

- 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

*E. A. 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 сцепке [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]),

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

Полученная величина существенно превышает радиусы кривых участков путей и переводных кривых стрелочных переводов марок 1/6 и 1/9 (200 м), широко применяемых в горловинах станций. Данная ситуация еще больше усугубляется при движении с заглубленным положением хвостовика (при маневрах вагонами вперед  $\alpha_n = 5^{\circ}20'$ ). Движение в сцепе при таких условиях происходит со значительным превышением допустимых горизонтальных отклонений автосцепки, а некомпенсированные механизмом ударно-тягового устройства боковые силы передаются на кузов вагона, стремясь изменить его положение, что в свою очередь вызывает пропорциональные нагрузки в зоне контакта «колесо – рельс». Это приводит к повышенному износу элементов конструкции автосцепки: в контуре зацепления, зоне контакта корпуса автосцепки и окна ударной розетки, месте шарнирного соединения хвостовика с клином тягового хомута (большая часть всех повреждений) и др. В конечном итоге появляются соответствующие неисправности ударно-сцепного оборудования вагона. Кроме того, прижатие гребня колеса к головке рельса значительно повышает вероятность накатывания колеса на рельс, особенно при маневрах *осаживание*, когда между локомотивом и основной (тяжелой) частью маневрового состава находятся *порожние длиннобазные вагоны*. Сжатие сцепа при таких обстоятельствах вызывает значительные силы, стремящиеся выдавить легкий вагон из колеи. Сочетание описанных условий (кривая небольшого радиуса, осаживание (проталкивание) порожним длиннобазным подвижным составом тяжелой группы вагонов, наличие обратного направлению маневров уклона) может приводить к выкатыванию сцепленных вагонов на рельсы с последующим сходом. Минимальные величины радиусов кривых, обеспечивающие безопасные условия движения в сцепе фитинговых платформ модели 13-9570, показаны в таблице 1.

**Таблица 1 – Величины радиусов кривых, обеспечивающие техническую совместимость криволинейного участка пути и сцепленных вагонов модели 13-9570 при выполнении маневровых передвижений**

Условия выполнения маневров (положение автосцепки)	Наибольший угол отклонения автосцепки СА-3 γ	Минимальная величина радиуса, м
В кривой (с перекосом локомотивом вперед (нормальное))	12°17'	208
	9°30'	270
На прямой (без перекоса)	8°	322
	5°20'	484

Как видно из таблицы 1, при движении локомотивом вперед хвостовик автосцепки устанавливается в заглубленное положение, что значительно снижает гибкость автосцепного механизма ( $R_{min} = 484$  м) и пропорционально повышает нагрузку на него. Поэтому при маневровой работе с вагонами увеличенных размеров в стрелочных горловинах необходимо избегать выполнения маневровой работы с осаживанием длиннобазных вагонов в стрелочной зоне и закрестовинных кривых. Иначе существенно повышается вероятность возникновения неисправностей элементов подвижного состава и пути, возникает риск схода вагонов.

Произведенные расчеты подтверждают, что движение вагонов ряда моделей увеличенных размеров в сцепе по кривым с радиусами 200 м может быть обеспечено только в нормальном положении автосцепки с предельным перекосом хвостовика (см. таблицу 1). Учитывая, что существующие горловины железнодорожных станций запроектированы с применением кривых, в том числе переводных радиусов 200 м, то выполнение маневров с осаживанием на заполненные пути групп порожних вагонов увеличенных размеров в этих зонах должно быть ограничено.

#### Список литературы

1 Филатов, Е. А. Безопасность маневровой работы в стрелочных зонах железнодорожных станций / Е. А. Филатов // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сб. науч. статей / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 45–52.

2 Филатов, Е. А. Адаптация требований к стрелочным горловинам улучшенных эксплуатационных качеств для практического использования / Е. А. Филатов // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 24–25 нояб. 2022 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж.д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 74–76.

3 Филатов, Е. А. Расчет параметров путевых структур железнодорожных станций по критерию безопасности / Е. А. Филатов // Транспортные системы и технологии перевозок : сб. науч. работ Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепр : ДНУЖТ, 2017. – Вып. 14. – С. 86–94.

4 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ГосНИИВ, ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

**5 Филатов, Е. А.** Обоснование параметров стрелочных горловин для обеспечения технической совместимости с подвижным составом / Е. А. Филатов // Проблемы безопасности на транспорте : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 26–27 ноября 2020 г.) : в 5 ч. Ч. 3 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 70–72.

**6** ГОСТ 22235–2010. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колен 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ. – М. : Стандартинформ, 2011. – 19 с.

**7 Филатов, Е. А.** Обоснование технической совместимости горловин железнодорожных станций и подвижного состава / Е. А. Филатов // Транспортные системы и технологии перевозок : сб. науч. работ Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепр : ДНУЖТ, 2020. – Вып. 19. – С. 25–36.

**8** Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / А. П. Азовский, Е. В. Александров, В. В. Кобицанов [и др.] ; под ред. В. Н. Котуранова. – М. : Маршрут, 2005. – 490 с.

**9** Динамика вагона : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / С. В. Вершинский, В. Н. Данилов, В. Д. Хусидов ; под ред. С. В. Вершинского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1991. – 360 с.

УДК 656.078

## СЦЕНАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*A. A. ХОРОШЕВИЧ*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Развитие рынка грузовых железнодорожных перевозок на современном этапе во многом обуславливается внутренними и внешними трансформациями, происходящими в результате существенного изменения экономических и geopolитических условий, а также сложившимися глобальными тенденциями. В условиях быстро меняющейся конъюнктуры мировых рынков под действием западных санкций и ответных контранакций полностью изменился привычный ритм внешнеэкономической деятельности, в результате чего произошел разрыв ряда логистических цепочек между производителями товаров/сырья и покупателями. Разрушение цепочек поставок, нарабатываемых годами, напрямую повлияло на организацию грузовых железнодорожных перевозок. Одновременно произошла трансформация финансовых потоков и усложнение цепочек, формируемых для получения оплаты за оказанные услуги [1].

Наблюдаемая нестабильность внешней среды грузовых перевозок, обуславливающая существенный рост рисковой составляющей функционирования железнодорожного транспорта, предусматривает необходимость рассмотрения перспектив его развития в границах нескольких альтернативных сценариев. В данном контексте экономическая безопасность грузовых железнодорожных перевозок может быть обеспечена за счет принятия во внимание всех факторов неопределенности и своевременного реагирования на них на основе комплекса мер, разработанных в результате применения сценарного планирования и имитационного моделирования (с учетом взаимной обусловленности текущих решений и последующих событий).

Сценарное планирование в классическом понимании предусматривает проведение анализа внешней и внутренней среды объекта управления на предмет наличия ключевых факторов влияния и их последующего комбинирования для создания альтернативных сценариев развития. Рассмотрение различных сценариев позволяет посредством многоступенчатого процесса обосновывать возможные направления развития и разрабатывать соответствующие стратегические меры реагирования. Выстроенная на основе сценарного анализа стратегия обладает высоким уровнем гибкости и адаптивности, что обеспечивает высокую конкурентоспособность в постоянно меняющихся условиях внешней среды.

Проецирование классического понимания сценарного подхода на область управления железнодорожным транспортом требует учета его специфических особенностей, включая:

– характер перевозочного процесса: динамичность средств железнодорожного транспорта, наличие ограниченного перечня мест доставки;

– существенную зависимость от установившихся взаимосвязей с иными железнодорожными администрациями (при осуществлении международных перевозок);