

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

УДК 625.1, 614.8

О РЕЗУЛЬТАТАХ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Альмита Артуровна Григорьян, Анатолий Валерьевич Рыбаков
Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты защиты населения в чрезвычайной ситуации на железнодорожном транспорте. Приводятся результаты анализа статистических данных о количестве, виде и возможных последствиях травмирования населения. Формулируется проблемная ситуация, связанная с низкой эффективностью системы защиты населения от поражающих факторов в чрезвычайной ситуации на железнодорожном транспорте. Сформулированная проблема наносит вред здоровью населения, в некоторых случаях приводит к летальным последствиям, а также значительно увеличивает материальный ущерб в результате таких ситуаций. Делается предположение, что одним из возможных путей повышения эффективности защиты населения на железнодорожном транспорте является разработка научно-методического аппарата обоснования инженерно-технических мероприятий. В основе этого аппарата показатель защищенности. Формулируются основные принципы его разработки и приводится описание функционала, аргументами которого являются объемы инженерно-технических мероприятий, вид поражающего фактора, метеорологические параметры, технические характеристики инфраструктуры, антропогенные параметры, расположение пассажира в вагоне, возможность эвакуации.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, чрезвычайная ситуация, защита населения, инженерно-технические мероприятия, антропогенные факторы, научно-методический аппарат, прогнозирование ущерба, показатель защищенности

Для цитирования: Григорьян А. А., Рыбаков А. В. О результатах анализа проблемной ситуации в области защиты населения в чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте // Техносферная безопасность. 2025. № 2 (47). С. 146–153.

ON THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF THE PROBLEMATIC SITUATION IN THE FIELD OF PUBLIC PROTECTION IN EMERGENCY SITUATIONS IN RAILWAY TRANSPORT

Almita A. Grigorian, Anatoly V. Rybakov
Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russian Federation

Abstract. The article discusses the main aspects of protecting the public in an emergency situation in railway transport. The results of the analysis of statistical data on the number, type and possible consequences of injury to the population are presented. A problematic situation is

formulated related to the low efficiency of the system of protecting the population from damaging factors in an emergency situation in railway transport. The formulated problem harms the health of the population, in some cases leads to fatal consequences, and also significantly increases the material damage as a result of such situations. It is suggested that one of the possible ways to increase the effectiveness of public protection in railway transport is to develop a scientific and methodological framework for justifying engineering and technical measures. This device is based on a security indicator. The basic principles of its development are formulated and a description of the functionality is given, the arguments of which are the volumes of engineering-

Keywords: railway transport, emergency situation, protection of the population, engineering and technical measures, anthropogenic factors, scientific and methodological apparatus, damage forecasting, protection index

For Citation: Grigoryan A. A., Rybakov A. V. On the results of the analysis of the problematic situation in the field of population protection in emergency situations on railway transport // *Technosphere Safety*. 2025. № 2 (47). pp. 146–153.

Введение

Железнодорожный транспорт остается одним из важнейших видов перевозок, обеспечивая экономические и социальные связи между регионами [1, 2]. Однако сложность инфраструктуры, высокий уровень интенсивности движения и разнообразие потенциальных угроз (техногенных, природных, антропогенных) создают повышенный риск возникновения ЧС [3, 4].

Проводя анализ данных профильных ведомств (МЧС России, железнодорожных компаний и т. д.), фиксирует рост числа аварийных инцидентов и происшествий на железнодорожном транспорте. К ним в первую очередь относится увеличение количества аварий, связанных с транспортировкой опасных грузов (ЛВЖ, химических реагентов), что может приводить к пожарам и масштабным загрязнениям. Также возрастает роль экстремальных природно-климатических событий (ливни, ураганы, паводки), влияющих

на целостность железнодорожного полотна и расположенных поблизости объектов. Это все в конечном итоге приводит увеличению финансовых потерь, связанных не только с прямым ущербом от ЧС (разрушение инфраструктуры, подвижного состава), но и с косвенными потерями (сбой логистических цепочек, репутационные риски) [2, 4].

