

# Обобщение, формализация и методы решения задачи оценки целесообразности принятия к исполнению специальных заказов

**Булгаков Андрей Леонидович**

кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры «Финансы и кредит» Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, z3900207@mail.ru

**Крикунов Арсений Сергеевич**

аспирант кафедры «Учет, анализ и аудит» Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, s.krikunof@yandex.ru

**Предмет/тема.** В статье рассматривается проблематика планирования деятельности производственного предприятия. **Цель/задачи.** Разработка формально-логического инструментария оптимизации совокупности принимаемых к исполнению заказов при наличии ограничений на производственные мощности предприятия. **Методология.** Методологическую основу исследования составили методы управленческого учёта, директ-костинга, анализа безубыточности и экономико-математического моделирования. **Результаты исследования.** Представлено обобщение типовой постановки задачи анализа целесообразности принятия к исполнению специальных заказов на поставки однородной продукции на случай одновременного поступления нескольких заказов с различными условиями поставок в условиях ограниченных производственных мощностей. Представлены математическая формулировка задачи и алгоритм её решения. Предложены механизмы регулирования отпускной цены или объёма поставки, обеспечивающие предприятию желаемый уровень рентабельности затрат по договору, основанные на предположении о дегрессии удельных прямых постоянных затрат при росте объёмов поставок. Дано обобщение задачи на случай поставок неоднородной продукции и/или услуг при наличии ограничений на возможности выполнения объёмов работ и предложен алгоритм её решения. Рассмотрен механизм согласования объёмов работ по конкретным договорам, обеспечивающий предприятию желательный уровень рентабельности затрат. **Теоретическая/практическая значимость.** Предложен инструментарий решения обобщённой задачи целесообразности принятия к исполнению специальных заказов на поставки продукции и выполнение работ.

**Ключевые слова:** управленческий учёт, анализ безубыточности, маржинальная прибыль, рентабельность затрат, производственная программа.

## Введение

Анализ безубыточности, основанный на разделении затрат на постоянные и переменные, является эффективным инструментом решения множества задач управленческого учёта и планирования деятельности предприятия [1,2,3,4,5,6,8,9,12]. Одной из таких типовых задач является задача анализа целесообразности приёма к исполнению специального заказа, отличающегося от стандартных условий поставки продукции предприятия большинству клиентов ценами и структурой затрат, связанных с его исполнением [5,6,10,11,12]. Обычно эта задача рассматривается применительно к единственному заказу, но вполне может быть обобщена на случай, когда предприятию предлагается выполнить несколько заказов на поставку однородной продукции, различающихся ценами и затратами, необходимыми для исполнения заказов. В этом случае возникают вопросы: какие заказы выгодны, а какие – нет, и какую совокупность заказов принять к исполнению с учётом ограничений на имеющиеся производственные мощности?

## Формирование оптимального пакета заказов на поставки однородной продукции

Содержательная постановка задачи состоит в следующем.

У предприятия имеются ограниченные производственные мощности, предназначенные для выпуска некоторых однородных изделий. Несколько заказчиков хотят разместить заказы на поставку их крупных партий. Однако каждый заказ требует выполнения каких-то особых условий: низкой цены поставки, особого контроля качества, реализации усложнённой логистики и т.д. Это означает, что либо цена поставки ниже стандартной отпускной цены на изделие, либо нужны дополнительные затраты, связанные с исполнением заказа, либо одновременно и то, и другое. Требуется выяснить: какие заказы выгодны, какие обеспечивают требуемую рентабельность затрат, какую совокупность заказов принять к исполнению с учётом ограничений на производственные мощности.

В общем случае каждый заказ характеризуется: ценой, объёмом поставки, переменными затратами на единицу продукции, а также прямыми постоянными затратами, связанными с исполнением заказа.

Пусть:  $n$  – общее число заказов;  $x_i$  – требуемый объём поставок однородных продуктов по заказу  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $p_i$  – отпускная цена продукта по заказу  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $k_i$  – переменные затраты на единицу продукции в заказе  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $F_i$  – прямые постоянные (не зависящие от объёма поставки) затраты по заказу  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Маржинальная прибыль от выполнения заказа  $i$  равна  $(p_i - k_i)x_i$ . Каждый заказ предполагает ещё и прямые постоянные затраты. Поэтому в качестве его

