

В связи с этим предлагается при ранжировании опасных видов деятельности использовать метод лингвистической переменной  $x$ , характеризующей проявление опасности в виде нечеткого подмножества  $A$  области рассуждений  $U$ . При этом каждому элементу  $y$  множества  $U$ , ставится в соответствии некоторое число  $\mu_A(y)$  из отрезка  $[0,1]$  в соответствии с функцией принадлежности  $\mu_A : U \rightarrow [0,1]$ . Множество  $A$  определяется в виде  $A = \int \mu(A, y) / y$  путем объединения одноточечных множеств.

Предложенный подход позволяет сопоставить и количественно оценить самые разнообразные виды опасностей, не имеющих формализованной шкалы оценок. При этом снимаются проблемы межранговых скачков, что позволяет обеспечить требуемый уровень безопасности и экономической эффективности разрабатываемых мероприятий.

Для снижения субъективизма в процессе формирования экспертных оценок исследователь должен сформулировать четкие критерии оценивания опасностей.

УДК 656.2

## К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА НОРМИРОВАНИЯ ПРОСТОЯ ВАГОНОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

*Г. И. МУЗЫКИНА, Т. В. БОЛВАНОВСКАЯ*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. акад. В. Лазаряна*

Сортировочные станции представляют собой многофазную систему массового обслуживания. Для установления оптимального режима работы необходимо выделить основные технологические линии и искать пути совершенствования пропуска и переработки вагонопотоков различных категорий, отдельно для каждой линии. Между элементами станции существует прямая и обратная связь, одной из причин появления которой называют неравномерность протекания станционных процессов. Существенное влияние на простой вагонов на станции обратная связь между элементами оказывает при высоких уровнях загрузки объектов и недостаточном техническом оснащении. Для обеспечения бесперебойной работы станции необходимо учитывать неравномерность поступления поездов при организации её работы.

Неравномерность прибытия поездов на станцию приводит к увеличению простоя поездов в ожидании обслуживания, при этом среднесуточный коэффициент загрузки бригады осмотровиков вагонов не изменяется. Наблюдается изменение значения коэффициента загрузки в течение суток на 16–31 % в зависимости от времени суток и интенсивности прибытия поездов. Колебания коэффициента загрузки осмотровиков вагонов зависят не только от периода, но и от суточного объема работы, состава бригады, продолжительности обслуживания одного вагона и технического состояния подвижного состава. При обработке 70 транзитных поездов одной бригадой из четырех групп осмотровиков среднесуточный коэффициент загрузки составляет 73 %, в период же сгущенного подхода поездов его значение возрастает до 96 %, что превышает допустимый уровень загрузки объектов.

При таких колебаниях коэффициента загрузки бригады количество поездов, ожидающих обслуживания изменяется от 0,4 до 5,9 (при среднесуточном расчетном значении 0,6), что приводит к изменению количества поездов, находящихся в парке, от 1 до 7 (при среднесуточном расчетном значении 1,3).

Изменение коэффициента загрузки бригады из-за суточной неравномерности прибытия поездов приводит к осязательному увеличению простоя в ожидании обработки, среднесуточное расчетное значение которого при указанных выше условиях составляет 12 мин. В период сгущенного подхода ожидание обработки достигает 90 мин. Учитывая неравномерность прибытия на станцию, средневзвешенное значение ожидания обработки одним поездом составляет 36 мин, что в три раза превышает среднее значение.

Зависимость средневзвешенной величины ожидания обработки от объема работы имеет нелинейный характер и зависит от количества и укомплектованности бригад, интенсивности прибытия поездов в течение сгущенного подхода и в оставшийся период суток. Существенное увеличение ожидания обработки наблюдается при работе одной бригады осмотровиков, при работе двух бригад увеличение простоя не превышает 1 мин.

