во время перевозки опасных грузов. Несмотря на проводимые МЧС России работы по повышению безопасности движения, потенциальная опасность железных дорог продолжает сохраняться. Однако следует отметить, что аварийные ситуации на железнодорожном транспорте приводят к экологическим последствиям, существенно меньшим, чем в некоторых других отраслях народного хозяйства России. Так, в 1998 году ущерб от 138 техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС), имевших негативные экологические последствия, по Российской Федерации составил около 68 млн. руб. При этом наиболее распространенными (39 ЧС) и экологически опасными (общий экологический ущерб - 54 млн. руб.) были аварии на магистральных и внутрипромысловых трубопроводах, а также на трубопроводах промышленных объектов. Далее, по величине ущерба, нанесенного окружающей природной среде, следуют аварии на канализационных системах и очистных сооружениях, внезапные выбросы ядовитых веществ, и только за ними стоят крушения, аварии, сходы грузовых поездов.

Из произошедших в 1998 году на железных дорогах 15-ти ЧС, связанных с крушениями, авариями, сходами грузовых и пассажирских поездов, только в 5-ти было зарегистрировано нанесение ущерба природной среде на общую сумму 746 тыс. руб. (однако это более чем в 10 раз больше, чем ущерб от ЧС на автомобильном и водном транспорте). Ниже приведены основные показатели экологических последствий крушений поездов, аварий и особых случаев брака в работе железных дорог России за 1996-2000 годах.

1996 год. Количество чрезвычайных ситуаций техногенного характера за 1996 год составило 1031. По данным МЧС России в 1996 году на железнодорожном транспорте было зарегистрировано 20 крушений и аварий, при этом 6 аварий произошло при перевозке магистральным и промышленным железнодорожным транспортом опасных грузов. Кроме того, было зарегистрировано 3122 опасных инцидента при перевозке опасных грузов.

1997 год. По данным МЧС России в 1997 г. произошло 1174 техногенных чрезвычайных ситуации, что на 14% выше, чем в 1996 г. В 1997 году на железнодорожном транспорте было зарегистрировано 19 крушений и аварий, что на 5 процентов меньше, чем в 1996 году. Из-за неисправности железнодорожных путей были зарегистрированы крушения и аварии на Московской, Северо-Кавказской, Забайкальской, Западно-Сибирской и Южно-Уральской железных дорогах, где произошли сход с рельсов и опрокидывание железнодорожных вагонов. В результате аварий и крушений было разбито 80 железнодорожных вагонов и 110 повреждено, 72% сходов подвижного состава произошло по причине неисправности железнодорожного пути и стрелочных переводов. В 1997 году при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом аварий зарегистрировано не было, количество опасных инцидентов уменьшилось на 20% по сравнению с 1996 г. и составило 2300 случаев. Наиболее распространенными видами инцидентов оставались утечки опасных жидких и газообразных грузов в пути следования. В 1997 г. на железных дорогах из-за неисправности вагонов зарегистрировано 1200 случаев утечки опасных грузов, большинство утечек (80% случаев) произошло из вагонов-цистерн, находящихся в собственности МПС России, вследствие неудовлетворительного качества ремонта вагонов и низкого уровня подготовки подвижного состава под погрузку опасных грузов. В 1997 г. из одиннадцати техногенных чрезвычайных ситуаций, приведших к наибольшему загрязнению поверхностных вод, с железнодорожным транспортом связана только одна: 07.06.97 в Тамбовской области в результате аварийного разлива мазута из резервуара локомотивно-ремонтного завода были загрязнены реки Каменка - до 48 ПДК, и Лесной Воронеж - до 6 ПДК. Из 6 техногенных ЧС, нанесших в 1997 г. наибольший ущерб окружающей среде, три приходятся на железнодорожный транспорт: авария 04.07.97 в Орловской области, на перегоне Шахово-Хотынец, где около 50 т водного раствора формальдегида попало в окружающую среду (сход и опрокидывание 24 железнодорожных вагонов, 2-х цистерн с формальдегидом); авария 13.10.97 в Краснодарском крае, в Апшеронском районе на ст. Тверская вылилось около 50т дизельного топлива; на Забайкальской железной дороге в Читинской области произошел сход с рельсов 23 вагонов с углем.

