

А.А.БЫКОВ

---

## МЕТОД ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

---

Современная рыночная экономика вносит глобальные изменения в условия деятельности предприятий. Усиливается конкуренция на рынках сбыта, углубляется международное разделение труда, открываются границы для свободного перемещения капиталов из одного государства в другое. Такие процессы характерны, в частности, и для предприятий Республики Беларусь.

Новые условия хозяйствования заставляют пересмотреть подходы к управлению предприятием. На передний план выдвигается финансовое управление, ставящее задачей наиболее эффективно распорядиться имеющимися финансовыми ресурсами. С точки зрения финансового управления предприятие рассматривается как инвестиционный объект, способный принести определенную выгоду при вложении в него денежных средств. Эта проблема приобретает еще более высокую значимость в связи с проводимой в республике приватизацией. Процесс приватизации в рамках этой проблемы рассматривается не как способ изменения формы собственности и пополнения госбюджета, а как способ привлечения капитала для структурной перестройки предприятий республики. Это позволит модернизировать предприятия и ориентировать их на выпуск конкурентоспособной продукции.

Для принятия решений по управлению финансами чаще всего используют системы показателей, характеризующие деятельность предприятия на определенный момент времени. Финансово-экономические показатели объединяют в различные группы, в зависимости от их назначения. Различают показатели рентабельности (деловой активности), платежеспособности (ликвидности), структуры капитала. Если система показателей используется для внутреннего контроля менеджерами предприятия, то наибольшее внимание уделяется показателям рентабельности, если же она используется как инструмент контроля внешних инвесторов, то большее значение имеют показатели платежеспособности. Недостаток всех систем показателей состоит в том, что они статичны, то есть не могут передать динамику внутренних процессов на предприятии, поэтому их применение целесообразно лишь для принятия краткосрочных управленческих решений.

Наиболее передовыми методами, используемыми белорусскими и зарубежными специалистами для оценки эффективности стратегических управленческих решений, являются методы, в основе которых лежит прогноз будущих доходов предприятия. Такого рода прогнозы нельзя назвать точными, так как в большей части они основываются на экспертной оценке будущей ситуации. В то же время, если учесть все внутренние взаимосвязи, характерные для данного предприятия, а также внешние факторы, влияющие на его деятельность (прежде всего — спрос), то прогноз можно считать достаточно точным.

Для решения этой проблемы предлагается использовать имитационные модели деятельности предприятий.

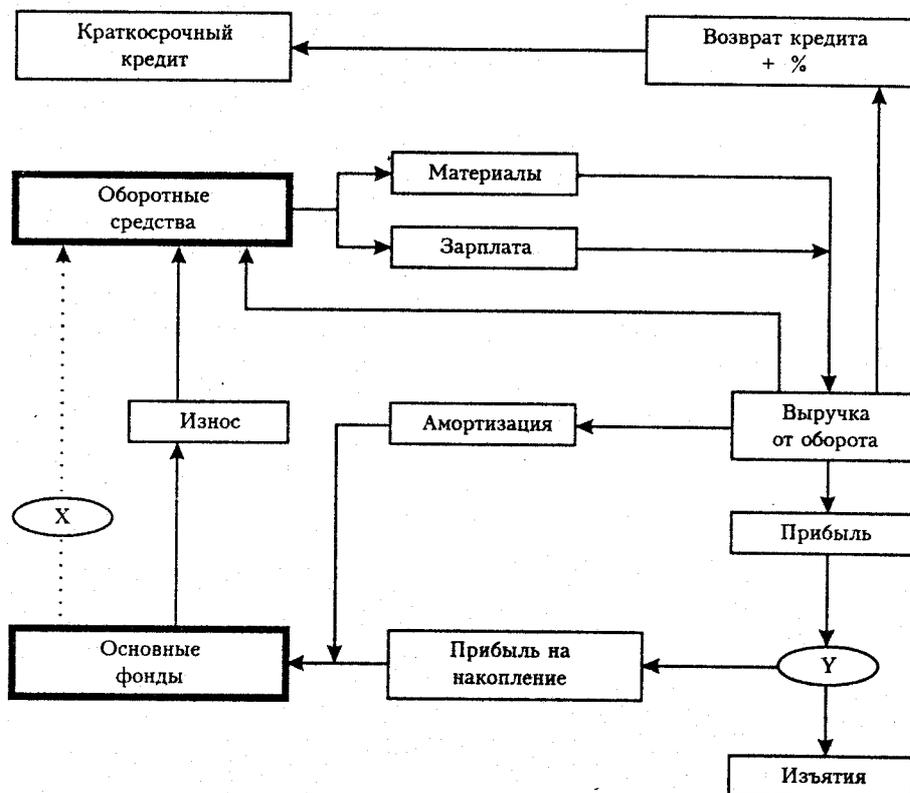
---

*Алексей Александрович БЫКОВ, аспирант кафедры организации и управления БГЭУ.*

Имитационная модель представляет собой замкнутую систему показателей, которые связаны друг с другом как логически, так и математическими формулами. Такая модель может имитировать, например, движение денежных средств на предприятии от момента закупки материалов и комплектующих до реализации готовой продукции на рынке. На имитационной модели можно проследить не один, а несколько циклов деятельности компании.