оценки нужно рассматривать промежуточную маржу, которая является разностью маржинальной прибыли и прямых постоянных затрат:

$$M_i = (p_i - k_i)x_i - F_i \quad (1)$$

$M_i$  – промежуточная маржа по заказу  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Введём переменные  $z_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).  $z_i = 1$ , если заказ принимается к исполнению, и  $z_i = 0$ , если заказ не принимается. Суммарная промежуточная маржа равна:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i z_i \quad (2)$$

Из условий постановки задачи производственные мощности ограничены. Будем считать, что они измеряются в единицах изделий. Пусть  $W$  – это максимальное число изделий, которое в состоянии изготовить предприятие за выбранный период планирования. Отсюда следует, что совокупный объём выпуска продукции по всем заказам ограничен этой величиной. Поэтому:

$$\sum_{i=1}^n x_i z_i \leq W \quad (3)$$

Нужно принять к исполнению такую совокупность заказов, которая обеспечит предприятию максимальную совокупную промежуточную маржу (2), но общий объём выпуска не превысит производственные возможности (3). Для этого требуется решить следующую задачу булевского линейного программирования:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i z_i \rightarrow \max \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i z_i \leq W \quad (5)$$

$$M_i = (p_i - k_i)x_i - F_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Где  $z_i \in \{0; 1\}$

Решив задачу (4-6) можно найти такую совокупность заказов, которая обеспечит предприятию максимальную промежуточную маржу, а загрузка производственных мощностей не превысит установленных ограничений. Поскольку задача является целочисленной, то часть производственных мощностей может оказаться незагруженной. Для обеспечения полной загрузки можно сделать попытку договориться с некоторыми потенциальными клиентами, заказы которых отвергаются в силу плана, составленного по результатам решения задачи (4-6), о реализации их заказов не в одном, а в двух последовательных периодах планирования. Часть заказа выполнить в текущем периоде, а часть – в следующем.

Пусть  $S$  – подмножество заказов, не вошедших в план в результате решения задачи (4-6), но по которым может быть достигнута договорённость о задержке исполнения до следующего периода. Часть продукции по этим заказам будет произведена в данном периоде, а часть гарантированно войдёт в план следующего периода. Тогда план может быть составлен исходя из решения следующей задачи:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i z_i \rightarrow \max \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i z_i \leq W \quad (8)$$

$$M_i = (p_i - k_i)x_i - F_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$z_i \in \{0; 1\} \quad \forall i \notin S; \quad 0 \leq z_i \leq 1 \quad \forall i \in S, \quad (10)$$

Если все заказы, в принципе, могут быть выполнены в данном периоде лишь частично, то задачу (7)-(10) можно решить на основе применения следующего алгоритма.

A1) Построить множество  $U = \{1, 2, \dots, n\}$ , положить  $z_i = 0$  для всех  $i$  из  $U$  и  $W_R = 0$ .

A2) Найти такое  $i$ , для которого  $M_i$  максимально среди всех элементов множества  $U$ .

A3) Если  $W_R + x_i \leq W$ , то присвоить переменной  $W_R$  значение  $W_R + x_i$ , положить  $z_i = 1$ , удалить  $i$  из множества  $U$  и повторить действия A2 и A3. Если  $W_R + x_i > W$ , то перейти к действию A4.

A4) Присвоить переменной  $j$  значение  $i$ , а переменной  $z_j$  значение  $\frac{W-W_R}{x_j}$ .

В результате применения алгоритма A1-A4 в план производства в полном объёме войдут все заказы, для которых  $z_i = 1$  и только заказ  $j$  войдёт в план в доле  $z_j$ , а исполнение его части  $(1 - z_j)$  будет перенесено на следующий период.

До сих пор предполагалось, что каждый из рассматриваемых заказов предполагает положительную промежуточную маржу, то есть  $M_i > 0$  для всех предлагаемых заказов. Однако может оказаться, что часть заказов предполагает такие условия, при которых промежуточная маржа будет отрицательной. Это означает, что заказ в данном конкретном виде невыгоден предприятию и от него следует отказаться. Однако можно попытаться изменить условия договора таким образом, чтобы он стал выгоден. Этого можно добиться либо увеличением цены единицы продукции, либо за счёт увеличения объёма поставки.

