

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ И ОПЕРАЦИОННОЙ ПРИБЫЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО АУТСОРСИНГА

(СПбГУЭФ, Санкт-Петербург)

Финансовая цель коммерческого предприятия логистического аутсорсинга – получение наибольшей прибыли от основной деятельности. В свою очередь, увеличение операционной прибыли<sup>1</sup> подразумевает снижение до предельно возможного уровня логистических издержек. Таким образом цель: получение максимума операционной прибыли при минимуме логистических затрат<sup>2</sup>. Функции логистических затрат и операционной прибыли, а также некоторые связанные с ними ограничения не линейны, поэтому для формализации данной задачи применяется метод нелинейного математического программирования (НЛП). Надстройка «Поиск решения» пакета Microsoft Excel позволяет получить конкретные числовые значения оптимизированных параметров.

1. Формализация задачи математического НЛП для максимизации операционной прибыли путём оптимизации логистических затрат.

Для предприятия логистического аутсорсинга, операционными расходами являются логистические затраты, а операционная выручка представима в виде:  $ds = \varphi(v) + \psi(f) + dg$ , где

$d$  – расход ресурса со склада предприятия в течение года;

$s$  – цена реализации единицы ресурса;  $g$  – удельная операционная прибыль;

$v$  – переменные издержки;  $f$  – условно-постоянные издержки;

$\varphi(v)$  – некоторая непрерывная функция переменных издержек;

$\psi(f)$  – некоторая ступенчатая функция условно-постоянных издержек;

тогда:  $dg = ds - \varphi(v) - \psi(f)$ .

Известна формула логистических издержек [3] (период – календарный год) для условно-детерминированной фазы процесса поставок и поддержания запасов:

$TC = kd/q + pd + qh/2$  и для стохастической устойчивой фазы:

$$TC(q, r) = h\left(\frac{q}{2} + r - y\right) + c_b b_r \frac{d}{q} + k \frac{d}{q},$$

где  $TC$  – логистические издержки,  $q$  – размер заказа на закупку ресурса,

$d$  – расход ресурса со склада в течение года,

$k$  – издержки на размещение заказа,

$p$  – цена закупки единицы ресурса на условиях Ex W или FCA,

$h$  – издержки на хранение единицы ресурса в течение года,

$r$  – точка заказа,  $c_b$  – вменённые потери от дефицита на единицу ресурса,

<sup>1</sup> В данной статье рассматривается только прибыль от основной деятельности предприятия.

<sup>2</sup> Возможности повышения операционной прибыли за счёт повышения цены реализации товарных ресурсов и / или увеличения масштаба деятельности предприятия в данной статье не рассматриваются. При этом учтены экзогенно заданные верхняя и нижняя границы цены реализации.

$b_r$  – количество недопоставленных единиц ресурса в течение цикла.

$u$  – расход ресурса в течение срока поставки  $l$ ;

С учётом формулы оптимального размера заказа  $q^* = \sqrt{2kd/h}$  и после преобразований полные формулы удельной операционной прибыли принимают вид:

$$g = s - p - \sqrt{\frac{2kh}{d}} - a_q \sqrt{\frac{h}{2kd}} - (j_1 + j_2) \left( p + a_q \sqrt{\frac{h}{2kd}} \right) - j_3 \sqrt{\frac{h}{2kd}} \quad \text{для условно-детерминированной фазы и}$$

$$g = s - p - \sqrt{\frac{2kh}{d}} - h \left( \frac{r}{d} - 1 \right) - c_b b_r \sqrt{\frac{h}{2kd}} - a_q \sqrt{\frac{h}{2kd}} - (j_1 + j_2) \left( p + a_q \sqrt{\frac{h}{2kd}} \right) - j_3 \sqrt{\frac{h}{2kd}}$$

для стохастической устойчивой фазы, где

$g$  – удельная операционная прибыль,

$s$  – цена реализации единицы ресурса,  $l$  – срок поставки (в долях года),

$a_q$  – доля годовых транспортных расходов на одну поставку ресурса,

$j_1$  – импортная таможенная пошлина на ввоз данного ресурса,

$j_2$  – таможенный сбор,  $j_3$  – расходы по таможенному декларированию.

Данные представления позволяют анализировать зависимость операционной прибыли от расхода ресурса, логистических затрат, закупочной цены, цены продажи, что сделано на примере импортных поставок одного из ресурсов производственного назначения – промышленной стальной ленты. Возможности производителя, пропускная способность транспортной системы, ёмкость рынка накладывают ограничения на расход промышленной стальной ленты  $200 \text{ тонн} \leq d \leq 1200 \text{ тонн}$  и цену реализации  $950 \text{ евро} \leq s \leq 1300 \text{ евро}$ . Путём аппроксимации определяются зависимости расхода и цены реализации друг от друга:

$$d(s) = 2918 s e^{-0,0082168s} \quad \text{и} \quad s(d) = -137,6 \ln d + 1917,7$$

Закупочная цена аппроксимирована следующим образом:

$$p(d) = 3E - 07d^3 - 0,0003d^2 - 0,2763d + 826,67$$

Следующие значения задаются экзогенно:  $k = €5$ ,  $h = €80$ ,  $a_q = €733$ ,  $j_1 = 0.1$ ,  $j_2 = 0.15\%$ ,  $j_3 = €31$ ,  $r = 35 \text{ тонн}$ ,  $b_r = d * 2\%$ ,  $c_b = €70$ ,  $l = 1/52$ . Поскольку целевая функция и два ограничения не линейны, применяется математическое НЛП. Решения задач А и Б получены с помощью надстройки «Поиск решения» пакета Excel.

