

МОДЕЛИРОВАНИЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Кожушко, М. С. Турпищева (Астрахань)

В текущий момент Астраханская область является ключевым регионом международного транспортного коридора (МТК) «Север-Юг». В условиях жесткой конкуренции соседних стран за политическое и экономическое влияние на Каспии, а также предстоящего вступления нашей страны во Всемирную Торговую Организацию, развитие МТК «Север-Юг» имеет стратегическое значение для России [1, 2].

Эффективное наращивание объема грузооборота возможно только в тесном взаимодействии нескольких видов транспорта. Ключевая роль здесь отводится железным дорогам и судоходным компаниям. Однако морские порты в этой транспортной цепочке – связующее звено, зачастую определяющее для грузовладельцев эффективность и привлекательность всей схемы перевозок. В связи с этим важнейшим направлением развития транспорта в Астраханской области является интеграция работы железной дороги с речными и морскими портами.

Заклячая договор, грузовладелец определяет ряд требований к грузоперевозчику. В большинстве случаев решающее значение для грузовладельцев имеет время прохождения груза через транспортную систему. При этом показатели эффективности, надежности и качества оказания услуг находятся в договорных пределах. Таким образом, для грузоперевозчиков встает следующая задача – необходимо знать заранее значения параметров, характеризующих прохождение груза по возможным направлениям и нахождение оптимального, параметры которого удовлетворяют договорным значениям.

Точно описать транспортную систему только аналитическими методами достаточно сложно из-за большого числа параметров и факторов влияния на нее. Причем внешние факторы, параметры входных процессов и характеристики системы сами имеют вероятностную природу. Поэтому результаты прогнозирования поведения системы с помощью функций, описывающих случайные процессы, могут быть совсем недостоверны.

Решением данной проблемы могут стать средства, предоставляемые аппаратом имитационного моделирования. При имитационном моделировании структура моделируемой системы адекватно отображается в модели, а процессы ее функционирования проигрываются на построенной модели. Такое моделирование можно рассматривать как условия, которые определяют, в какое состояние перейдет система в будущем. Имитационное моделирование дает возможность получить реализацию процессов во времени при конкретных значениях. База накопленных знаний имитирующих реализаций позволяет строить статистические зависимости и анализировать ситуации.

Методологической основой имитационного моделирования является системный анализ. Отдельные элементы, процессы в имитационной модели могут описываться сложными интегральными, дифференциальными и другими уравнениями. Они реализуются с помощью традиционных вычислительных процедур. Т. е. аппарат имитационного моделирования включает весь арсенал аналитического моделирования на этапе идентификации имитационной модели. Значение аналитических методов в имитационном моделировании постоянно возрастает. Имитационное моделирование включает в себя идеи и приемы статистического моделирования (поиск оптимального решения).

Повышение эффективности управления процессом переработки грузов в портах, рациональное распределение ресурсов портов позволит снизить издержки участников транспортного процесса от простоев железнодорожных вагонов с грузом и судов в ожидании погрузки.

Для создания автоматизированной системы управления грузопотоками создана имитационная модель, которая описывает фрагмент железнодорожной сети Астраханской области, взаимодействующий с правобережной системой портовых терминалов (рис. 1).

