

К ОБЗОРУ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕОРИИ СИНТЕЗА И ПРАКТИКИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Ю.Н. Тарасов, Н.С. Дзензелюк

Статья посвящена обзору современного состояния теории синтеза и практики внедрения систем управления запасами. Показаны основные проблемы реализации теоретических положений и выявлены пути их преодоления с помощью методологии вероятностного моделирования адаптивных систем.

Ключевые слова: адаптивное управление, управление производственными запасами, модели систем управления запасами.

В мировой и российской экономической науке давно осознана необходимость решения фундаментальной задачи создания практически реализуемых и научно обоснованных методологических подходов, методов и систем управления товародвижением в условиях нестационарного рынка и эффективно работающих систем управления запасами (СУЗ).

Наиболее содержательные результаты в области глобальной оптимизации управления запасами получены давно, но только для простейшей модели статического однопродуктового детерминированного спроса [1–6], которая относится к одноуровневым системам управления с оперативным контролем остатков. Однако существенное ограничение к практическому применению простых одноуровневых моделей управления запасами известно и заключается в их непригодности для решения задач синтеза стратегий управления, которые учитывают вариацию случайного спроса и поставок. В частности, из [7] следует, что в рамках любой из таких детерминированных моделей с постоянным спросом нельзя получить оценку объёма страхового запаса. Первозванский А.А. [4] доказывает оптимальность двухуровневых стратегий R^* и r^* . Однако он же предупреждает, что даже в любом частном случае практическое применение данного класса стратегий крайне затруднено методологическими и вычислительными трудностями. Учет реального характера рынка резко повышает уровень сложности моделей управления с вероятностным описанием спроса и поставок по сравнению с их детерминированными аналогами. Как следствие, нахождение соответствующих оптимальных стратегий управления запасами в этом случае требует применения других, гораздо более сложных математических методов анализа, синтеза и прогнозирования.

Во многих работах (в частности, [5, 8–10]) также отмечается, что проблема выбора моделей и стратегий СУЗ, которые бы наиболее полно соответствовали конкретным условиям предприятия и не обладали излишней сложностью, является весьма непростой задачей. Именно поэтому к на-

стоящему времени разработаны самые разнообразные модели управления запасами, которые описывают различные частные случаи. Общая же постановка задачи оптимизации как задачи нахождения таких стратегий управления запасами (правил определения момента подачи и размера заказа), которые бы обеспечивают эффективное управление в любых заданных условиях, согласно заданному критерию, как правило, используется только применительно к весьма простым моделям.

Современный период разработки теории управления запасами характеризуется все большим использованием современного математического аппарата и методологии общей и специальной теории автоматического управления систем – принципа максимума, динамического программирования, статистической оптимизации, калмановской идентификации и фильтрации, адаптивного подхода и инвариантных стратегий. Проанализируем наиболее известные и важные из полученных здесь результатов с точки зрения их практической применимости и универсальности.

В простейшей постановке задача синтеза стратегий исследуется применительно к системам с периодическим контролем при случайном спросе и поставках, носящих стационарный характер. При этом в целях достижения явных выражений для стационарного оптимального управления вынужденно делается целый ряд серьезных упрощений постановочного плана, как-то: однопродуктовость, независимость параметров задачи от номера шага с периодом T в предположении о неограниченном времени функционирования системы, состоящей из одного склада и одно- и двухфазной системы его снабжения. Полагается также, что за заказом размера $u \geq 0$, поданным в источник пополнения в начале периода, мгновенно следует поставка. Однако объем поставки $q(u)$ является случайной величиной с плотностью распределения $p(q, u)$, причем $p(q, u) \equiv 0$ при $q < 0$ и $q > u$. Принимается и традиционное допущение относительно постоянства средней интенсивности спроса $x(t)$ ($t > 0$) с плотностью распределения $f(x, t)$, причем $f(x, t) = 0$ при $x \leq 0$.

Исходную модель дополнительно конкретизируют путем введения часто выполняемого на практике закона распределения поставок $p(q, u)$ вида $p(q, u) = p^*1(q - u - 0) + (1 - p^*)1(q - 0)$. Используя в дальнейшем технику динамического программирования применительно к детерминированным ожидаемым затратам за весь период, авторам [1] удается установить закон плотности распределения спроса $f(x, t)$. Однако даже при внесении в последний вариант модели очередных упрощений, вычисление параметров двухуровневой стратегии R^* и r^* связано с решением интегральных уравнений типа уравнений Фредгольма 2-го рода.

К наиболее известным в настоящее время теоретическим моделям относятся также многономенклатурные модели запасов, модели с многофазными (разветвленными) системами снабжения и многоуровневой складской системой (задача динамического резервирования) [1, 7].

В своем наиболее сложном варианте они обобщаются в виде постановки задачи управления как «многоскладской, многономенклатурной задачи с временной, межноменклатурной и межскладской корреляцией спроса» [1]. Для решения задачи управления с временной корреляцией спроса в форме марковского процесса, заданной линейной авторегрессионной моделью 1-го порядка, предлагается аппарат рекуррентной фильтрации Калмана [1].

В условиях стохастического рынка, для которого характерен нетвердосформулированный спрос, для эффективного управления запасами требуется развитие теории синтеза СУЗ, которое происходит в направлении применения широкого арсенала известных методов преодоления априорной и текущей неопределенности. Наиболее часто исследователи используют методологию адаптивного подхода.

К сожалению, следует признать, что и в этом случае использование математических методов моделирования и синтеза СУЗ в большинстве случаев [10, 11] не приводят сегодня к таким результатам, которые бы обеспечивали их широкое внедрение на практике в силу сложности интерпретации получаемых при этом аналитических соотношений.

