

# МНОГОУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

О.И. Дранко, Ю.Ю. Кислицына

(Московский физико-технический институт, Москва)

## Введение

В последние годы Россия живет в условиях перехода к рыночным взаимоотношениям, изменений на товарных рынках, финансовых рынках. Многие промышленные предприятия нашей страны оказались в непростой финансовой ситуации. В этих условиях управление финансами оказывается важнейшей составляющей деятельности предприятия. Каждому предприятию необходимо просчитывать свои действия. Чрезвычайно важно не только отслеживать финансовую ситуацию на сегодня, но и понимать что будет завтра; наряду с этим важно уметь отвечать на вопрос: «А что будет, если..?»

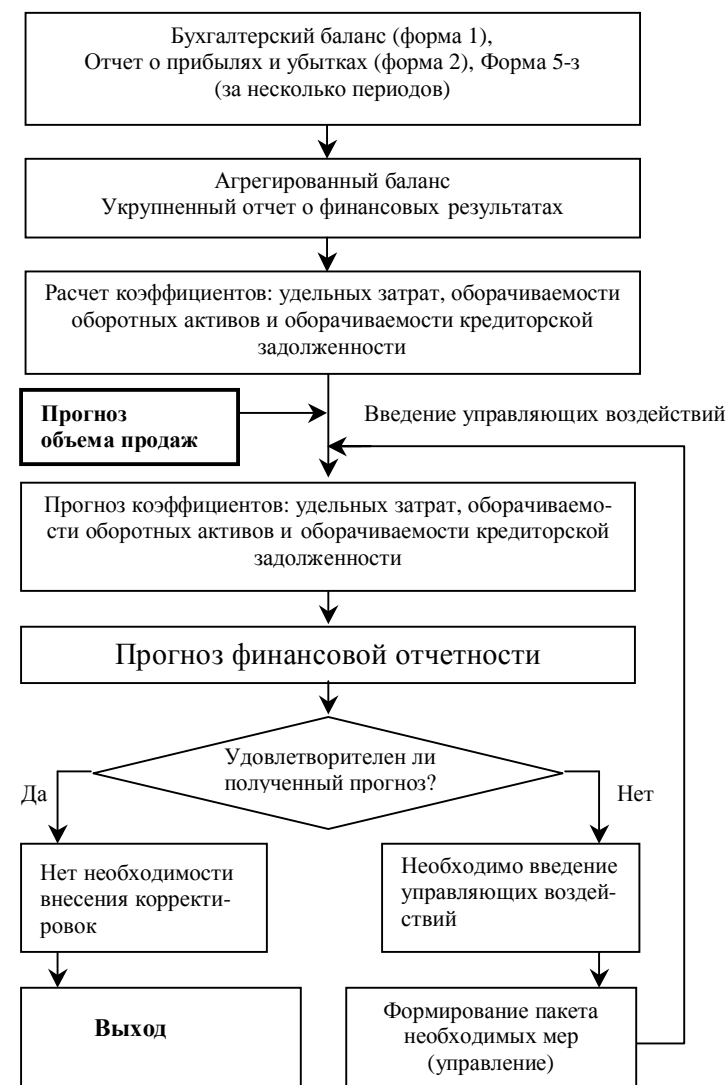
Ответы на эти вопросы могут быть получены при помощи имитационных моделей финансового прогнозирования. В условиях ожесточившейся конкуренции все больше и больше предприятий и компаний обращают свой взор в сторону наукоемких методов борьбы с конкурентами, в числе которых финансовое прогнозирование является, пожалуй, одним из важных, но пока не получившим широкого применения в России.

В данной работе рассматривается имитационная модель финансового прогнозирования, позволяющая формировать прогноз финансовой отчетности и анализировать последствия принятия управленческих решений.

## 1. Математическая модель

Исходными данными для моделирования являются основные финансовые документы предприятия (баланс, отчет о финансовых результатах), а также статистическая отчетность за последние  $n$  периодов.

В общем виде логика модели может быть представлена в виде следующей блок-схемы:



Возможно построение комплекса иерархических моделей различной глубины. Рассмотрим логику модели более подробно на примере модели минимальной сложности, которая включает в себя 15 показателей.