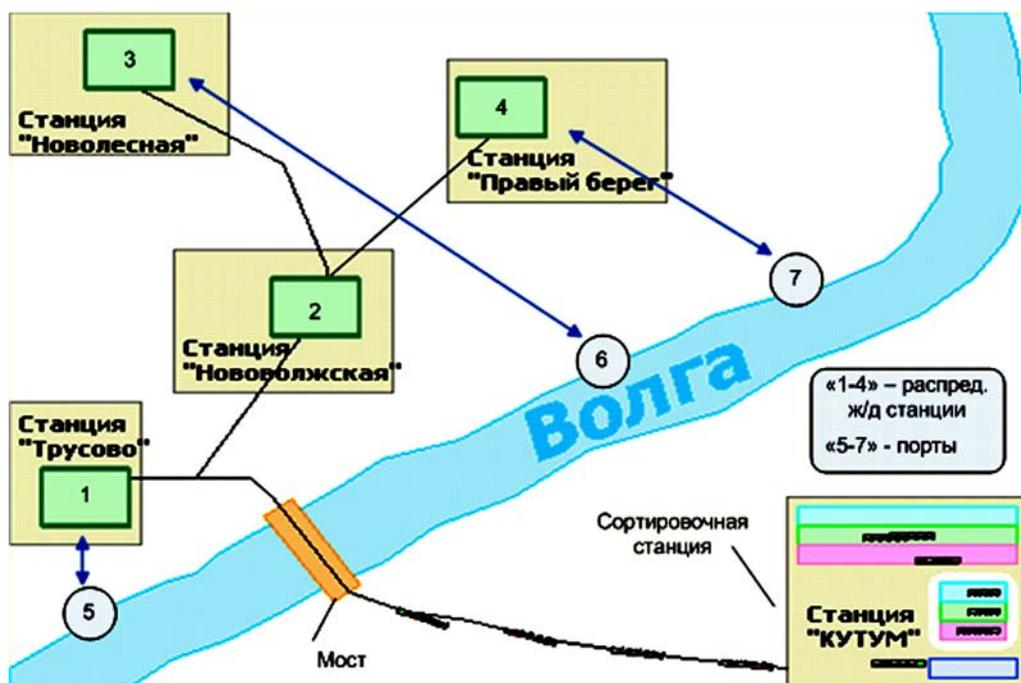


Рис. 1. Схема фрагмента Астраханского водно-транспортного узла

Задача рационального управления движением грузов в Астраханском транспортном узле требует разработки модели, имитирующей процессы движения железнодорожных вагонов, их разгрузки в портах и разгрузки судов.

В ходе анализа предметной области были выделены основные объекты, процессы и формализованы общие алгоритмы функционирования железнодорожной сети и морских портов.

На основе имеющихся данных с помощью системы имитационного моделирования AnyLogic v5.4.1 была составлена дискретно-событийная модель [3]. Система AnyLogic v5.4.1, являясь транзакционно-аналитической системой, способна одновременно учитывать все релевантные факторы и ограничения в снабжении, производстве, дистрибуции, транспортных и складских операциях и производить имитационные «прогнозы» для поиска оптимальной «подстройки» этих ограничений.

Модель собрана на основе объектов библиотеки AnyLogic Enterprise Library, которая предоставляет высокоуровневый интерфейс для быстрого создания дискретно-событийных моделей с помощью блок-схем [3].

Структура и общие алгоритмы работы модели представлены в работе [4].

Рассмотрим детально фрагмент «Железнодорожная станция–Порт» (рис. 2).

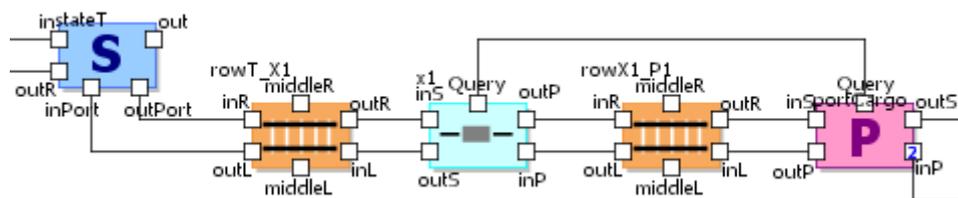


Рис. 2. Структура фрагмента «Железнодорожная станция–Порт»

Задачей моделирования данного участка цепочки является оптимизация распределения грузов между портами, связанными с одной распределяющей железнодорожной станцией.

В общем случае после доставки состава с грузом на распределяющую станцию, осуществляется транспортировка до X, а далее до порта назначения.

Объект «State» (рис. 3) моделирует работу распределяющей станции.

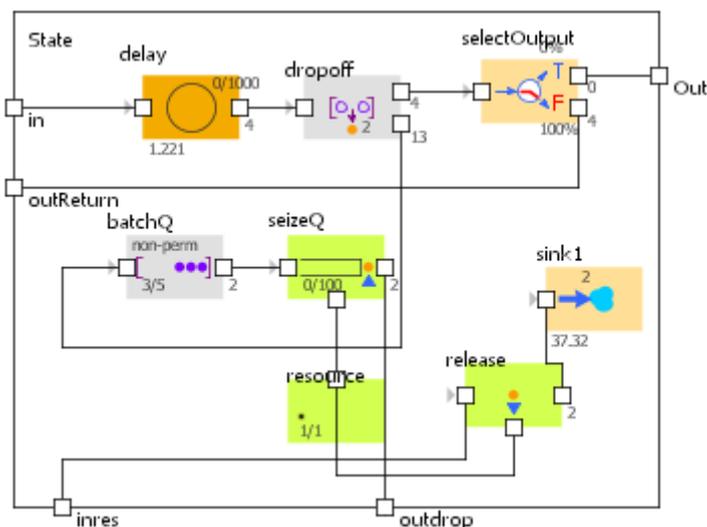


Рис. 3. Структура объекта «State»

Основными характеристиками распределяющей станции в данном случае являются: количество составов на запасных путях, ожидающих отправки в порт, и количество доступных единиц подвижного состава.