1998 год. По данным МЧС России в 1998 г. произошло 955 техногенных чрезвычайных ситуаций, что на 19% меньше, чем в 1997 г. За 1998 год на железнодорожном транспорте было зарегистрировано 15 крушений, аварий и столкновений, что на 21 процент меньше, чем в 1997 году, было разбито 80 железнодорожных вагонов и один локомотив, 58 вагонов повреждено. Среди крупных чрезвычайных ситуаций МЧС России выделило следующие: в Московской области на ж.д. станции Бекасово (Наро-Фоминский р-н) произошло столкновение путевой машины с двумя пассажирскими электропоездами, в результате которого погибло 4 человека и пострадал один; в Красноярском крае на перегоне Ачинск-Боготол

произошел сход 20-ти вагонов с содой, в результате чего было разрушено 450 м железнодорожных путей; на Северной железной дороге в Республике Коми был зарегистрирован сход с рельсов 26 вагонов с углем. По данным Госгортехнадзора России, в 1998 г. при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом произошла 1 авария и 1669 инцидентов.

1999 г. В 1999 г. в Российской Федерации отмечено снижение числа техногенных чрезвычайных ситуаций. По данным МЧС России, в 1999 г. произошло 856 чрезвычайных ситуаций, или на 10% меньше, чем в 1998 г. В 1999 году отмечался рост числа технических сбоев, которые приводили к возникновению аварийных ситуаций на дорогах. Наиболее аварийными по итогам года стали Юго-Восточная и Северо-Кавказская железные дороги. Наиболее крупные ЧС со значительными негативными экологическими последствиями произошли: на Юго-Восточной (Воронежская область) железной дороге: в результате столкновения двух грузовых поездов сошли с рельсов 46 вагонов и электровоз, было повреждено 450 м ж.д. полотна и разрушено 3 опоры контактной сети; в Краснодарском крае на железной дороге произошло опрокидывание 17 цистерн с дизельным топливом с последующим возгоранием, в результате аварии выгорело 500 тонн дизельного топлива. По данным Госгортехнадзора России, в 1999 г. при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом произошла 1 авария и 1125 инцидентов.

2000 год. По данным МЧС России, за 11 месяцев 2000 года на территории Российской Федерации зарегистрировано 409 чрезвычайных ситуаций техногенного характера. В 2000 г. в России произошло 7 крушений и аварий на железнодорожном транспорте, 16 авиационных катастроф, 38 опасных инцидентов с выбросом химических и 19 -радиоактивных веществ, а также 91 автомобильная катастрофа, в каждой из которых погибло 5 и более человек. Наиболее крупные ЧС на железнодорожном транспорте: в Хабаровском крае произошел сход с рельсов локомотива и 3-х грузовых вагонов, пострадало 7 человек; в Мурманской области произошел сход с рельсов 17 полувагонов, из них 13 опрокинулись, было разрушено 300 м ж.д. полотна; в Свердловской области произошел сход с рельсов 21 вагона грузового поезда, повреждено 150 м контактного провода и 200 м ж.д. полотна.

О тяжести последствий ЧС, связанных с железнодорожным транспортом за 1991 -1997 гг. свидетельствуют обобщенные данные:

- произошло 566 крушений, аварий, столкновений с автотранспортом и наездов, из них 243 с пассажирскими поездами; пострадали 2600 чел., из них около 1000 госпитализированы (в больницах умерли 75 чел.), остальным была оказана амбулаторная помощь;
- число погибших на месте происшествия при наиболее крупных авариях достигало 23%. а в отдельных случаях и более;

- железнодорожный транспорт понес значительный материальный ущерб: разбиты и повреждены 4268 вагонов, 68 локомотивов и других технических средств.

Следует отметить, что проведенные в 90-е годы на железных дорогах России организационно-технические и медицинские мероприятия по повышению безопасности движения дали определенный положительный результат. Если в 1991 - 1994 гг. на железных дорогах наблюдалась тенденция к увеличению числа крушений и аварий (с 57 до 105 случаев в год), то в последующие годы их число сократилось до 65 в 1997 г. Крушения с грузовыми поездами происходят, в основном, вследствие неисправности пути - 41%, вагонов - 26%, локомотивов или ошибок локомотивных бригад - 23%.

