

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Е. Ю. Синябрюхова (Харьков)

Основной тенденцией развития методико-технологической базы имитационного моделирования является расширение области приложений и возможностей имитационных систем на основе интеграции понятийного аппарата графической интерпретации схем, принятых в соответствующих языках моделирования, с классическими моделями системного анализа и вычислительной математики. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечить оперативное принятие качественных управленческих решений при контроле текущих процессов грузоперевозок, а также предоставить возможность планировать дальнейшее развитие транспортной сети.

Цель данного исследования заключается в повышении эффективности организации грузоперевозок за счет сокращения задержек и простоев на маршрутах движения и в пунктах погрузки/разгрузки продукции. Процессы перевозок между грузообразующими пунктами могут рассматриваться по направлению как от производителя к потребителю, так и между территориально распределенными подразделениями.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- формирование оптимальной структуры маршрутов;
- определение требуемого количества терминалов;
- закрепление транспортных средств различной грузоподъемности за участками маршрута;
- распределение транспортных потоков на маршрутах.

Кроме того необходимо учитывать существующие на маршрутах ограничения, связанные с характеристиками транспортных средств (вид транспорта, грузоподъемность, обеспечение условий транспортировки и т.д.) и особенностями маршрутов (региональные/международные, кратчайший маршрут, загруженность направления, наличие транспортных сборов/пошлин). Применением средств имитационного моделирования для решения задач транспортной логистики позволит с требуемой степенью детализации рассмотреть особенности существующих грузопотоков и разработать мероприятия по повышению их производительности.

Исследование процессов грузоперевозок осуществляется в структурном и функциональном аспектах. Структурный аспект подразумевает территориальное расположение узлов транспортной сети и их взаимодействие между собой, а функциональный аспект предполагает рассмотрение внутренних процессов на терминалах и на всей протяженности маршрутов.

Наряду со сквозной схемой организации перевозок, когда движение подвижного состава на маршруте осуществляется непосредственно от грузообразующего до грузопоглощающего пункта, широко используется участковый метод. В этом случае весь маршрут грузоперевозок делится на несколько участков, каждый из которых обслуживается собственным транспортным парком. Подобная схема организации перевозок обладает рядом преимуществ, связанных с сокращением временных затрат, снижением себестоимости перевозок, а также увеличением производительности подвижного состава. Структурная модель грузоперевозок строится по участковому методу, когда при заданных исходном и конечном пунктах движения весь маршрут делится на участки в зависимости от наличия свободных транспортных средств в системе, протяженности и интенсивности движения на путях сообщения.

Понятие оптимальной структуры маршрутов подразумевает такое распределение грузопотоков по транспортной сети и терминалов с различной пропускной способно-

стью в узлах, которое позволит минимизировать время обработки поступающих в транспортную систему заявок и стоимость предоставляемых услуг.

В качестве критериев оценки построенных моделей грузоперевозок выступают:

- структурная надежность транспортной сети, предполагающая отсутствие разрывов или незадействованных участков маршрута;
- вероятностно-временные характеристики процессов погрузки, разгрузки и перевозки, такие как время ожидания, время обслуживания, вероятность пребывания заявки в системе.

Функциональная модель позволяет для каждого участка маршрута с учетом закона распределения случайных внешних воздействий выполнить моделирование транспортной системы. В качестве начальных условий для модели задаются данные о протяженности маршрута, временных ограничениях, доступных транспортных средствах определенной грузоподъемности и количестве операций погрузки/разгрузки. Функциональная модель позволяет определить параметры текущего состояния транспортной системы, на основании чего можно судить о необходимости тех или иных изменений.

Для дискретно-событийного моделирования используется система ProModel которая позволяет реализовывать последовательное представление процессов перевозки грузов, что предполагает создание новой или усовершенствование существующей транспортной структуры. Проведение имитационного моделирования в системе ProModel дает возможность одновременно анализировать как структурный, так и функциональный аспекты процессов грузоперевозок. Общая имитационная модель учитывает взаимовлияние изменений структуры транспортной сети и функциональных показателей в зависимости от начальных условий и особенностей поступающих на обслуживание заявок.

Функция визуализации системы ProModel позволяет наглядно представить последовательность операций в каждом подпроцессе с учетом требуемых временных и материальных ресурсов. Проведение анализа предполагает выбор подлежащих изменению параметров модели и разработку сценариев по достижению заданного уровня производительности процесса. Оптимизация полученных результатов позволяет сравнить влияние вносимых в модель изменений на каждом этапе моделирования. Именно поэтому данный программный продукт был выбран для проведения имитационного моделирования в сфере предоставления транспортных услуг.

