

И.А. Ларионова, И.М. Рожков, О.О. Скрыбин*

ПЛАНИРОВАНИЕ БАЛАНСА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

*WYKORZYSTANIE MODELI OPTIMALIZACJI W PLANOWANIU
W ZAKŁADACH METALURGICZNYCH*

Przedsiębiorstwa metalurgiczne ponoszą znaczne straty na skutek niedostosowania do otoczenia rynkowego. Istotny jest również brak stosownych strategii rozwoju i odpowiednich systemów zarządzania oraz pełnego wykorzystania modeli planistycznych.

Słowa kluczowe: badania operacyjne, planowanie, metalurgia

THE USE OF OPERATIONAL RESEARCH MODELS IN METALLURGICAL COMPANIES
Metallurgical companies suffer losses as a result of not adapting to market environment. The lack of appropriate strategies of development, suitable systems of management and full use of planning models is also essential.

Keywords: operational research, planning, metallurgical companies

1. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ДОХОДНОСТЬЮ И ЛИКВИДНОСТЬЮ (ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬЮ) АКТИВОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1. АЛЬТЕРНАТИВА „ДОХОДНОСТЬ – ЛИКВИДНОСТЬ”

В работе решается задача управления активами предприятия. Предлагается осуществить коррекцию активов, величина которой для каждого актива определяется путем сопоставления его фактического значения с расчетным, получаемым при решении задачи оптимизации. В этой задаче необходимо учитывать альтернативу „доходность – ликвидность”, поскольку для нормально функционирующего предприятия должно иметь место финансовое равновесие, когда состояние финансов не создает помех для его функционирования.

* Московский институт стали и сплавов

Это возможно при соблюдении двух важнейших условий:

- исходя из требования обеспечения заданного уровня доходности, предприятие должно, используя имеющийся капитал, как минимум покрывать издержки, связанные с производством и реализацией продукции;
- исходя из требований ликвидности, предприятие постоянно должно быть в состоянии платежеспособности.

Выполнение этих условий на практике вызывает немало трудностей. Задачи одновременного достижения требуемой рентабельности и ликвидности (платежеспособности) часто вступают в противоречие. Необходимость для предприятия повышения платежеспособности приводит к снижению его доходности, т.к. изъятие средств из оборота для погашения долгов или замораживание этих средств в связи с предстоящими выплатами, естественно приводит к снижению его доходов. В то же время стремление предприятия к повышению доходности требует расхода дополнительных средств, которых может оказаться недостаточно для поддержания необходимой платежеспособности (ликвидности).

Нетрудно показать аналитически возможное наличие этих взаимосвязей, рассмотрев две экономические ситуации 1 и 2. Для них введем следующие обозначения:

TA_1 и TA_2 – текущие активы;

$ТП_1$ и $ТП_2$ – текущие пассивы;

BA_1 и BA_2 – внеоборотные активы.

Предположим, что при переходе от ситуации 1 к ситуации 2 коэффициент ликвидности вырос в α раз, где $\alpha > 1$. Тогда

$$\frac{TA_2}{ТП_2} > \frac{TA_1}{ТП_1}, \text{ т.е. } \frac{TA_2}{ТП_2} = \alpha \frac{TA_1}{ТП_1} \text{ или } TA_2 = \alpha \frac{ТП_2}{ТП_1} \cdot TA_1 = \alpha \cdot \beta \cdot TA_1, \text{ где } \beta = \frac{ТП_2}{ТП_1} > 1.$$

Можно записать, что $TA_2 = \gamma \cdot TA_1$, где $\gamma = \alpha \cdot \beta > 1$. Предположим, что при переходе от ситуации 1 к ситуации 2 не произошло изменение прибыли Π и внеоборотных активов, т.е. $\Pi_1 = \Pi_2 = \Pi$ и $BA_1 = BA_2 = BA$.

Сопоставляя рентабельности r и r_2 в обоих случаях

$$r_1 = \frac{\Pi}{BA_1 + TA_1} \text{ и } r_2 = \frac{\Pi}{BA_2 + TA_2} = \frac{\Pi}{BA_1 + \gamma TA_1},$$

убеждаемся, что $r_2 < r_1$.

Однако, на практике, в частности для металлургических предприятий связи между экономическими показателями носят не детерминированный, а вероятностный характер, и совсем не обязательно, что с ростом ликвидности (платежеспособности) должна убывать доходность предприятия. В связи с этим в настоящем исследовании было решено изучить фактические зависимости между доходностью и ликвидностью металлургического предприятия, нормально работающего в нынешних условиях.

1.2. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ДОХОДНОСТЬЮ И ЛИКВИДНОСТЬЮ (ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬЮ) АКТИВОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

При выполнении анализа взаимосвязей между доходностью и ликвидностью (платежеспособностью) использовался ряд показателей. Прежде всего рассматривалась доходность активов, рассчитываемая по формуле:

$$\text{Доходность} = \frac{\sum (A_i)_t + CF|_{t-1}^t - \sum (A_i)_{t-1}}{\sum (A_i)_{t-1}},$$

где:

$\sum (A_i)_{t-1}$, $\sum (A_i)_t$ – валюта баланса предприятия на начало и конец года,
 $CF|_{t-1}^t = \Pi_{\text{чист.}}$ – чистая прибыль предприятия за год.