Пусть  $r$  – необходимый предприятию уровень рентабельности затрат [7]. Тогда обеспечивающая её цена поставки заказа  $i$  может быть определена из условия:

$$\frac{p_i x_i - k_i x_i - F_i}{k_i x_i + F_i} = r \quad (11)$$

Решив уравнение (11) относительно цены  $p_i$  получим:

$$p_i = \frac{(1+r)(k_i x_i + F_i)}{x_i} \quad (12)$$

Если заказчик не соглашается на цену (12), то можно попытаться уговорить его на увеличение объёма заказа, поскольку прямые постоянные затраты по заказу предполагаются фиксированными. Поэтому увеличение объёма заказа может увеличить маржинальную прибыль до такого уровня, при котором она не только покрет прямые постоянные затраты, но и даст желаемую рентабельность затрат. Для решения этой задачи используем то же уравнение (11), но разрешим его относительно объёма поставки  $x_i$ . Решением определяется по формуле:

$$x_i = \frac{(1+r)F_i}{p_i - k_i - rk_i} \quad (13)$$

Объём поставки, определяемый по формуле (3) положителен только тогда, когда цена соответствует неравенству:

$$p_i > (1+r)k_i \quad (14)$$

Если неравенство (14) не выполняется, то ни при каком объёме поставки нельзя добиться искомой рентабельности затрат. Поэтому от этого заказа придётся отказаться, либо согласиться на меньший уровень рентабельности затрат, чем нормативное значение  $r$ .

#### Формирование оптимального пакета заказов на поставки неоднородной продукции

В рассмотренной постановке задачи все заказы предполагают поставку единственного продукта и потому ограничения на производственные мощности можно представить в натуральных измерителях. Однако часто заказы включают разные виды продукции и услуг. В этом случае оценка заказов и производственных мощностей допускает использование только стоимостных измерителей.

Пусть  $n$  – общее число предлагаемых заказов, а  $V_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) – выручка, которую предприятие получит в результате исполнения заказа  $i$ . Будем предполагать, что для каждого из рассматриваемых заказов можно

оценить значение  $k_i$  – долю переменных затрат в денежной единице выручки по заказу  $i$ . Через  $F_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) обозначим прямые постоянные затраты, связанные с исполнением заказа  $i$ . Также предположим, что в стоимостной форме могут быть заданы ограничения на производственные ресурсы планового периода. В содержательном смысле это ограничение можно рассматривать как максимальную выручку, которую предприятие могло бы получить при относительной стабильности спроса и рыночных цен в условиях полной загрузки производственных мощностей в плановом периоде. Обозначим её идентификатором  $W$ .

В этих предположениях промежуточная маржа заказа  $i$  равна:

$$M_i = (1 - k_i)V_i - F_i \quad (15)$$

Введём в рассмотрение переменные  $z_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $z_i = 1$ , если заказ  $i$  принимается к исполнению;  $z_i = 0$ , если заказ отвергается.

Совокупная промежуточная маржа от выполнения всех принятых заказов составит величину:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i z_i \quad (16)$$

Из-за ресурсных ограничений выручка не может быть больше, чем  $W$ . Поэтому должно выполняться неравенство:

$$\sum_{i=1}^n V_i z_i \leq W \quad (17)$$

Совокупность исполняемых заказов должна приносить максимальную промежуточную маржу (16) при соблюдении ограничения (17). Поэтому оптимальная производственная программа может быть получена из решения следующей задачи:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i z_i \rightarrow \max \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^n V_i z_i \leq W \quad (19)$$

$$M_i = (1 - k_i)V_i - F_i \quad (20)$$

$$z_i \in \{0; 1\} \quad (21)$$

Решение задачи (18-21) определяет такую совокупность заказов, которые могут быть полностью исполнены в плановом периоде и обеспечат максимальную промежуточную маржу при соблюдении ограничений на имеющиеся ресурсы. При этом в часть ресурсов может оказаться незадействованной. Также как и ранее, предположим, что по согласованию с клиентами часть менее выгодных заказов можно принять, но с пролонгацией исполнения на следующий период.

Пусть  $S$  – подмножество заказов, исполнение которых может быть включено в план данного периода в не-полном объёме. Тогда задача формирования производственной программы может быть формально представлена в следующем виде:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i z_i \rightarrow \max \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^n V_i z_i \leq W \quad (23)$$

$$M_i = (1 - k_i)V_i - F_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (24)$$

$$z_i \in \{0; 1\} \quad \forall i \notin S; \quad 0 \leq z_i \leq 1 \quad \forall i \in S, \quad (25)$$

Если любой из рассматриваемых заказов допускает лишь частичное исполнение в плановом периоде, то для решения задачи формирования оптимального портфеля заказов может быть использован следующий алгоритм.

