А.В. Дворниченко
Беларусь, Брест, БрГТУ

УЧЕТ ФАКТОРА ВРЕМЕННОЙ СТОИМОСТИ ДЕНЕГ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ

В настоящее время существует большое количество моделей управления запасами. Одним из наиболее наглядных инструментов управления запасами является модель экономичного размера заказа (EOQ-модель, формула Харриса–Уилсона) [1]. Данная модель включает в себя следующие параметры: D – годовое потребление продукции; C_h – затраты на хранение единицы продукции за год; C_0 – накладные расходы на каждую поставку; q – размер заказа; $C_П$ – себестоимость единицы продукции; C_S – цена реализации единицы продукции; $C_Г$ – общие годовые затраты; Pr – общая годовая прибыль (до уплаты налогов).

Формула Харриса–Уилсона, или формула экономичного (оптимального) размера заказа, имеет следующий вид:

$$q^*_{(Харрис-Уилсон)} = \sqrt{\frac{2C_0 \cdot D}{C_h}}. \quad (1)$$

Нужно отметить, что данная модель является достаточно упрощенной версией реальности. В практической деятельности специалистам, работающим в области управления запасами, приходится сталкиваться с ситуациями, которые обусловливают неопределенность ряда параметров модели.

В классической постановке задача оптимизации системы управления запасами представляет, как правило, задачу минимизации суммарных годовых логистических издержек. При учете принципа временной стоимости денег задача оптимизации стратегии управления запасами формализуется как задача максимизации чистого приведенного дохода для приходящих и уходящих потоков рассматриваемых подсистем логистики или как задача максимизации интенсивности потока доходов [2]. При модификации модели управления запасами с учетом временной стоимости денег введем дополнительные обозначения и ограничения:

a) r – годовая ставка наращения, действующая на рынке;

b) учет временной стоимости денег реализуется по схеме простых процентов.

Анализ модели управления запасами с учетом временной стоимости денег использует представление логистических процессов на основе приходящих и уходящих денежных потоков. Для указанных денежных потоков запишем следующие выражения:

1) уходящие платежи, соотносимые с началом каждого периода (обозначаем их $УП_н$), определяются равенством:

$$УП_н = C_0 + C_П \cdot q; \quad (2)$$

2) уходящие платежи, соотносимые с серединой периода поставки и представляющие собой средние издержки хранения на одном периоде поставки (обозначим их $УП_с$), определяются равенством:

$$УП_с = C_h \cdot q \cdot \frac{T}{2}; \quad (3)$$

3) приходящие платежи, соотносимые с серединой периода поставок и представляющие собой денежные средства, поступающие от реализации продукции (обозначаем их через $ПП_c$), представлены на основе средней цены реализации:

$$ПП_c = C_S(cp) \cdot q \,. \tag{4}$$

Рассмотрим задачу оптимизации стратегии управления запасами как задачу максимизации чистого приведенного дохода для денежных потоков. Эту задача формулируется как задача максимизации интенсивности потоков дохода применительно к указанным денежным потокам [2]. Требование максимизации интенсивности потока доходов для модели управления запасами с учетом временной стоимости денег приводит к задаче максимизации: $F(T) \to \max$, где

$$F(T) = \frac{1}{T} \cdot \left[ПП_c - УП_н \cdot \left(1 + r \cdot \frac{T}{2} \right) - УП_c \right]. \tag{5}$$

Подставляя в выражение (5) приведенные ранее формулы для потоков денежных средств и средней стоимости продукции с учетом естественной убыли, получаем формулу для $F = F(T)$ – интенсивности потока доходов:

$$F(T) = \frac{1}{T} \cdot \left[\alpha \cdot C_S \cdot \left(1 - \varepsilon_н - \Delta\varepsilon \cdot \frac{T}{2} \right) \cdot q - \left(C_0 + C_П \cdot q \right) \cdot \left(1 + r \cdot \frac{T}{2} \right) - C_h \cdot q \cdot \frac{T}{2} \right].$$