Объектом моделирования является транспортная сеть, объединяющая элементы производственной структуры предприятия для случая территориальной разрозненности его мощностей, а также центры дистрибьюции между потребителями. Аналитическое моделирование транспортной системы проводилось для нескольких случаев с использованием однофазных моделей вида и многофазных моделей для описания поведения узлов транспортной сети, а соединяющие маршруты рассматривались с позиций теории систем передачи данных.

В ходе имитационного моделирования рассматривался участок транспортной сети, состоящий из пяти узлов (источник – грузообразующий пункт, два грузопоглощающих пункта, пункт разгрузки/погрузки – терминал и пункт проверки), представляющих два возможных маршрута различной протяженности. Первый маршрут соответствует региональному виду перевозок, а второй – межрегиональному. Схема для имитационного моделирования маршрутов представлена на рис. 1. Первый маршрут обслуживается транспортным парком из четырех машин, на втором маршруте два транспортных средства. Следует отметить различия в использовании транспортных средств на двух маршрутах. На последовательных участках первого маршрута выбирается свободное транспортное средство из двух доступных при заданной вероятности в процентном соотношении, в то время как на другом маршруте второе транс-

портное средство используется только в случае неисправности первого. Моделируемый период времени составляет пять дней с восьмичасовым рабочим днем. Интенсивность поступления заявок на межрегиональные перевозки в два раза ниже, чем на региональные.

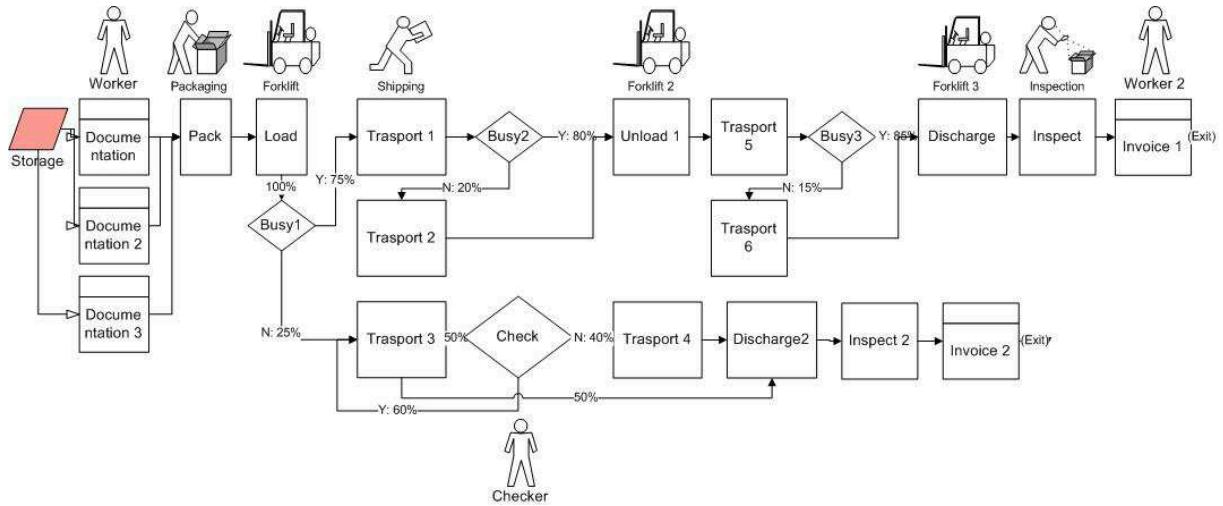


Рис. 1. Модель транспортной сети в системе ProModel

Для построенной модели было разработано три сценария с различными комбинациями видов используемых транспортных средств и протяженностью выбранных маршрутов. Внесение изменений в варианты сценариев повлияло на временные характеристики модели и стоимость каждого вида операции, что позволяет проводить оценку наиболее подходящего для реализации сценария по временному и стоимостному параметрам. Результаты сравнений сценариев представлены в виде диаграмм, характеризующих состояние входов и выходов модели, активность операций и уровень потребления ресурсов (рис. 2). Валидация построенной имитационной модели проводилась по результатам аналитических расчетов для фрагмента многофазной системы массового обслуживания с ограниченным буфером и числом обслуживающих устройств при различных законах распределения времени обслуживания.

Имитационное моделирование в системе ProModel позволяет учесть задержки, происходящие непосредственно в процессе транспортировки, а также на сопроводительных операциях, что регулируется различными законами распределения. В качестве преимущества данной модели можно отметить возможность дальнейшего расширения перечня активностей и используемых ресурсов при сохранении логики функционирования, а также возможность представления ее в качестве составных фрагментов при моделировании более сложных систем. Недостатком является предположение о сопоставимости объемов выполняемых поставок грузоподъемности используемого передвижного состава.