Результаты исследования

Нужно отметить, что развитию железнодорожного транспорта в нашей стране уделяется большое внимание. Кроме этого, безопасность граждан является при этом приоритетной задачей. Несмотря на проводимую работу по модернизации железнодорожной отрасли, практика показывает, что существующие мероприятия по защите населения в условиях ЧС не всегда дают желаемый результат [3–6]. Одной из ключевых причин является отсутствие научно-методи-

ческого аппарата, позволяющего корректно обосновать объем инженерно-технических мероприятий и оценивать влияние антропогенных факторов на состояние защищенности [3]. Не вполне эффективные меры защиты населения приводят к значительным социально-экономическим потерям: повреждение подвижного состава, гибель и травмирование людей, разрушение объектов инфраструктуры и нарушения в системе транспортных перевозок.

В ряде исследований [3–6] приводятся основные причины, влияющие на эффективность мероприятий защищенности. В частности, к ним относятся следующие.

Во-первых, это износ инфраструктуры и нехватка современных инженерно-технических решений. Происходит старение железнодорожных путей, мостов и тоннелей, что увеличивает риск аварий. Здесь же стоит отметить, что системы мониторинга не в полной мере могут обеспечить своевременный контроль критических узлов (мостовых переходов, зон хранения опасных грузов). А также необходимо учитывать и обязательное наличие систем предупреждения и локализации последствий (дамбы, эстакады, противопожарные барьеры и т. п.).

Во-вторых, есть определенные организационно-управленческие проблемы, связанные прежде всего с выстраиванием взаимодействия между ведомствами (МЧС России, РЖД и местными органами власти), затрудняющие быструю координацию.

В-третьих, необходимо учитывать влияние антропогенных факторов, таких как плотность населения и жилищная застройка вблизи железнодорожных магистралей, социальную уязвимость отдельных категорий граждан (дети, пожилые, инвалиды) в случае возникновения ЧС.

В-четвертых, отсутствие научно-методического аппарата обоснования защитных мероприятий, который мог бы способствовать тому, чтобы комплексно учитывать метеорологические данные, технические параметры объектов инфраструктуры и социально-демографическую специфику территории [3].

Последний фактор, связанный с научно-методическим аппаратом обоснования объемов защитных мероприятий влечет за собой ряд серьезных последствий. Так, при масштабных ЧС с гибелью людей и серьезными материальными потерями объем необходимых ресурсов и их приоритетное распределение не оценивается рациональным образом. Это приводит, в свою очередь, к обоснованию эффективности профилактических мер и, как следствие, низкому уровню готовности к ликвидации ЧС.

На рис. 1 и 2 приведены статистические данные по распределению числа пострадавших пассажиров и последствий от разных причин [7]. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что сход с рельсов является наиболее частой причиной, что приводит к травмированию населения, находящегося в вагоне поезда.

Среди наиболее распространенных ЧС [7], приводящих к травмированию пассажиров в вагоне, выделяются в основном столкновения с препятствием (другим поездом, автомобилем, объектами на путях), сход подвижного состава с рельсов, пожары и взрывы (в том числе при перевозке опасных грузов), аварии в результате экстремальных погодных условий (оползни, сход снежных лавин, затопление). При этом распределение травм по степени тяжести [7–9] имеет следующую структуру (рис. 3).

1. Легкие травмы (ушибы, ссадины).

Обычно возникают вследствие внезап-



Рис. 1. Распределение пострадавших пассажиров по причинам происшествий в 2017 и 2022 гг.

