



УДК 336.012.23

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Медведева М. А., Глумова Ю. Э.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
институт «Высшая школа экономики и менеджмента»

E-mail: Glumova.iuliya@yandex.ua

Аннотация:

Медведева М. А., Глумова Ю. Э. Методика построения концептуальной модели логистической системы на основе имитационного моделирования. Современные высокотехнологичные коммерческие симуляторы являются весомым аналитическим инструментом, вобравшим в себя большой перечень новейших информационных технологий, включая развитые графические оболочки с целью конструирования моделей и интерпретации выходных результатов моделирования, а также мультимедийные средства и видео, поддерживающие анимацию в реальном масштабе времени.

Annotation:

Medvedeva M. A., Glumova I. E. Methods of constructing a conceptual model of the logistics system based on simulation. Modern high-tech commercial simulators are a powerful analytical tool, which includes a large list of the latest information technologies, including developed graphical shell to design models and interpret the output of simulation results, as well as multimedia tools and video supporting animation in real time.

Постановка проблемы

Имитационное моделирование является эффективным и зачастую единственным методом исследования и решения сложных управленческих проблем. В условиях возрастающей структурной и функциональной сложности объектов управления для принятия эффективных управленческих решений знаний и интуиции экспертов недостаточно, чтобы оценить последствия реализации того или иного решения. Сложные системы контринтуитивны, состоят из множества взаимосвязанных элементов, в которых действует большое количество факторов стохастической природы и неопределенности, причина и следствие в таких системах разнесены во времени и пространстве, краткосрочные решения требуют согласования с долгосрочными прогнозами.

Компьютерная модель является инструментом в руках топ-менеджера, государственного служащего, ответственного за выработку и принятие управленческих решений, также она позволяет поверять проектные и другие решения, когда реальный объект еще не существует, а только разрабатывается или проектируется. Имитационное моделирование применяется в тех случаях, когда эксперимент с реальной системой невозможен или слишком дорог, как в случае с крупномасштабными техническими или социально-экономическими системами.

В сфере бизнеса и управления имитационное моделирование используется в широком диапазоне – от операционного и производственного менеджмента до стратегического, в управленческом и ИТ-консалтинге. Во всем мире бизнес-планирование любого хозяйственного объекта осуществляется на основе его имитационной модели. Решения на основе имитационного моделирования востребованы в отраслевых проектах, государственном и территориальном управлении.



Изложение основного материала

Имитационное моделирование – эффективный метод решения задач анализа и синтеза сложных систем, методологической основой которого является системный анализ, именно поэтому в ряде источников наряду с термином «имитационное» специалистами используется термин «системное моделирование», а саму технологию системного моделирования призваны осваивать системные аналитики.

Современные высокотехнологичные коммерческие симуляторы являются мощным аналитическим средством, вобравшим в себя весь арсенал новейших информационных технологий, включая развитые графические оболочки для целей конструирования моделей и интерпретации выходных результатов моделирования, мультимедийные средства и видео, поддерживающие анимацию в реальном масштабе времени, объектно-ориентированное программирование, интернет-решения и др. В силу своей привлекательности и доступности технологии имитационного моделирования перестают рассматриваться только с научной точки зрения, а перетекают в практику и осваиваются ИТ-специалистами и менеджментом компаний.

Логистические процессы (процессы транспортировки, складирования и перевалки грузов и товаров) встречаются не только на предприятиях, которые традиционно называют логистическими (торговые и транспортные предприятия, складские объекты), но также и на производстве, строительстве, больничных комплексах, больших общественных зданиях, а также других системах, где наблюдается движение большого количества материальных объектов.

С помощью моделирования могут изучаться процессы как внутренней, так и внешней логистики предприятия. К внутренней логистике относится перемещение объектов внутри всей территории предприятия или в отдельных его подразделениях.

Для решения задач внутренней логистики традиционно создаются следующие виды моделей:

- модели систем транспортировки грузов по территории предприятия с помощью мобильных средств (погрузчиков, трейлеров и т. п.);
- модели стационарных напольных и подвесных систем транспортировки грузов (кранов и конвейеров различной конструкции);
- модели процессов на складах: приём грузов, перемещение грузов в зоны хранения и обратно, отбор, комплектация, упаковка и отправка грузов;
- модели производственных линий и сборочных конвейеров.

К внешней логистике относится перевозка грузов и товаров между различными географическими пунктами с применением обычных средств транспорта: автомобильного, железнодорожного, речного, морского и воздушного. Чаще всего модели процессов внутренней и внешней логистики создаются и исследуются отдельно друг от друга, но в некоторых случаях создаются и комплексные модели. Например, на предприятии оптовой торговли (в центре распределения товаров) к внешней логистике относится поставка товаров на склады предприятия, перевозка товаров между складами самого предприятия, а также со складов предприятия к клиентам. Процессы обработки товаров на складах предприятия должны рассматриваться как процессы внутренней логистики.