Используемые сокращения:

<b>T</b>	– продолжительность отчетного периода в днях;
<b>ОП</b>	– объем продаж;
<b>A</b>	– активы предприятия;
<b>ВА</b>	– внеоборотные активы;
<b>ОА</b>	– оборотные активы;
<b>П</b>	– пассивы;
<b>СК</b>	– собственный капитал;
<b>З</b>	– займы;
<b>КЗ</b>	– кредиторская задолженность;
<b>уд<sub>з</sub></b>	– удельные затраты;
<b>k<sub>оа</sub></b>	– коэффициент оборачиваемости оборотных активов;
<b>k<sub>кз</sub></b>	– коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности;
<b>k<sub>н</sub></b>	– ставка налогообложения;
<b>НП</b>	– нераспределенная прибыль;
<b>ПДФ</b>	– потребность в дополнительном финансировании.

Величины в прогнозируемом периоде помечены верхним индексом "F"

Так, пусть имеется необходимая отчетность за последние  $n$  периодов. Необходимо получить прогноз финансовой отчетности предприятия, полагая, что оно намерено увеличить объем продаж до  $ОП^F$ .  $ОП^F$  является экзогенной переменной – его значение определяется вне модели (исходя из существующих тенденций развития предприятия, основываясь на маркетинговых исследованиях, экспертных оценках и т.д.). При этом предполагается сохранение сложившихся хозяйственно-экономических тенденций развития предприятия.

Основное балансовое уравнение предприятия (активы равны пассивам) имеет вид

$$ВА + ОА = СК + З + К.$$

Это соотношение является своего рода инвариантом финансо-

вой отчетности и остается верным для любого момента времени.

Введем теперь коэффициенты, связывающие объем продаж и себестоимость реализованной продукции, оборотные активы, кредиторскую задолженность, – коэффициенты прогнозирования:

$$\begin{aligned} уд_з &= C / ОП, \\ k_{оа} &= (ОА / ОП) * T, \\ k_{кз} &= (КЗ / ОП) * T. \end{aligned}$$

Данные переменные имеют простой содержательный смысл, понятны как экономистам-теоретикам, так и экономистам-практикам: значение коэффициента оборачиваемости оборотных активов соответствует среднему времени операционно-технологического цикла, т.е. времени от покупки сырья и материалов до оплаты готовой продукции; значение коэффициента оборачиваемости кредиторской задолженности – среднему времени задержки оплаты кредиторской задолженности. Кроме того, в терминах удельных затрат и сроков оборачиваемости можно формулировать целевые установки для предприятия, то есть подходить к формированию, а затем и принятию решений. Именно поэтому модель строится на базе этих переменных.

Определим прогнозные значения статей финансовой отчетности в следующем периоде, используя прогнозное значение объема продаж  $ОП^F$ .

Анализ зависимости коэффициентов прогнозирования от времени для многих предприятий показывает, что с приемлемой точностью она может быть описана линейным временным трендом вида

$$k_{np} = a + b * t.$$

По исходным данным  $(k_{np}^1, t^1), \dots, (k_{np}^n, t^n)$  оцениваем значения параметров  $a$  и  $b$  методом наименьших квадратов. Полученное уравнение регрессии может быть использовано для получения прогноза значения коэффициента прогнозирования в  $(n+1)$  периоде:

$$k_{np}^F = a + b * t^{n+1}.$$

Произведя необходимые вычисления, получаем прогноз значения удельных затрат, оборачиваемости оборотных активов и оборачиваемости кредиторской задолженности в  $(n+1)$  периоде:  $уд_з^F, k_{оа}^F, k_{кз}^F$ .

Прогноз значений себестоимости, оборотных активов, кредиторской задолженности есть

$$C^F = (y\partial_3^F * ОП^F) / T,$$

$$ОА^F = (k_{OA}^F * ОП^F) / T,$$

$$КЗ^F = (k_{KЗ}^F * ОП^F) / T.$$

На данном этапе предполагаем, что изменение  $ОП$  не требует увеличения внеоборотных активов, так что можно считать

$$ВА^F = ВА^n.$$

Это предположение оказывается верным для большинства российских предприятий, т.к. ситуация неполной загрузки мощностей является для них весьма типичной; если же это не так, на этапе управления возможно введение соответствующих корректировок.

