

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИМИТАЦИЯ ДИНАМИКИ ХРАНЕНИЯ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Севостьянов П.А., д.т.н., проф., Самойлова Т.А., к.т.н., ст. преп.

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина,

г. Москва, Российская Федерация

Реферат. Перспективным инструментом для анализа складской системы является компьютерное моделирование задачи управления запасами. В статье рассмотрен алгоритм имитации динамики изменения различных показателей функционирования склада во времени.

Ключевые слова: имитация, компьютерное моделирование, алгоритм, склад, материальные ресурсы.

Задача управления запасами, или, в более общей терминологии, ресурсами, является одной из центральных и традиционных задач такой системной области деятельности, как исследование операций [1, 2]. Для материальных ресурсов соблюдается условие баланса, т.е. равенство нулю суммы поступающих, выходящих потоков и собственной интенсивности точек накопления этих ресурсов. Например, для информационных ресурсов условие баланса не выполняется. В то же время, сырье, топливо, энергия, рабочая сила, финансовые средства, готовая продукция могут рассматриваться как материальные ресурсы, для которых можно построить уравнения баланса. Использование материальных ресурсов предприятиями предполагает наличие накопителей – складов, без которых ни одно предприятие не может нормально функционировать, поскольку оно нуждается для этого в ресурсах, а получать их «с колес» и тут же отправлять потребителю практически невозможно. Кроме того, нормальное функционирование любого предприятия только в случае равномерной нагрузки и постоянной производительности используемых средств, обеспечение этой равномерности осуществляется складами сырья и других необходимых ресурсов, которых сглаживают, демпфируют возможные колебания и неравномерность поставки и/или отгрузки.

Функционирование любого склада сопряжено с затратами, иногда весьма значительными, которые ложатся как необходимые дополнительные издержки на себестоимость продукции. Поэтому задача системной оптимизации функционирования склада материального ресурса является актуальной и практически важной задачей. Базовые аналитически полученные результаты известны и нашли отражение во многих работах [1, 2, 3, 4]. Однако, аналитические решения для этой задачи были получены при предельно упрощающих постановку ограничениях. Любое расширение условия приводит к математическим моделям, не поддающимся аналитическим методам решения, а численные компьютерные подходы допускают и альтернативные подходы к задаче [5, 6]. Одним из таких альтернативных подходов является прямая компьютерная имитация динамики изменения различных показателей функционирования склада во времени путем разработки и реализации соответствующего алгоритма [7, 8, 9]. Ниже описывается один из таких разработанных базовых алгоритмов.

Обозначим $q(t)$ – запас некоторого ресурса на складе на момент времени t , $Q(t)$ – количество ресурса, поставляемого на склад в тот же момент времени, $p(t)$ – потребность в ресурсе потребителя со склада на момент t , $m(t)$ – фактическое потребление или отгрузка со склада ресурса, $R(t)$ – дефицит ресурса на складе. Для задач управления ресурсами можно считать переменную времени t дискретно меняющейся величиной с постоянным шагом, например, в одни сутки: $t = 0; 1; 2; \dots$ Для введенных переменных, описывающих динамику склада, из условия материального баланса можно написать следующие соотношения

$$\begin{aligned}qv &= q(t) + Q(t); & m(t) &= \min \{qv; p(t)\} \\q(t + 1) &= qv - m(t); & R(t) &= \max \{0; p(t) - qv\}\end{aligned}\tag{1}$$

Вспомогательная переменная qv в этих уравнениях равна приросту ресурса с

предыдущего момента времени после получения очередной поставки. Операции вычисления минимума и максимума в формулах необходимы, чтобы определить реальные возможности склада по поставке ресурса и величину недопоставки (дефицита) ресурса по сравнению с потребностью в нем на текущий момент времени t .