В связи с тем, что в течение периода, равного одному году, не происходило существенного изменения валюты баланса, то есть $\sum (A_i)_t \approx (A_i)_{t-1}$, показатель доходности был близок к показателю рентабельности активов:

$$r(A_i) = \frac{CF|_{t-1}^t}{\sum A_i},$$

где $\sum A_i$ – среднегодовая сумма активов.

Поэтому, вместо доходности активов использовали показатель их рентабельности. Чистая прибыль предприятия $\Pi_{\text{чист.}}$ использовалась также как самостоятельный показатель.

Из показателей ликвидности (платежеспособности) рассматривалось три показателя ликвидности (платежеспособности). Первым из них является коэффициент текущей ликвидности (коэффициент покрытия), рассчитываемый по формуле:

Коэффициент текущей ликвидности $\frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Краткосрочные обязательства}}$

В качестве дополнительного показателя ликвидности в работе использовался показатель, условно названный „абсолютной ценностью активов” и определяемый по формуле:

$$\text{Абсолютная ценность активов} = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Краткосрочные обязательства}},$$

где весовые коэффициенты α_i составляют¹: 0,3 – для основных средств и нематериальных активов; 0,6 – для незавершенных капитальных вложений, долгосрочных финансовых вложений и прочих активов, запасов и затрат; 0,9 – для товаров отгруженных, расчетов с дебиторами, краткосрочных финансовых вложений; 1,0 – для денежных средств.

¹ Экономика предприятия с расширенным использованием финансовых моделей: Учеб. пособие для вузов/И.М. Рожков, И.А. Ларионова, А.В. Пятецкая. – М.: „МИСиС”, 2003. – 320 с.

Кроме „абсолютной ценности” исследовалась также „относительная ценность активов”, рассчитываемая следующим образом:

$$\text{Относительная ценность активов} = \frac{\sum a_i A_i}{\sum A_i}.$$

При анализе взаимосвязей между показателями доходности и ликвидности для них по данным публичной отчетности металлургических предприятий была рассчитана корреляционная матрица. Указанная матрица для 81 точки имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1
Корреляционная матрица

Показатели	Коэффициент ликвидности	Абсолютная ценность	Чистая прибыль
Коэффициент ликвидности	1,00	0,73	0,82
Абсолютная ценность	0,73	1,00	0,86
Чистая прибыль	0,82	0,86	1,00

Представленные в матрице значения коэффициентов корреляции свидетельствуют о том, что увеличение одного из рассматриваемых показателей достаточно часто может приводить к увеличению другого. Из приведенных рассуждений следует, что ликвидность (платежеспособность) и доходность предприятия находятся не в детерминированной, а в весьма противоречивой зависимости.

Найденная зависимость может быть объяснена следующим образом. В теории финансового менеджмента альтернатива „доходность-ликвидность” рассматривается при трех уровнях обеспечения предприятия оборотным капиталом по отношению к текущим издержкам: низком, среднем и высоком.

Если денежные средства, дебиторская задолженность и материально-производственные запасы поддерживаются на относительно низком уровне по сравнению с кредиторской задолженностью, то вероятность неплатежеспособности или нехватки средств для осуществления рентабельной деятельности велика. В данном случае низкой ликвидности (платежеспособности) будет соответствовать низкая рентабельность.

На среднем уровне обеспечения предприятия оборотными средствами вероятность потери платежеспособности становится ниже, а доходность предприятия может быть весьма значительной, т.е. при среднем (выросшем) уровне оборотного капитала при более высокой ликвидности может быть обеспечена достаточно высокая доходность.

При самом высоком уровне обеспечения предприятия оборотным капиталом может иметь место снижение прибыльности.

Но в связи с тем, что для металлургических предприятий в рассматриваемый период времени, в основном, имели место низкий и средний уровни обеспечения оборотными средствами, то для них и наблюдается зависимость, в соответствии с которой с ростом прибыльности растет и ликвидность (платежеспособность) предприятия.

2. ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ПОСТАНОВКА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ БАЛАНСА ПРЕДПРИЯТИЯ

Предполагается, что предприятие не находится в кризисном состоянии, но существенного роста активов в рассматриваемый период не планируется: происходят лишь не очень значительные колебания величин активов предприятия и его основных показателей вокруг „равновесной” точки. Значения активов в указанной точке можно оценить путем решения некоторой многокритериальной задачи оптимизации, обеспечивающей приемлемые значения доходности и ликвидности активов. Понятно, что задача может быть и однокритериальной. Тогда, необходимые значения других показателей должны учитываться в ее ограничениях. Процедура диагностики сводится к сопоставлению существующих значений активов с оптимальными. Далее при наличии соответствующих финансовых возможностей с учетом выполненного сопоставления должна осуществляться коррекция величины активов.

В данной работе рассматриваются как двухкритериальная, так и однокритериальная задачи. В двухкритериальной задаче в качестве критериев используются показатели доходности и ликвидности активов. В условиях незначительных колебаний величины активов изменение доходности будет определяться изменением величины чистой прибыли предприятия $P_{\text{чист}}$, поэтому ее приняли в качестве первого рассматриваемого критерия. Второй критерий (ликвидность активов) сохранили неизменным. В однокритериальной задаче в качестве целевой функции рассматривается чистая прибыль. Планируемые значения остальных показателей учитываются в ограничениях задачи.

2.1. ДВУХКРИТЕРИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ДОХОДНОСТИ И ЛИКВИДНОСТИ АКТИВОВ ПРИ НЕИЗМЕННОЙ ВЕЛИЧИНЕ ВАЛЮТЫ БАЛАНСА ПРЕДПРИЯТИЯ

Указанная выше двухкритериальная задача оптимизации для случая неизменной величины валюты баланса записывается следующим образом:

Первый критерий – чистая прибыль $P_{\text{чист}}$.

Второй критерий – ценность активов $C_{\text{акт}}$.

Целевая функция:

$$\beta_1 \cdot \Pi_{\text{чист}} + \beta_2 \cdot \Pi_{\text{акт}} \rightarrow \max,$$

где:

$$0 \leq \beta_i \leq 1; i = 1, 2; \beta_1 + \beta_2 = 1.$$

Ограничения задачи имеют следующий вид:

$$A_i^{\min} \leq A_i \leq A_i^{\max} \quad \sum_i A_i = \sum_i A_{ij}^{\text{факт.}},$$

где:

$A_i^{\max}, A_i^{\min}$ – верхняя и нижняя границы величин активов i -го вида, определяемые на основании анализа возможностей предприятия по регулированию величины соответствующих активов;
 $\sum_i A_{ij}^{\text{факт.}}$ – фактическое значение валюты j -го баланса в рассматриваемый момент времени.

При решении задачи рассматривали случаи $\beta_1 = 1; \beta_2 = 0$, а также $\beta_1 = 0; \beta_2 = 1$.

2.2. ОБЩАЯ (ОДНОКРИТЕРИАЛЬНАЯ) ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ДОХОДНОСТИ И ЛИКВИДНОСТИ АКТИВОВ

В качестве целевой функции в однокритериальной задаче используется чистая прибыль предприятия, представляемая в виде линейной зависимости от активов A_i :

$$\Pi_{\text{чист}} = \sum \beta_i A_i \rightarrow \max.$$

Последнее соотношение может быть получено путем использования процедуры регрессионного анализа для каждого рассматриваемого предприятия.

В случае отсутствия для рассматриваемого предприятия соотношения для расчета чистой прибыли задачу оптимизации можно решать с целевой функцией в виде абсолютной ценности активов.

При формировании ограничений задачи учитывается многолетняя практика работы бухгалтеров, применяющих „золотое правило финансирования”. Суть правила заключается в том, что каждая статья актива должна покрываться из определенных статей пассива (табл. 2).

Возможность финансирования статей актива баланса определенными статьями пассива записывается с помощью таблицы приоритетов (табл. 2), строки которой относятся к активам баланса, а столбцы – к пассивам. Обозначение активов и пассивов здесь те же, что и в таблице 3.

Таблица 2

Виды активов и соответствующие им источники покрытия (по балансу)

Активы	Источники покрытия (пассивы)
1	2
1. НЕМОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА	
1.1. Основные средства, $a_1 = F_1$	1. Уставный и добавочный капитал, $p_1 = Ис_1$ 2. Нераспределенная прибыль, $p_2 = Ис_2$ 3. Долгосрочные обязательства (как исключение), $p_3 = K_T$
1.2. Прочие внеоборотные активы, $a_2 = F_2$	1. Уставный и добавочный капитал, $p_1 = Ис_1$ 2. Долгосрочные обязательства (как исключение), $p_3 = K_T$ 3. Нераспределенная прибыль, $p_2 = Ис_2$
2. МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА	
2.1. Запасы и прочие оборотные активы $a_3 = Z$	1. Уставный и добавочный капитал, $p_1 = Ис_1$ 2. Нераспределенная прибыль, $p_2 = Ис_2$ 3. Задолженность перед бюджетами и фондами, $p_4 = Ис_3$ 4. Долгосрочные обязательства (как исключение), $p_3 = K_T$ 5. Краткосрочные заемные средства, $p_5 = K_t$ 6. Кредиторская задолженность, $p_6 = R_p$ 7. Прочие краткосрочные обязательства, $p_7 = K_{np}$
2.2. Дебиторская задолженность $a_4 = R_a$	1. Кредиторская задолженность, $p_6 = R_p$ 2. Краткосрочные заемные средства, $p_5 = K_t$
2.3. Краткосрочные финансовые вложения $a_5 = d_1$	1. Кредиторская задолженность, $p_6 = R_p$ 2. Прочие краткосрочные обязательства, $p_7 = K_{np}$
2.4. Денежные средства $a_6 = d_2$	1. Нераспределенная прибыль, $p_2 = Ис_2$ 2. Краткосрочные заемные средства, $p_5 = K_t$ 3. Кредиторская задолженность, $p_6 = R_p$ 4. Прочие краткосрочные обязательства, $p_7 = K_{np}$

Таблица 3

Приоритеты заполнения матричной модели бухгалтерского баланс

Активы	Пассивы						
	$Ис_1$	$Ис_2$	K_T	$Ис_3$	K_t	R_p	K_{np}
F_1	1	1	1	0	0	0	0
F_2	1	1	1	0	0	0	0
Z	1	1	1	1	1	1	1
R_a	0	0	0	0	1	1	0
D_1	0	0	0	0	0	1	1
D_2	0	1	0	0	1	1	1

Символ „1” в таблицы 3 означает, что соответствующая клетка матричной модели бухгалтерского баланса, который строится по той же схеме, что и таблицы 3, может содержать какую либо денежную сумму, отличную от нуля. Символ „0” означает, что соответствующая клетка баланса всегда остается незаполненной.

