

решения этого вопроса необходимо проводить совместные исследования со специалистами по физиологии и психологии труда автомобильного транспорта и дорожного движения.

Кроме этого, необходимо развивать систему подготовки водителей, потому что далеко не все учебные заведения располагают нужной материально-технической базой и высококвалифицированными кадрами преподавательского состава. В связи с этим в процессе дорожного движения происходит самообучение и доучивание значительной части водителей. Естественно, что при растущей плотности движения это явление особенно осложняет задачу обеспечения дорожной безопасности.

УДК 656.2.08

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Н. А. ДЫЩЕНКО

Белорусская железная дорога

В. Я. НЕГРЕЙ

Белорусский государственный университет транспорта

В теории и практике организации перевозочного процесса особое место занимают методы оценки прогнозирования уровня его безопасности. Современный этап развития методов оценки и прогнозирования уровня безопасности перевозочного процесса требует разработки новых методов его количественной оценки.

Показатель уровня безопасности перевозочного процесса, прогнозируемый на период $t+1$, в общем случае описывается выражением

$$U_{t+1} = y(Z_{1,t-1}; Z_{2,t}; Z_{3,t+1}; \eta),$$

где $Z_{1,t-1}$ – развитие процесса в прошлом периоде $t-1$; $Z_{2,t}$ – исходная величина текущего развития в момент времени t ; $Z_{3,t+1}$ – эвристические и плановые компоненты; η – случайные величины.

Повышение точности прогноза связано с использованием принципов самоорганизации и построением моделей оптимальной сложности.

Прогнозируемый параметр описывается набором факторов $Z_j \in x$ которые изменяются в интервале $a_j \leq x_j \leq b_j$. Задан набор возможных детерминированных основ прогноза $f(x)$. Требуется определить прогнозную модель (детерминированная основа и набор факторов), при которой выполняются заданные ограничения, а критерий качества прогноза ϵ_k имеет экстремальное значение.

Исходная информация для решения задачи задается в виде двух матриц $X\{X_{j,i}\}$ и $U\{y_{j,r}\}$. Множество функций, обладающих свойствами описывать зависимость уровня безопасности перевозочного процесса от определяющих факторов, задается с помощью теории графов. Для построения проводится $m+1$ вертикальная ось (m – количество возможных вариантов форм взаимосвязи U с x_j). На осях располагаются вершины, символизирующие различные варианты сложности прогнозной модели.

Построение прогнозных моделей оптимальной сложности производится методом направленного отбора, действующего по принципу селекции на каждом этапе двух факторов. По каждому из x_j факторов на первом этапе рассчитывается матрица критериев качества прогнозов $\epsilon = \{\epsilon_{js}^1\}$. На втором этапе расчетов отбирается не единственная модель, для которой ϵ_{is} минимален, а некоторая совокупность наиболее перспективных решений, размерность которой не превышает $2/3 n$. На втором этапе селекции рассматриваются возможные варианты моделей, каждая из которых включает по два фактора. Рассчитывается новая матрица $\epsilon^2 = \{\epsilon_{j,j+d,s}^2\}$. На третий этап расчетов пропускается Φ_2 моделей. Отбор осуществляется по правилу

$$\epsilon_{j,j+d,s}^2 < \epsilon_{j,j+d,s+1}^2 < \dots < \epsilon_{j,j+d,s+r}^2 < \epsilon_{np},$$

где $\varepsilon_{\text{пр}}$ — предельно допустимый уровень критерия качества прогноза.

По аналогичной схеме проводятся расчеты на четвертом, пятом и всех последующих этапах до тех пор, пока критерий ε не достигнет минимума. В качестве критерия используется приведенная среднеквадратическая ошибка прогноза, вычисленная на контрольной последовательности.

УДК 656.2.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКИ НА ПУТЬ ВАГОНА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПОДВЕСКОЙ

А. В. ЗАВОРОТНЫЙ, И. А. ВОРОЖУН, Р. Р. КУРЫЛО

Белорусский государственный университет транспорта

Принципиальной отличительной особенностью транспорта с электромагнитной подвеской является отсутствие механического контакта подвижного состава с путевым полотном в режиме левитации. Основным условием осуществления такой системы подвешивания является относительно малая величина воздушного зазора между электромагнитами подвижного состава и направляющими полосами путевого полотна. В режиме левитации величина такого воздушного зазора составляет 10–15 мм и определяется, в основном, энергозатратами на осуществление магнитного подвешивания. При обесточивании электромагнитов подвешивания подвижной состав совершает аварийную посадку на направляющие полосы путевого полотна. С целью обеспечения безопасности посадки подвижной состав оснащен опорно-посадочными устройствами. Величина воздушного зазора между опорными скользунами таких устройств и направляющими полосами путевого полотна в режиме левитации принята также 10–15 мм. Оснащение подвижного состава быстродействующими опорно-посадочными устройствами с выдвижными опорными скользунами позволяет увеличить указанный воздушный зазор до 30 мм и более и тем самым снять ограничения на вписывание вагона в неровности пути в режиме левитации. Целью настоящей работы является проведение теоретических исследований по определению рациональных параметров упруго-вязких связей выдвижных опорных скользунов посадочных устройств вагона с электромагнитной подвеской. При составлении математической модели аварийной посадки вагона на направляющие пути приняты следующие допущения:

- кузов вагона, тележка, электромагниты подвеса и выдвижные опоры считаются абсолютно твердыми телами;
- упруго-вязкие связи кузова, электромагнитов и выдвижных опор с тележкой содержат пружины, имеющие линейные характеристики и демпферы вязкого трения;
- скользуны выдвижных опор обладают упруго-вязкими свойствами и имеют линейные характеристики упругих элементов.

Расчетная схема вагона представляет собой механическую систему, состоящую из десяти тел: кузова, тележки, четырех электромагнитов и четырех скользунов выдвижных опор. В качестве обобщенных координат приняты вертикальные линейные перемещения Z_i ($i = 1 \dots 10$) всех тел от положения, которое они занимали в режиме левитации, а также угловые перемещения φ_k , φ_m , θ_k , θ_m при поворотах кузова и тележки относительно центральных поперечных и продольных осей, соответственно. Таким образом, рассматриваемая механическая система с учетом принятых допущений имеет 14 степеней свободы, и ее движение определяется указанными обобщенными координатами.

В представленной работе рассматривается движение вагона в вертикальной плоскости с учетом боковой качки и галопирования. Процесс аварийной посадки вагона на путь разбит на два этапа. На первом этапе движение вагона рассматривается из положения в режиме левитации при мгновенном обесточивании электромагнитов подвеса и одновременном выдвижении опорных скользунов до их соприкосновения с направляющими полосами путевого полотна. На втором этапе рассматриваются колебания вагона на упругих скользунах выдвижных опор.

С учетом принятых допущений и использованием принципа Даламбера составлены дифференциальные уравнения движения масс механической системы. Численное интегрирование дифференциальных уравнений системы проводилось на ЭВМ с варьированием начальных параметров и ко-