

ИТЕРАЦИОННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ ДЕНЕГ (ЧАСТЬ I)



**ГЕННАДИЙ
БРОДЕЦКИЙ**
ГУ-ВШЭ,
профессор, д.т.н.



**РОМАН
МУРАВЬЕВ,**
ЗАО «Сервисный Центр —
Буровые Технологии»,
экономист

Введение. В условиях рыночной экономики деятельность предприятия может быть направлена на оптимизацию различных показателей: максимизацию прибыли, минимизацию расходов и др. В современных предприятиях принято, целевыми, считать не абсолютные, а относительные результаты — такие как рентабельность, эффективность вложенных средств [6, 11, 13]. В классической теории управления запасов формулы Харриса—Уилсона определяют экономичный размер заказа, минимизирующий общие годовые издержки, включающие расходы на закупку, поставку и хранение [1—11].

Говоря об экономической эффективности нельзя избегать и таких терминов, как денежные потоки (cash flow, CW) и временная ценность денег (ВЦД) [12]. Какое отношение чисто финансовые понятия имеют к логистике? В цепочках поставок участвуют денежные платежи — стоимость товара, затраты на его поставку, хранение, содержание страхового запаса, выручка и т.д. — и все они распределены во времени. Учет этого факта, вместе с учетом ВЦД, позволяет добиваться лучших результатов при управлении запасами [2, 3]. Временная ценность денег подразумевает использование процентной ставки. Какой показатель использовать в качестве процентной ставки — выбирает менеджер или аналитик. При этом надо учесть, что показатель рентабельности по своей сути похож на доходность по депозиту, он отражает способность бизнеса создавать прибыль на рубль вложенных средств. К тому же, рентабельность действующего бизнес процесса обычно выше

банковских процентов. Это и надо принять во внимание, используя материалы книги [2], где впервые был представлен новый подход к решению задач указанного типа на основе оптимизации соответствующих денежных потоков с учетом временной ценности денег.

В статье показано, что при оптимизации стратегии управления запасами важнейшие аспекты и атрибуты выбора наилучшего решения соотносятся с показателями эффективности анализируемых цепей поставок и зависят от целей оптимизации. Представлены атрибуты итеративных процедур максимизации инвестиций (первая часть) и рентабельности собственных средств (вторая часть) при выборе стратегии управления запасами. Для иллюстрации использованы реальные данные «условной» буровой компании, осуществляющей деятельность на территории Уральского федерального округа Российской Федерации.

При формализации модели принимается, что арендные ставки стабильны. Так же постоянными будем считать и другие атрибуты модели, чтобы при анализе ограничиться ее более простым традиционным форматом, хотя разработанные к данному моменту времени методы оптимизации позволяют находить наилучшее решение для таких задач и в условиях риска, и в условиях неопределенности [3].

Атрибуты модели управления запасами. Рассмотрим подходы к оптимизации системы управления запасами с предпосылками классической модели с постоянным спросом, включающей дефицит. Основные атрибуты модели:

АННОТАЦИЯ:

Следует ли учитывать временную ценность денег в современных моделях управления запасами? В работе показано, что аспекты и атрибуты такого выбора соотносятся с показателями эффективности указанных систем и зависят от целей оптимизации. Впервые представлены итеративные процедуры оптимизации рентабельности оборотного капитала в цепях поставок при управлении запасами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Управление запасами, временная ценность денег, рентабельность оборотного капитала, итерации процедур оптимизации.

ANNOTATION:

Whether it is necessary to consider temporary value of money in modern inventory models? The article shows that the aspects and attributes of this choice are related to performance indicators of the specified systems and depend on the optimization purposes. For the first time iterative optimization procedures of working capital profitability in supply chains are presented at inventory management.

KEYWORDS:

Inventory management, temporary value of money, profitability of a working capital, iteration of procedures of optimization.

D — годовое потребление материала;
 $C_{ПП}$ — стоимость покупки/себестоимость единицы товара;
 $C_{ПР}$ — цена реализации единицы продукции;
 C_0 — накладные расходы на одну поставку, представляющие издержки, которые не удаётся отнести на стоимость единицы продукции;
 C_h — издержки хранения единицы продукции за год;
 r — годовая ставка наращения;
 q — объем партии заказа — параметр, который требуется определить;

T — интервал повторного заказа (в годах) — параметр, который требуется определить.

