

УДК 656.072

*П. В. КУРЕНКОВ, д-р экон. наук, профессор*

*Д. Е. СТЕБЛЕЦОВ*

*Московский государственный университет путей сообщения*

### **ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМИНАЛЬНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Представлена имитационная модель ТЛЦ, которая позволяет «проиграть» различные сценарии развития событий, различные наборы входных параметров для понимания наилучшего выбора в процессе принятия решения. Её отличительной особенностью является большой выбор выходных статистических параметров по временным, финансовым срезам, грузообороту дает картину функционирования терминала на перспективу.

В настоящее время современные программные комплексы, позволяющие осуществлять имитационное моделирование, имеют различные параметры и функциональные характеристики, поэтому их практическое применение в значительной степени зависит от специфики транспортных задач, решение которых предполагается средствами компьютерного моделирования.

Для целей настоящего исследования использован опыт практического применения программного обеспечения AnyLogic.

В качестве исходных данных были использованы генеральный план размещения терминально-логистических центров (ТЛЦ) и спецификация объектов, планируемые грузоперерабатывающие мощности терминала и планируемые технологические решения.

В процессе разработки модели были определены следующие основные инфраструктурные объекты, входящие в состав модели:

- 1) интермодальный терминал. В состав терминала входят подъездные железнодорожные пути, контейнерные краны, депо для хранения контейнеров, контрейлерный терминал, ремонтная зона, зона СВХ и склад СВХ, проезды и КПП;
- 2) склад кросс-докинга;
- 3) склад длительного хранения;
- 4) склад авто-ж. д. с разделением на зону хранения опасных грузов и генеральных;

- 5) склад автомобилей с подъездными путями и КПП;
- 6) терминал инертных грузов с подъездными путями и КПП;
- 7) автодорожная сеть ТЛЦ, КПП, места стоянок автотранспорта.

На площадки контейнерного депо (КД) загруженные контейнеры попадают с поезда на тележках. Порожние контейнеры – с контейнеровозов и с тележек от складов. Обработка контейнера на площадке хранения порожних контейнеров осуществляется погрузчиком. После истечения срока хранения (когда наступают последние сутки) контейнер должен покинуть КД. Заполнение КД осуществляется равномерно, по всем площадкам. Вывоз контейнера осуществляется от места расположения. Кран выгружает контейнер на контейнеровоз.

В зону СВХ контейнера попадают с поезда на тележках. Обработка контейнеров в зоне осуществляется погрузчиком. В зависимости от назначения контейнер может храниться заданное количество суток на открытой площадке, пройти таможенный осмотр или отправиться на склад СВХ для растарки и хранения. После окончания хранения на площадке или осмотра контейнер вывозится в общую зону КТ для дальнейшего распределения как свободный контейнер (на контейнеровоз, в КД, экспорт или на склады).

В ремонтную зону попадают порожние контейнеры. Процент поломок контейнеров и время ремонта задается в начальных параметрах модели. Обработка контейнера осуществляется погрузчиком. После окончания ремонта контейнер отгружается на тележку и отвозится в депо для хранения и последующей отправки на поезде.

На складах кросс-докинга и складах длительного хранения хранятся грузоместа от разгруженных автомобилей и контейнеров с тележек. Грузоместа со сроком хранения меньше суток должны быть отгружены в течение суток. При генерации грузоместа получают назначение – на тележку (контейнер), на вывоз автомобилем – фурой или «Газелью» (условное обозначение среднетоннажного грузового автомобиля). Тележка с контейнером забирается после полного заполнения – при этом создается новая сущность – контейнер с направлением на КТ для отправки в течение суток и с массой согласно загруженным грузоместам. Если в данные сутки есть еще грузоместа с отгрузкой в контейнер и не попавшие в первый – подвозится еще одна тележка. В случае наличия очередей, автомобили ожидают на специальной парковке. Технические параметры складов задаются в начальных параметрах модели.

Склад авто-ж. д. функционирует аналогично складам кросс-докинга и длительного хранения, отличие заключается в возможности осуществлять погрузочно-разгрузочные работы непосредственно из железнодорожных вагонов. На подъездных путях терминала предусмотрены стрелочные переводы, образующие 3 грузовых фронта для подачи-уборки группы вагонов для каждого из складов (опасных и генеральных грузов).

Загрузка склада сыпучих грузов осуществляется исключительно из поданных к выгрузке поездных формирований фиксированное количество раз в сутки. Вывоз груза осуществляется большегрузным автотранспортом («тонарами»), загрузка транспорта осуществляется фронтальными погрузчиками из расчета один погрузчик на «тонар». Склад имеет свой КПП и отдельную стоянку для автотранспорта.

Загрузка склада автомобилей осуществляется исключительно из поданных к выгрузке поездных формирований. Вывоз автомобилей производится автовозами. Время загрузки автовоза усреднённое – 2 часа. Склад также имеет собственный КПП.

Загрузка на склад СВХ осуществляется из контейнеров и из большегрузного автотранспорта (фур). Вывоз груза осуществляется фурами и среднетоннажным автотранспортом. На складе генерации контейнеров не происходит.

При разработке имитационной модели принято, что загрузка на склады осуществляется только большегрузным автотранспортом (фурами), вывоз грузов осуществляется фурами и «Газелями» в процентном соотношении 70:30. Въезд-выезд «Газелей» осуществляется через Въезд 1, въезд-выезд всего остального автотранспорта (автопоездов, автовозов, контейнеровозов, фур и «тонаров») – через Въезд 2.

Анализ «прогона» имитационной модели ТЛЦ выявил ряд узких мест, ограничивающих функционирование терминала при заданных исходных параметрах.