Ключевым моментом при построении имитационной модели является выбор точек, в которых возможно управление моделью. В нашей модели существует две точки управления: точка "X", в которой определяется объем выпуска продукции при наличной производственной мощности предприятия и функциональной зависимости спроса на продукцию от ее цены, и точка "Y", в которой указывается распределение получаемой прибыли. Часть прибыли остается в распоряжении предприятия и направляется на расширение производственных мощностей, а часть изымается из бизнеса и представляет собой чистый доход предприятия.

Общая схема показателей модели и их взаимосвязи представлена на рисунке.



Данный тип роста является наиболее простым для моделирования (в отличие, скажем, от роста за счет внешнего финансирования, или роста путем слияния или поглощения), и в то же время на его примере можно увидеть все преимущества использования метода имитационного моделирования в процессе принятия стратегических управленческих решений на производстве в сравнении с использованием традиционных статических систем показателей.

Модель роста предполагает использование накопленной прибыли на расширение производственных мощностей, однако такое расширение не может быть бесконечным вследствие наличия определенных ограничений, основным из которых в условиях рыночной экономики является ограниченность рынков сбыта продукции. Действительно, предприятие не может бесконечно расширяться за счет постоянного увеличения объема продажи однородной продукции, так как, во-первых, количество покупателей, желающих приобрести данную продукцию по фиксированной цене, не бесконечно, а во-вторых, существует конкуренция со стороны производителей аналогичной продукции.

Математически данное ограничение можно выразить в форме функции спроса вида:

$$Y = a - b \cdot X,$$

где  $Y$  – цена за единицу продукции;  
 $X$  – объем сбыта продукции, штук;  
 $a, b$  – положительные коэффициенты.

Таким образом, увеличение объема сбыта, вызванное расширением производственных мощностей при росте, вынуждает руководство предприятия снижать цену за продукцию. Если рост предприятия проходит экстенсивно, то есть увеличение объема выпуска не приводит к снижению издержек на единицу продукции, то при снижении цены уменьшается масса прибыли предприятия, что автоматически ограничивает его рост. Данную ситуацию можно проиллюстрировать на следующем примере.

Предприятие А, со стартовым капиталом в размере \$ 1800, начинает выпуск и реализацию однородной продукции. Для этой цели предприятие может в любое время нанимать и увольнять рабочих, приобретать материалы, пользоваться краткосрочным кредитом банка для финансирования оборотных средств. Исходные по предприятию А:

стоимость единицы оборудования: \$ 1000;

производительность труда одного рабочего, изделий в год: 10 штук;

годовая зарплата рабочего: \$ 200;

затраты материалов на одно изделие: \$ 20;

исходная цена единицы продукции: \$ 45;

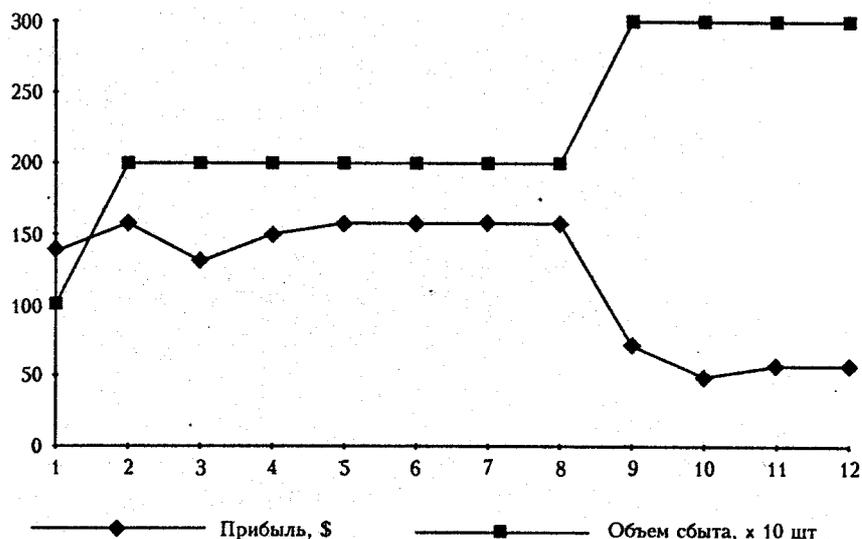
годовой банковский процент: 20 %;

производственная мощность единицы оборудования, изделий в год: 200 штук.

