

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-

эффективности жесткости и демпфирования упруго-вязких связей выдвигных опор. Результаты проведенных исследований оформлены в виде таблиц и графиков. Таким образом, разработанная математическая модель аварийной посадки вагона на путь позволяет подобрать рациональные параметры упруго-вязких связей выдвигных опорно-посадочных устройств.

Выполненный анализ показывает, что силы динамического взаимодействия, возникающие при аварийной посадке на путь вагона, оснащенного выдвигными опорно-посадочными устройствами, значительно ниже, чем у вагона с невыдвигающимися упругими опорами при одинаковой первоначальной величине воздушного зазора.

УДК 656.225.073.436

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

А. Л. ИВАНОВ

Военно-транспортный университет железнодорожных войск РФ

Полный ущерб при чрезвычайных ситуациях (ЧС) должен учитывать подверженность воздействию опасного фактора персонала (пассажиров), окружающей среды и производственной мощности:

$$W_y = W_{yH} + W_{yC} + W_{yП} \quad (1)$$

Его можно измерять в денежном эквиваленте (рублях или МРОТ).

Наиболее сложным вопросом является определение размера компенсации за человеческие жертвы, поскольку человеческая жизнь бесценна. Принимая, что эквивалентом полезности человека является средняя зарплата в государстве, можно считать, что индекс денежной компенсации будет зависеть от средней годовой зарплаты, средней продолжительности жизни в стране и возраста погибшего (получившего инвалидность):

$$W_{yH} = \bar{П}(\bar{T}_ж - \bar{t}_п) \bar{З}_п + \bar{И}(\bar{T}_ж - \bar{t}_и) \bar{З}_и, \quad (2)$$

где $\bar{П}$ – среднее статистическое количество погибших; $\bar{T}_ж$ – средняя продолжительность жизни в стране; $\bar{t}_п$ – средний статистический возраст погибших; $\bar{З}_п$ – средняя годовая зарплата в стране; $\bar{И}$ – среднее статистическое число граждан, получивших инвалидность; $\bar{t}_и$ – средний статистический возраст граждан, получивших инвалидность; $\bar{З}_и$ – средний годовой уровень пенсии по инвалидности.

При оценке ущерба окружающей среде W_{yC} учитывается вред, нанесенный лесным массивам, угольям, водоемам и т. д.:

$$W_{yC} = \sum_1^m S_{y_j} n_j, \quad (3)$$

где S_{y_j} – стоимость ущерба j -му элементу окружающей среды; n_j – количество элементов окружающей среды, которым нанесен ущерб; m – виды элементов окружающей среды, которым нанесен ущерб.

При определении S_{y_j} необходимо пользоваться специальными методиками.

Важной составляющей общего ущерба является ущерб производственной мощности, включающий поражение путей сообщения, транспортных средств, транспортной инфраструктуры, а также потери перевозочной работы:

$$W_{yП} = \sum_1^K C_{y_i} N_{pi} + W_{yПР}, \quad (4)$$

где C_{y_i} – стоимость ущерба j -му элементу транспорта; N_{pi} – количество элементов транспорта, которым нанесен ущерб; K – виды элементов транспорта, которым нанесен ущерб.

Количество элементов, вышедших из строя, зависит от их уязвимости. Уязвимость элементов к поражающим факторам от каждого источника опасности характеризуется значением критической