Ограничения задачи с учетом таблицы 3 могут быть записаны в виде соотношений, представляющих собой суммы элементов строк и столбцов матрицы баланса. Если через x_{ij} обозначить денежную сумму, равную части i -ой составляющей актива баланса, покрываемую за счет j -ой составляющей его пассива, то сумма i -ой строки должна быть равна a_i :

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = a_1 = F_1 \quad (1)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = a_2 = F_2 \quad (2)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} = a_3 = Z + u_3 - v_3 \quad (3)$$

$$x_{45} + x_{46} = a_4 = Ra + u_4 - v_4 \quad (4)$$

$$x_{56} + x_{57} = a_5 = d_1 + u_5 - v_5 \quad (5)$$

$$x_{62} + x_{65} + x_{66} + x_{67} = a_6 = d_2 + u_6 - v_6 \quad (6)$$

Соответственно сумма элементов j -ого столбца должна быть равна p_j :

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = p_1 = Ic_1 + t_1 \quad (7)$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{62} = p_2 = Ic_2 + t_2 \quad (8)$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = p_3 = K_T + t_3 - w_3 \quad (9)$$

$$x_{34} = p_4 = Ic_3 + t_4 \quad (10)$$

$$x_{35} + x_{45} + x_{65} = p_5 = K_t + t_5 - w_5 \quad (11)$$

$$x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{66} = p_6 = R_p + t_6 - w_6 \quad (12)$$

$$x_{37} + x_{57} + x_{67} = p_7 = K_{np} + t_7 - w_7 \quad (13)$$

Кроме того, очевидно, что $x_{ij} \geq 0$.

Как уже отмечалось, модель, рассматриваемая в настоящей работе, строится с целью повышения его финансового результата предприятия. Она позволяет определить величину либо недостатка, либо избытка оборотных средств, по сравнению с их оптимальным уровнем, устанавливаемым из условия максимизации финансового результата функционирования предприятия.

Признаком „хорошего” баланса с точки зрения повышения эффективности часто называют следующие показатели:

- общий коэффициент покрытия, который должен быть больше или равен 2:

$$k_1 = \frac{\text{Оборотные средства}}{\text{Краткосрочные обязательства}} \quad (14)$$

- коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными средствами, который должен быть не менее 0,1:

$$k_2 = \frac{\text{Собственные оборотные средства}}{\text{Оборотные средства}} \quad (15)$$

Поэтому в модель вводятся ограничения по коэффициентам k_1 и k_2 . Заметим, что выбор нормативных ограничений $k_1^{\min}$ и $k_2^{\min}$, равными соответственно 2,0 и 0,1 является не обоснованным². В связи с этим рекомендуется использовать одну из их возможных пар: $k_1^{\min} = 2$ и $k_2^{\min} = 0,5$ или $k_1^{\min} = 1,1$ и $k_2^{\min} = 0,1$.

Для выполнения ограничений по коэффициентам k_1 и k_2 , в виде строгих равенств вводятся переменные u_3, u_4, u_5, u_6 , сумма которых равна возможному недостатку ОС и переменных v_3, v_4, v_5, v_6 , сумма которых равна их возможному избытку. Считается, что может иметь место избыток или недостаток всех составляющих ОС, то есть для всех четырех величин Z, Ra, d_1, d_2 . Компенсацию избытка или недостатка ОС предлагается осуществить за счет соответствующих статей пассива баланса. Недостаток оборотных средств компенсируется за счет увеличения собственных источников $Ис_1, Ис_2, Ис_3$ (поправки t_1, t_2, t_4), долгосрочной K_T и краткосрочной задолженности Kt, R_p и K_{np} (поправки t_3, t_5, t_6, t_7). Избыток же ОС компенсируется за счет сокращения задолженности долгосрочной K_T и краткосрочной Kt, R_p и K_{np} (поправки w_3, w_5, w_6, w_7).

С учетом сказанного, ограничения (14) и (15) по финансовым коэффициентам могут быть переписаны в виде:

$$Z + Ra + d_1 + d_2 + \sum_{i=3}^6 u_i - \sum_{i=3}^6 v_i = k_1^{\min} \cdot (K_t + R_p + K_{np} + t_5 + t_6 + t_7 - w_5 - w_6 - w_7) \quad (14^*)$$

$$\sum_{i=1}^3 Ис_i - \sum_{i=1}^2 F_i + t_1 + t_2 + t_4 = k_2^{\min} \cdot \left(Z + Ra + d_1 + d_2 + \sum_{i=3}^6 u_i - \sum_{i=4}^7 v_i \right) \quad (15^*)$$

² Абрютина М.С., Грачев А.В. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия: Учебно-практическое пособие. – 2-е изд. испр. – М.: Издательство „Дело и сервис”, 2000. – 256 с.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ ДОХОДНОСТИ И ЛИКВИДНОСТИ АКТИВОВ

3.1. РАЗРАБОТКА ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

В настоящем исследовании для проведения модельных расчетов было получено уравнение, позволяющее оценить „усредненную характеристику чистой прибыли” металлургического предприятия. Предварительно рассматривались парные зависимости чистой прибыли предприятия от величины основных видов активов. Использовались данные публичной отчетности предприятий за три года, публикуемые агентством „Эксперт-РА”. Величины активов пересчитывались в цены последнего года. Связи оценивались по данным 87 балансов и отчетов о прибылях и убытках для отечественных комбинатов и заводов черной металлургии.