Наиболее популярными закрепившимися в современных инструментальных решениях парадигмами моделирования, нашедшими широкое применение в управлении, являются дискретное (процессно-ориентированный подход), системная динамика, агентное моделирование. Если дискретное имитационное моделирование стало основой инжиниринговой деятельности в анализе и оптимизации бизнес-процессов, производственных и логистических систем, то системная динамика и агентное моделирование только приобретает популярность среди управленцев, пытающихся повысить эффективность своего бизнеса.



Имитационное моделирование предприятий сегодня является наиболее перспективной и быстро развивающейся сферой применения имитационного моделирования для бизнеса и корпораций.

Основные сферы применения дискретного имитационного моделирования в менеджменте: имитационное моделирование бизнес-процессов; имитационное моделирование дискретных производственных систем; логистика складских комплексов; комплексное управление логистическими процессами на основе имитационной модели, управление цепочками поставок; цифровое производство [1, 2].

Известно большое количество решений на основе дискретного имитационного моделирования в области операционного, тактического и стратегического планирования и развития производственных и логистических систем, цепочек поставок. Модули планирования реализуются в контуре ERP, SCM, APS, BPM-систем управления предприятия. Без этого невозможна реализация базовых технологий «точно в срок». Часто метод имитационного моделирования применяют при проектировании и реинжиниринге логистической сети как существующей, так и новой системы, в рамках консалтинга или логистического аудита.

Отметить преимущества применения имитационного моделирования для логистических систем:

- комплексное понимание процессов и характеристик логистической цепи с помощью графиков и развитой анимации;

- задачи управления в логистической системе являются достаточно объемными и сложными для формализации, поэтому практическая реализация математической модели принятия решений в общем виде является проблематичной, так как присутствует значительное число внутренних связей, и система обладает большой размерностью;

- возможность учитывать стохастическую природу и динамику многих факторов внешней и внутренней среды; пользователь получает возможность моделировать случайные события, используя распределения вероятностей, в конкретных областях и выявлять их влияния на логистическую цепь;

- возможность воспроизводить динамику системы, отражать динамический характер логистических процессов, обилие временных и причинно-следственных связей (требования потребителей, как правило, имеют вероятностный и динамический характер, текущий уровень запаса на складе является динамическим параметром и т. п.);

- применение многошаговой процедуры проектирования позволяет учитывать сложность принятия решений, большое количество решающих правил и критериев оптимизации;

- в большинстве случаев в распоряжении лица, принимающего решения, в логистической системе имеется несколько альтернатив (допустимых решений);

- обеспечение минимизации риска изменения плана путем предварительного анализа и моделирования возможных сценариев развития событий в цепи поставок.

Суть цепи поставок – перенос во времени и пространстве некоторого объема материала. Имитационная модель позволяет описать и продемонстрировать движущиеся материальные потоки, их сложное взаимодействие с информационными и финансовыми потоками. Логистическую сеть можно представить в виде ориентированного графа (стохастической сети), ребра которого представляют различные потоки, а вершины – звенья сети. За элемент потока принимают активность – аналог подвижной материальной сущности, некоторую абстрактную неделимую единицу, обладающую определенным количеством сохраняемых характеристик, таких как объем поставки. Звенья логистической сети могут производить различные действия с активностями. Особенностью логистических систем является то, что многие виды ресурсов являются в них мобильными объектами (средства транспортировки и перемещения грузов). В построенной таким образом имитационной



модели описываются процессы передвижения и накопления грузов и товаров в сети, задаются параметры, которые определяют ее состояние и меняются во времени по заданным операционным правилам. Такой способ представления логистической системы в дискретной имитационной модели позволяет детально описывать конфигурации и топологию логистических систем, с детализацией характеристик и правил обработки и транспортировки материальных потоков в отдельных узлах сети, что исключительно полезно в условиях проектирования оптимальной топологии и конфигурации системы и уточнения отдельных решений, связанных с выбором стратегий транспортировки, дистрибьюции, политик управления закупками, запасами и многих других в контексте комплексного решения по формированию и стратегической оптимизации цепи поставок.

В инжиниринговой практике широко применяются решения на основе дискретного имитационного моделирования для обоснования планировочных решений и инвестиционного планирования строящихся логистических комплексов и проектирования инфраструктуры логистических центров, технологического проектирования складских комплексов. Строительство и оснащение современных складских комплексов необходимым оборудованием и техникой требует значительных инвестиций. Поэтому очень важно еще до начала строительства правильно провести проектирование склада. Проектирование склада – сложный многоступенчатый процесс. Он ведется с учетом множества параметров во взаимодействии с заказчиком и строительными проектными организациями. Имитационная модель полезна при реконструкции или строительстве нового склада на этапе формирования проекта, при проектировании инфраструктуры логистического центра, а также позже при технологическом проектировании и оснащении построенного складского комплекса. Имитационная модель позволяет подсказать, как оптимизировать затраты инвестора. Проектирование инфраструктуры складского комплекса включает:

- Построение складского комплекса с максимальной вместимостью и производительностью с размещением на заданном участке земли, на основе анализа топологической схемы участка, где существует множество ограничений, с учетом расположения инженерных и транспортных коммуникаций.