Полагая, что новых заимствований в прогнозном периоде не будет, имеем

$$З^F = З^n.$$

Прогнозируемая нераспределенная прибыль есть

$$НП^F = (ОП^F - C^F) * (1 - k_n).$$

Значение собственного капитала в прогнозируемом периоде будет

$$СК^F = СК^n + НП^F.$$

Тогда,

$$А^F = ВА^F + ОА^F,$$

$$П^F = СК^F + КЗ^F + З^F.$$

Таким образом, определены прогнозные значения статей финансовой отчетности.

## 2. Проверка прогнозного варианта на реализуемость

Основное балансовое уравнение предприятия ( $A = П$ ) должно оставаться верным и для прогнозного периода. Но возможна ситуация, когда активы и пассивы предприятия оказываются несбалансированными. Разность между активами и пассивами предприятия называется Потребностью в дополнительном финансировании:

$$ПДФ^F = А^F - П^F.$$

Потребность в дополнительном финансировании выступает в качестве критерия достижимости заданного желаемого уровня объема продаж. Если  $A^F \leq П^F$ , то план по заданному объему продаж оказывается реализуем. Но, как правило, рост оборотных активов, обусловленный ростом объема продаж, оказывается неподкрепленным в достаточном объеме источниками финансирования, что делает план по выпуску желаемого объема продаж нереализуемым. Поэтому возникает потребность в дополнительном финансировании оборотных средств:  $ПДФ^F > 0$ . Следовательно, необходимо выработать финансовые и управленческие решения, исполнение которых привело бы к балансировке активов и пассивов при достижении желаемого объема продаж. На данном этапе у предприятия существуют следующие возможности:

- 1) задействовать внешние источники финансирования – использование кредитов или эмиссия акций;
- 2) задействовать внутренние резервы предприятия путем внутренних изменений на предприятии:
  - а) сокращение удельных затрат,
  - б) ускорение операционно-технологического цикла.

В рамках данной модели эти изменения описываются уменьшением коэффициента удельных затрат и уменьшением коэффициента оборачиваемости оборотных активов соответственно.

За счет сокращения удельных затрат увеличивается нераспределенная прибыль, т.е. появляется дополнительный источник финансирования; за счет ускорения операционно-технологического цикла уменьшается потребность в оборотном капитале. (На практике именно сокращение сроков оборачиваемости оборотных активов является важнейшим фактором высвобождения финансовых средств.)

В качестве возможности балансировки активов и пассивов может рассматриваться и такая «нехорошая», но широко распространенная в нынешней российской действительности мера, как задержка платежей, т.е. по сути, неплатежи. В рамках данной модели задержка платежей описывается увеличением коэффициента оборачиваемости кредиторской задолженности.

Таким образом, все эти изменения можно рассматривать как **внутренние инвестиции**.

### 3. Введение управленческих воздействий. Сценарии

В рамках данной модели можно получить количественную оценку «внутренних резервов» предприятия путем введения управления. Для каждого коэффициента прогнозирования  $k_{прогн}$ ,

где  $k_{прогн} = уд_з; k_{ОА}; k_{КЗ}$ ,

возможно введение корректирующих (управляющих) воздействий:

$$k_{прогн}^F_{NEW} = k_{прогн}^F + u_{k_{прогн}}$$

скорректированное значение коэффициента прогнозирования будет равно сумме исходного прогнозного значения и экспертной оценки возможного изменения коэффициента прогнозирования. Тогда будет скорректировано значение соответствующих статей баланса и отчета о прибылях и убытках. Таким образом, получаем новый скорректированный прогноз, учитывающий введение управляющих воздействий.