Заявки (составы) поступают в активный объект через порт «in». Объекты «delay» и «dropoff» моделируют отцепление вагонов, достигших пункта назначения, за промежуток времени, определяемый с помощью функции треугольного распределения. «SelectOutput» определяет количество оставшихся вагонов в составе. Если состав полностью расформирован, то локомотив возвращается во внешнюю цепь через порт «outReturn», в противном случае сохраняет направление движения (покидает активный объект через порт «Out»).

Объекты «batchQ», «seizeQ», «resource» и «release» моделируют очередь ожидания составов свободного локомотива станции, занятие и освобождение единиц подвижного состава. Заново сформированные составы покидают активный объект через порт «outdrop».

Порт «inres» является входным портом для возвращающихся ресурсов (локомотивов).

В Астраханском водно-транспортном узле конечные станции, как правило, связаны железнодорожными путями с несколькими портами. Порты обслуживают определенный заранее набор видов грузов. Если несколько портов, имеющих подъездные пути к станции, взаимозаменяемы, то направление движения необходимо определять, согласно критериям оптимальности (например, минимальной загрузкой портового склада, минимальными затратами, и т. д.). Если направление дальнейшего движения состава определено, то локомотив станции доставляет его до X. Объект X моделируется с помощью пользовательского класса активного объекта X (рис. 4).

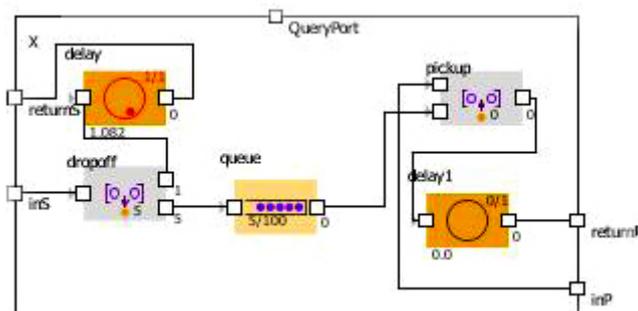


Рис. 4. Структура объекта «X»

В общем случае это промежуточная точка транспортировки, где происходит смена локомотива.

Входным и выходным портами объекта «X» являются порты «inS» и «returnP» соответственно. Через порт «returnS» возвращаются на станцию освободившиеся локомотивы, а через порт «inP» приходят локомотивы от объектов «Port».

Объекты «delay» и «delay1» определяют время, которое потребуется для формирования состава, а объекты «dropoff» и «pickup» моделируют сам этот процесс. Объект-очередь («queue») является прототипом «листа ожидания». Как только состав попадает в очередь, с помощью объекта-порта «QueryPort» соответствующему порту (объекту «PortCargo») посылается сообщение, содержащие в себе запрос ресурса (единицы подвижного состава). Если ресурс предоставлен (локомотив поступил в активный объект через порт «inP»), то далее осуществляется сцепка с локомотивом и транспортировка непосредственно к портам.

Рассмотрим подробно объект «PortCargo» (рис. 5).