В других странах

Британский журнал *Modern Railways* выполнил анализ крушений поездов с тяжелыми последствиями, произошедших на железных дорогах Великобритании до и после их приватизации из-за проезда запрещающих сигналов (такие инциденты обозначаются как SPAD) за последние более чем 30 лет. При этом особое внимание уделено крушениям, повлекшим за собой гибель людей.

В табл. 6 приведены сведения о 23 крушениях типа SPAD, произошедших с 1967 г. по октябрь 1999 г. и сопровождавшихся смертью людей. Почти все они связаны со столкновениями поездов и только одно — со столкновением поезда с легковым автомобилем на переезде. Информация извлечена из официальных источников, содержащих результаты расследования 76 случаев нарушения безопасности со смертельным исходом, включая как столкновения, так и сходы с рельсов и наезды на неподвижные препятствия.

Таблица 6

Крушения со смертельным исходом из-за проезда запрещающих сигналов с 1967 г. по октябрь 1999 г.

Дата	Место	Движение	Число погибших
15.08.1967 г.	Копи-Пит	»	1
04.01.1969 г.	Паддок-Вуд — Марден	Попутное	4
08.04.1969 г.	Монмур-Грин	»	2

16.12.1971 г.	Ноттингем	Встречное	3
27.04.1973 г.	Кидсгров	»	1
30.08.1973 г.	Шилдс-Джанкшн	Попутное	5
11.06.1974 г.	Поллокшилдс-Джанкшн	Встречное	1
23.10.1974 г.	Бриджуотер	Попутное	1
09.11.1976 г.	Ньютон-он-Эйр	Встречное	1
19.12.1978 г.	Хассокс — Брайтон	Попутное	3
22.12.1978 г.	Милфорд (на переезде)	»	1
16.04.1979 г.	Пейсли	Встречное	7
22.10.1979 г.	Инвергори	Попутное	5
11.10.1984 г.	Уэмбли	Встречное	3
04.12.1984 г.	Эклс	Попутное	3
19.09.1986 г.	Колуич	»	1
04.03.1989 г.	Перли	»	5
06.03.1989 г.	Белгров-Джанкшн	»	2
27.07.1991 г.	Ньютон	»	4
15.10.1994 г.	Коуден	»	5
08.08.1996 г.	Уотфорд-Джанкшн	»	1
19.09.1997 г.	Саутолл	»	7
05.10.1999 г.	Ладброк-Гроув	Встречное	31

Анализ показал, что в 15 случаях имели место столкновения поездов, движущихся в противоположных направлениях (при встречном движении), и в восьми — движущихся в одном направлении (при попутном движении).

В табл. 7 указанные крушения хронологически распределены по пятилетним периодам (за исключением последнего продолжительностью 7,8 лет) и видам движения. Указан объем поездной работы за эти периоды и рассчитана относительная (на 1 млрд. поездо-км) частота крушений.

Таблица 7

Частота крушений со смертельным исходом из-за проездов
 запрещающих сигналов в 1967 – 1999 гг.

Период	Продолжительность периода, лет	Поездная работа, млрд. поездо-км	Число крушений			Частота крушений (на 1 млрд. поездо-км)		
			При попутном движении	При встречном движении	Всего	При попутном движении	При встречном движении	Всего
1967 – 1971 гг.	5	2,25	2	2	4	0,89	0,89	1,78
1972 – 1976 гг.	5	2,18	3	2	5	1,38	0,92	2,29
1977 – 1981 гг.	5	2,13	2	2	4	0,94	0,94	1,88
1982 – 1986 гг.	5	2,15	0	3	3	0	1,4	1,4
1987 – 1991 гг.	5	2,15	0	3	3	0	1,4	1,4
1992 – 1999 гг.	7,8	3,37	0	4	4	0	1,19	1,19
Всего	32,8	14,07	8	15	23	0,57	1,07	1,64

Хотя число крушений в каждом периоде невелико, можно отметить, что столкновения разного характера происходят с разной частотой. Крушения типа SPAD при встречном движении поездов случаются примерно через 1 млрд. поездо-км, причем заметен небольшой рост частоты крушений со временем. В противоположность этому крушения при попутном движении в прошлом случались чаще, а после столкновения в Эклсе в 1984 г. их не

