

УДК 519.86

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Севодин М.А., Петров А.Д.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
Пермь, e-mail: m.sevodin@mail.ru

Настоящая работа посвящена изучению возможностей использования оптимизационных схем теории портфеля ценных бумаг. Неопределенность будущих последствий финансовых решений, которые могут повлечь финансовые потери (или принести недостаточно высокие доходы) по сравнению с прогнозируемым вариантом, обуславливает необходимость серьезного обоснования таких решений с помощью технологий, испытанных в условиях развитых финансовых рынков. В статье принципы построения оптимального портфеля, базирующиеся на индексной EGP-модели, адаптируются к управлению деятельностью «многопродуктового» предприятия. Для этого используются не только доходности и их колебания товаров, но и издержки производства. Во второй части работы рассматриваются принципы деятельности торгового предприятия. Формируются группы товаров по приоритетности, строится модель для оптимизации товарного запаса предприятия. Дана практическая иллюстрация этой модели.

**Ключевые слова:** доходность, риск, издержки, торговое предприятие, оптимизация

## COMMERCIAL ENTERPRISE ACTIVITY OPTIMIZATION

Sevodin M.A., Petrov A.D.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: m.sevodin@mail.ru

This paper studies the possibilities of using optimization schemes in portfolio theory. The uncertainty of the future consequences of financial decisions that may result in financial loss (or bring enough high incomes) compared with the projected goal, requires a serious study of such solutions using technologies proven in developed financial markets. In the article principles of the optimal portfolio compilation are based on EGP-model adapted to the management of the activities of «multiproduct» enterprise. For this purpose, not only the yield of goods and vibrations, but also production costs are used. Second part deals with commercial enterprise activity principles. Products are grouped by priority; company stock optimization model is built. Practical illustration of this model is given.

**Keywords:** profitability, risk, costs, commercial enterprise, optimization

Одной из ключевых задач деятельности торгового предприятия является увеличение продаж за счет оптимизации сбыта. Особый интерес здесь представляет управление процессами оптимизации ассортимента продаваемых товаров или услуг. Здесь важной проблемой для современных торговых предприятий розничной торговли следует считать оптимизацию товарных остатков. Ввиду того, что на таких предприятиях (магазинах) очень широкий ассортимент продукции, где каждая позиция имеет свои индивидуальные характеристики, довольно сложно систематизировать и оптимизировать товарный запас. Также существует множество различных ограничений, описанных условиями хранения, способами доставки и т.д. Несмотря на это каждому виду товаров можно присвоить свои определенные уровни доходности и издержек. Этот момент является принципиальным при изучении названной проблемы.

Основная цель работы – найти метод для оптимизации товарного остатка, используя разумную комбинацию долей представляемого ассортимента. В первой части работы моделируется деятельность «многопродуктового» предприятия. В основу выбора структуры производимой продукции

предлагается взять EGP-модель из теории оптимального портфеля ценных бумаг [1–3], смысл которой заключается в нахождении максимального значения соотношения доходности к риску при выборе состава выпускаемых товаров. Отметим, что без проведения процедуры оптимизации невозможно провести анализ наиболее выгодных ассортиментных единиц, дающих предприятию наибольшую доходность при минимальном риске [4]. Предлагаемая модель привлекательна еще и тем, что позволяет использовать гибкую систему ограничений, которые можно дополнять в процессе её решения, сюда можно включить всевозможные условия, принципы, по которым работает предприятие. В заключении статьи рассматривается конкретный пример применения предложенной методики.

### Модель оптимизации деятельности предприятия

Рассмотрим деятельность предприятия, связанную с производством товаров. Вектор  $X = (x_1, \dots, x_n)$  соответствует набору товара  $i$  в количестве  $x_i$ . Будем считать, что само предприятие не влияет на цены, уверено в возможности реализации всей продукции и стремится оптимизировать

свою деятельность за счет выбора структуры выпускаемой продукции. Под такой структурой понимается соотношение долей товаров в общем объеме выпуска.

Доходность товара определяется на основе стоимости его покупки и последующей продажи. Так как на стоимость покупки товара влияет множество рыночных факторов, управление портфелем товаров протекает в условиях неопределенности, которая порождает риск неэффективного управления. В данной работе предполагается, что стоимость товара не остается постоянной, а изменяется в определенном интервале.