Предприятие может расширить свою производственную мощность путем закупки дополнительной единицы оборудования (станка) на средства, накопленные из прибыли.

Смоделируем рост предприятия в течение трех лет, при условии, что коэффициент оборачиваемости оборотных средств равен 0.05, годовая норма амортизации равна 20 %, а отпускная цена на продукцию устанавливается в соответствии с функцией спроса, выраженной формулой:  $y = 45 - 0.12 \cdot x$ , где  $y$  – цена,  $x$  – объем сбыта, штук. На рисунке ниже показана динамика прибыли и объема сбыта по кварталам при росте предприятия. Данные получены в результате моделирования.

В противоположность экстенсивному типу роста, не приводящему к сокращению удельных издержек на единицу продукции, рассмотрим пример интенсивного роста предприятия, когда объем производства продукции не изменяется, а удельные издержки снижаются. Такую ситуацию можно наблюдать при реконструкции морально устаревших производств. Проиллюстрируем эту ситуацию на примере.



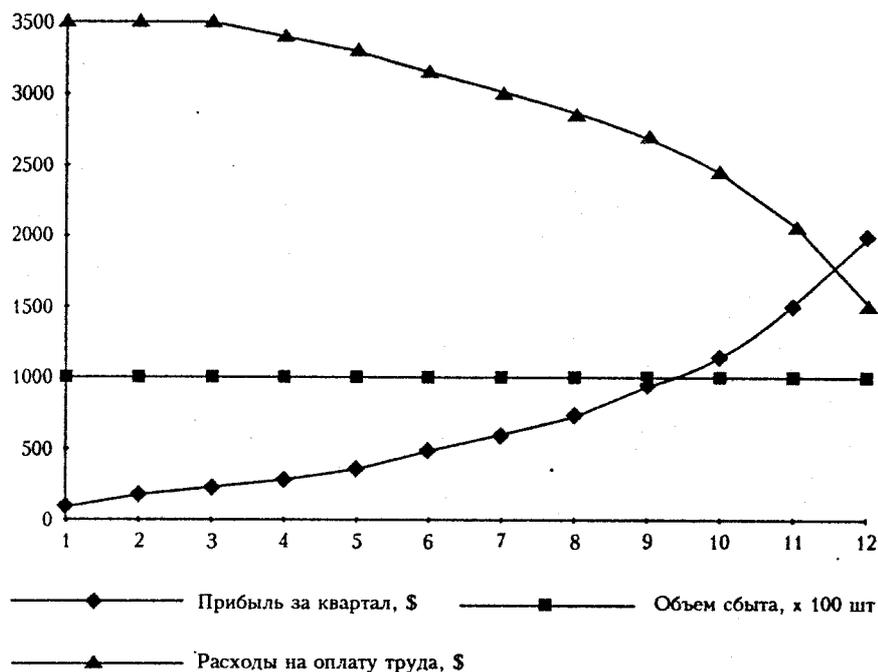
Предприятие Б занимается производством и реализацией продукции, имея в своем распоряжении оборудование стоимостью \$ 3000 и денежные средства в размере \$ 100. На предприятии работает 20 рабочих, годовая зарплата одного рабочего составляет \$ 700. Ниже приведены другие исходные данные по предприятию Б:

- производственная мощность оборудования, изделий в год: 200 штук;
- производительность труда одного рабочего, изделий в год: 10 штук;
- затраты материалов на одно изделие: \$ 20;
- исходная цена единицы продукции: \$ 98;
- годовой банковский процент: 36 %;
- годовая норма амортизации: 20 %.

Руководство предприятия решило провести реконструкцию производства, чтобы повысить производительность труда рабочих. Суть реконструкции состоит в том, что в имеющемся оборудовании устаревшие детали заменяются на новые узлы, стоимость каждого из которых — \$ 600. Каждый новый узел позволит автоматически выполнять часть производственных операций и способен заменить одного рабочего, не снижая при этом производственной мощности оборудования. Финансирование реконструкции производится за счет средств, накопленных из прибыли.

Покупая новые узлы и не расширяя при этом производственных мощностей, предприятие сможет сократить часть рабочих, увеличивая тем самым производительность труда оставшихся. Увеличение производительности труда, в свою очередь, приведет к сокращению удельных издержек в расчете на единицу продукции и увеличению прибыли.

Смоделируем рост предприятия в течение трех лет, при условии, что коэффициент оборачиваемости оборотных средств равен 0.05, а отпускная цена на продукцию устанавливается в соответствии с функцией спроса, выраженной формулой:  $y = 98 - 0.12 \cdot x$ , где  $y$  — цена,  $x$  — объем сбыта, штук. На рисунке ниже показана динамика прибыли, объема сбыта продукции и расходов на оплату труда по кварталам при реконструкции предприятия. Данные получены в результате моделирования.



