

Таблица 2 – Результаты стратифицированного ранжирования областей Украины по величине стандартизованного относительного риска, ТНС (МКБ-Х: V01-V99), 2020 г.

Риск: SIM	Область Украины, мужчины	Область Украины, женщины
$SIM > 1, \alpha \leq 0,05$	Волынская, Житомирская, Киевская, Одесская, Ровенская, Черниговская	Киевская
$SIM < 1, \alpha \leq 0,05$	Ивано-Франковская, Николаевская, Сумская, Тернопольская, Харьковская, Черновицкая, г. Киев	Тернопольская, Харьковская, г. Киев
<i>Примечание</i> – На других территориях Украины значение риска статистически не отличается от 1 для $\alpha < 0,05$ .		

В исследовании доказано, что наибольшее значение риска летального исхода транспортного несчастного случая выявлено в Киевской области, который стратифицировано по полу составил: 1,49, 95 % CI (1,29; 1,70) – мужчины и 1,74, 95 % CI (1,34; 2,15) – женщины. Наименьший риск – г. Киев, где он равен: 0,35, 95 % CI (0,28; 0,43) и 0,58 95 % CI (0,40; 0,76) среди мужчин и женщин соответственно.

#### Список литературы

- 1 Інформаційний банк даних «Статистика населення України» [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://data-base.ukrcensus.gov.ua>. – Дата доступа : 28.09.2021.
- 2 Смертность от внешних причин // Здоровье-2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dateway.euro.who.int/ru/themes/health-2020/>. – Дата доступа : 30.09.2021.
- 3 **Карташова, С. С.** Совершенствование методов оценки общественного здоровья: применение показателей стандартизованного и кумулятивного риска смерти / С. С. Карташова, О. И. Тимченко // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 83–86. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S0021364006070058>.

УДК 656.212.5

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ВАГОНОПОТОКОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*А. А. КЛИМОВ*

*Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация*

Статистические данные по обеспечению безопасности маневровой работы на общей сети железных дорог в Российской Федерации показывают, что наибольшее число случаев нарушения безопасности движения в хозяйстве перевозок связано с производством сортировочной работы. Возникающие случаи соударения вагонов при роспуске в основном являются следствием нарушения скоростного режима на отдельных участках маршрута скатывания отцепов, а для автоматизированных сортировочных горок – следствием отклонения от расчетных фазовых траекторий скатывания отцепов, которые не могут быть откорректированы за счет использования адаптированных элементов системы горочной автоматики. Причины нарушения скоростного режима скатывания отцепов с горки можно сгруппировать по следующим направлениям:

- конструктивные параметры продольного профиля элементов сортировочного комплекса;
- технические средства регулирования скорости скатывания отцепов, включающие различные средства горочной механизации и системы горочной автоматики;
- современная структура перерабатываемого вагонопотока, учитывающая обновление вагонного парка и значительное усовершенствование конструкции вагонов, появление вагонов нового типа, инновационных вагонов с повышенной осевой нагрузкой 25 и 27 т/ось;
- человеческий фактор, особенно на неавтоматизированных сортировочных горках, влияние которого также имеет свои особенности для различных категорий работников;
- метеорологические условия местности расположения сортировочной горки.

Указанные причины возможного нарушения скоростного режима скатывания отцепов с горки и поиск вариантов решений по минимизации возможных последствий требуют более глубоких исследований по каждому направлению. В данной работе предметом исследования являются конструктивные параметры продольного профиля элементов сортировочного комплекса.