Опишем подробнее специфику анализируемой номенклатуры. Самый расходуемый материал при бурении скважин — обсадная труба, которая используется для крепления нефтяных и газовых скважин во время их бурения и для последующих операций, а также для бурения скважин при поиске воды, полезных ископаемых и т.д. Обсадная труба опускается в скважину, чтобы ее стенки не давали рыхлым слоям породы осыпаться. Таким образом, труба плотно прилегает к стенкам самой скважины. Когда верхние слои породы пробурены, в скважину опускают колонну обсадных труб, а между ними и стенкой скважины заливают бетон, чтобы трубы закрепились. Затем в эту колонну опускают другую колонну труб, меньших в диаметре, для дальнейших работ или непосредственного использования. В каждом отдельном случае труба должна быть четко установленного размера и диаметра. Самый большой расход — обсадной трубы 146 x 7, условный диаметр трубы 146 мм, толщина стенки 7 мм. Длина трубы — 11,5 метра, масса — 276 кг.

Поставка осуществляется на условиях DDP. При оптимизации все переменные расходы поставки до склада уже включены в стоимость. Расходы на хранение — годовые расходы содержания места на складе, причем оплачивается хранение всего размера заказа (а не только занятых мест). Накладные расходы на одну поставку включают постоянные издержки доставки труб, не зависящие от размера заказа — организационные, административные и др. Числовые параметры модели:

D, шт.	СПП, руб.	Ch, руб.	C0, руб.	СПР, руб.
100 000	15 636	644	700 000	16 100

Рассмотрим разные подходы к оптимизации системы управления запасами: 1) без учета временной ценности денег; 2) с учетом таковой. Это позволит сравнить показатели эффективности работы цепи поставок.

КЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ МОДЕЛИ (БЕЗ УЧЕТА ВЦД)

Оптимальные параметры поставок (без учета ВЦД).

При классическом подходе к управлению запасами параметры q и T определяют по известным формулам (Economic Order Quantity — EOQ), которые в принятых здесь обозначениях имеют вид

$$q = \sqrt{C_0 D / C_h} \text{ и } T = \sqrt{C_0 / D C_h}$$

Обратим внимание на то, что формат этих формул учитывает, что оплата издержек хранения относится ко всем арендованным позициям для товара на складе. В таком случае в числителе под знаком квадратного корня для приведенных формул уже опущен множитель «2». Тогда:

$$q = \sqrt{\frac{C_0 D}{C_h}} = \sqrt{\frac{700000 \cdot 100000}{644}} \approx 10\,685 \text{ (шт.)}$$

$$T = \sqrt{\frac{C_0}{D C_h}} = \sqrt{\frac{700000}{100000 \cdot 644}} \approx 0,1068 \text{ (года) или 39 (дней)} \quad (2)$$

Результаты даны в округлении до целого (в днях) интервала повторного заказа. Число поставок за год будет, в среднем, 9,36.

Эффективность работы цепи поставок. Представим структуру денежного потока на одном периоде повторного заказа (длительностью 39 дней).

Отток денежных средств начала периода повторного заказа, который обусловлен «накладными» расходами на поставку (ОДС_{Н0}), составит ОДС_{Н0} = 700 000 руб. (= C_0).

Отток денежных средств начала такого периода на закупку товара для одной поставки (ОДС_{НП}), составит ОДС_{НП} = 167 070 660 руб. (= $q \cdot C_{ПП}$).

Отток денежных средств конца такого периода, обусловливаемый издержками хранения (ОДС_{КН}), составит ОДС_{КН} = 735 245,1 руб. (= $q \cdot T \cdot C_h$).

Приток денежных средств (ПДС), от продажи товара, составит ПДС = 172 028 500 руб. (= $q \cdot C_{ПР}$).

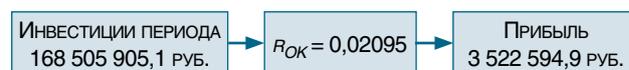
Обратим внимание на следующее.

А) Суммарные затраты (отток денежных средств) на одном периоде / интервале повторного заказа составляют 168 505 905,1 руб.

