дарту. К окончанию 2006 года планируется сертификация системы охраны окружающей среды еще на 45 предприятиях. При этом государство стимулирует работу в этом направлении различными способами, включая снижение экологического налога.

Обязательными условиями создания и функционирования системы охраны окружающей среды (ОС) являются: соответствие природоохранному законодательству, предотвращение загрязнения и постоянное улучшение качественных показателей организации.

Следует отметить, что принципиальными требованиями международного стандарта являются:

– система охраны ОС должна создаваться по инициативе организации на основе высокого экологического сознания всех работников коллектива;

– система охраны ОС должна охватывать все аспекты деятельности организации и касаться каждого работника.

Железнодорожный транспорт, являясь одним из наиболее экологичных видов транспорта, имеет ряд своих нерешенных проблем. И один из достаточно эффективных путей повышения экологической безопасности до международного уровня – создание СУОС и сертификация ее на соответствие стандарту ИСО 14001.

Опыт работы по созданию СУОС на нетранспортных предприятиях в условиях Республики Беларусь должен всячески использоваться предприятиями и подразделениями Белорусской железной дороги. При этом неважно, ставит ли организация целью получение сертификата ИСО 14001 или стремится качественно улучшить свою деятельность по охране ОС.

Главный фактор успеха в вышеуказанной работе – расчет на собственные силы. Не следует считать, что консалтинговая фирма создает СУОС, которая решит все экологические проблемы.

С учетом опыта построения систем экологического менеджмента на белорусских предприятиях основные усилия необходимо направлять в следующих направлениях:

– весь персонал организации должен иметь элементарные экологические знания. Ключевые руководящие работники должны быть достаточно компетентны в вопросах защиты ОС на своем предприятии;

– установленные нормативные критерии качества ОС следует ориентировать на стимулирование природоохранной деятельности, а не на финансовые возможности организации;

– должен обеспечиваться приоритет реального достижения качества ОС, а не ориентации на соблюдение бюрократических процедурных требований;

– стандарты организации и другие технические нормативные правовые акты должны соответствовать требованиям и формальным процедурам сертификации;

– руководящие документы должны характеризоваться четкими формулировками и описаниями.

Следует обеспечить наличие официальных методик оценки стоимости природных ресурсов, экономической оценки экологического ущерба, эффективности природоохранных мероприятий.

УДК 629.4. 082.3

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТЬЮ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В. Н. ГАЛУШКО

Белорусский государственный университет транспорта

На типовом примере излагается методика использования имитационной модели (ИМ) технологии обслуживания пассажиропотока городской транспортной сетью (ГТС) при выборе резервного состава транспортных средств, используемого при возникновении аварии на опасном предприятии (ОП). Приводится содержательное описание фрагмента ГТС и рассматривается случай возникновения аварии на ОП, расположенном в центре ГТС. В качестве средства автоматизации ИЭ используется программно-технологический комплекс имитации (ПТКИ) ГТС, который представляет собой предметно-ориентированное расширение системы моделирования MICIS для проектного моделирования процессов обслуживания пассажиропотока.

Описание фрагмента имитационной модели городской транспортной сети. Объектом исследования является фрагмент ГТС, состоящий из маршрутных линий (MLIN_j) с двухсторонним движением транспортных средств (TS_{1j}). ГТС обслуживает жилые массивы (ЖМ_{1i}) и места трудовой деятельности пассажиров (PMk), проживающих в различных ЖМ₁. По ходу движения TS_{1j} встречаются светофоры (SVI), регулирующие очередность пересечения TS_{1j} перекрестков сети дорог. На MLIN_j расположено 3 типа R остановочных пунктов (OSTr): конечных, обычных и пересадочных. Каждый пассажир i-го типа (PASSi) обладает маршрутной картой (MKi) его передвижения по ГТС. Существует две фазы передвижения пассажира в ГТС: проезд его от места проживания до места назначения и переезд из места назначения до зоны проживания.