**1 Надвижная и перевальная части горки.** Выполненные исследования прохождения сцепленных вагонов через горб горки методом имитационного моделирования показали, что в качестве ос-

новых причин, влияющих на безопасность сортировочного процесса, являются: несоответствие конструкции перевальной части горки нормативным требованиям, а также наличие случаев непохода осей автосцепок вагонов более чем на 100 м. Установлено, что в качестве критериев для оценки влияния конструктивных параметров перевальной части горки на безопасность сортировочного процесса целесообразно использовать:

$P_1^{ПЧ}$  – вероятность возникновения случаев саморасцепа вагонов;

$P_2^{ПЧ}$  – вероятность возникновения сверхнормативных нагрузок на автосцепные устройства вагонов, приводящих к увеличению износа отдельных элементов вагона;

$P_3^{ПЧ}$  – вероятность возникновения случаев нерасцепа вагонов.

**2 Спускная часть горки.** С точки зрения обеспечения безопасности сортировочного процесса условия пропускания отцепов по спускной части горки являются наиболее сложными, так как именно на этом элементе реализуются максимальные скорости скатывания отцепов. Причины возникающих нарушений безопасности роспуска в основном связаны с ошибками оперативного персонала или отказами технических средств. Влияние конструктивных параметров спускной части горки на безопасность процесса роспуска оценивается на стадии расчета потребных параметров продольного профиля и определяется путем решения трех задач:

- обеспечение потребной дальности пробега отцепов в сортировочный парк;
- проверка мощности тормозных средств спускной части горки;
- обеспечение интервального регулирования скатывания отцепов.

Указанные задачи и методы их решения были разработаны для условий обращения парка вагонов с осевой нагрузкой 23,5 т/ось. Для тех условий максимальная масса одиночного вагона составляла 94 т и использование расчетного бегуна *ОХ-100* (массой 100 т) предусматривала наличие определенного резерва мощности тормозных средств. Современные вагоны имеют лучшие конструктивные особенности и ходовые свойства, которые выражаются меньшим значением основного удельного сопротивления движению вагона при скатывании с горки ( $w_0$ ). Таким образом, на отдельных горках мощности тормозных средств может оказаться недостаточно, что приведет к увеличению вероятности возникновения нарушений безопасности сортировочного процесса на спускной части горки. Выполненное имитационное моделирование скатывания с сортировочной горки отцепов, состоящих в том числе из инновационных вагонов с осевыми нагрузками 25 и 27 т/ось, показало, что оценку влияния конструктивных параметров спускной части горки на безопасность сортировочного процесса целесообразно выполнять по следующим критериям:

$P_1^{СЧ}$  – вероятность возможной остановки отцепа до парковой тормозной позиции;

$P_2^{СЧ}$  – вероятность недостаточной мощности тормозных средств;

$P_3^{СЧ}$  – вероятность несоблюдения на разделительных элементах необходимых пространственно-временных интервалов между отцепами.

**3 Сортировочный парк.** На большинстве эксплуатируемых сортировочных горок сети железных дорог Российской Федерации реализуется принцип интервально-прицельного регулирования скорости скатывания отцепов. С точки зрения обеспечения безопасности процесса заполнения сортировочных путей скорость выхода каждого отцепа с парковой тормозной позиции должна определяться по условию его докатывания до ближайших вагонов в парке и сцепления со скоростью не более 5 км/ч, что и реализуется в современных условиях за счет использования систем горочной автоматизации. Однако отсутствие дополнительных технических средств регулирования скорости скатывания отцепов в сортировочном парке приводит к нарушению указанного принципа и возникновению случаев соударения вагонов с повышенными скоростями, в том числе к повреждению вагонов и находящихся в них грузов. Причина – наличие ряда случайных факторов, приводящих к отклонению фактической траектории скатывания отцепов от расчетной, например:

- случайный характер ходовых свойств каждого вагона и, как следствие, весьма значительный диапазон значений основного удельного сопротивления движению отцепа;
- случайный характер условий внешней среды, приводящий в отдельные периоды к дополнительному разгону отцепов (например, за счет возникновения порывов ветра);
- наличие участков сортировочного пути с противонаклонами, на которых может произойти остановка отцепа и движение в обратном направлении, навстречу очередному отцепу;

– появление в структуре перерабатываемого вагонопотока новых типов вагонов, в том числе инновационных, имеющих значения основного сопротивления, менее расчетного диапазона.