Fig. 1. Distribution of injured passengers by cause of accidents in 2017 and 2022

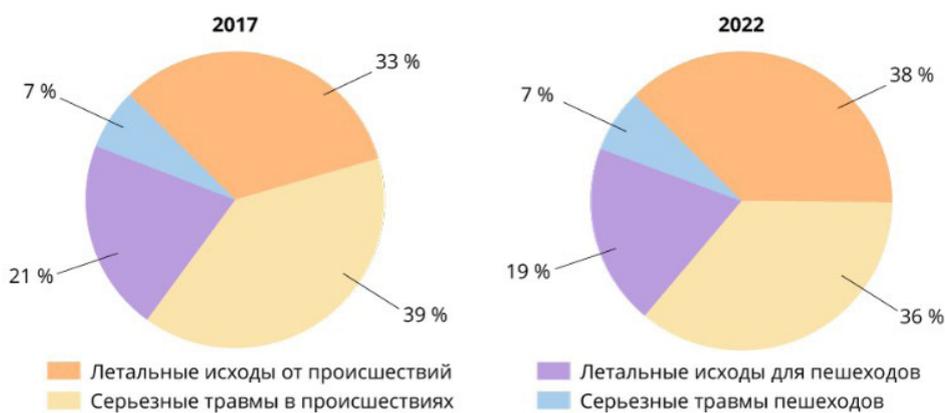


Рис. 2. Распределение пострадавших пассажиров по последствиям в 2017 и 2022 гг.

Fig. 2. Distribution of affected passengers by consequences in 2017 and 2022

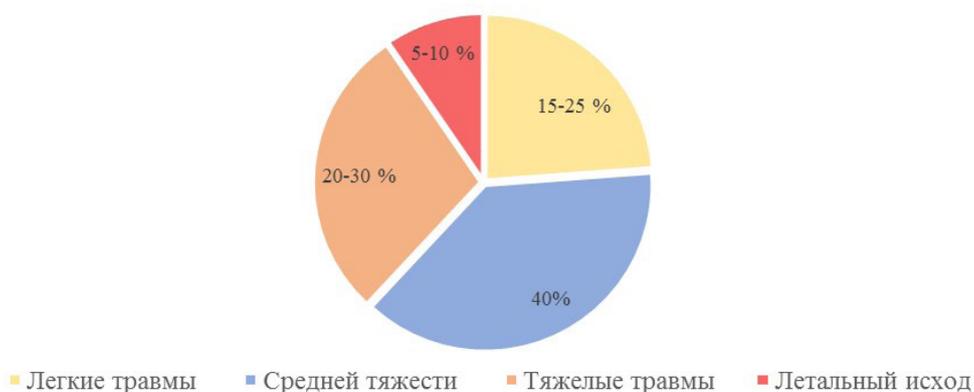


Рис. 3. Распределение травм по степени тяжести

Fig. 3. Distribution of injuries by severity

ной остановки или резкого толчка при столкновении (15–25 % от общего числа пострадавших).

2. Средней тяжести (переломы конечностей, травмы головы без тяжелых осложнений). Формируют заметную долю (до 40 % от общего числа), нередко обусловлены падениями пассажиров, ударом о конструкцию вагона, выбросом части пассажиров из сидений.

3. Тяжелые травмы (черепно-мозговые, множественные переломы, ожоги при пожарах). Чаще встречаются при высоких скоростях движения поезда во время удара или при масштабном пожаре (20–30 %).

4. Летальный исход. Статистика по смертельным случаям, к сожалению, может достигать 5–10 % (особенно при крупных авариях с высокой скоростью движения или взрыве).

Выводы

Таким образом, травмирование пассажиров в вагоне поезда во время ЧС на железнодорожном транспорте определяется целым комплексом факторов — от технического состояния путей и подвижного состава до эффективной организации эвакуационных мероприятий. Приведенные статические сведения о произошедших ЧС и их последствиях позволяют сформулировать проблемную ситуацию, заключающуюся в низкой эффективности системы защиты населения от поражающих факторов в ЧС на железнодорожном транспорте. Сформулированная проблема наносит вред здоровью населения, в некоторых случаях приводит к летальным последствиям, а так-

же значительно увеличивает материальный ущерб в результате таких ситуаций.

Одним из возможных путей повышения эффективности защиты населения на железнодорожном транспорте является разработка научно-методического аппарата обоснования инженерно-технических мероприятий, которые должны предусматривать усиление конструкций путей и сооружений, расположенных в зонах повышенного риска (оползни, паводки, высокие температуры), автоматизацию контроля за состоянием рельсового полотна, мостов, тоннелей и подвижного состава, а также применение систем локализации опасных факторов (противопожарных барьеров, перегородок, эстакад) [9].