Так, в работе [12] приведен алгоритм программного синтеза и моделирования СУЗ в среде MATLAB 6.5. на основе стоимостного критерия на текущем и скользящем интервалах времени и метода случайного поиска минимума общих затрат. Для получения конечных результатов авторы используют различные практические ограничения – грузоподъемность и число транспортных средств, объем и номенклатура склада. В более поздней своей работе [13] те же авторы исследуют задачу синтеза СУЗ с помощью итерационного адаптивного алгоритма в более реальных условиях - параметрической неопределенности спроса $x(t)$ (при-

чем, модель плотности распределения спроса $f(x, t)$ ограничена гауссовой последовательностью ошибок). Важно отметить существенные трудности методологического и математического характера, которые, несомненно, возникнут у специалистов-практиков при внедрении используемых в этих работах моделей дискретной калмановской фильтрации и экстраполяции.

В сложившейся ситуации отсутствия практических решений естественно, по нашему мнению, использовать эвристический подход, базирующийся на методологии имитационного моделирования систем. В рамках указанного подхода в [14] осуществлен синтез структуры квазиоптимальной двухуровневой адаптивной модели СУЗ методом сравнительного анализа вариантов путем вероятностного имитационного моделирования.

Результаты, полученные в [14], обладают определенной привлекательностью. В частности, модель структуры и алгоритмы параметрического синтеза СУЗ, представленные средствами пакета «PersonalVisSim», обладают наглядностью, позволяющей определить общую морфологическую структуру СУЗ по спросу. Одновременно, разработанная модель дает возможность использовать преимущества адаптивного метода как наиболее эффективной и в то же время, также легко интерпретируемой, а следовательно, и практически реализуемой стратегией управления системами в нестационарных условиях функционирования. Наконец, важно и то обстоятельство, что такая модель позволяет оценить возможность распространения любых результатов, полученных с ее помощью, на более общие условия функционирования СУЗ с помощью метода имитационного моделирования.

К недостаткам разработанной модели СУЗ, прежде всего, следует отнести частный характер каждого из получаемых решений. Впрочем, современный уровень развития компьютерных технологий и связанная с этим простота и быстрота получения частных решений дает возможность осуществить корректный синтез системы управления для широкого диапазона условий работы СУЗ методом перебора и сравнительного анализа вариантов и, таким образом, значительно раздвинуть границы общности результатов имитационного моделирования.

В заключение заметим, что универсальность синтезированной структурной модели адаптивной СУЗ в дальнейшем была успешно использована для решения задачи управления товародвижением не только применительно к другим условиям функционирования. В [15], данная модель, реализованная в среде программного продукта MATLAB 6.5/Simulink 5.0, позволила получить области квазиоптимальных решений задачи векторной оптимизации одновременно по логистическому (стоимостному) и маркетинговому критериям.

Литература

1. Лотоцкий, В.А. Модели и методы управления запасами / В.А. Лотоцкий, А.С. Мендель. – М.: Наука, 1991. – 189 с.
2. Неруш, Ю.М. Логистика: учебник / Ю.М. Неруш. – М.: Юнити-Дана, 2000. – 389 с.
3. Николайчук, В.Е. Логистика: краткий курс / В.Е. Николайчук. – СПб.: Питер, 2001. – 117 с.
4. Первозванский, А.А. Математические модели в управлении производством и запасами / А.А. Первозванский. – М.: Наука, 1975.
5. Стерлигова, А.Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник / А.Н. Стерлигова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 430 с.
6. Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами: пер. с англ. / Дж. Шрайбфедер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.
7. Рубальский, Г.Б. Управление запасами при случайном спросе / Г.Б. Рубальский. – М.: Сов. радио, 1977. – 186 с.
8. Джонсон, Д.С. Современная логистика / Д.С. Джонсон. – М.: Вильямс, 2002.
9. Диксон, П. Управление маркетингом / П. Диксон. – М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 2002. – 560 с.
10. Рыжиков, Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И. Рыжиков. – М.: Питер, 2001. – 384 с.
11. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении: учеб. пособие / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили – М.: Дело, 2002. – 440 с.
12. Смагин, В.И. Управление запасами по двум критериям с учетом ограничений / В.И.Смагин, С.В. Смагин // Вестник Томского государственного университета. – 2006. – № 290.
13. Смагин, В.И. Адаптивное управление запасами с учетом ограничений и транспортных запаздываний / В.И.Смагин, С.В. Смагин // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 3(4).
14. Дзензелюк, Н.С. Методология адаптивного управления производственными запасами в условиях нестационарного рынка / Н.С. Дзензелюк // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2011. – Вып. 18. – № 21(238). – С. 27–31.
15. Дзензелюк, Н.С. Моделирование системы управления запасами в среде MATLAB 6.5 / Simulink 5.0 / Н.С. Дзензелюк, Е.И. Кожейкина, Ю.Н. Тарасов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика». – 2005. – № 12(59).

Поступила в редакцию 30 апреля 2012 г.

Тарасов Юрий Николаевич. Кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и управления проектами, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – адаптивные системы управления логистическими процессами на предприятии. Контактный телефон: (8-351) 267-93-84.

Tarasov Yuri Nikolayevich is a Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of Economics and Project Management Department, South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: adaptive enterprise logistics management systems. Phone: (8-351) 267-93-84.

Дзензелюк Наталья Сергеевна. Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления проектами, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – адаптивные системы управления логистическими процессами на предприятии. Контактный телефон: (8-351) 267-93-84.

Dzdzelyuk Natalia Sergeevna is a Candidate of Science (Economics), Associate Professor of Economics and Project Management Department, South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: adaptive enterprise logistics management systems. Phone: (8-351) 267-93-84.