Очереди обусловлены недостаточной пропускной способностью ворот и значительной интенсивностью суточного потока контейнеровозов. Как следствие – очередь на выезд порождает очередь на въезд в терминал (при достижении максимального количества автотранспорта на терминале). Размер очереди в различные периоды времени достигает 25 автомобилей на выезд и выше.

В качестве варианта решения данной проблемы предлагается увеличить количество ворот на выезд контейнеровозов с терминала или уменьшить время задержки на воротах.

Следует отметить, что на рассматриваемом ТЛЦ среднесуточный поток автомобилей превышает пропускную способность и количество ворот складов, что приводит к возникновению очереди на въезд. Также к возникновению очереди приводит затаривание складов грузами на отправку.

В анализируемом прогоне очередь на 9-й день составила около 500 автомобилей, при этом расчетная величина автомобилепотока в сутки по складской зоне со стороны Въезда 2 составляет 5692 машины на въезд.

Для решения этой проблемы необходим анализ потребного количества и качества грузоперерабатывающих мощностей складской зоны ТЛЦ, в част-

ности величины ёмкости склада, среднесуточного грузооборота, количества ворот и др.

Вследствие сложившейся ситуации возрастает нагрузка на прилегающую территорию и в большей степени на выезд к прилегающей трассе. Так среднесуточный автомобилепоток на Въезде 2 за первые 7 дней (100%-ный цикл по максимальному сроку хранения для склада кросс-докинг, складов авто-жд. д. и 70%-ный для склада длительного хранения) составил 7484 единиц техники. Такая же картина сохраняется и в течение следующих 7 дней. В отличие от Въезда 1 здесь не предусмотрено общее КПП на въезд, что позволяет пропустить весь потребный поток большегрузных автомобилей. Однако в сутки на отрезке от Въезда в ТЛЦ до выезда на ближайшую автотрассу проезжает более 14 тысяч большегрузных автомобилей. При этом следует учитывать, что по основным складам в модели принималось только 75 % от расчётного грузооборота. На это необходимо обратить внимание при проектировании подъездных автомобильных дорог и организации функционирования ТЛЦ.

Как следствие, непопадания 3/4 потока среднетоннажного автотранспорта для загрузки на ТЛЦ склады достаточно быстро переполняются. При этом на складах имеются свободные ворота для загрузки. Фуры вывозят в среднем 70 % грузов, из оставшихся 30 % вывозится только 7 %.

Склад кросс-докинг заполняется полностью на 6 день, в дальнейшем прием грузов в нем осуществляется по мере освобождения площадей.

Склад авто-жд опасные грузы заполняется на 100% на 10 сутки, в дальнейшем прием грузов ограничен.

Решение этой проблемы должно идти в комплексе с оптимизацией транспортного потока. В противном случае на складах получается избыточная ёмкость и будет происходить затаривание площадей.

Оперативная зона заполняется на 97 % в первые 10 суток с наполнением порожними контейнерами 50 % (это означает, что порожние контейнеры могут занимать не более половины ёмкости ОЗ). Заполнение ОЗ ограничивает количество прибывающих поездов, так как нет возможности полностью разгрузить поезд. Поезд запускается на КТ только после освобождения достаточной ёмкости в подкрановой зоне.

В целом модель требует более тонкой настройки по второстепенным параметрам, таким как количество тягачей на КТ, количество погрузчиков на складах – для различных вариантов назначения контейнеров нагрузка на погрузо-разгрузочные средства, варьируется. Так, увеличение объема контейнеров в зону СВХ требует большего числа тягачей, чем направление того же объема контейнеров на хранение в КД. В результате недостатка числа тягачей возможно переполнения ремонтной зоны, зоны СВХ. При недостаточной

погрузо-разгрузочной мощности на складах могут появляться очереди на ТЛЦ из фур и как следствие – нагрузка на прилегающую к Въезду 2 территорию.

Данная модель может рассматриваться как пилотный проект ОАО «РЖД» для формирования современной сетевой терминально-складской инфраструктуры в рамках реализации нескольких стратегических для холдинга направлений – создания терминально-логистических центров на территории Российской Федерации, организации регулярного контрейлерного сообщения на «Пространстве 1520», развития логистического бизнеса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Вакуленко, С. П. Контрейлерные перевозки в России: история, проблемы, перспективы / С. П. Вакуленко, Т. А. Зайцев, П. В. Куренков // Экономика железных дорог. – 2013. – № 1. – С. 34–38.

2 Имитационное моделирование как инструмент проектирования инфраструктуры терминально-логистического центра / В. А. Ефремов [и др.] // РЖД Партнёр. – 2014. – № 5. – С. 72–75.

3 Котляренко, А. Ф. К логистическим технологиям смешанных перевозок / А. Ф. Котляренко, П. В. Куренков // Логистика. – 2002. – № 3. – С. 8–10.

3 Куренков, П. В. Управление доставкой внешнеторговых грузов в смешанном сообщении : дис. д. экон. н. / П. В. Куренков. – М. : ГУУ, 1999. – 430 с.

*P. KURENKOV, Dr.Hab, professor*

*D. STEBLETSOV*

*Moscow State University of Railway Engineering*

#### **IMITATING MODELLING TERMINAL AND LOGISTIC CENTER KONTREYLER TRANSPORTATIONS**

The terminal and logistics centres imitating model which allows "to lose" various scenarios of succession of events, various sets of input parameters for understanding of the best choice in the course of decision-making is presented. Its distinctive feature is the wide choice of output statistical parameters on temporary, financial cuts, to goods turnover gives a picture of functioning of the terminal on prospect.

Получено 28.09.2015