На этапе введения управления целесообразно использовать модель 2-го уровня (она содержит около 80 показателей), которая позволяет провести более тщательный анализ. В ней, в частности, вместо агрегированного коэффициента удельных затрат используется группа коэффициентов: удельные материальные затраты, удельные затраты по оплате труда, по социальному обеспечению, по налогам, по амортизации; вместо агрегированного коэффициента оборачиваемости оборотных активов – следующая группа коэффициентов: оборачиваемость сырья и материалов, оборачиваемость незавершенного производства, оборачиваемость готовой продукции, оборачиваемость НДС, оборачиваемость дебиторской задолженности, оборачиваемость денежных средств; вместо агрегированного коэффициента оборачиваемости кредиторской задолженности – оборачиваемость кредиторской задолженности перед поставщиками и подрядчиками, оборачиваемость кредиторской задолженности по оплате труда, оборачиваемость кредиторской задолженности по социальному обеспечению, оборачиваемость кредиторской задолженности перед бюджетом.

Для выработки необходимых финансовых и управленческих решений мер целесообразно рассмотреть ряд возможных сценариев:

1. Сокращение затрат – Уменьшение коэффициентов удельных затрат.

2. Ускорение оборачиваемости оборотных активов – Уменьшение оборачиваемости оборотных активов (как правило, самый хороший способ, если, конечно, он реализуем на практике).
3. Задержка платежей (Неплатежи) – Увеличение оборачиваемости текущих пассивов (вынужденный способ).
4. Высвобождение внеоборотных активов, привлечение кредитов и собственного капитала – Корректировка соответствующих статей.
5. Смешанный сценарий

В каждом из этих сценариев предлагается воздействовать на конкретную группу показателей и/или статей. Таким образом, рассмотрев различные варианты управления, можно выбрать воздействия, наиболее действенные на данном конкретном предприятии.

В рамках модели можно не только получить количественную оценку «внутренних резервов» предприятия путем введения управляющих воздействий, но и определить приоритетные направления внутренних изменений. Это можно сделать при помощи анализа чувствительности. Под анализом чувствительности понимается следующее: последовательно исследуется влияние единичного изменения значения каждого коэффициента прогнозирования (удельные затраты, коэффициенты оборачиваемости оборотных активов и кредиторской задолженности) на Потребность в дополнительном финансировании. В результате такого анализа можно выбрать наиболее значимые коэффициенты (изменения которых приводят к наибольшему по абсолютной величине уменьшению ПДФ).

Таким образом, пользователь модели может определить те коэффициенты, на которые наиболее целесообразно воздействовать для получения наилучших результатов на данном конкретном предприятии.

### 4. Интервальное оценивание прогноза

В литературе в основном описаны подходы, предполагающие точечную (детерминистическую) оценку показателей без оценки их

достоверности. Но в случае прогнозирования экономических показателей важно не столько собственно прогнозное значение, сколько некий доверительный интервал, в который с заданной вероятностью попадает значение этого показателя. Рассмотрим интервальное оценивание прогноза.

Для коэффициентов прогнозирования и тех статей, прогнозы которых строились на базе линейной регрессии, доверительный интервал для индивидуальных значений строился по стандартной технологии:

$$\text{доверит. интервал} = \left( \text{прогноз} \pm t_{\alpha} \cdot \sqrt{s^2 \cdot \left( 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x'_f)^2}{\sum (x'_i)^2} \right)} \right),$$

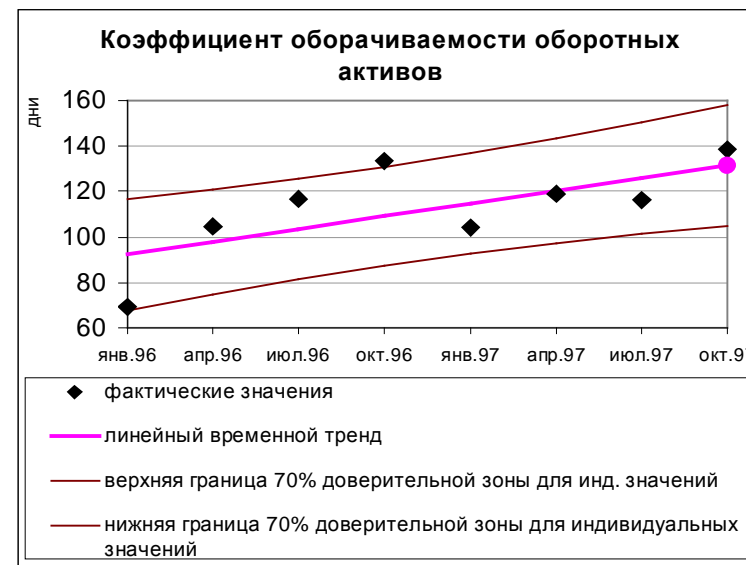
где  $t_{\alpha}$  – статистика Стьюдента,  $s$  – стандартное отклонение,  $x'_i$  – отклонение каждого значения  $x_i$  среднего,  $x'_f$  – отклонение значения  $x_f$ , используемого для прогнозирования, от среднего,  $n$  – число периодов. Для оценки интервалов для остальных статей использовались формулы для определения погрешностей в косвенных измерениях.