Определим доходность товара  $S_{it}$  товара  $x_p$ ,  $i = 1, \dots, n$  в момент времени  $t$ ,  $t = 1, \dots, T$ ,  $T$  – объем выборки (число наблюдений), по формуле

$$S_{it} = R_{it} - f_i(k)Q_i.$$

$$\text{Здесь } R_{it} = \frac{D_{i,t+\Delta t} - D_{it}}{D_{it}}; \quad Q_i = \frac{C_{t+\Delta t} - C_t}{C_t};$$

$D_{it}$  – цена единицы  $i$ -го товара в момент времени  $t$ ,  $f_i(k)$  – коэффициент, характеризующий долю издержек производства, затраченных на единицу  $i$ -го товара. Будем считать, что  $f_i(k)$  зависит от вектора  $k = (k_1, \dots, k_n)$ , а  $R_{it}$  и  $Q_i$  – независимые случайные величины.

Очевидно, что  $\sum_{i=1}^n f_i(k) = \sum_{i=1}^n k_i = 1$ . Отсюда следует, что в момент времени  $t$  доходность равна

$$P_t = \sum_{i=1}^n k_i S_{it} = \sum_{i=1}^n (k_i R_{it} - k_i f_i(k) Q_i).$$

Математическое ожидание доходности производства также является взвешенной средней ожидаемых доходностей отдельных товаров:

$$\bar{P} = E(P_t) = E\left(\sum_{i=1}^n (k_i R_{it} - k_i f_i(k) Q_i)\right) =$$

$$= \sum_{i=1}^n (k_i \bar{R}_i - k_i f_i(k) \bar{Q}),$$

$$\text{где } \bar{R}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{it}; \quad \bar{Q} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Q_i.$$

$$\frac{\partial F}{\partial k_s} = \left[ \sum_{i=1}^n k_i (\bar{R}_i - R_0 - f_i(k) \bar{Q}) \right] \cdot \left[ -\sum_{j=1}^n k_j \delta_{sj} - k_s \delta_s^2 - \frac{\delta^2}{2} \left( \sum_{i=1}^n k_i^2 f_i^2(k) \right)'_{k_s} \right] \cdot A^{-\frac{3}{2}} +$$

$$+ A^{-\frac{1}{2}} \left( \bar{R}_s - R_0 - (f_i(k))'_s \bar{Q} \right),$$

$$\text{где } A = \sum_{i=1}^n k_i^2 \delta_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n k_i k_j \delta_{ij} + \delta^2 \sum_{i=1}^n k_i^2 f_i^2(k).$$

Для рассматриваемого производства риск можно оценить стандартным отклонением  $\delta_p^2$ :

$$\delta_p^2 = E\left((P_t - \bar{P})^2\right) =$$

$$= \sum_{i=1}^n k_i^2 \delta_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n k_i k_j \delta_{ij} + \delta^2 \sum_{i=1}^n k_i^2 f_i^2(k),$$

причем

$$\delta_i^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2; \quad \delta^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Q_t - \bar{Q})^2;$$

$$\delta_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j).$$

Из полученных формул следует, что имеется возможность использовать для оптимизации деятельности предприятия методы теории портфеля ценных бумаг (см., напр., [5–6]). В частности, ясно, что наилучшее соотношение между приростом доходности и возрастанием риска можно найти с помощью максимизации функции [4].

$$F = \frac{\bar{P} - R_0}{\delta_p},$$

где  $R_0$  соответствует тем  $\bar{R}_i$ , для которых  $\delta_i = 0$ .

Задача оптимизации этой функции с учетом равенства  $R_0 = \sum_{i=1}^n k_i R_0$  сводится к определению коэффициентов  $k_p$ , максимизирующих функцию

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n k_i (\bar{R}_i - R_0 - f_i(k) \bar{Q})}{\left( \sum_{i=1}^n k_i^2 \delta_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n k_i k_j \delta_{ij} + \delta^2 \sum_{i=1}^n k_i^2 f_i^2(k) \right)^{\frac{1}{2}}}.$$

Предположим, что функции  $f_i(k)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , дифференцируемы. Найдем частные производные функции  $F$  по искомым параметрам, а затем приравняем их нулю. Получим систему  $n$  уравнений

$$\frac{\partial F}{\partial k_s} = 0, \quad s = 1, \dots, n; \quad (1)$$

Если потребовать от функций  $f_i(k)$  специального вида, то можно исследовать полученную систему (1) и найти оптимальное решение  $k = (k_1, \dots, k_n)$ . В частности, если