Б) Суммарные доходы (поступления денежных средств/выручка к концу такого периода) составят 172 028 500 руб.

В) Прибыль на одном периоде повторного заказа (налоги не учитываем) составляет 3 522 594,9 руб. Иллюстрацию в формате преобразований по схеме «Деньги» — «Товар/Услуга» — «Деньги» (до уплаты налога) дает рис. 1. При этом рентабельность инвестиций в оборотный капитал на одном периоде повторного заказа составляет $r_{OK}(38) = 0,02095$ (= 3 522 594,9 руб. / 168 505 905,1 руб.).

Рис. 1



Денежные преобразования на периоде повторного заказа: без учета ВЦД

АТРИБУТЫ МОДЕЛИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ВЦД

Оптимальные параметры поставок: учет ВЦД. Оптимизация с учетом принципа ВЦД требует использования специальных формул для определения параметров q и T . Они были найдены и представлены в [2]. При нахождении q и T будет использован априори задаваемый годовой показатель рентабельности процессов денежных преобразований при работе с товаром в формате анализируемой цепи поставок. Уточним возможное значение такого показателя для денежных потоков рассматриваемого примера. Указанная рентабельность на интервале повторного заказа, как было показано, составила $r_{зп} = 0,0209$. При постоянном спросе для учета годовой наращиваемой прибыли надо использовать схему простых процентов. Приведем указанный показатель к годовому:

$$r = \frac{365 r_{ок}(39)}{39} = 0,1956$$

Этот параметр и будет далее использован в формулах [2] для расчета оптимальных значений параметров q и T с учетом ВЦД. Это приведет к следующим рекомендациям по организации поставок:

$$q = \sqrt{\frac{C_0 D}{C_h + r \cdot C_{п}}} = \sqrt{\frac{700000 \cdot 100000}{644 + 0,1956 \cdot 15636}} \approx 4384 \text{ (шт.)}$$

$$T = \sqrt{\frac{C_0}{D(C_h + r \cdot C_{п})}} = \sqrt{\frac{700000}{100000 \cdot (644 + 0,1956 \cdot 15636)}} \approx 0,0438 \text{ (года) или } 16 \text{ (дней)}$$

При таком подходе к управлению запасами товар надо поставлять партиями по 4 384 единицы. Поставок за год будет 22,8.

Эффективность работы цепи поставок с учетом ВЦД.

Для сравнения с результатами, которые были получены выше в формате классического варианта модели без учета ВЦД, рассмотрим структуру денежных потоков, которые характеризуются следующими показателями.

Отток денежных средств в начале каждого периода повторного заказа, обусловливаемый «накладными» расходами на одну поставку (ОДС_{но}), составит ОДС_{но} = **700 000 руб.** (= C₀).

Отток денежных средств начала каждого периода повторного заказа, обусловливаемый закупкой товара для одной поставки (ОДС_{нп}), составит ОДС_{нп} = **68 548 224 руб.** (= q · C_{пп}).

Отток денежных средств конца такого периода, обусловливаемый издержками хранения (УП_{кн}), составит ОДС_{кн} = **123 760,92 руб.** (= q · T · C_н).

Приток денежных средств (ПДС) от продаж товара на одном интервале повторного заказа составит ПДС = **70 582 400 руб.** (= q · C_{пр}).

Подчеркнем, что применительно к соответствующей организации управления запасами показатель рентабельности инвестиций в оборотный капитал на указанном промежутке времени окажется равным r_{ок(16)} = **0,0174** (= 1 210 415,08 руб. / 69 371 984,92 руб.). Соответствующую схему денежных преобразований легко представить по аналогии с приведенной на рис. 1 (она опускается).