А) Задача НЛП максимизации удельной операционной прибыли для условно-детерминированной фазы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max g = s - p - \sqrt{\frac{2kh}{d}} - a_q \sqrt{\frac{h}{2kd}} - (j_1 + j_2) \left( p + a_q \sqrt{\frac{h}{2kd}} \right) - j_3 \sqrt{\frac{h}{2kd}} \\ 950 \leq s \leq 1300 \\ 200 \leq d \leq 1200 \\ s(d) = -137,61 \ln d + 1917,7 \\ p(d) = 3E - 07d^3 - 0,0003d^2 - 0,2763d + 826,67 \\ k = 5; h = 80; a_q = 733; j_1 = 10\%; j_2 = 0,15\%; j_3 = 31 \end{array} \right.$$

Решение:  $g = € 292$ ;  $d = 888\text{т}$ ;  $s = € 983$ ;  $q = 10,5\text{т}$ .

Б) Задача НЛП максимизации удельной операционной прибыли для стохастической устойчивой фазы:

Решение:  $g = € 174$ ;  $d = 818\text{т}$ ;  $s = € 995$ ;  $q = 10\text{т}$

2. Решение задачи математического НЛП по максимизации операционной прибыли путём оптимизации логистических затрат с помощью надстройки «Поиск решения» пакета Microsoft Excel.

Порядок ввода данных и расчётных формул в ячейки рабочего листа Excel показан на рис. 1, а диалоговое окно надстройки «Поиск решения» – на рис. 2.

	A	B	C
1	Точка заказа (тонны)	$r =$	35
2	Годовой расход (тонны)	$200 \leq d \leq 1200$ $d =$	818
3	Цена закупки 1 тонны (Ex W или FCA)	$p =$	€ 564.19
4	Издержки на размещение заказа	$k =$	€ 5
5	Годовые затраты на хранение 1 т.	$h =$	€ 80
6	Размер заказа на закупку (тонны)	$1 < q < d$ $q[*] =$	10.11
7	Транспортные расходы на одну поставку	$a_q =$	€ 733
8	Цена реализации 1 тонны	$950 \leq s \leq 1300$ $s =$	€ 994.91
9	Срок поставки (в долях года)	$l =$	0.019
0	Вменённые потери от дефицита на 1 т.	$c[b] =$	€ 70.00
1	Не поставлено в течение цикла (тонны)	$b[r] =$	16
2	Импортная таможенная пошлина	$j[1] =$	0.10
3	Таможенный сбор	$j[2] =$	0.0015
4	Расходы по декларирования одной поставки	$j[3] =$	€ 31.00
5	Стохастическая устойчивая фаза процесса поставок и поддержания запасов		
6	Удельные логистические затраты	$TC =$	€ 820
7	Удельная операционная прибыль	$g =$	<b>€ 174.42</b>
8	Операционная прибыль	$dg =$	<b>€ 142,60</b>
9	Операционная выручка	$ds =$	<b>€ 813,41</b>
20	Операционная рентабельность	$g/s =$	<b>0.175</b>
21	Условно-детерминированная фаза процесса поставок и поддержания запасов		
22	Удельные логистические затраты	$TC =$	€ 705
23	Удельная операционная прибыль	$g =$	<b>€ 289.53</b>
24	Операционная прибыль	$dg =$	<b>€ 236,71</b>
25	Операционная выручка	$ds =$	<b>€ 813,41</b>
26	Операционная рентабельность	$g/s =$	<b>0.291</b>

Рис. 1. Шаблон решения задачи математического НЛП по максимизации операционной прибыли за счёт оптимизации логистических затрат

После заполнения диалогового окна (рис. 2) в результате выполнения процедуры «Поиск решения» определяется максимально возможное значение удельной операционной прибыли предприятия логистического аутсорсинга, достижимое за счёт оптимизации логистических затрат в стохастиче-

ской устойчивой фазе процесса поставок и поддержания запасов (задача «Б» пункта 1). Диалоговое окно для задачи «А» первого пункта заполняется аналогично.

Рис. 2. Диалоговое окно «Поиск решения» для решения задачи математического НЛП по максимизации операционной прибыли за счёт оптимизации логистических затрат

Итак, структура ввода данных в диалоговое окно надстройки «Поиск решения» соответствует структуре задач математического НЛП. Как показано в статье, реализованный в надстройке метод Ньютона позволяет эффективно решать экономические задачи по оптимизации издержек предприятия с целью максимизации его операционной прибыли.

### Литература

1. Black, John. Dictionary of Economics / John Black. – 2<sup>nd</sup> edition. Published by Oxford University Press, Inc. New York, NY 2003. – 512 p.
2. Ковалёв В.В., Ковалёв В.В. Корпоративные финансы и учёт: понятия, алгоритмы, показатели: Учебное пособие. – М.: Проспект, КноРус, 2010. – 768 с.
3. Winston, Wayne L. Operations Research: applications and algorithms / Wayne L. Winston. – 4<sup>th</sup> edition. Published by Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, Inc., Belmont 2004. – 1418 p.