На междорожных и международных стыках сгущенный подход наблюдается в период отчетного времени, на крупных технических станциях сгущение наступает несколько позднее. В данное время на большинстве сортировочных станций в парках работает по одной бригаде осмотровиков, при необходимости – две. Учет неравномерности при расчете плановых значений простоя поездов на станциях поможет более качественно

определить нормы времени на технологические операции и межоперационные простои, что приведет к более точному расчету плановых значений основных качественных показателей функционирования железнодорожного транспорта.

УДК 656.212

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

*С. В. МЯМЛИН, Д. Н. КОЗАЧЕНКО*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. акад. В. Лазаряна*

Сортировочные горки являются наиболее загруженным звеном сортировочных станций. Эффективность их работы является одним из основных факторов, определяющих общие показатели работы железных дорог. Вместе с тем сортировочные горки являются одними из наиболее опасных мест на станциях, для которых характерно большое количество случаев травматизма, сходов вагонов, их повреждений и повреждений грузов. Приведенные обстоятельства выдвигают повышенные требования к техническому состоянию горок.

Обеспечить необходимый уровень безопасности сортировочного процесса и заданный объем переработки вагонов можно лишь путем аттестации (сертификации) сортировочных горок и систем их управления. Выполнение этих работ, а также работ по анализу причин браков в работе сортировочных горок требует создания программных комплексов, позволяющих адекватно моделировать горочные процессы. В современных условиях горочные процессы наиболее детально моделируются в программах проверки плана и продольного профиля сортировочных горок во время их проектирования. Однако даже в наиболее современных программах моделирования работы горок отцепы рассматриваются как гибкие нерастяжимые стержни с массой, равномерно распределенной по длине вагонов; положение путей в плане и профиле задается их осями, состоящими из прямолинейных и криволинейных участков. Подобные модели не могут определять условия, угрожающие безопасности роспуска составов. Для решения задач этого класса необходимы модели, которые учитывают динамическую нагруженность несущих элементов вагонов и позволяют определять показатели безопасности движения – коэффициенты запаса устойчивости вагонов и коэффициенты устойчивости грузов в вагонах.

Силы, действующие на подвижной состав во время скатывания на сортировочных горках, могут достигать значительных величин, соизмеримых с усилиями, действующими в поездах во время переходных режимов. Эти силы вызывают интенсивные колебания узлов конструкции вагонов. Характер этих колебаний во многом определяется структурой и свойствами подвижного состава как динамической системы: величинами колеблющихся масс, моментами инерции, высотой центра массы, типами связей между элементами конструкции, характеристиками грузов, перевозимых в вагонах, и др. Модели, которые учитывают приведенные особенности для условий поездного движения, разработаны в ДИИТе и успешно используются при анализе транспортных происшествий, для расчетов конструкции подвижного состава и отдельных его элементов. В то же время непосредственное использование программных реализаций этих моделей для анализа горочных процессов затруднительно из-за отличий в характере, величинах и длительности действия сил в поездном движении и при скатывании отцепов.

Для анализа задач, связанных с обеспечением безопасности сортировочного процесса, в ДИИТе выполняются исследования, направленные на совершенствование имитационной модели скатывания отцепов с сортировочных горок. В этой модели отдельный отцеп рассматривается как динамическая система. В ней учитываются: конструктивные особенности вагонов; характеристики поглощающих аппаратов; расположение грузов на вагонах; неровности путей, размещение на них стрелочных переводов и кривых малого радиуса в плане и профиле; изменение ширины путей; нестабильность движения вагонов в отцепках, связанная с изменением растянутого и сжатого состояний под воздействием профиля пути, и действия тормозных замедлителей; характеристики тормозных позиций и др. Программная реализация данной модели использована для проверки условий безопасности функционирования запроектированной фирмой Siemens сортировочной горки станции Вайдотай (Литва). Дальнейшее совершенствование разработанной модели вместе с выполнением экспериментальных исследований позволит сделать новый шаг в повышении безопасности технологических процессов на сортировочных горках и обеспечении их необходимой перерабатывающей способности.