Рассмотрим это на примере реально действующего предприятия – машиностроительного завода. В таблице 1 приведена динамика изменения коэффициента оборачиваемости оборотных активов.

Таблица 1.

	факт	факт	факт	факт	факт	факт	факт	факт
дата	1.01.96	1.04.96	1.07.96	1.10.96	1.01.97	1.04.97	1.07.97	1.10.97
к_оа (дни)	69	104	117	134	104	119	116	138

Результаты, полученные при ретроспективном анализе, представлены на графике (прогноз строился на основе данных  $n - 1$  периода, и затем полученные прогнозные значения сравнивались с фактическими значениями  $n$ -го периода). На нем приведена фактическая динамика изменения коэффициента оборачиваемости оборотных активов, полученный линейный временной тренд, которым в рамках модели описывается зависимость данного коэффициента от времени и 70% доверительная зона для индивидуальных предсказанных значений коэффициента.



Как видно из графика, вне доверительной зоны лежит одно фактическое значение коэффициента. В рамках данной модели получено прогнозное значение изменения коэффициента оборачиваемости оборотных активов в III квартале 1997 года, равное 132 дням, фактическое же значение коэффициента – 138 дней. То есть относительное отклонение прогнозного значения от фактического составило 4%. При этом с 70% вероятностью значение коэффициента оборачиваемости оборотных активов в III кв. 1997 года лежит в диапазоне от 105 до 158 дней.

При формальном оценивании доверительные интервалы получаются достаточно широкими ( $\pm 10$ +20%). При неформальном, качественном осмыслении результатов прогноза, по опыту практического консультирования, фактически наблюдаемые отклонения прогнозных показателей выглядят незначительным, и предлагаемый способ прогнозирования вполне применим для рассмотрения рабочих сценариев.

## 5. К вопросу о практической применимости

Полезность и ценность любой модели определяется не только стройностью теории, полученными в результате анализа качественными выводами, но и адекватностью модели реальности, возможностью и целесообразностью ее практического применения. Поэтому важно понять, насколько хорошо модель описывает действительность, насколько точным получается прогноз финансовой отчетности, каковы границы применимости моделей. В данных исследованиях оценка точности производилась путем ретроспективного анализа: прогноз строился на основе данных ( $n - 1$ ) периода, и затем полученные прогнозные значения сравнивались с фактическими значениями  $n$  периода; *ОП* и эндогенные переменные определялись, исходя из предположения сохранения сложившихся хозяйственно-экономических тенденций.

Проведенные исследования позволяют предполагать, что для оценки прогнозных значений основных статей баланса и отчета о прибылях и убытках следует применять более простую и менее трудоемкую модель минимальной сложности – применение более детальной модели (модели 2-го уровня, включающей в себя 80 показателей) не приводит к значительному улучшению точности. Но для более тщательного анализа на этапе введения управленческих воздействий целесообразно использовать модель 2-го уровня.

Приведем некоторые результаты практических исследований (см. таблицу 2)

Сравнивались полученные значения себестоимости, оборотных активов и кредиторской задолженности: при использовании модели минимальной сложности прогнозировались непосредственно указанные статьи, в модели 2-го уровня прогноз себестоимости, оборотных активов и кредиторской задолженности определялся как сумма прогнозов соответствующих подстатей.