- Выбор вариантов расположения и размеров маневровых площадок с возможностями парковки автомобилей, КПП, определение количества мест парковки на территории склада для транспорта, реализующего внешние грузопотоки, и рациональное количество мест парковки непосредственно к грузовой рампе.

- Определение необходимых площадок для зон приемки, сортировки, комплектации и хранения грузов.

- Определение необходимых ресурсов и размеров функциональных зон и т. п.

Имитационная модель позволяет увидеть (с помощью двух-трехмерной анимации) и проанализировать работу будущего склада до завершения его строительства и, в случае необходимости, внести коррективы в проект склада. Наиболее сложными, но при этом и наиболее значимыми для практики, являются на сегодняшний день модели двух типов логистических систем с сетевой структурой: а) сетей (цепей) поставок и б) сетей распределения и продажи продукции. Первый тип сетей применяется для реализации процессов в области материально-технического снабжения производства, особенно, сложного многоступенчатого распределённого производства. Второй тип сетей применяется как в системах реализации продукции крупных предприятий-производителей, так и в торговых системах.

Построение концептуальной сетевой модели логистической системы

В любом исследовании, связанном с применением имитационного моделирования, можно выделить три этапа:

1. разработка концептуальной модели;

2. реализация модели с использованием пакета имитационного моделирования (симулятора);

3. планирование и проведение экспериментов с работающей моделью.

На рис. 1 показана многократно проверенная на практике методика создания формального описания задачи моделирования и построения концептуальной модели, которая может служить исходным пунктом для реализации модели с использованием любого из коммерческих симуляторов для процессов с дискретными событиями.

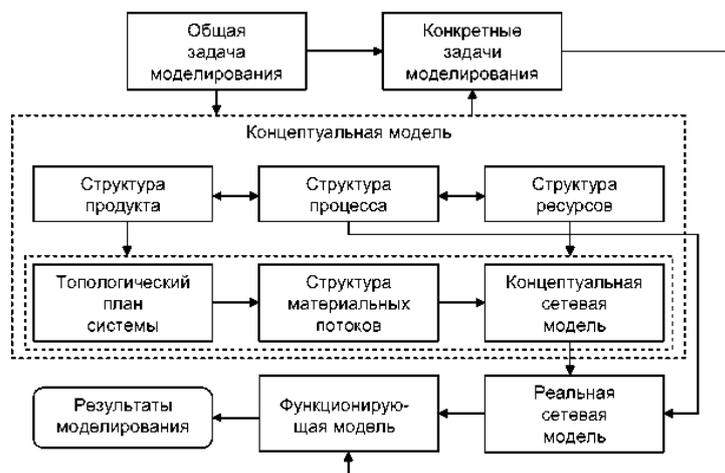


Рисунок 1 – Методика создания и применения концептуальной модели логистической системы

Концептуальная сетевая модель логистической системы, как правило, радикально отличается от сети массового обслуживания, в которой обычно задаётся одна «плоская» структура и один тип динамических объектов (заявка). Разработка концептуальной сетевой модели начинается с определения трёх типов иерархических (древовидных) структур: а) для продуктов, т. е. всех обрабатываемых типов грузов (товаров и тары); б) для ресурсов, т. е. всех стационарных и мобильных технических средств выполнения операций транспортировки, складирования и перевалки грузов; в) для процесса, т. е. всех возможных или типовых последовательностей выполнения операций с различными типами груза.

Выводы

Вследствие понимания того факта, что в большинстве симуляторов готовая модель представляется как сетевая структура, узлы которой являются представителями (объектами) соответствующих библиотечных компонентов (классов), разработчик которой знаком с конкретным симулятором, для него не составит большого труда выбрать в библиотеке симулятора компоненты, наилучшим образом соответствующие компонентам концептуальной сетевой модели. Но именно построение концептуальной сетевой модели является наиболее сложным этапом исследования, связанного с применением имитационного моделирования при анализе логистических систем.

Литература

1. Буч Г., Джекобсон, Рамбо Д. Язык UML. Руководство пользователя: Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2001.
2. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ Питербург, 2005.
3. Патрик Ноутон, Герберт Шилдт. Java 2. Наиболее полное руководство: Пер. с англ. – СПб.:ВНВ Петербург, 2007.