Анализировались зависимости чистой прибыли от следующих переменных:

- F – основные средства;
- $F_{np.}$ – прочие внеоборотные активы;
- Z – запасы;
- ΔR – разность между дебиторской и кредиторской задолженностями;
- D – сумма денег и краткосрочных финансовых вложений.

Характеристики найденных зависимостей вида $\Pi_{чист.} = b_1x$ приведены в таблице 4.

В указанной таблице использованы следующие обозначения:

- S_{b1} – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии;
- $t_{b1} = \frac{b_1}{S_{b1}} - t$ – критерий для b_1 ;
- r – парные коэффициенты корреляции;
- S_{r_i} – их средние квадратические погрешности.

Таблица 4

Характеристики зависимостей чистой прибыли предприятий от величины его активов

Номер п/п	Аргумент X	b_1	S_{b1}	t_{b1}	r	S_r
1	F	0,5728	0,0545	10,510	0,7498	0,0713
2	$F_{np.}$	0,8346	0,1039	8,029	0,6546	0,0815
3	Z	1,2850	0,0879	14,612	0,8443	0,0578
4	ΔR	0,6716	0,1368	4,9090	0,4678	0,0953
5	D	1,1755	0,0571	17,521	0,8838	0,0504

Полученные корреляционные соотношения определяются зависимостью чистой прибыли предприятия от объемов производства. С одной стороны, чем выше объем производства, тем больше прибыль предприятия при прочих равных условиях (неизменном сортаменте и ценах). С другой стороны, чем большие объемы производства достигаются на предприятии, тем выше его производственная мощность, и тем большим имуществом (валютой баланса) оно обладает. В этом случае достигаются большие значения переменных F , $F_{np.}$, Z , ΔR , D .

Далее методом последовательного включения переменных по тем же исходным данным была получена следующая модель для „усредненной чистой прибыли” металлургического предприятия:

$$P_{\text{чист.}} = 0,09F - 0,318F_{np.} + 0,939Z + 0,279\Delta R + 0,524D \quad (16)$$

Полученное уравнение имеет достаточно высокую степень достоверности. Его множественный коэффициент корреляции $R = 0,941$, а величины t-критериев для коэффициентов регрессии соответственно равны:

$$t_F = 0,78; t_{F_{np.}} = -3,20; t_Z = 3,81; t_{\Delta R} = 3,41; t_D = 4,55.$$

Очевидно, что в силу высокой статистической значимости уравнение (16) можно использовать в модельных расчетах в качестве первой целевой функции. В качестве второй целевой функции было решено использовать соотношение для расчета „абсолютной ценности” активов.

3.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ДОХОДНОСТИ И ЛИКВИДНОСТИ АКТИВОВ

Проверялись два следующих предположения. Во-первых, предположили, что если при диагностике делается вывод о том, что коэффициент ликвидности вполне удовлетворительный, то достаточно решить задачу с целевой функцией в виде чистой прибыли (случай $\beta_1 = 1$; $\beta_2 = 0$).

В соответствии со вторым предположением считали, что если по какой-либо причине желательно регулирование обоих показателей, то следует решать две задачи оптимизации и на этом основании осуществлять компромиссное действие по коррекции активов (случаи $\beta_1 = 1$; $\beta_2 = 0$ и $\beta_1 = 0$; $\beta_2 = 1$). Например, в качестве новой величины активов принимать усредненный результат решения обеих задач.

Эти гипотезы можно проверить только для предприятий, для которых соотношение (16) достаточно удовлетворительно прогнозирует чистую прибыль.

Для проверки гипотез были выполнены модельные расчеты для двух крупных, успешно работающих металлургических предприятий за пятилетний период времени. Использованы данные годовых балансов. Все балансы предварительно пересчитаны на

цены последнего рассматриваемого года с учетом возможного изменения индексов потребительских цен на металлопродукцию. Решены оптимизационные задачи с целевыми функциями „усредненной чистой прибыли” и „абсолютной ценности” активов. В качестве границ $A_i^{\min}$ и $A_i^{\max}$ использовались фактические минимальные и максимальные значения соответствующих активов в рассматриваемом периоде. Тем самым границы изменения величины активов были несколько расширены в сравнении с их изменениями в краткосрочном периоде. Напомним, что в предлагаемой методике целевая функция (16) должна быть рассчитана для каждого конкретного предприятия, а верхняя и нижняя границы для активов должны определяться на основании возможностей предприятия по регулированию величины активов в конкретный момент времени.

Результаты решения задач представлены на рис. 1–4. Здесь произведено сопоставление значений рентабельности активов и коэффициентов ликвидности до и после оптимизации.