Различаем следующие уровни иерархии представления ГТС: поведение PASSi до и после контакта с TS_{1j} (уровень 1 – создание и уничтожение суточного пассажиропотока); обслуживание PASSi на MLIN_j с помощью TS_{1j} (уровень 2 – транспортное обслуживание ГТС пассажиропотоков); функционирование MLIN_j, определяющих алгоритмы поведения TRSRk согласно установленным расписаниям движения (уровень 3 – организация транспортных маршрутов ГТС); обслуживание ГТС суточного пассажиропотока (уровень 4 – функционирование всей ГТС).

В качестве аппарата формализации ГТС используется транзактно-процессный способ описания динамики поведения ее компонентов. На самом верхнем уровне иерархии ГТС описывается функционирование множества {MLIN_j}. Для каждой MLIN_j определены свой график движения TS_{1j} и расписание работы светофоров на этих маршрутных линиях. На третьем уровне иерархии ГТС описываются алгоритмы процессов функционирования TS_{1j}. На втором уровне иерархии ГТС описываются процессы обслуживания PASSi на MLIN_j с помощью TS_{1j}. Набором процессов-имитаторов формируется поступление PASSi на OSTr_j из ЖМ₁ или PMk в очереди на OSTr_j. Каждая MLIN_j на OSTr_j имеет две очереди на посадку и на высадку пассажиров. Оценка качества обслуживания PASSi на OSTr_j производится по коэффициентам Литла, означающим потери времени транзактов в очередях и позволяющим найти узкие места в ГТС. На первом уровне иерархии ГТС описывается поведение {PASSi} при поступлении и освобождении TRi очередей на OSTr_j. При наличии “тела” каждый TRi представляет собой динамический элемент ИМ ГТС, обладающий собственной траекторией движения. В ИМ ГТС TRi в цикле суточной имитации функционирования ГТС существует с момента его рождения (t_{рожд}) в генераторе транзактов на OSTr_j до момента его уничтожения (t_{уни}). Строки маршрутной карты состоят из описателей траектории движения TRi по элементам ИМ ГТС. Основной характеристикой качества обслуживания PASSi в ГТС является время жизни (T_{жж} = t_{уни} - t_{рожд}). Множество статистик { T_{жж} } используется для оценки качества обслуживания {PASSi} вариантами организации { TS_{1j} }.

Технология использования ИМ ГТС для определения резервного состава транспортных средств на случай возникновения аварии на опасном предприятии. Описанная ИМ ГТС является универсальной. С помощью ПТКИ можно изучить эффективность вариантов организации {TS_{1j}} и адаптировать ГТС под противоречивые требования пассажиропотока и интересы администрации ГТС. Для учета специфики расположения {ЖМ₁} и {PMk} необходим натурный эксперимент, который позволит определить трафики движения пассажиров по фрагменту ГТС и интенсивности их поступления на OSTr_j. Наличие в составе ПТКИ ГТС средств автоматизации исследований и обработки результатов мониторинга пассажиропотока в ГТС существенно ускоряет исследования.

Одним из возможных применений ИМ ГТС является расчет резервного состава транспортных средств на случай возникновения аварии на опасном предприятии. Для простоты изложения технологии применения ПТКИ ГТС при решении данной задачи предположим, что до некоторого момента модельного времени (t_{0A}) ИМ ГТС работала в обычном режиме штатного обслуживания пассажиропотока. Пассажиры поступали на OSTr_j с номинальными интенсивностями (λ_i), TS_{1j} двигались по MLIN_j согласно заданным расписаниям. Все OSTr_j функционировали в режиме формирования новых TRi и поглощения TRi, имитирующих прибытие пассажиров в ЖМ₁ или PMk. В момент t_{0A} по жребию с вероятностью P_{авк} формируется ситуация “авария на PM_i” с радиусом поражения R_{ав1}. Согласно плану ликвидации последствий аварии на PM_i все OSTr_j, попавшие в круг радиусом R_{ав1}, с момента t_{0A} переходят в аварийное состояние. Это означает, что эти OSTr_j переходят только на режим посадки пассажиров, которые покидают PM_i и на них запрещается высадка всем пассажирам. В момент t_{0A} интенсивность поступления {PASS} на OSTr_j возрастает до максимального значения (λ_i^m), которая затем по экспоненте падает до нуля в течение интервала эвакуации пассажиров