Итак, где же можно обнаружить эффект от учета временной ценности денег при управлении запасами рассматриваемого товара? Рентабельность на интервале повторного заказа упала. Однако не стоит забывать, что мы рассматриваем различные периоды времени. Приведем показатели к одинаковому формату, например, годовому. Кроме того, стоит сравнивать и размер отвлекаемых средств, задействованных в цепочке поставок, и годовую прибыль. Соответствующие показатели представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение показателей денежных потоков

Показатель	Без учета ВЦД	При учете ВЦД	Эффект
Рентабельность оборотного капитала	$r = \frac{365 r_{ок}(39)}{39} = 0,1956$	$r = \frac{365 r_{ок}(16)}{16} = 0,398$	+103%
Оборотный капитал	168 505 905,1 руб.	69 371 984,92 руб.	-58,8%
Годовая прибыль	32 967 875,38 руб.	27 600 490,18 руб.	-16,3%

Потеря 16,3% годовой прибыли представляется небольшой платой за существенный рост рентабельности и вывода части капитала из оборота. Не стоит забывать, что появившийся свободный капитал (58,8% исходного) тоже может приносить прибыль, что с лихвой покрывает возможную недополученную прибыль.

Итеративные процедуры оптимизации рентабельности. Представленные здесь расчеты были основаны на процентной ставке $r = 0,1956$, полученной при анализе денежных потоков анализируемой модели без учета ВЦД. Это позволило использовать методы оптимизации с учетом ВЦД и повысить рентабельность инвестиций в работу цепи поставок (из—за снижения размера заказа и затрат на его оплату), практически, в два раза. Соответственно увеличилась и процентная ставка r при найденной новой структуре денежных потоков цепи поставок. Это позволяет провести очередную итерацию процедур оптимизации запасов (уже при показателе $r = 0,398$) и найти новые значения для параметров стратегии управления запасами. При желании такие итерации можно продолжить. Каждый раз при новом увеличении процентной ставки r размер заказа может только стать меньшим (см. формулы для q), что гарантирует сходимость таких процедур. В результате будет найдено наилучшее решение, а рентабельность оборотного капитала увеличится в разы.

Отметим (опуская расчеты из—за ограниченности объема статьи), что применительно к моделируемой здесь ситуации на втором шаге таких процедур итерации будет найдена более эффективная стратегия с параметрами (после округления): 1) интервал повторного заказа равен $T = 0,03287$ (лет) или 12 (дней); 2) размер заказа равен $q = 3288$ (ед. тов.). Тогда поставлять товар надо партиями по 3288 ед. тов. За год будет 30,42 поставок. Для такой стратегии годовая рентабельность инвестируемого капитала составит уже $r = 0,4404$ (это в 2,25 раза превосходит показатель для модели без учета временной стоимости денег). Дальнейшие итерации (для поиска наилучшего решения) лишь немного повысят такой показатель, до 0,443, — они опускаются.

Еще более существенные результаты можно получить, используя заемный капитал — соответствующие материалы будут представлены во второй части статьи.

Библиографический список:

- Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2—е изд. / Пер с англ. — М.: Олимп-Бизнес, 2005. — 640 с.
- Бродецкий Г.Л. Управление запасами. — М.: Эксмо, 2008. — 352 с. — (Полный курс МВА).
- Бродецкий Г.Л., Бродецкая Н.Г. Загадочный аспект учета временной стоимости денег при управлении запасами // Журн. «Логистика и управление цепями поставок». № 5, 2010. С. 56—68.
- Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. — 11-е изд. — М. Дашков и Ко, 2005 — 432 с.
- Джонсон Дж., Вуд Д., Вордлоу Д. Современная логистика, 7-е издание: Пер с англ. — М.: Вильямс, 2002. — 624 с.
- Корпоративная логистика. / Под ред. проф. В. Сергеева — М.: «Инфра—М», 2006. — 976 с.
- Лукинский В.С., Лукинский В.В. Практические области использования модифицированных вариантов формулы Уилсона — оптимального размера заказа. // Журн. «Логистика и управление цепями поставок», № 4, 2007. — С. 56 — 73.
- Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. // Под ред. В.С. Лукинского. — СПб.: Питер, 2007. — 448 с.
- Стерлигова А.Н. Управление запасами: Учебник — М.: Инфра-М, 2007. — 351 с.
- Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: Учебник — М.: Инфра—М, 2008. — 430 с. — (Высшее образование)
- Сток Дж., Ламберт Д. Стратегическое управление логистикой. — М.: ИНФРА—М, 2005. — 797 с.
- Финансовый менеджмент: теория и практика: Учебник. // Под ред. Е.С. Стояновой. — М.: Перспектива, 2010. — 656 с.
- Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 304 с.