

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

В. Е. Воронин, В. С. Куранцева, О. А. Баева (Саратов)

В настоящее время деловые процессы реализуются в условиях высокой конкуренции, неопределенности и неустойчивости рыночной среды. Практика показывает, что оптимизация логистических процессов позволяет существенно сократить издержки на всех стадиях производственного цикла, поэтому успех любой компании в конкурентной борьбе во многом зависит от эффективности функционирования ее логистической системы.

Особенность логистического подхода состоит в системном рассмотрении совокупности всех звеньев производственного процесса как единой цепи (логистической системы). Расходы отдельных звеньев логистической системы тесно взаимосвязаны между собой. Например, экономия на транспортных расходах может привести к значительному увеличению затрат, вызванных ростом складских запасов, а экономия на упаковке грузов может привести к дополнительным издержкам, вызванным повреждением грузов при доставке, и т.д. При определенных условиях возможно такое перераспределение затрат, при котором некое незначительное их увеличение в одной области может дать значительную экономию в другой, что в конечном счете приведет к снижению суммарных издержек по системе в целом. Для решения непростых задач управления логистическими системами на предприятиях, по нашему мнению, целесообразно использовать компьютерную систему поддержки принятия решений, в которой для анализа, прогнозирования и оптимизации функционирования логистической системы используется имитационное моделирование. Имитационные модели могут быть разработаны для исследования как отдельных элементов логистической системы предприятия, так и поведения всей системы в целом.

Моделирование системы управления запасами предприятия

Рассмотрим возможность практического применения имитационного моделирования для анализа и оптимизации логистической системы предприятия на примере моделирования системы управления запасами коммерческой организации. В качестве объекта исследования нами был выбран оптовый склад торговой организации ООО «Волга-С», обеспечивающий снабжение товарами несколько удаленных точек сбыта. Этот склад и магазины являются аффилированными предприятиями, поэтому их взаимодействие может достаточно эффективно координироваться.

Система управления запасами оптового склада ООО «Волга-С» обеспечивает решение следующих задач:

- учет текущего уровня запасов на складе;
- определение размера гарантийного (страхового) запаса;
- расчет размера заказа для пополнения запасов;
- определение интервала времени между заказами.

Концептуальное моделирование объекта исследования и формализация имитационной модели

На концептуальном уровне модель рассматриваемой системы управления запасами может быть представлена в виде трех типов взаимодействующих элементов (подсистем). Подсистемами первого типа являются магазины, из которых требования на товары поступают в оптовый склад. Подсистемой второго типа является оптовый склад, где хранятся запасы товаров, удовлетворяются запросы на товары со стороны магази-

нов и формируются заказы поставщикам для пополнения запасов товаров. Подсистемами третьего типа являются поставщики товаров.

Для формализации такой модели ее динамику можно описать в терминах транзактов. Отдельными типами транзактов в модели могут быть представлены требования, поступающие из магазинов на склад; требования, направляемые со склада поставщикам товаров для пополнения складских запасов; кроме того, каждому наименованию товаров соответствует отдельный тип транзактов.

Логике функционирования исследуемой системы управления запасами можно задать определенным набором правил, в соответствии с которыми определяются моменты времени, в которые осуществляется проверка текущего уровня запасов товаров на складе, интервалы времени между заказами товаров и размеры заказов. В логистике упомянутые наборы правил называются моделями управления запасами. Эти модели позволяют получить ответы на два основных вопроса: сколько заказывать товаров и когда. Есть множество разнообразных моделей, каждая из которых подходит к определенному случаю, рассмотрим четыре наиболее общие модели:

- модель с фиксированным размером заказа;
- модель с фиксированным интервалом времени между заказами;
- модель с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня;
- модель «Минимум – Максимум».

Модель с фиксированным уровнем запаса работает так: на складе есть максимальный желательный запас товаров (МЖЗ), потребность в этих товарах уменьшает ее количество на складе, и как только количество достигнет порогового уровня, размещается новый заказ поставщикам. Оптимальный размер заказа (ОР) выбирается таким образом, чтобы количество товаров на складе снова равнялось МЖЗ, а поскольку товары не поставляются мгновенно, то необходимо учитывать ожидаемое потребление во время поставки. Поэтому необходимо учитывать резервный запас (РЗ), служащий для предотвращения дефицита. Для определения максимального желательного запаса (МЖЗ) используется формула

$$\text{МЖЗ} = \text{ОР} + \text{РЗ}. \quad (1)$$

Модель с фиксированным интервалом времени между заказами работает следующим образом: с заданной периодичностью размещается заказ, размер которого должен пополнить уровень запаса до МЖЗ.

Модель с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня работает следующим образом: заказы делаются периодически (как во втором случае), но одновременно проверяется уровень запасов. Если уровень запасов достигает порогового значения, то делается дополнительный заказ.

В зафиксированные моменты заказов расчет размера заказа производится по следующей формуле:

$$\text{РЗ} = \text{МЖЗ} - \text{ТЗ} + \text{ОП}, \quad (2)$$

где РЗ – размер заказа, МЖЗ – желательный максимальный заказ, ТЗ – текущий заказ, ОП – ожидаемое потребление за время поставки.

