

по модернизации тормозного башмака, включающие оптимизацию химического состава стали и новую технологию закалки, подтвердили свою высокую эффективность в ходе промышленных испытаний [6]. Основным результатом стало трехкратное превышение работоспособности опытного образца (239048,6 против 78196,1 т), что обеспечивает снижение сходов подвижного состава, кратное увеличение срока службы и устранение эффекта «схватывания» с рельсом. Указанное достижение задало новые стандарты надежности, сохраняющие актуальность для ОАО «РЖД» и по сей день.

#### Список литературы

- 1 Железнодорожные тормозные горочные башмаки: история и перспективы / С. А. Сапожников, Д. П. Марков, Ж. Г. Воробьёва [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. – 2014. – № 5. – С. 38–43.
- 2 **Антонов, А. Н.** Устройство и оборудование сортировочных горок : учеб. пособие / А. Н. Антонов, В. А. Лукьянов. – Магнитогорск, 2016. – 50 с.
- 3 Марка стали для тормозных башмаков. – URL: <https://obuv.comp-lenta.ru/marka-stali-dlya-tormoznykh-bashmakov/> (дата обращения: 09.09.2025).
- 4 Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. – URL: <https://fgosonline.ru/wp-content/uploads/2025/01/konspekt-lekcijj-nesvetova-tipografiya.pdf> (дата обращения: 09.09.2025).
- 5 Расширенные эксплуатационные испытания железнодорожных тормозных горочных башмаков новой конструкции / М. В. Забавина, Д. П. Марков, С. А. Сапожников [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. – 2015. – № 5. – С. 33–38.
- 6 Повышение экономической эффективности сортировочной работы на сортировочных горках с немеханизированной парковой позицией / В. М. Федин, К. А. Чернышев, С. П. Вакуленко, О. И. Коровкина // Экономика железных дорог. – 2023. – С. 45–52.

УДК 625.8

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В МИРНОЕ И ВОЕННОЕ ВРЕМЯ

*А. И. ФЁДОРОВ, Ю. А. НИКОНЧУК*

*Военная академия Республики Беларусь, г. Минск*

Транспортная инфраструктура является «кровеносной системой» современного государства, основой его экономической стабильности, социального благополучия и обороноспособности. Она включает в себя комплекс объектов и систем: автомобильные и железные дороги, мосты, туннели, аэропорты, морские и речные порты, железнодорожные вокзалы, станции метрополитена, логистические центры и системы управления движением.

Значение обеспечения безопасности транспортной инфраструктуры сегодня невозможно переоценить. В условиях роста глобализации, урбанизации и увеличения интенсивности транспортных потоков эта инфраструктура становится высокоуязвимой для различных видов угроз.

К ним относятся:

- техногенные аварии (износ фондов, человеческий фактор, технологические сбои);
- природные катастрофы (наводнения, землетрясения, оползни);
- умышленные противоправные действия (террористические акты, вандализм, кибератаки на системы управления).

Любой сбой, повреждение или разрушение ключевого транспортного узла способны парализовать работу целых регионов, нанести колоссальный экономический ущерб, привести к массовой гибели людей и спровоцировать серьезные социально-политические последствия. Поэтому вопросы защиты, устойчивости и живучести транспортной системы выходят на первый план в национальных стратегиях безопасности большинства стран мира.

Рассмотрим один из объектов транспортной инфраструктуры – мосты. Мосты, как железнодорожные, так и автомобильные являются критически важными объектами транспортной инфраструктуры в любой стране. Их состояние и функционирование весьма важно для экономики и логистики государства. В условиях любых конфликтов обеспечение безопасности и сохранности такой инфраструктуры является одной из ключевых задач для соответствующих государственных служб. К сожалению, в настоящее время мосты через небольшие реки не имеют практически никакой охраны и средств защиты.

В общем плане можно отметить, что защита критической инфраструктуры, в частности мостов, является комплексной задачей. Она может включать в себя, помимо прочего:

- организационные меры: усиление охраны, введение особых режимов доступа;
- технические средства: системы видеонаблюдения, датчики движения, средства противодействия;
- радиоэлектронные средства: подавление каналов связи и навигации беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА).

Решение о применении конкретных видов техники, включая постановщики помех, их типы, дислокацию и тактику использования, относится к исключительной компетенции органов, отвечающих за оборону и безопасность, и основываются на оперативной обстановке.

Рассмотрим один из вариантов защиты мостов, а именно от использования БЛА. Основная цель защиты – создание «умного» защитного периметра вокруг критического объекта, который обнаруживает, идентифицирует, нейтрализует нарушителя и фиксирует инцидент для последующего разбирательства с правоохранительными органами.

### 1 Обнаружение и идентификация.

Для этого осуществляется радиочастотный мониторинг: сканируется эфир на предмет стандартных частот управления и передачи видеосигналов в диапазоне 2,4–5,8 ГГц. Это позволяет обнаружить БЛА и определить направление на оператора. Обнаружение БЛА в радиочастотном диапазоне может осуществляться малогабаритными радарами. Они эффективны для обнаружения на дальней дистанции в любых погодных условиях, особенно малозаметных и не передающих радиосигнал (запрограммированных на автономный полет).

Обнаружение БЛА в оптическом диапазоне длин волн может осуществляться оптическими средствами, работающими в видимом и ИК-диапазонах. Элементы искусственного интеллекта в современных системах способны отличать птиц от дронов. Вочных условиях хорошо себя зарекомендовали тепловизионные камеры.