B1) Построить множество  $U = \{1, 2, \dots, n\}$ , положить  $z_i = 0$  для всех  $i$  из  $U$  и  $W_R = 0$ .

B2) Выбрать такое  $i \in U$  для которого  $M_i$  максимально среди всех элементов  $U$ .

B3) Если  $W_R + V_i \leq W$ , то переменной  $W_R$  присвоить значение  $W_R + V_i$ , переменной  $z_i$  присвоить значение 1, удалить  $i$  из множества  $U$  и повторить действия B2 и B3. Если  $W_R + V_i > W$ , то выполнить действие B4.

B4) Присвоить  $j$  значение  $i$ , а переменной  $z_j$  значение  $\frac{W - W_R}{V_j}$ .

В результате применения алгоритма B1-B4 в производственный план в полном объёме войдут все заказы, для которых  $z_i = 1$ , а заказ  $j$  войдёт в план текущего периода в доле  $z_j$ , а выполнение его части  $(1 - z_j)$  будет перенесено на следующий период.

Рассматривать любой из предлагаемых заказов имеет смысл только в том случае, если он потенциально может принести положительную промежуточную маржу, что требует выполнения неравенства:

$$M_i = (1 - k_i)V_i - F_i > 0 \quad (26)$$

Если для заказа  $i$  неравенство (26) не выполняется, то он предприятию не выгоден. Выясним до какого уровня выручки следует увеличить заказ, чтобы он обеспечил предприятию желательный уровень рентабельности затрат, основываясь на предположении о неизменности прямых постоянных затрат, связанных с исполнением заказа.

Пусть  $r$  – требуемый уровень рентабельности затрат по заказу, выраженный в долях единицы. Уровень выручки, при котором он достигается, можно определить из уравнения:

$$\frac{V_i - k_i V_i - F_i}{k_i V_i + F_i} = r \quad (27)$$

Его решением относительно  $V_i$  является:

$$V_i = \frac{(1+r)F_i}{1 - k_i - rk_i} \quad (28)$$

При выполнении условия  $1 - k_i - rk_i > 0$  изменение выручки по заказу  $i$  до уровня, определяемого формулой (28), обеспечит искомый уровень рентабельности затрат. Если же  $1 - k_i - rk_i \leq 0$ , то при связанном с заказом уровне удельных переменных затрат на денежную единицу выручки и данной рентабельности совокупных затрат заказ невыгоден при любом объёме выручки и от его выполнения следует отказаться.

### Заключение

Предложены обобщённые постановки типовой задачи анализа целесообразности принятия к исполнению специальных заказов на поставки однородной и неоднородной продукции и услуг в условиях ограниченных производственных мощностей, представлена их формализация и предложены алгоритмы решения. Разработаны формальные механизмы согласования условий поставок, обеспечивающие предприятию требуемый уровень рентабельности затрат. Предложенный инструментарий может быть использован при планировании деятельности производственных и сервисных предприятий.

### Литература

1. Балабанов, И.Т. Финансовый анализ и планирование хозяйствующего субъекта /Балабанов И.Т. // М.: Финансы и статистика, 2001. – 141 с.

2. Батасова, Е.О. Развитие инструментальных методов анализа финансовой устойчивости промышленного предприятия. / Е.О. Батасова // Дисс. ... канд. экон. наук / Е. О. Батасова. М., 2009.

3. Бланк, И.А. Управление прибылью. / И.А. Бланк // К.: Ніка-Центр, 1998. – 544 с.

4. Ковалёв, В.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / В.В. Ковалёв, О.Н. Волкова. // М.: ПБОЮЛ, 2005.

5. Николаева, С.А. Особенности учета затрат в условиях рынка: система "директ-костинг": теория и практика. / Николаева С.А. // М.: Финансы и статистика, 1993. - 128 с.
6. Николаева, О.Е. Управленческий учет. / О.Е. Николаева, Т.В. Шишкова // М. Эдиториал УРСС, 2001. - 336 с.
7. Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь. / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева // 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2007.
8. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Г.В. Савицкая. // М.: Инфра-М, 2009
9. Стоянова, Е.С. Финансовый менеджмент: теория и практика: Учебник / Е.С. Стоянова, И.Т. Балабанов, И.А. Бланк и др. // Под ред. Е.С. Стюновой - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Перспектива, 2000. - 656 с.
10. Шеремет, А.Д. Управленческий учет: Учеб. пособие / А.Д. Шеремет, И.М. Волков, С.М. Шапигузов и др. // Под ред. А.Д. Шеремета. - М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. - 512 с.
11. Шуревов, Е.Л. Информационные технологии финансового планирования и экономического анализа: Практическое пособие / Е.Л. Шуревов // М.: ООО "1С-Паблишинг", 2003. - 165 с.
12. Шуревов, Е.Л. Модели и методы решения типовых задач экономического анализа: Учеб. Пособие. / Е.Л. Шуревов, А.Ю. Заложнев, Д.В. Чистов // М.: Издательский дом «Бухгалтерия и банки», 2008. – 152 с.