Приведенные формулы (1) являются основой для построения имитационного алгоритма. Рассмотрим его версию при следующих начальных условиях и параметрах модели. Предположим, что поставки на склад осуществляются регулярно с периодом T единиц времени. Объем этих поставок $Q(t)$ складывается из суммы некоторой минимальной базовой величины Q_m и дополнительной величины, пропорциональной дефициту к текущему моменту времени: $Q(t) = Q_m + Q_n R(t - 1)$. Потребность в ресурсе $p(t)$ является случайной величиной с неотрицательными значениями, распределенными по известному закону и известными параметрами, например, по закону Пуассона с параметром A . Моделируемый интервал времени равен T_m . Алгоритм имитации включает следующие шаги.

1. Задание значений параметрам T_m, Q_m, Q_n, A .
2. $t = 0$. Задание стартовых значений переменным $q(t), R(t)$.
3. $t = t + 1$. Генерация значения $p(t)$ в соответствии с выбранным законом распределения и его параметрами.
4. Вычисление значений переменных $Q(t), q(t), m(t), R(t)$ по формулам (1).
5. При $t < T_m$ возврат к п.3, иначе вывод массивов значений переменных.

На рисунке 1 показан пример работы алгоритма для значений $T_m = 90, Q_m = 10, Q_n = 3, A = 20$ при $q(0) = 5$ и $R(0) = 0$. Параметры выбраны таким образом, чтобы при имитации динамики склада воспроизводились все включенные в модель переменные и различные ситуации с поставками и отгрузками ресурса.

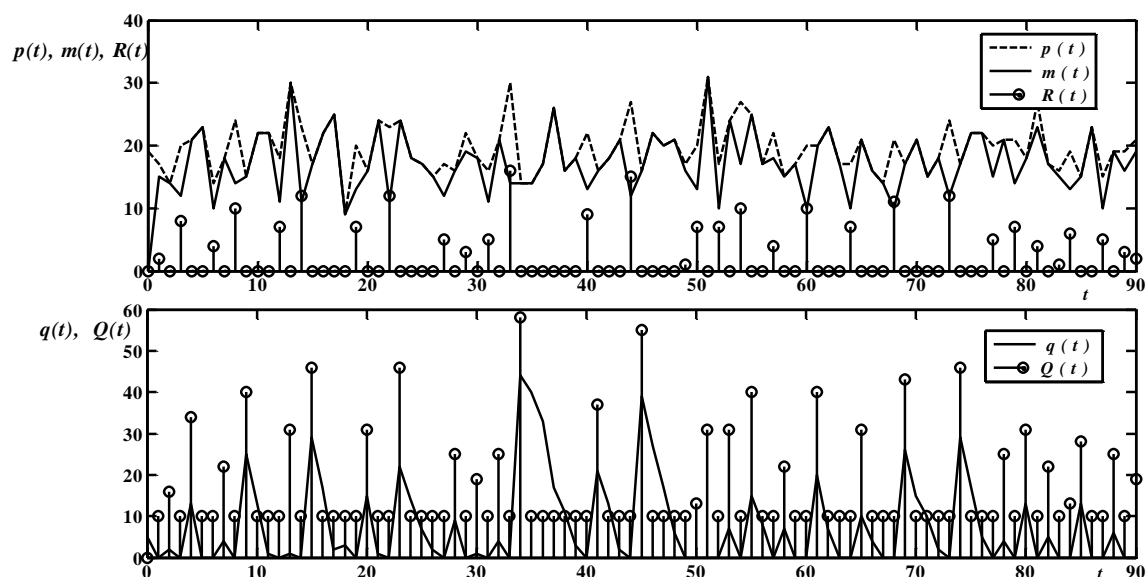


Рисунок 1 – Динамика функционирования склада материального ресурса

Как и всякая числовая модель, предлагаемая модель функционирования склада материального ресурса дает частный результат при конкретных значениях параметров, законов распределения случайных величин и стартовых значениях переменных. Вдобавок, результаты моделирования необходимо статистически усреднять по многим прогонам модели при исследовании зависимости показателей работы склада от различных факторов, входящих в модель. Наконец, необходимо учитывать, что начальный отрезок моделируемого интервала времени всегда содержит переходный режим, который может существенно отразиться на смещенности получаемых оценок. Эти особенности моделирования сравнительно легко преодолеваются автоматизацией моделирования и численных экспериментов с моделью. В то же время, важнейшим преимуществом модели является возможность ее модификации. Без особых затруднений в модель можно включить учет ряда дополнительных факторов, например, динамику не одного, а нескольких ресурсов, изменить законы распределения случайных величин, учесть возможные