Кроме радиолокационных и оптических обнаружителей могут использоваться акустические датчики, которые способны распознать уникальный звуковой «отпечаток» двигателей мультикоптеров.

### 2 Нейтрализация.

После точного определения параметров движения цели и ее легитимности (проверка, не является ли цель, например, служебным дроном правоохранителей) могут быть применены как пассивные так и активные средства нейтрализации. К ним можно отнести постановку помех, перехват сигнала, физическое уничтожение дрона.

Постановка помех осуществляется путем генерации мощного сигнала на частотах управления, GPS/ГЛОНАСС и передачи видео. Результат воздействия помех – дрон теряет управление и связь с оператором. Современные системы не «глушат» все частоты вокруг, а воздействуют только на конкретный выявленный дрон, минимизируя влияние на окружающую связь (в том числе и на свои сотовые сети, Wi-Fi). Для постановки помех личный состав охраны может использовать переносные комплексы для точечного применения.

Перехват сигнала является более технологическим решением. При этом сигнал управления не глушат, а подменяют его своим сигналом. Система «обманывает» дрон, отправляя ему ложные команды (например, приказание сесть рядом с охраной) или ложные координаты GPS.

Для физического уничтожения БЛА в зависимости от важности моста могут быть использованы различные огневые средства (стрелковое оружие, зенитные установки ЗУ-23-2 или ЗПУ-4, переносные зенитные ракетные комплексы, огневые роботизированные комплексы, лазерные системы уничтожения БЛА).

### 3 Документирование и анализ.

Эта функция осуществляется с целью возможного определения типа и направления появления БЛА или координат его взлета. Эти данные передаются в правоохранительные органы для оперативного поиска и привлечения виновных к ответственности по статьям о нарушении работы транспорта или хулиганстве.

Для практической реализации защиты моста необходимо:

- определить наряд сил и технических средств для охраны моста с учетом его важности;
- определить наиболее вероятные маршруты полета БЛА для нанесения удара;

- организовать патрулирование сил охраны и их взаимодействие с силовыми органами;
- обучить личный состав правилам охраны и правилам пользования техническими средствами охраны.

Тренировки войск территориальной обороны в последнее время касаются и вопросов охраны и обороны мостов от диверсионно-разведывательных групп и БЛА.

Таким образом, защита мостов от ударов БЛА в современных условиях является актуальной задачей, которая предусматривает комплексный подход к ее решению. Ее реализация позволит минимизировать риск уничтожения объектов транспортной инфраструктуры и улучшить безопасность транспортных путей.

УДК 656.212.4.001.2

## БЕЗОПАСНОСТЬ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ В СТРЕЛОЧНЫХ ГОРЛОВИНАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

*Е. А. ФИЛАТОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В конструкциях стрелочных горловин станций Белорусской железной дороги, как правило, применяются стандартные или близкие к ним элементы путевого развития (прямые вставки, кривые, стрелочные переводы). Однако применение действующих норм проектирования не всегда гарантирует безопасность маневров с подвижным составом, особенно увеличенных размеров [1–3]. Устойчивый тренд увеличения доли длиннобазных вагонов на сортировочных горках приводит к необходимости актуализации требований к технологии маневровой работы. Для оценки безопасности конструкции стрелочных горловин разработан комплексный критерий технической совместимости подвижного состава и путевого развития, который предусматривает в первую очередь ограничения по возможности автоматического сцепления [5]. Поэтому при выполнении маневров со сцеплением вагонов увеличенных размеров в стрелочных горловинах требуется выполнять контроль взаимодействия автосцепок причастными работниками [4], что снижает риски ненормативного взаимодействия подвижного состава. Если же на станции реализован высокий уровень контроля процесса сцепления, то комплексный критерий следует применять к условию обеспечения движения вагонов в сцепе [6].

Следует отметить, что при маневровой работе стандартная автосцепка в зависимости от условий движения и параметров пути может занимать четыре основных положения: с перекосом или без перекоса тягового хомута, в нормальном или заглубленном положениях автосцепки [7]. Согласно исследованиям [8] для оценки эффективного и безопасного прохода кривых целесообразно определять возможность поворота корпуса автосцепки до совмещения центра его зацепления с осью пути без силового взаимодействия в конструкции автосцепного механизма.

При проектировании ударно-тяговых устройств нормируется в первую очередь возможный угол отклонения корпуса автосцепки  $\alpha$ , который зависит от кривизны участка пути и типа выполняемых маневров (для стандартной автосцепки СА-3 угол  $\alpha$  изменяется в пределах от  $5^{\circ}20'$  до  $12^{\circ}17'$  [9]). Условие определения допустимой величины радиуса кривой имеет следующий вид [7]:

$$R_{DC} \geq \frac{n(2l + n) - l_t^2}{2a \cdot \operatorname{tg} \alpha},$$

где  $n$  – длина консоли от пятникового сечения вагона до оси автосцепки, мм;  $2l$  – длина базы вагона, мм;  $2l_t$  – длина базы тележки, мм;  $a$  – расстояние от оси поворота до центра зацепления, мм.

Произведем расчет минимальной величины радиуса кривой, обеспечивающий отсутствие силового взаимодействия узлов автосцепки при движении группы сцепленных длиннобазных фитинговых платформ модели 13-9570 при нормальном положении автосцепки без перекоса и выполнении маневров локомотивом вперед ( $\alpha_h = 8^{\circ}$  [9]),

$$R_{DC}^{\min} = (3595(18500 + 3595) - 925^2) / (2 \cdot 870 \cdot \operatorname{tg} 8) = 321320 \text{ мм} = 322 \text{ м.}$$