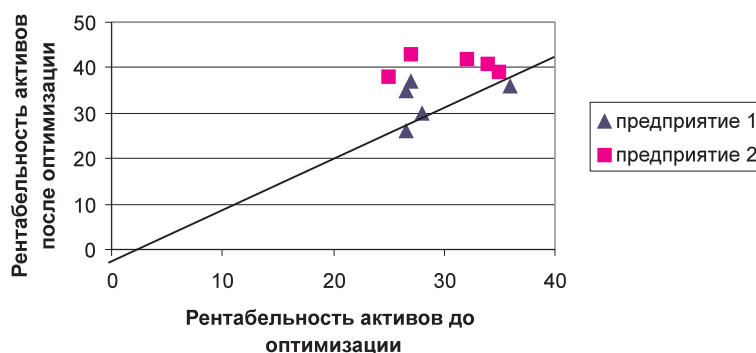


Рис. 1. Рентабельность активов до и после оптимизации структуры баланса по показателю усредненная чистая прибыль

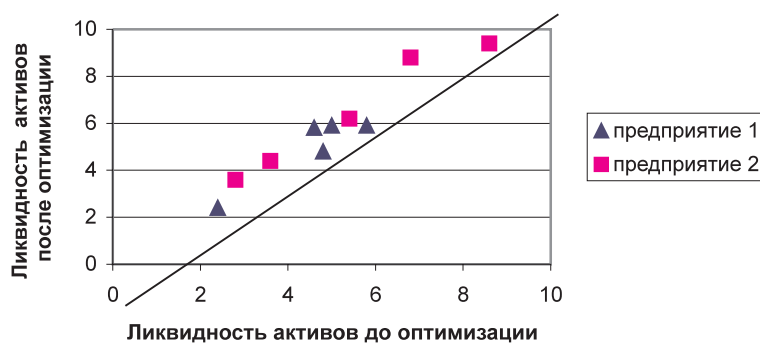


Рис. 2. Коэффициент текущей ликвидности до и после оптимизации структуры баланса по показателю усредненная чистая прибыль

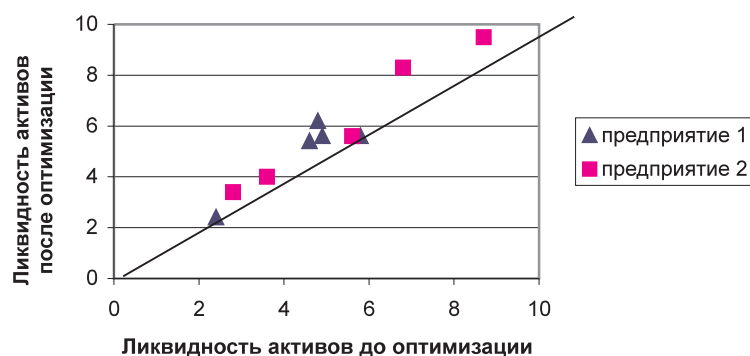


Рис. 3. Коэффициент текущей ликвидности до и после оптимизации структуры баланса по показателю абсолютная ценность активов

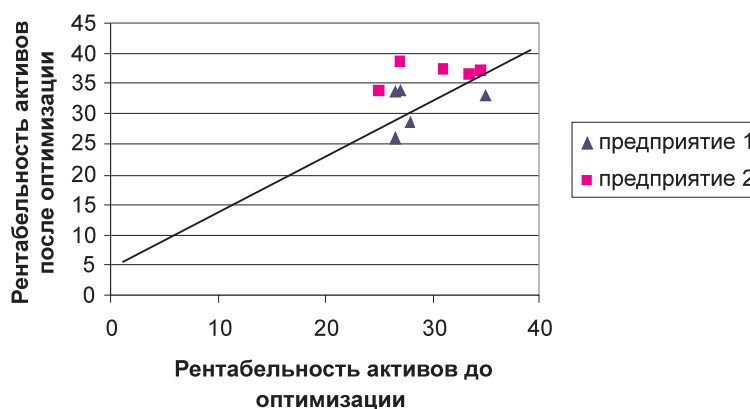


Рис. 4. Рентабельность активов до и после оптимизации структуры баланса по показателю абсолютная ценность активов

На каждом рисунке приведены биссектрисы соответствующих координатных углов. Расположение точек выше биссектрисы означает увеличение соответствующего показателя, а ниже – его уменьшение. Из рис. 1–2 следует, что использование при планировании баланса результатов решения задачи с целевой функцией на максимум чистой прибыли и соответствующее регулирование величин активов достаточно часто должно приводить к относительно существенному увеличению (порядка 10%) показателя доходности активов и небольшому увеличению показателя ликвидности. Использование для благополучно работающего предприятия в качестве целевой функции показателя ликвидности в виде абсолютной ценности активов (рис. 3, 4) также как и в предыдущем случае приводит к небольшому увеличению коэффициента ликвидности, но доходность активов предприятия увеличивается при этом в меньшей степени, чем при оптимизации по показателю усредненной чистой прибыли.

Таким образом, для успешно работающего предприятия полностью оправдалась первая гипотеза о достаточности решения задачи с целевой функцией на максимум усредненной чистой прибыли. Установлено также, что к несколько худшему результату приводит решение задачи с целевой функцией на максимум абсолютной ценности активов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что вторая из проверяемых гипотез не оправдалась – компромисс, основанный на использовании усредненного решения задач на максимум чистой прибыли и абсолютной ценности активов не позволит существенно улучшить коэффициент ликвидности активов.