**Generalization, formalization and methods for solving the problem of assessing the feasibility of accepting special orders for execution**

**Bulgakov A.L., Krikunov A.S.,**

Lomonosov Moscow State University

*JEL classification:* B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

**Subject/topic.** The article deals with the problems of planning the activities of an enterprise. **Goals/Objectives.** Development of a formal-logical toolkit for optimizing the aggregation of orders accepted for execution in the presence of restrictions of the production capacity of the enterprise.

**Methodology.** The methodology of the study is based on the methods of managerial accounting, direct costing, analysis of break-even point and economic and mathematical modeling. **Results of the study.** A summary of the typical tasks of analyzing the feasibility of accepting special orders for the supply of homogeneous products in case of simultaneous receipt of several orders with different delivery conditions under limited production capacity is presented. The mathematical formulation of the problem and the algorithm for solving it are presented. Mechanisms for regulating the selling price or volume of supply are proposed, which provide the enterprise with the desired level of profitability of costs under the contract, based on the assumption of degression of specific direct costs with an increase in supply volumes. A generalization of the problem is given in the case of supply of heterogeneous products and/or services in the presence of restrictions on the possibility of fulfilling the scope of work. The algorithm for solving it is proposed. The mechanism of coordination of the scope of work under specific contracts, providing the company with the desired level of profitability of costs, was considered. **Theoretical/practical significance.** A toolkit for solving the generalized problem of the expediency of accepting special orders for the supply of products or services is proposed.

**Keywords:** managerial accounting, break-even analysis, margin profit, cost profitability, production program.

**References**

1. Balabanov, I.T. Financial analysis and planning of an economic entity / Balabanov I.T. // M.: Finance and statistics, 2001. - 141 p.
2. Batasova, E.O. Development of instrumental methods for analyzing the financial stability of an industrial enterprise. / E.O. Batasova // Diss. ... Cand. econom. Sciences / E.O. Batasova. M., 2009.
3. Blank, I.A. Profit management. / I.A. Blank // K.. Nika-Center, 1998 -- 544 p.
4. Kovalev, V.V. Analysis of the economic activity of the enterprise / V.V. Kovalev, O. N. Volkova. // M.: PBOYUL, 2005.
5. Nikolaeva, S.A. Features of cost accounting in market conditions: direct costing system: theory and practice. / Nikolaeva S.A. // M.: Finance and statistics, 1993. - 128 p.
6. Nikolaeva, O.E. Management Accounting. / O.E. Nikolaeva, T.V. Shishkova // M. Editorial URSS, 2001. -- 336 p.
7. Raisberg, BA Modern economic dictionary. / B.A. Raisberg, L. Sh. Lozovsky, E.B. Starodubtseva // 5th ed., Revised. and add. M.: INFRA-M, 2007.
8. Savitskaya, G.V. Analysis of the economic activity of the enterprise / G.V. Savitskaya. // M.: Infra-M, 2009
9. Stoyanova, E.S. Financial management: theory and practice: Textbook / E.S. Stoyanova, I.T. Balabanov, I.A. Blank et al. // Ed. E.S. Steanova - 5th ed., Revised. and add. - M.: Perspective, 2000. -- 656 p.
10. Sheremet, A.D. Management accounting: Textbook. manual / A.D. Sheremet, I.M. Volkov, S.M. Shapiguzov et al. // Ed. HELL. Sheremet. - M.: FBK-PRESS, 1999. -- 512 p.
11. Shuremov, E.L. Information Technologies of Financial Planning and Economic Analysis: A Practical Guide / E.L. Shuremov // M.: LLC "1C-Publishing", 2003. - 165 p.
12. Shuremov, E.L. Models and methods for solving typical problems of economic analysis: Textbook. Benefit. / E.L. Shuremov, A. Yu. Zalozhnev, D.V. Chistov // Moscow: Accounting and Banks Publishing House, 2008. - 152 p.