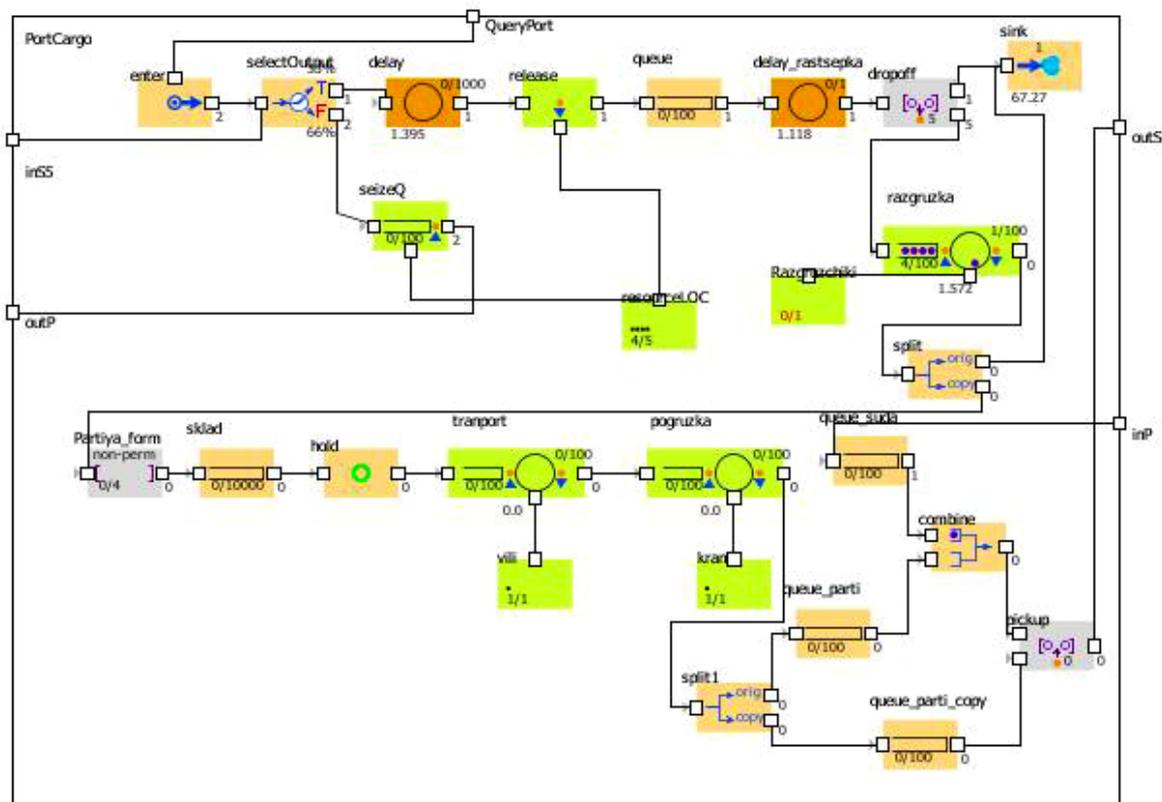


Рис. 5. Структура объекта «PortCargo»

Входными портами объекта «PortCargo» являются «inSS», «QueryPort», «inP». Заявки, представляющие железнодорожные составы и морские суда, поступают в объект через порты «inSS» и «inP» соответственно, а порт «QueryPort» предоставляет интерфейс взаимодействия с объектами типа «X».

В объекте «selectOutput» определяется тип сообщения (является ли оно заявкой на предоставления локомотива, или самим составом). В первом случае с помощью объектов «seizeQ» и «resourceLOC» выделяется запрашиваемый ресурс, который покидает объект через порт «outP». Во втором случае ресурс наоборот освобождается (объект «delay» и «release»), затем состав попадает на разгрузку («dropoff», «razgruzka», «Razgruzchiki»).

Следующим этапом в технологическом процессе в порту является формирование судовой партии (объект «Partiya_form») и складирование («sklad»).

Как только судно приходит в порт, т. е. верхний слот объекта «combine» занят, объект «hold» переходит в открытое состояние, и одна судовая партия проходит стадию транспортировки (объекты «transport» и «vili») и стадию погрузки с помощью подъемных кранов (объекты «pogruzka» и «kran»). Загруженное судно покидает объект через порт «outS».

В общем случае необходимо решить задачу эффективного управления неритмичными грузопотоками, поступающими с железной дороги на портовые терминалы.

Для поставленной задачи целесообразно использовать методы имитационного моделирования, для чего была представлена разработанная модель. Результаты имитационного моделирования транспортной системы Астраханского водно-транспортного узла позволят определить оптимальные алгоритмы управления грузопотоками в местах пересечения транспортных артерий.

Литература

1. Россия и Иран развивают транспортный коридор «Север-Юг»//Отраслевой интернет-портал, информационного агентства «Транспорт»: URL: http://www.transport.ru/1/4/i77_21712p0.htm#kl_4 (2007 г. 20 авг.)
2. Железные дороги участвуют в решении задач государства//Отраслевой интернет-портал, информационного агентства «Логистика»: URL: http://www.logistics.ru/9/5/i20_36456p0.htm#kl_0 (2007 г. 20 авг.)
3. **Карпов Ю. Г.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование в среде AnyLogic [Текст]/Ю. Г. Карпов. СПб: БХВ-Петербург, 2006. с. 400. 1000 экз. ISBN 5-94157-148-8.
4. **Кожушко, А. А.** Применение методов имитационного моделирования в транспортно-логистических задачах/А. А. Кожушко//Компьютерное моделирование: Труды Восьмой международной научно-практической конференции (26–27 июня 2007 г.). СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2007. С. 230–234. ISBN 5-7422-1544-4.