В тех же случаях, когда требуется обеспечить улучшение обоих показателей, величины коррекции активов необходимо определять путем решения задачи оптимизации на максимум чистой прибыли при заданных значениях коэффициента текущей ликвидности и других финансовых коэффициентов, включаемых в ограничения этой задачи.

3.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩЕЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ДОХОДНОСТИ И ЛИКВИДНОСТИ АКТИВОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Далее остановимся на трех особенностях рассматриваемой задачи, которые нужно принимать во внимание при ее решении, когда речь идет о крупном промышленном предприятии, например, металлургическом.

Во-первых, очевидно, что крупное предприятие не может пойти на существенное изменение структуры баланса (в частности, структуры оборотных средств) за относительно короткий период времени. Для повышения его прибыльности речь может идти только о некотором (разумном) сокращении дебиторской задолженности, относительно небольшом процентном увеличении денежных средств и т.п. То есть решение задачи не должно далеко уходить от той структуры оборотных средств, которая сформировалась в результате многолетней практики работы предприятия. Это обстоятельство должно учитываться в виде дополнительных ограничений, вводимых в условие задачи.

Во-вторых, известно, что ряд крупных металлургических предприятий (например, ОАО „Северсталь”, „НЛМК”, „ММК”) уже дейчас работают со значительным превышением нормативных ограничений по коэффициентам k_1 и k_2 . В этом случае введение в условие задачи соотношений (14*) и (15*) приведет к значительному сокращению валюты баланса, что неприемлемо в реальных условиях. В рассматриваемом случае из условия задачи должны быть исключены ограничения (14*) и (15*). Вместо них в условия задачи вводятся дополнительные ограничения:

$$\sum_{i=3}^6 u_i = \sum_{i=3}^6 v_i \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^7 t_j = w_3 + \sum_{j=1}^7 w_j \quad (18)$$

означающие, что в результате решения задачи валюта баланса остается неизменной.

Наконец, в-третьих, известно, что для ряда металлургических предприятий имеют место существенные отклонения в отрицательную сторону значений k_1 и k_2 от их нормативных величин. В этом случае, прежде чем решать задачу оптимизации баланса предприятия следует провести его предварительную реструктуризацию, определив обеспеченность этой реструктуризации новыми объемами собственных и заемных средств. При этой реструктуризации в новых ограничениях должны учитываться требования банков, налагаемые на пассивы баланса. Например, в соответствии с зарубежной практикой общая задолженность предприятия не должна превышать удвоенной суммы собственного капитала и резервов, а максимальная долгосрочная задолженность не должна быть больше собственного капитала и резервов³. Поэтому если предприятию необходима дополнительная сумма денежных средств Δd_2 , то она должна складываться как из объема привлекаемого займа y , так и из величины дополнительного объема собственных средств предприятия x .

Эти характеристики определяются из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} 2 \cdot (Ис_1 + Ис_2 + Ис_3 + x) = K_T + y + (R_p + K_i + K_{np}) \\ x + y = \Delta d_2 \end{cases} \quad (19)$$

Такая реструктуризация баланса была выполнена нами для одного из металлургических предприятий. Ставилась задача определить, во сколько раз должны вырасти выручка предприятия при переходе к новым ограничениям по финансовым коэффициентам $k_1^{\min}$ и $k_2^{\min}$. Расчет выполнялся с использованием соотношений (14*) и (15*) и системы (19). Прогнозировался новый баланс предприятия и определялась выросшая потребность в оборотных средствах. С использованием коэффициента их Гагрузки, равного для рассматриваемого предприятия 0,39, прогнозировался объем выручки, которую необходимо иметь предприятию для обеспечения его работы при новых ограничениях по финансовым коэффициентам. Результаты расчетов приведены в таблицы 5.

Таблица 5

Требуемый объем выручки предприятия для обеспечения его функционирования при соблюдении различных ограничений по финансовым коэффициентам

Граничные значения финансовых коэффициентов	Требуемый объем выручки, %
$k_1^{\min} = 0,72$ и $k_2^{\min} = -1,31$	100
$k_1^{\min} = 1,11$ и $k_2^{\min} = 0,1$	174,5
$k_1^{\min} = 2,0$ и $k_2^{\min} = 0,5$	310,5

³ Коласс Б. Управление финансовой деятельностью предприятия. Проблемы, концепции и методы: Учеб. пособие/Пер. с фр.; Под ред. проф. Я.В.Соколова. – М.: Финансы; ЮНИТИ, 1997. – 576 с.

Таким образом, из приведенных данных следует, что для выхода предприятия из кризисной ситуации ему необходимо реализовать технические и организационные решения, обеспечивающие увеличение его выручки по сравнению с существующим уровнем более, чем в 3 раза, что является весьма проблематичным. Поэтому, на начальной стадии выхода из кризисной ситуации предприятию рекомендуется увеличить его выручку хотя бы в 1,75 раза.

