

Внедрение регулятора скорости на основе рассмотренных алгоритмов управления позволит уменьшить величину «окон» на путях сортировочного парка и вероятность превышения допустимой скорости соударения вагонов.

УДК 656.2.08:517

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Н. К. МОДИН, А. Н. КОНДРАТЕНКО, Л. С. ГРОМЬКО
Белорусский государственный университет транспорта

Для анализа и оценки уровня безопасности ответственного технологического процесса (ОТП) используется универсальный методологический подход (УМП), основанный на концепции причинно-следственной связи событий. Основой УМП является модель развития нарушения безопасности функционирования (НБФ) ответственного технологического процесса, который состоит из пяти уровней: фактора (Ф), неблагоприятных причин (НП), опасных ситуаций (ОС), НБФ, техногенной чрезвычайной ситуации (ТЧС). Все эти уровни обобщенно называют неблагоприятными событиями (НС). В модели предусмотрены также превентивные меры – управляющие воздействия (УВ) как на этапе зарождения НС (УВ1), так и на переходах от одного уровня иерархии до другого (УВ2).

При этом принимается во внимание то, что концепция причинно-следственной связи событий и построенная на ее основе модель предусматривают возможность заранее выделить и описать конкретное конечное число НС и УВ для каждого ОТП путем детального его анализа на профессиональном уровне.

На основе модели строят деревья неблагоприятных событий (ДНС) для всех нарушений безопасности данного ОТП. Разработан математический аппарат для вычисления вероятностей появления НС на том или ином уровне иерархии. И если удастся определить вероятность появления конечного события НБФ (обозначим $Q_{\text{НБФ}}$), то вероятность его неоявления (уровень безопасности ОТП) будет равен $P = 1 - Q_{\text{НБФ}}$. Для того чтобы рассчитать $Q_{\text{НБФ}}$ по построенному ДНС, необходимо иметь исходную информацию о вероятностях появления первичных источников опасности (Ф) и УВ. Недостаточность достоверных статистических данных приводит к необходимости получения априорной информации на основе суждений, высказываемых специалистами-экспертами.

Однако в особо ответственных случаях целесообразно корректировать полученную априорную информацию. В докладе сделана попытка использовать для этой цели методы кластерного анализа.

Кластерный анализ – математическая процедура многомерного анализа, позволяющая на основе множества показателей, характеризующих ряд состояний объектов (образов), сгруппировать их в классы (*кластеры*) таким образом, чтобы объекты, входящие в один класс (образ), были более однородными, не сходными по сравнению с объектами, входящими в другие классы. На основе численно выраженных параметров объектов вычисляются расстояния между ними, которые могут выражаться как в евклидовой метрике (наиболее употребимой), так и в других метриках.

Обнаружение и диагностирование нарушений при кластерном анализе производят на основе идентификации некоторого образа – кластера – в пространстве нескольких переменных y_1, y_2, \dots, y_L , соответствующего определенному состоянию работоспособности h , по данным измерения этих переменных. Границы кластеров определяют на основе обработки априорных данных, полученных в различных и известных состояниях работоспособности.

Выделение кластеров отражает различие параметров или вида оператора ϕ модели объекта при разных состояниях работоспособности, разброс значений y в одном состоянии работоспособности характеризует изменение возмущающих воздействий.

Чтобы охарактеризовать кластер по априорным, в том числе и экспериментальным данным, в простейшем случае оценивают параметры распределения математического ожидания m_i , среднего квадратического отклонения σ_i переменной y_i , $i = \overline{1, L}$, соответствующие одному состоянию работоспособности, а следовательно, и кластеру, определяют его границу как границу области с назначенной доверительной вероятностью. Если переменные y_i независимы и распределены по нормальному закону, то главные оси кластеров расположены параллельно координатным осям.

Нарушения безопасности ОТП выявляют следующим образом. В момент времени t_j производят очередное j -е измерение вектора $y[j] = (y_1[j], \dots, y_L[j])$. На основе взаимного расположения точки $y[j]$ кластеров в L -мерном пространстве определяют состояние работоспособности $h[j]$ в момент времени t_j . Решение принимают на основе вычисления обобщенного расстояния от проверяемой точки $y[j]$ до центров кластеров.

В докладе приводится пример использования кластерного анализа для решения вышеуказанной задачи.