непредсказуемые запаздывания в поставках на склад, изменение качества ресурса за время хранения и т.п.

Включение в модель норм затрат на поставки, отгрузку, хранение и обслуживание ресурса позволяет получить экономические показатели эффективности функционирования системы, поставить и решить задачу оптимизации функционирования системы.

Поэтому предлагаемая базовая модель динамики хранения и управления запасом материального ресурса является перспективным инструментом для анализа системы и синтеза оптимального управления.

Список использованных источников

1. Первозванский, А. А. Математические модели в управлении производством. – М.: Гл. редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975. – 616 с.
2. Акорф, Р., Сасиени, М. Основы исследования операций. М.: Мир, 1971 г.
3. Кофман, А. Методы и модели исследования операций. – М.: Мир, 1966. – 524 с.
4. Вентцель, Е. С. Исследование операций. – М.: Сов. Радио, 1972. – 407 с.
5. Петров, Л. Ф. Методы динамического анализа экономики: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М. 2010. – 239 с. – (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003954-1
6. Севостьянов, П.А., Ордов, К.В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. Монография. – М.: Тисо Принт. – 2015. – 412 с. ISBN 978-5-9904852-3-5
7. Клейнен, Дж. Статистические методы в имитационном моделировании / Пер. с англ. Ю. П. Адлера, К. Д. Аргуновой, В. Н. Варыгина, А. М. Талалая; Под ред. и с предисл. Ю. П. Адлера и В. Н. Варыгина. – Вып.1. – М.: Статистика, 1978. – 221 с., ил.; – Вып. 2. – М.: Статистика, 1978. – 335 с., ил. – (Математико-статистические методы за рубежом).
8. Севостьянов, П. А., Вахромеева, Е. Н. Имитационная модель работы многопродуктового склада. Изв. ВУЗов. Технология текстильной пром-ти. № 1(282), 2005, стр.136–138.
9. Севостьянов, П. А., Гусев, В. С. Компьютерная информационная модель работы автоматизированного склада хлопкопрядильной фабрики. Известия вузов. Технология текстильной промышленности, № 4(292), 2006. – С.100–103.

УДК 620.19:677.017:53.09

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОТОКЕ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗАННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Севостьянов П.А., д.т.н., проф., Самойлова Т.А., к.т.н., ст. преп.

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина,

г. Москва, Российская Федерация

Реферат. В настоящее время задача прогнозирования различных числовых показателей является одной из самых актуальных во многих областях деятельности человека. В статье предложен алгоритм методики для прогнозирования динамики нестационарных систем по временным рядам.

Ключевые слова: временные ряды, прогнозирование, компьютерная модель, алгоритм, тренд.

Задача прогнозирования некоторого числового показателя $x(t)$ является одной из наиболее распространенных и практически важных задач в различных областях деятельности [1–5]. В общем виде задача может быть сформулирована следующим образом. Для некоторого ограниченного или конечного множества моментов времени $T = \{t\}$ известны точные или приближенные значения $x(t)$, образующие некоторое множество $X = \{x\}$. На основе этой информации необходимо найти (предсказать, спрогнозировать) значения $x(t)$ для значений t , не принадлежащих T , как правило, будущих значений времени t . Обработка информации $[T; X]$ тем или иным методом позволяет найти точную или приближенную зависимость $x^*(t)$, адекватно описывающую изменения x в области T [6, 7, 8].