В основе предлагаемого научно-методического аппарата должна быть модель, которая представляет собой целевой показатель с точки зрения обоснования объемов инженерно-технических мероприятий. Таким показателем может являться показатель защищенности населения в ЧС на железнодорожном транспорте [5, 10]. В общем случае под показателем защищенности населения в ЧС на железнодорожном транспорте понимается интегральная характеристика, отражающая способность системы (инфраструктуры, аварийно-спасательных формирований, органов власти и т. д.) предотвращать возникновение ЧС и минимизировать ущерб для людей в случае их возникновения.

Разработка предлагаемой модели оценки защищенности населения должна опираться на следующие обязательные принципы.

1. Комплексность. Показатель должен учитывать различные источники опасности (столкновения, сход с рельсов, пожары и т. п.), особенности подвижного состава и инфраструктуры, социальные

факторы (плотность населения вдоль железнодорожных линий, категории граждан с особыми потребностями и т. д.). Кроме этого, необходимо совместно учитывать метеорологические данные, технические характеристики инфраструктуры и антропогенные параметры (плотность населения, типы застройки).

2. Динамичность. Необходимо учитывать изменения во времени (износ путей и подвижного состава, модернизация систем оповещения, внедрение новых технологий), а также скорость

движения, конструкцию вагона, расположение пассажира в вагоне и наличие/отсутствие возможности эвакуации, т. е. такие факторы, которые влияют на характер травмирования.

3. Опережающий характер. Показатель должен не только констатировать текущее состояние, но и служить основой для прогноза, позволяя оценивать эффективность мероприятий по повышению уровня безопасности в будущем.

В работе [10] приведен аналитический вид показателя защищенности:

$$ПЗ = \frac{E}{1 + \sum(U_i P_i)}, \quad (1)$$

где E — эффективность защитных мер (коэффициент, варьирующийся от 0 до 1);

U_i — уязвимость элемента инфраструктуры i ;

P_i — вероятность угрозы i .

Но в таком виде он не учитывает те фак-

торы, которые были выявлены в ходе проведения анализа проблемной ситуации. Поэтому в общем виде модель оценки защищенности населения в ЧС на железнодорожном транспорте можно выразить функционалом вида:

$$Z = f(V, F, M, X, A, G, E), \quad (2)$$

где V — объемы инженерно-технических мероприятий;

F — вид поражающего фактора;

M — метеорологические параметры;

X — технические характеристики инфраструктуры;

A — антропогенные параметры;

G — расположение пассажира в вагоне;

E — возможность эвакуации.

Конечно, все перечисленные в функционале (2) параметры представлены в общем

виде и в дальнейшем требуют детальной проработки в части формализации. Но, что важно, применение показателя защищенности в практической деятельности позволит проводить оценку эффективности мер по модернизации и обоснованию внедрения новых решений, оценивать приоритизацию инвестиций, осуществлять прогнозирование и планирование инженерно-технических мероприятий, этот показатель может служить «индикатором» для общественно-

сти и экспертов, показывая, на каком уровне находится безопасность пассажиров и как динамика меняется во времени.

Разработка показателя защищенности населения в ЧС на железнодорожном транспорте имеет важное значение для повышения уровня безопасности. Комплексность, динамизм и межведомственный характер этой проблемы требуют использования ме-