В результате проведенного исследования в системе ProModel были построены структурная и функциональная модели процессов грузоперевозок, осуществляемых по участковому методу, выполнено имитационное моделирование транспортной сети при различных ограничениях на входные условия, что показало рациональность применения систем последовательного имитационного моделирования для решения задач транспортной логистики.

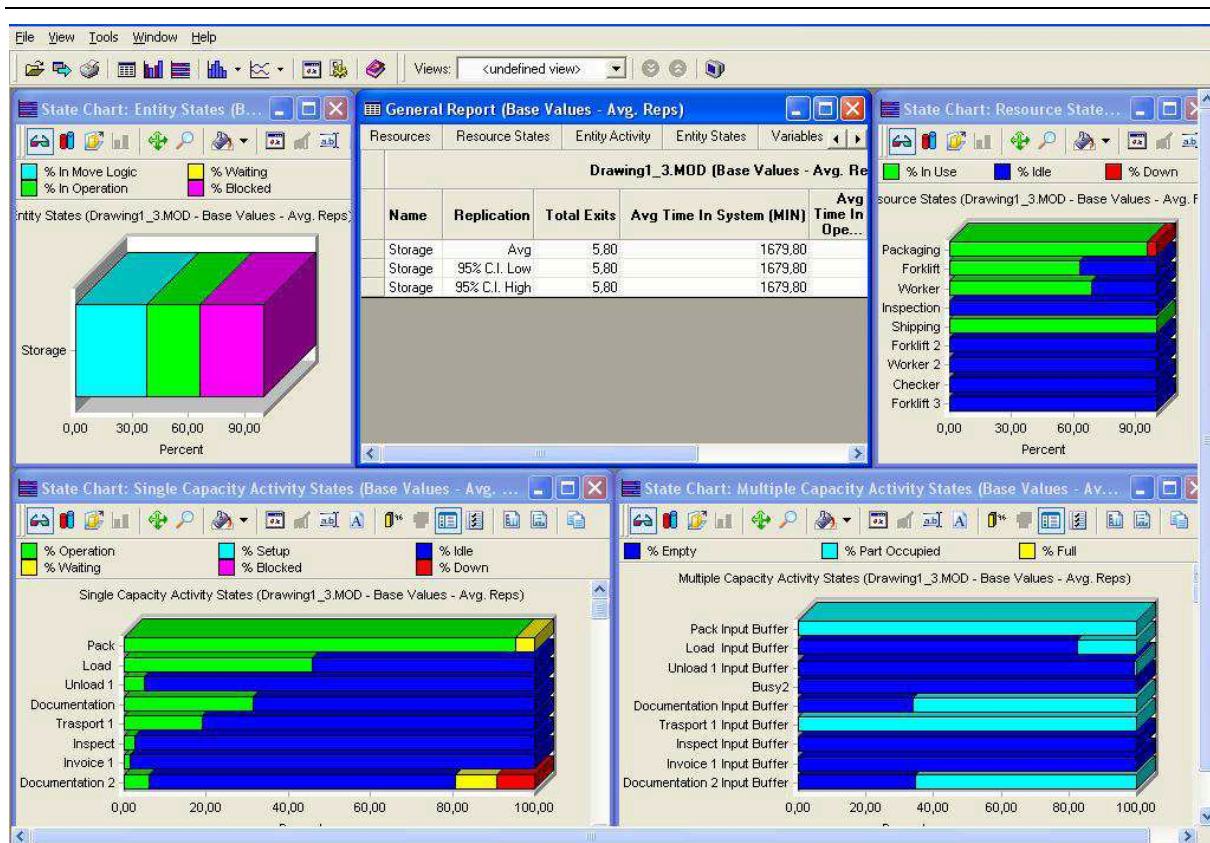


Рис. 2. Результаты моделирования сценариев

Вывод

Переход от аналитического моделирования процессов грузоперевозок к имитационному позволяет не только воспроизводить работу транспортной сети, но и учитывать случайные воздействия, корректировать модель по результатам итеративных расчетов, проводить обработку результатов для обеспечения необходимыми данными процесса принятия решения.

Литература

1. Емельянов В. В., Ясиновский С. И. Имитационное моделирование систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 584 с.
2. Шелухин О. И., Тенякшев А. М., Осин А. В. Моделирование информационных систем. М.: Радиотехника, 2005. 386 с.
3. Сергеев В. И., Григорьев М. Н., Уваров С. А. Логистика: Информационные системы и технологии. М.: Альфа-Пресс, 2008. 608с.
4. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок. Пер. с англ. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 503 с.
5. Никифоров В. В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок. М.: ГроссМедиа, 2008. 192 с.
6. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ.; под ред. В. И. Нейман. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.
7. Парк Дж., Маккей С., Райт Э. Передача данных в системах контроля и управления: практическое руководство. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. 480 с.