положить  $k_i f_i(k) = \sum_{j=1}^n a_{ij} k_j, i = 1, \dots, n$  то

$k = (k_1, \dots, k_n)$  находится с помощью линейной системы

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^n z_j \delta_{sj} + z_s \delta_s^2 + \delta^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} a_{is} z_j = \bar{R}_s - R_0 - a_{is} \bar{Q},$$

$$s = 1, \dots, n,$$

где  $z_s$  и  $k_s$  связаны соотношением

$$z_s = \lambda k_s; \lambda = \sum_{i=1}^n z_s.$$

### Практическая реализация

Покажем на конкретном примере, как можно использовать описанную выше мо-

дель для оптимизации товарного запаса на торговом предприятии. Суть задачи заключается в следующем: нужно определить оптимальное соотношение между видами товаров для получения наибольшей прибыли, исходя из данных о продажах за предыдущий период. Полученные результаты дадут ясную картину для понимания, какой товарный запас нам потребуется в дальнейшей деятельности. Весь товар в магазине имеет структурированную иерархию. Сначала он разделяется по субкатегориям, здесь товар классифицируется по видам, форме, составу. Следующая иерархическая ступень – это категории, объединяющие в себе несколько субкатегорий. Каждая категория объединяет общие свойства продукта по предназначению. Последней иерархической ступенью служат «направления», в нее входят всего три классификации: «Продовольственное», «Непродовольственное», «Алкоголь». Обычно так делается для упрощения работы с отдельными видами товара и анализа по каждой классификации.

Таблица 1

Исходные данные (шт.), Я\* – Ярлыки

		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
<b>Субкатегория</b>	<b>Я*</b>	<b>6,5,13</b>	<b>7,5,13</b>	<b>8,5,13</b>	<b>9,5,13</b>	<b>10,5,13</b>	<b>11,5,13</b>	<b>12,5,13</b>
Крупы	А	23,0	61,4	36,0	49,2	39,4	49,8	47,8
Специи и приправы	В	7,0	11,0	6,0	12,0	4,0	4,0	8,0
Макаронные изделия	А	33,0	41,0	29,0	50,0	45,0	51,0	33,0
Растительные масла	В	16,0	20,0	34,0	33,0	45,0	35,0	22,0
Снеки	С	29,0	44,0	79,0	61,0	53,0	39,0	33,0
Продукты для завтрака	С	24,0	24,0	22,0	25,0	58,0	49,0	29,0
Продукты быстрого приготовления	В	150,0	161,0	132,0	157,0	132,0	121,0	66,0
Диабетическая продукция	В		1,0		4,0	1,0	1,0	1,0
Каша и хлопья	С	21,0	23,0	9,0	19,0	17,0	14,0	15,0
Сахар, соль	А	38,0	31,0	26,0	44,0	24,0	27,0	24,0
Продукты для выпечки	В	9,0	6,0	11,0	14,0	15,0	31,0	5,0
Соусы	В	14,0	15,0	27,0	45,0	30,0	12,0	13,0
Пищеконцентраты	С	33,0	19,0	23,0	18,0	19,0	16,0	16,0
Аджика, горчица, хрен, уксус	В	1,0	1,0		1,0			1,0
Кетчупы	А	3,0	2,0	11,0	16,0	10,0	9,0	14,0
Майонезы	А	54,0	44,0	73,0	71,0	47,0	46,0	59,0
Мука	А	9,0	11,0	19,0	26,0	28,0	34,0	20,0
Оливковые масла	В		2,0		5,0	4,0	1,0	1,0
Чипсы	В	7,0	10,0	16,0	17,0	18,0	10,0	12,0
Вкусовые добавки	С	102,0	108,0	141,0	154,0	146,0	78,0	113,0
Орехи-сухофрукты фасованные	В	1,0	2,0	5,0	3,0	3,0	1,0	4,0

Существует метод ABC – каждой субкатегории присваивается ярлык со значением А, В или С, который показывает степень рентабельности товара. Так, к ярлыку А относят наиболее востребованные и прибыльные виды товаров, к ярлыку В не менее важные, чем А, но большие по себестоимости (то есть имеющие повышенные издержки, особые условия хранения), в категории С входят субкатегории, не обладающие особым спросом.

Обычно, исходя из стратегии предприятия, вводят некоторые ограничения

Возьмем данные о продажах по субкатегориям в одном из магазинов г. Перми (магазин «Дельта»). Период продаж – май 2013 года. Для упрощения рассмотрим лишь одну категорию – «Бакалея» с периодом одна неделя. Пример таких данных приведен в табл. 1 (продажи по субкатегориям в единицах на каждый день недели).

