

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФАКТОРОВ

Г. В. ЧИГРАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Безопасность перевозочного процесса всегда оставалась главным приоритетом в развитии железнодорожного транспорта. Одно из наиболее опасных мест на железных дорогах – переезд. Здесь совершается пересечение в одном уровне железной дороги с автомобильной. Кроме того, преимуществом в движении пользуются поезда, которые имеют гораздо больший, чем автомобили, тормозной путь. Если же учесть, что машинист поезда часто имеет ограниченную видимость переезда, то он часть не может предотвратить нарушения, которые допускает водитель автомобиля на переезде.

Исследования показывают, что проектирование режимов безопасного движения на переездах нуждается в существенных изменениях. Статистика позволяет отметить, что особый подход требуется к обеспечению безопасности движения при снятии охраны на переезде. Для практики проектирования и эксплуатации железнодорожных переездов важно установить опасную зону торможения – это расстояние, на котором остановится автомобиль с учетом всех факторов.

В общем виде выражение для расчета длины опасной зоны торможения имеет вид

$$L_{\text{оз}} = v_a t_p + \frac{K_3 v_a^2}{2g(\varphi \pm i_a)} + l_n + l_a + \Delta, \quad (1)$$

где v_a – скорость движения автомобиля в начале опасной зоны, км/ч; t_p – время реакции водителя, с; K_3 – коэффициент эксплуатационных условий торможения; φ – коэффициент сцепления автомобильных шин с дорожным покрытием; i_a – уклон автомобильной дороги, ‰; l_n – расстояние от входного до выходного шлагбаумов, м; l_a – длина автомобиля, м.

Обозначив в формуле (1)

$$l_p = v_a \bar{t}_p \quad \text{и} \quad l_T = \frac{K_3 v_a^2}{2g(\varphi \pm i_a)}, \quad (2)$$

получим

$$l_{\text{от}} = l_p + l_T, \quad (3)$$

где $l_{\text{от}}$ – длина опасной зоны торможения, м; l_p – расстояние, проходимое автомобилем за время реакции водителя, м; l_T – длина тормозного пути автомобиля, м.

Принятые в действующей практике нормативы длины опасной зоны торможения на переездах не соответствуют реальным условиям эксплуатации, так как справедливы только для детерминированного случая, когда отсутствует влияние случайных факторов. Расчеты показали, что в диапазоне скорости движения от 5 до 60 км/ч относительная ошибка в определении важнейшего параметра безопасности движения на переезде детерминированным методом составляет 40–60 % и требует изменения сложившейся ситуации. Однако в реальных условиях продолжительность реакции водителя, коэффициент сцепления и другие факторы являются случайными величинами.

Выполненные исследования показывают, что продолжительность реакции водителя описывается нормальным законом распределения, т.е.

$$P(t_p) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t_p - \bar{t}_p)^2}{2\sigma^2}\right], \quad (4)$$

где \bar{t}_p – математическое ожидание продолжительности реакции водителя, с; σ – среднее квадратическое отклонение продолжительности реакции водителя, с.

Если случайна величина t_p , то будет случайной и величина l_p и описывается нормальным законом распределения.

Поэтому для уменьшения случаев крушений, аварий и браков важное значение имеет разработка эталонных алгоритмов и методик проектирования (эксплуатации) транспортных объектов.