После соответствующих преобразований интересующая нас функция F как функция $F = F(q)$ переменного q принимает вид:

$$F(q) = D \cdot \left(\alpha \cdot C_S - \alpha \cdot C_S \cdot \varepsilon_н - C_П \right) - \frac{q}{2} \cdot \left(\alpha \cdot C_S \cdot \Delta\varepsilon + C_П \cdot r + C_h \right) -$$

$$- C_0 \cdot \frac{D}{q} - C_0 \cdot \frac{r}{2}$$

Отбросим слагаемые, которые не зависят от переменной q. Для удобства записи умножим оставшуюся часть выражения на множитель «–2». После этого получаем задачу минимизации: $f(q) \to \min$, где

$$f(q) = q \cdot \left(\alpha \cdot C_S \cdot \Delta\varepsilon + C_П \cdot r + C_h \right) + \frac{2C_0 \cdot D}{q}. \tag{6}$$

Оптимальный размер заказа найдем как решение системы

$$\begin{cases} \dfrac{df(q)}{dq} = 0 \\ \dfrac{d^2 f(q)}{dq^2} < 0 \end{cases}, q > 0 \cdot$$

Система имеет единственное решение в области $q > 0$. Оптимальный размер заказа, максимизирующий интенсивность потока прибыли (при условии, что все параметры модели известны), необходимо определять по формуле:

$$q^* = \sqrt{\frac{2D \cdot C_0}{\alpha \cdot C_S \cdot \Delta\varepsilon + C_h + C_П \cdot r}} \;. \tag{7}$$

Формула (7) иллюстрирует следующий факт: оптимальный размер заказа с учетом особенностей анализируемой модели (в случае $\Delta\varepsilon > 0$ и $r > 0$) должен быть меньшим, чем в случае расчетов на основе классических рекомендаций:

$$q_{(7)}^{*} < q_{(Харрис-Уилсон)},$$

где $q_{(7)}^{*}$ – оптимальный (экономичный) размера заказа, рассчитанный по формуле (7), $q_{(Харрис-Уилсон)}$ – оптимальный (экономичный) размера заказа, рассчитанный на основе классических рекомендаций (по формуле Харриса–Уилсона).

При управлении запасами в условиях неопределенности процедуры учета процентных ставок существенно влияют на параметры оптимальной стратегии. Отсутствие такого учета завышает значение указанного параметра примерно на 40% [3]. Соответственно учет временной стоимости денег в указанных оптимизационных моделях позволяет существенно снизить издержки на содержание страховых запасов. Поэтому изложенные здесь результаты могут помочь повысить рентабельность указанных логистических систем [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродецкий, Г. Л. Экономико-математическиеметоды и модели в логистике: процедуры оптимизации / Г. Л. Бродецкий, Д. А. Гусев.– М. : Академия, 2012. – 84 с.

2. Сток, Д. Р. Стратегическое управление логистикой / Д. Р. Сток, Д. М. Ламберт. – М. : ИНФРА, 2005. – 797 с.

3. Бродецкий, Г. Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности / Г. Л. Бродецкий. – М. : Академия, 2009. – 390 с.

4. Стерлигова А. Н. Управление запасами в цепях поставок / А. Н. Стерлигова. – М. : Инфра-М, 2007. – 400 с.

В.В. Дёмин
Беларусь, Брест, БрГТУ

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИИ ЦЕННОСТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Нейронные сети глубокого обучения могут быть использованы в качестве инструмента для аппроксимации функции ценности в обучении с подкреплением. Возможность такого подхода была продемонстрирована Ф. Абтахи и И. Фазелем [1], где был предложен алгоритм аппроксимации функции ценности, использующий сети данного типа.

Для обучения нейронной сети глубокого обучения использовался подход, основанный на ограниченных машинах Больцмана. Наиболее успешные исследования были проведены командой DeepMind – были решены игровые задачи платформы Atari [2].

Разработанный автором алгоритм аппроксимации функции ценности основан на сжимающей способности нейронных сетей глубокого обучения по типуАвтоэнкодер и является альтернативой описанным выше. Проработаны два возможных применения.

1. Автоэнкодер сжимает входное пространство состояний и действий для уменьшения размерности Q-таблицы. Входные параметры сети нормализуются от –1 до 1. Выходные сжатые параметры сети также нормализуются от –1 до 1, используя функцию активации гиперболического тангенса. Далее данные сохраняются в Q-таблицу, которая определена меньшим количеством состояний. Обобщение происходит на уровне состояний.