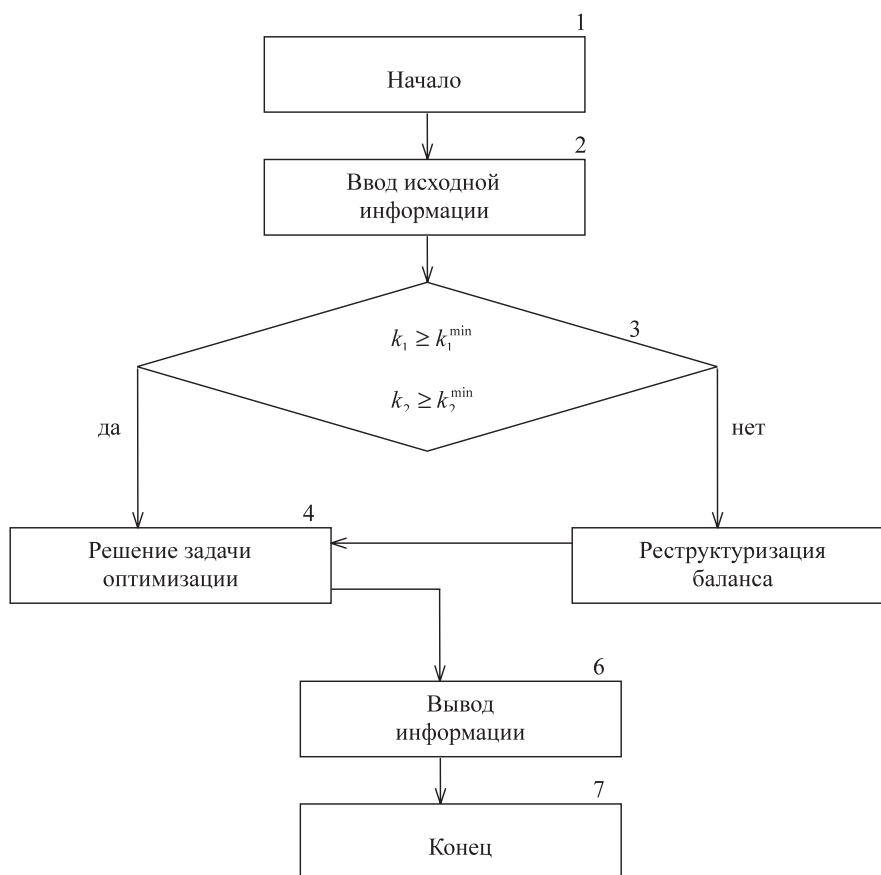


Рис. 5. Алгоритм решения задачи оптимизации баланса предприятия

Итак, мы рассмотрели 3 особенности решения задачи оптимизации баланса предприятия. С их учетом алгоритм решения этой задачи сводится к следующей последовательности действий (рис. 5):

1. Начало.
2. Ввод исходной информации (исходного баланса и других отчетных документов предприятия).

3. Проверка выполнения ограничений:

$$k_1 \geq k_1^{\min},$$

$$k_2 \geq k_2^{\min},$$

Если ограничения выполнены, то переходят к п. 4, в противном случае – к п. 5.

4. Решение задачи оптимизации с ограничениями (1) – (13) и (17), (18). Переход к п. 6.
5. Реструктуризация баланса с использованием системы (19). Переход к п. 4.
6. Вывод информации.
7. Конец функционирования алгоритма.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Настоящее исследование направлено на решение задачи совершенствования управления экономикой металлургического предприятия за счет разработки и реализации методики планирования его баланса с использованием оптимизационных моделей.
2. Предполагается, что для нормально функционирующего предприятия должно иметь место финансовое равновесие, обеспечивающее соблюдение двух важнейших условий: наличие желаемого уровня доходности, как минимум покрывающее издержки, связанные с производством и реализацией продукции, а также обеспечение условий платежеспособности (ликвидности).
3. Показано, что для металлургических предприятий ликвидность (платежеспособность) и доходность находятся не в детерминированной, а в весьма противоречивой зависимости и что увеличение одного из рассматриваемых показателей достаточно часто может приводить к увеличению другого.
4. Разработана формализованная постановка оптимизационных задач планирования баланса предприятия. Поставлены двухкритериальная и общая задачи оптимизации. В двухкритериальной задаче в качестве целевых функций предложены чистая прибыль предприятия и „абсолютная ценность” его активов. Ограничениями являются заданные диапазоны изменения активов. В общей задаче целевой функцией служит чистая прибыль предприятия, а также заданы ограничения на значения финансовых коэффициентов.
5. Обе задачи исследованы с использованием математического моделирования. При этом функция чистой прибыли заменена так называемой „усредненной характеристикой чистой прибыли металлургического предприятия”. В результате моделирования показано, что при планировании баланса предприятия необходимо при сохранении пассивов баланса осуществлять коррекцию его активов на

основании решения рассматриваемых задач. При этом для успешно работающего предприятия достаточно решение задачи на максимум чистой прибыли. Соответствующее регулирование величин активов должно приводить к относительно существенному увеличению (порядка 10%) показателя доходности активов и небольшому увеличению показателя ликвидности. Установлено также, что к несколько худшему результату приводит решение задачи с целевой функцией на максимум „абсолютной ценности” активов.

6. Для неблагоприятно работающего предприятия необходимо изыскивать дополнительные средства для увеличения валюты баланса, осуществлять реструктуризацию баланса, а потом уже для его уточнения решать задачу оптимизации на максимум чистой прибыли предприятия с ограничениями на значения финансовых коэффициентов. Во всех случаях функция прогноза величины чистой прибыли должна быть разработана для каждого предприятия.