было вообще. Прослеженные за рассматриваемый период тенденции изменения частоты крушений типа SPAD показаны на рисунке. Эти тенденции в общем можно охарактеризовать следующим образом:

- частота крушений при встречном движении поездов увеличивалась с темпом 1,4 % в год (среднеквадратическая ошибка 2,8 %);
- частота крушений при попутном движении поездов уменьшалась с темпом 10 % в год (среднеквадратическая ошибка 4,8 %);
- частота всех крушений, вместе взятых, уменьшалась с темпом 2 % в год (среднеквадратическая ошибка 2,2 %).

Среднеквадратическая ошибка отражает масштаб статистической неопределенности в оценках. Действительная тенденция в каждом случае может находиться выше или ниже приведенных значений в пределах указанной среднеквадратической ошибки, относительно большая величина которой объясняется малым числом крушений (Рис. 1).

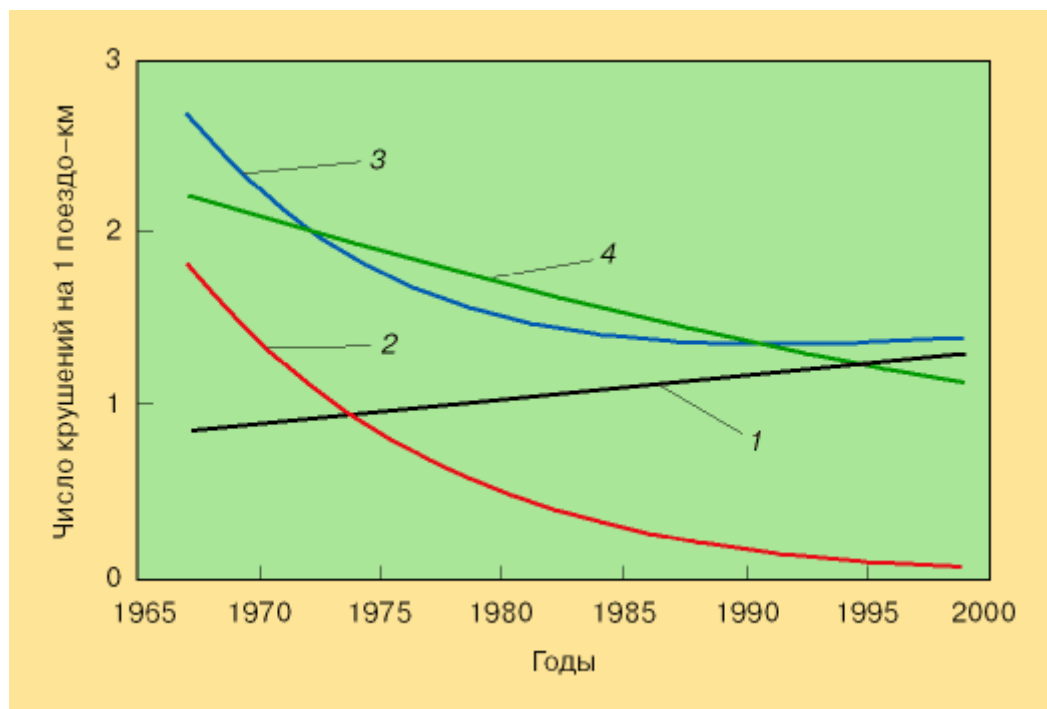


Рис. 1 Тенденции изменения относительной частоты крушений со смертельным исходом из-за проезда запрещающих сигналов в 1967 – 1999 гг.:

1 — при встречном движении поездов; 2 — при попутном движении поездов; 3 — суммарно для крушений при встречном и попутном движении; 4 — общий характер тенденции

Наиболее важно то, что тенденции в изменении частоты крушений типа SPAD при встречном и попутном движении поездов статистически существенно различны; маловероятно, что такое различие случайно. Поэтому необходимо изучить причины такого явления и придать приоритет выработке мер по предотвращению именно таких крушений, частота которых имеет тенденцию к увеличению, что будет более эффективно с точки зрения повышения уровня безопасности движения поездов.