Теперь, с учетом цен, можно воспользоваться предложенной методикой (издержки берутся равными нулю) и найти оптимальные значения  $k_i$ . Эти значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальные значения  $k_i$ 

№ п/п	Субкатегория	Факт. доли	Оптимальные доли ( $k_i$ )
1	Аджика, горчица, хрен, уксус	0,018719236	0,010000000
2	Вкусовые добавки	0,071436285	0,056049293
3	Диабетическая продукция	0,018838467	0,010000000
4	Каши и хлопья	0,027559349	0,047136200
5	Кетчупы	0,048697267	0,024753382
6	Крупы	0,130332691	0,074330528
7	Майонезы	0,073752769	0,090714951
8	Макаронные изделия	0,091933695	0,137856787
9	Мука	0,006080771	0,047991176
10	Оливковые масла	0,045069244	0,010000000
11	Орехи-сухофрукты фасованные	0,027406052	0,010000000
12	Пищеконцентраты	0,032873636	0,031870248
13	Продукты быстрого приготовления	0,039094078	0,041048440
14	Продукты для выпечки	0,040248913	0,035538407
15	Продукты для завтрака	0,042871991	0,039490526
16	Растительные масла	0,017101104	0,060639389
17	Сахар, соль	0,034628032	0,045083755
18	Снеки	0,050558562	0,051640931
19	Соусы	0,030727482	0,087745568
20	Специи и приправы	0,090359917	0,059129045
21	Чипсы	0,061710458	0,028981374

на ярлыки ABC. Стандартными ограничениями являются следующие: субкатегории с ярлыком А должны занимать не менее 40% в общем товарном запасе; товары с ярлыком В не более 40% товарного запаса, все остальное приходится на товары с ярлыком С (ABC – 40/40/20). Названные ограничения будем учитывать при определении пропорций между товарами.

В столбце «Фактические доли» (табл. 2) стоят значения фактического распределения субкатегорий в долевом соотношении. Проанализировав фактическое распределение и полученные в результате решения данные, видим, что следует провести перераспределение товарного объема по различным субкатегориям: стоит увеличить

позиции 8, 16, 19 за счет уменьшения позиций 10, 11, 21.

Итак, главным результатом проведенного исследования является оптимизационная модель деятельности предприятия. Приведенный пример показал реализуемость построенной модели. Кроме того, видно, что предлагаемую методику несложно модифицировать и для случая большего числа ограничений, и для случая больших промежутков времени.

#### Список литературы

1. Казаков В.А., Тарасов А.В., Зубицкий А.Б. Модели формирования портфеля акций в современной теории инвестиций // В.А. Казаков, А.В. Тарасов, А.Б. Зубицкий // Финансы и кредит. – 2006. – № 5. – С. 17–21.
2. Карпиков Е.И., Федоров А. Основные постулаты классической теории портфельных инвестиций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/iVti/toichkina/library/invest3.htm>
3. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. – М.: Филинь, 1998. – 142 с.

4. Лукашин Ю.П. – Оптимизация структуры портфеля ценных бумаг // Экономика и математические методы. – 1995. – Т. 31. – Вып. 1. – С. 138–150.

5. Меньшиков И.С. – Финансовый анализ ценных бумаг. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 360 с.

6. Шведов А.С. Теория эффективных портфелей ценных бумаг. – М.: ГУ ВШЭ, 1999. – 191 с.

#### References

1. Kazakov V.A., Tarasov A.B., Zubitskiy A.B. Modeli formirovaniya portfelya aktsiy v sovremennoy teorii investitsiy // V.A. Kazakov, A.B. Tarasov, A.B. Zubitskiy. Finansyi i kredit. 2006. no. 5. pp. 17–21.
2. Karpikov E.I., Fedorov A. Osnovnyie postulaty klassicheskoy teorii portfelnyih investitsiy [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/iVti/toichkina/library/invest3.htm>.
3. Kasimov Yu.F. Osnovyi teorii optimalnogo portfelya tsennyih bumag / Yu.F. Kasimov M.: Filin, 1998. 142 p.
4. Lukashin Yu.P. Optimizatsiya strukturyi portfelya tsennyih bumag // Ekonomika i matematicheskie metody. 1995. Tom 31. Vyip. 1. pp. 138–150.
5. Menshikov I.S. Finansovyy analiz tsennyih bumag. M.: Finansyi i statistika, 1998. 360 p.
6. Shvedov A.S. Teoriya effektivnyih portfeley tsennyih bumag. M.: GU VShE, 1999. 191 p.