($\tau_{\text{эвак}}$). С момента t_{0A} на $\{MLIN\}$ моделируется поступление дополнительного количества TS_{1j} . Целью моделирования является определение этих величин и составление расписания их поступления в течение времени эвакуации $\tau_{\text{эвак}}$. Интенсивность поступления пассажиров в момент t_{0A} возрастет до λ^m . Критерием пригодности варианта подачи резервного состава TS_{1j} является суммарная длина очередей на тех $OSTr_j$, у которых имел место рост интенсивности поступления $\{PASS\}$ при возникновении аварии. Поскольку реально возможное число вариантов увеличения числа TS_{1j} за время $\tau_{\text{эвак}}$ ограничено, то можно утверждать о выборе рационального состава дополнительных $\{TS_{1j}\}$ на $MLIN_j$, обеспечивающих эвакуацию пассажиров из $\{PM\}$.

Приведенный пример возникновения аварии на PM_1 показывает на возможность использования ИМ ГТС для расчета рационального резервного состава транспортных средств на $MLIN_j$ на случай возникновения аварии на любом месте трудовой деятельности $\{PM_K\}$ и даже в любом месте проживания пассажиров $\{ЖМ_K\}$. Проведя серию ИЭ, руководство ГТС и соответствующие надзорные службы с помощью ПТКИ ГТС смогут рассчитать требуемые резервы транспортных средств и составить соответствующие инструкции их использования при возникновении аварийных ситуаций в пределах зоны действия ГТС.

УДК 629.4. 082.3

МЕТОД ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

В. Н. ГАЛУШКО, Н. А. ОЛЕШКЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта

Достаточно большое количество попыток исследования городской транспортной сети (ГТС) с помощью моделирования функционирования городских транспортных средств говорит о том, что проблема эта настолько сложна, что в каждом случае удавалось достичь лишь ее частичного решения. При исследовании ГТС города, в котором специфика расселения населения и мест приложения труда зачастую определяет состав и структуру ГТС, очень важен высокий уровень детализации процессов обслуживания пассажиропотоков имеющимся составом транспортных средств, а известные средства автоматизации имитационного моделирования трудно использовать при отображении технологии обслуживания пассажиропотока в ГТС. Поэтому актуальна разработка способов формализации технологических процессов в ГТС и средств реализации имитационных моделей (ИМ) технологии обслуживания пассажиропотока в ГТС.

В данной работе излагается методика построения и использования ИМ ГТС, основанная на использовании транзактно-процессного способа имитации динамики обслуживания пассажиров существующим подмножеством транспортных линий ГТС с высоким уровнем их детализации.

Метод имитационного моделирования функционирования городского транспорта состоит из следующих этапов:

- 1 Формализация процесса обслуживания пассажиров в ГТС.
- 2 Организация мониторинга ГТС.
- 3 Разработка ИМ ГТС на основе мониторинга.
- 4 Испытание и исследование свойств ИМ ГТС.
- 5 Проверка адекватности модели.
- 6 Эксплуатация модели при решении задачи проектного моделирования ГТС.
- 7 Разработка технологии эксплуатации ИМ ГТС.
- 8 Апробация ИМ и технологии ее использования в практике эксплуатации ГТС.

На первом этапе формализации ГТС предлагается применить транзактно-процессный способ описания динамики поведения пассажиров в сети и их обслуживание обслуживающими устройствами с управляющими входами. Динамическими элементами имитационной модели (ИМ) ГТС являются транзакты (модели поведения пассажиров в ГТС), которые затем объединяются в картежи транзактов, представляющие собой модели подмножества пассажиров, находящихся внутри транс-