Краткая характеристика исследуемых предприятий

Предприятие 1 – машиностроительный завод, стабильное, «работающее» предприятие.

Предприятие 2 – представитель пищевой промышленности, характеризуется быстрым ростом продаж.

Таблица 2

Результаты сравнения точности прогнозов, полученных при использовании модели минимальной сложности и модели 2 уровня

	факт (руб)	прогноз (млн. руб)		отклонение	
		модель миним. сложн.	модель 2-го уровня	модель миним. сложн.	модель 2-го уровня
<b>Предприятие 1</b>					
Объем продаж	70 696 759	72,7		2,9%	
Себестоимость	66 503 250	70,9	71,1	6,7%	6,9%
Обор. активы	108 667 752	106,7	106,3	-1,8%	-2,2%
Кредит_задолж	98 580 977	95,6	93,2	-3,6%	-5,5%
<b>Предприятие 2</b>					
Объем продаж	105 563	55,0		-47,9%	
Себестоимость	82 445	51,7	52,4	-37,2%	-36,4%
Обор. активы	99 593	56,1	55,5	-43,7%	-44,2%
Кредит_задолж	34 290	42,7	43,7	24,8%	27,5%

Как видно из вышеприведенных данных, прогнозы, полученные с использованием модели минимальной сложности и модели 2-го уровня, оказываются близки.

Значительные отклонения прогнозных значений от фактических для 2-го предприятия в значительной степени обусловлены неточностью определения *ОП* на период упреждения. При исследованиях будущее значение *ОП* определялось, исходя из сложившихся тенденций, что не учитывало резкого роста производства, спровоцированного послекризисной кампанией по поддержке отечественного производителя. Кроме того, в  $n$ -ом периоде предприятием был взят долгосрочный заем, что позволило заметно сократить текущую задолженность. Это определило значительное отклонение прогнозного значения *КЗ* от фактического.

## Заключение

Представленная в работе модель строится на базе прогнозирования финансовых коэффициентов. Эти коэффициенты являются

характеристиками финансово-экономического состояния предприятия. Руководство предприятия может прямо или косвенно влиять на них. Предлагаемые в рамках модели механизмы управленческих воздействий имеют ясный экономический смысл. Это позволяет использовать ее в качестве удобного инструмента для оценивания последствий различных финансовых и управленческих решений, и подходить к формированию необходимого пакета мер.

Рассмотренная модель позволяет сделать ряд важных выводов. Выше было показано, что рост продаж приводит к возникновению потребности в дополнительных денежных средствах – займах. Таким образом, получено модельное обоснование необходимости инвестиций. И фраза "Нужны инвестиции" должна восприниматься не просто как лозунг, а как действительно обоснованная необходимость для предприятия. Кроме того, модель объясняет еще одну экономическую реалию – инфляция ведет к возникновению неплатежей. Действительно, в условиях инфляции инфляционный рост продаж ведет к инфляционному росту активов. Возникает необходимость в пассивах. Но порождаемой инфляцией прибыли оказывается недостаточно. В отсутствие источников внешнего финансирования это приводит к неуправляемому росту кредиторской задолженности, т.е. к ситуации неплатежей.

### Литература

1. БРЕЙЛИ Р., МАЙЕРС С. *Принципы корпоративных финансов*. Пер. с англ. – “Олимп-Бизнес”, 1997
2. ДРЕЙПЕР Н., СМИТ Г. *Прикладной регрессионный анализ*. – М: Финансы и статистика, 1986.
3. *Финансовый менеджмент. Компьютерный практикум*, под ред. В.В. Ковалева, В.А. Ирикова. – Финансы и статистика, 1998.
4. BRIGHAM E.F., GAPENSKI L.C. *Financial Management*. – The Dryden Press, 1994.
5. CARLETON W.T., McINNES J.M. *Theory, Models and Implementation in Financial Management* // Management Science, 1982. – № 28. – P. 957–978.
6. KLOEK T. *Loss development forecasting models: an econometrician's view* // Insurance: Mathematics and Economics, 1999. – Volume 23. – Issue 3. – P. 251–261.