Выполненные исследования по определению плотности распределения суммарного сопротивления движению вагона ( $W_{\text{сум}}$ ) в сортировочном парке показали, что оценку влияния конструктивных параметров на безопасность процесса целесообразно выполнять по критериям:

$P_1^{\text{СП}}$  – вероятность превышения допустимой скорости сцепления вагонов за счет создания условий разгона отцепов после выхода с парковой тормозной позиции;

$P_2^{\text{СП}}$  – вероятность превышения допустимой скорости сцепления вагонов за счет обратного движения отцепов при наличии участков пути с противоуклонами;

$P_3^{\text{СП}}$  – вероятность выхода накапливаемой группы вагонов за пределы полезной длины путей.

В целом влияние конструктивных параметров сортировочного комплекса на безопасность переработки вагонопотоков в современных условиях может оценено с использованием критерия

$$K_{\text{Без}}^{\text{СК}} = f(P_1^{\text{ПЧ}}, P_2^{\text{ПЧ}}, P_3^{\text{ПЧ}}, P_1^{\text{СЧ}}, P_2^{\text{СЧ}}, P_3^{\text{СЧ}}, P_1^{\text{СП}}, P_2^{\text{СП}}, P_3^{\text{СП}}) \rightarrow \min. \quad (1)$$

#### Список литературы

1 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм: утв. МПС РФ 10.10.03. – М.: Техинформ, 2003. – 168 с.

2 Климов, А. А. Моделирование процесса скатывания отцепов из нескольких вагонов с сортировочной горки при спуске / А. А. Климов, А. А. Гунбин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2011. – № 2 (38). – С. 88–91.

3 Осипов, Д. В. Моделирование проходимости вагонов без саморасцепа по перевальной части сортировочной горки / А. А. Климов, Д. В. Осипов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2015. – № 3 (47). – С. 154–160.

УДК 656.212.5:656.2.08

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ И ОЦЕНКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ ВАГОНПОТОКА

*В. Г. КОЗЛОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Техническая маршрутизация железнодорожных перевозок (далее – ТМЖП) является самостоятельным бизнес-процессом в системе организации вагонопотоков [1]. Цели реализации данного процесса – определить оптимальную технологию работы железнодорожных направлений, которая обеспечит минимизацию эксплуатационных затрат, связанных с пропуском груженых вагонопотоков, ранее не выделенных в отправительскую маршрутизацию. Для этого необходимо разработать оптимальный план формирования грузовых поездов (далее – ПФП), который обеспечит рациональную технологию работы всех станций железной дороги по организации, пропуску и переработке заданного вагонопотока.

На различных этапах развития железнодорожного транспорта в разработке ПФП применялись различные подходы и методы расчета, о чем свидетельствуют научные исследования и многочисленные труды ученых. Первоначально разработка ПФП осуществлялась исключительно при помощи аналитических методов расчета с использованием в качестве исходных данных информацию о выполненных вагонопотоках за предыдущий период времени. План перевозок грузов разрабатывался, как правило, в укрупненной форме и позволял определять только размеры корреспонденции вагонопотоков между районами погрузки и выгрузки. Однако для расчета плана формирования, чтобы определить объем и структуру расчетных вагонопотоков на железнодорожном направлении транспортной сети, необходимо также учитывать и маршруты следования корреспонденций. В разрабатываемых планах перевозки грузов данные о маршруте следования корреспонденций отсутствовали, поэтому для определения параметров транспортной нагрузки и расчетных вагонопотоков использовался приближенный метод, основанный на коэффициентах распределения плана перевозок – «эталон». Из-за трудоемкости расчетов указанных коэффициентов, которые определялись на основании обработки значительного массива информации о выполненных вагонопотоках, расчет производился с