В момент достижения порогового уровня размер заказа определяется по формуле:

$$\text{РЗ} = \text{МЖЗ} - \text{ПУ} + \text{ОП}, \quad (3)$$

где РЗ – размер заказа, МЖЗ – максимальный желательный заказ, ПУ – пороговый уровень запаса, ОП – ожидаемое потребление до момента поставки.

Модель «Минимум – Максимум» работает следующим образом: контроль за уровнем запасов делается периодически, и если при проверке оказалось, что уровень запасов меньше или равен пороговому уровню, то делается заказ.

Любая из описанных выше моделей может быть реализована в нашей имитационной модели системы управления запасами оптового склада. Выбор конкретной модели позволяет задать в имитационной модели логику функционирования и формально описать динамику моделируемой системы.

Для получения ответа на вопросы, когда и сколько заказывать товаров, необходимо рассчитать объемы резервного запаса и оптимального размера заказа. Уровень резервного запаса определяется из условия, что вероятность возможного дефицита будет не больше заданного предельного значения, а оптимальный размер заказа находится по широко известной формуле Уилсона. Выше были рассмотрены однопродуктовые модели управления запасами. В реальных ситуациях заказы делаются не на отдельные виды продукции, а на множество с одними транспортными расходами. При переходе к многопродуктовой ситуации расчеты резервного запаса и оптимального размера заказа не меняются.

На функционирование моделируемой системы существенное влияние оказывают разнообразные случайные факторы, например, время поступления требований из магазинов на склад, размеры заказов по отдельным видам товаров и многие другие. Для формализации учитываемых в модели случайных факторов необходимо задать соответствующие вероятностные параметры.

Практическое использование имитационного моделирования

Для практического использования программная реализация имитационной модели может быть получена с помощью различных современных инструментальных средств. Мы осуществляли имитационное моделирование в среде GPSS World. GPSS-модель оптового склада позволяет исследовать влияние на функционирование системы управления запасами различных факторов.

Оптимизация управления запасами может осуществляться по различным критериям эффективности. Это могут быть, например, суммарные затраты, связанные с запасами и складывающиеся из стоимости хранения, стоимости выполнения заказа, убытков, вызванных отсутствием необходимых товаров на складе, или, например, риски возможных срывов планов по продажам.

На тестовых примерах с помощью имитационного моделирования нами были решены задачи выбора оптимального размера оптового склада в зависимости от числа обслуживаемых складом магазинов и различных объемов продаж. Сравнивалась эффективность использования различных моделей управления запасами из числа описанных выше. Кроме того, нами были решены тестовые задачи оценки и оптимизации рисков возможных срывов планов продаж из-за недостаточных объемов запасов отдельных видов товаров на складе.

Анализ данных, полученных в процессе имитационного моделирования функционирования системы управления запасами ООО «Волга-С», показал, что модель с фиксированным размером заказа довольно устойчива к увеличению спроса, задержке поставки, неполной поставке и занижению размера заказа. Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами устойчива к сокращению спроса, ускоренной поставке, поставке завышенного объема и завышенного размера заказа. Модель управления запасами с заданной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня объединяет все плюсы двух первых моделей. Эти выводы хорошо согласуются с данными, представленными в литературе по логистике, что свидетельствует об адекватности и практической ценности разработанных нами имитационных

моделей. Наши модели можно использовать в системах поддержки принятия решений в управлении логистикой. Для коммерческих предприятий моделирование системы управления запасами имеет самостоятельную ценность. Например, практическое применение имитационной модели оптового склада может с успехом использоваться для прогнозирования эффективности системы управления запасами в условиях сезонного изменения спроса или иных ситуациях, когда исследуемая система работает не в стационарном, а в переходном режиме. В управлении логистическими системами промышленных предприятий имитационное моделирование системы управления запасами также может быть полезным, вместе с тем больший эффект может быть получен путем построения модели и анализа всей логистической системы предприятия в целом. В этом случае можно будет всесторонне анализировать эффекты взаимодействия отдельных звеньев логистической цепи.

Выводы

На основании вышеизложенного можно сделать ряд практических выводов. Во-первых, имитационное моделирование является эффективным инструментом исследования логистических систем. Во-вторых, современные инструментальные средства, например GPSS World, позволяют с приемлемыми трудозатратами осуществлять программную реализацию имитационных моделей логистических систем. В-третьих, практическое использование имитационного моделирования системы управления запасами позволяет выбирать оптимальные стратегии управления и, в конечном счете, позволяет повысить эффективность логистических процессов.

Литература

1. **Боев В. Д.** Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: Учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
2. **Воронин В. Е., Куранцева В.С.** Имитационное моделирование: Учеб. пособие. Саратов: Поволжская академия государственной службы им. П. А. Столыпина, 2006.
3. **Гаджинский А. М.** Логистика. М.: Дашков и К, 2008.
4. **Томашевский В., Жданова Е.** Имитационное моделирование в среде GPSS World. М.: Бестселлер, 2003.