ждисциплинарных подходов — от математического моделирования и ГИС-технологий до разработки новых нормативных документов. Создание и внедрение научно обоснованного показателя не только упростят процесс принятия решений в области профилактики и ликвидации ЧС, но и повысят доверие общества к системе железнодорожных перевозок в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аналитические материалы МЧС России о состоянии защищенности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций за 2021 год. М., 2022.
2. Аналитические материалы МЧС России о состоянии защищенности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций за 2022 год. М., 2023.
3. Рыбаков А. В., Постернак Е. В. Анализ проблемной ситуации в области обоснования объемов инженерно-технических мероприятий при прогнозировании ущерба от природных чрезвычайных ситуаций с учетом антропогенных факторов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 4 (63). С. 72–83.
4. Доклады МЧС России о состоянии защиты и прогнозировании рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций за последние 10 лет. М., 2023.
5. Гисак А. П. Обеспечение безопасности транспорта в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие. М. : Инфра-М, 2021. 304 с.
6. Шеломенцев А. А. Надежность систем железнодорожного транспорта и оценка риска при эксплуатации инфраструктуры // Вестник транспорта. 2021. № 7. С. 39–47.
7. Статистические отчеты ОАО «Российские железные дороги» (РЖД) по происшествиям на железнодорожном транспорте за 2021–2023 гг. М. : РЖД, 2023. 150 с.
8. Информационные материалы Министерства транспорта РФ о показателях безопасности на железнодорожном транспорте. М. : Минтранс России, 2022. 90 с.
9. Кузнецов А. П., Волков И. И. Анализ травматизма пассажиров на железнодорожном транспорте // Безопасность движения. 2022. № 3 (56). С. 14–26.
10. Степанов И. А. Методы оценки безопасности пассажирского транспорта. М. : Транспорт, 2020. 320 с.

REFERENCES

1. Analytical materials of the Ministry of Emergency Situations of Russia on the state of protection of the population and territories from emergency situations for 2021. M., 2022.
2. Analytical materials of the Ministry of Emergency Situations of Russia on the state of protection of the population and territories from emergency situations for 2022. M., 2023.

3. Rybakov A. V., Posternak E. V. Analysis of the problematic situation in the region substantiation of the volume of engineering and technical measures in forecasting damage from natural emergencies, taking into account anthropogenic factors // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 4 (63). pp. 72–83.
4. Reports of the Ministry of Emergency Situations of Russia on the state of protection and forecasting of risks of natural and man-made emergencies over the past 10 years. M., 2023.
5. Gisak A. P. Ensuring transport safety in emergency situations : a textbook. M. : Infra-M, 2021. 304 p.
6. Shelomentsev A. A. Reliability of railway transport systems and risk assessment during infrastructure operation // Bulletin of Transport. 2021. № 7. pp. 39–47.
7. Statistical reports of JSC "Russian Railways" (Russian Railways) on accidents in railway transport for 2021–2023. M. : Russian Railways, 2023. 150 p.
8. Information materials of the Ministry of Transport of the Russian Federation on safety indicators in railway transport. M. : Ministry of Transport of Russia, 2022. 90 p.
9. Kuznetsov A. P., Volkov I. I. Analysis of passenger injuries in railway transport // Traffic safety. 2022. № 3 (56). pp. 14–26.
10. Stepanov I. A. Methods of assessing passenger transport safety. M. : Transport, 2020. 320 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Григорьян Альмита Артуровна, аспирант, Академия гражданской защиты МЧС России, (141435, Российская Федерация, г. Химки, ул. Соколовская, д. 1); SPIN-код: 8011-2332; AuthorID: 1115404, e-mail: a.grigoryan@agz.50.mchs.gov.ru

Рыбаков Анатолий Валерьевич, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры (информационных систем и технологий) факультета (инженерного), Академия гражданской защиты МЧС России (141435, Российская Федерация, г. Химки, ул. Соколовская, д. 1); SPIN-код: 8654-3788; AuthorID: 709088; e-mail: a.rybakov@agz.50.mchs.gov.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Almita A. Grigoryan, Postgraduate student, Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, (1 Sokolovskaya str., Khimki, 141435, Russian Federation); SPIN-code: 8011-2332; AuthorID: 1115404, e-mail: a.grigoryan@agz.50.mchs.gov.ru

Anatoly V. Rybakov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor of the Department (Information Systems and Technologies) of the Faculty (Engineering), Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia (1 Sokolovskaya str., Khimki, 141435, Russian Federation); SPIN-code: 8654-3788; AuthorID: 709088; e-mail: a.rybakov@agz.50.mchs.gov.ru