На графике видно, что масса получаемой предприятием прибыли не только не уменьшается с течением времени, но и растет в геометрической прогрессии. Следовательно, реконструкцию производства можно назвать интенсивным типом роста предприятия, и для него не существует ограничений, обусловленных спросом на продукцию.

Теперь, когда мы увидели примеры экстенсивного и интенсивного роста предприятий, рассмотрим показатели оценки эффективности управленческих решений, принимаемых с использованием метода имитационного моделирования. Как уже говорилось выше, для этих целей не пригодны статические показатели, как, например, рентабельность или ликвидность. В данной ситуации справедливо было бы использовать показатели, рассчитываемые на основе данных о динамике потока платежей. В настоящее время они применяются для оценки инвестиционных проектов, и если рассматривать предприятие как финансовый объект, способный принести прибыль при вложении в него капитала (с этой точки зрения мы и подходим к проблеме), то эти показатели подходят и для оценки эффективности работы предприятия. Назовем их "показателями роста предприятия" и рассмотрим более подробно.

1. Срок планирования. В силу наличия определенных ограничений, рассмотренных выше, рост предприятия представляет собой конечный процесс. Величина показателей, рассчитанных на основании динамики потоков платежей, зависит от продолжительности роста. В связи с этим, при расчете любого такого показателя необходимо указывать срок планирования в периодах. В наших примерах один период при измерении срока планирования представляет собой квартал.

2. Показатель балансовой стоимости предприятия. Представляет собой доход владельца предприятия от продажи всех активов, включая основные фонды, оцененные с учетом износа, а также оборотные средства.

$$СП = Соф + Сос ,$$

где  $СП$  – стоимость предприятия;  
 $Соф$  – стоимость основных фондов предприятия;  
 $Сос$  – стоимость оборотных средств предприятия.

В дальнейших расчетах, проводимых с использованием имитационной модели, допускается, что в течение срока планирования предприятие остается абсолютно ликвидным, то есть все его активы можно быстро продать по балансовой стоимости. В реальной жизни оценка предприятия по балансовой стоимости и его рыночная цена реализации зачастую не совпадают.

3. Дисконтированный доход владельца предприятия. Представляет собой доход владельца предприятия от поступлений из прибыли в течение всего срока планирования. Поступления из прибыли приводятся к начальному сроку планирования по ставке дисконтирования, которая в нашем примере принимается равной величине банковского процента по краткосрочным кредитам. В качестве поступлений из прибыли рассматривается денежная сумма, изымаемая владельцем предприятия из бизнеса, и не превышающая размер полученной прибыли (например, дивиденды, выплачиваемые акционерам).

$$ДД = \sum_{i=1}^n \frac{Дi}{\left(1 + \frac{БП}{4}\right)^i},$$

где  $ДД$  – дисконтированный доход владельца предприятия;  
 $n$  – срок планирования, кварталов;  
 $i$  – номер квартала;  
 $Дi$  – доход владельца предприятия в текущем квартале;  
 $БП$  – годовая ставка банковского процента (ставка дисконтирования).

4. Чистый приведенный доход владельца предприятия. Данный показатель есть чистый дисконтированный доход от инвестиции в активы предприятия на начало планируемого периода. Он рассчитывается как разница между суммой доходов владельца предприятия и первоначальным вкладом в предприятие. Доход владельца предприятия состоит из дисконтированного дохода, изымаемого им из прибыли, и приведенного к началу срока планирования дохода от реализации предприятия по балансовой стоимости (предполагается реализовать предприятие в конце срока планирования). Первоначальный вклад в предприятие есть стоимость его активов на начало срока планирования. Так как мы в своих рассуждениях отделяем само предприятие от его владельца, то стоимость предприятия к моменту планирования рассматривается в качестве инвестиции и прямо не влияет на величину получаемого дохода.

$$ЧПД = \sum_{i=1}^n \frac{Дi}{\left(1 + \frac{БП}{4}\right)^i} + \frac{СПn}{\left(1 + \frac{БП}{4}\right)^i} - Сно,$$

где



$СПn$  – стоимость предприятия на конец планируемого периода;  
 $Сно$  – стоимость предприятия на начало планируемого периода (первоначальный вклад).

Чтобы показать преимущества использования рассмотренных показателей в сравнении со статическими финансово-экономическими показателями, рассмотрим несколько примеров. Рассмотрим ситуацию с уже знакомым нам предприятием А, исходные данные по которому приведены выше. Предприятие стоит перед выбором, какую продукцию ему лучше производить:

– Продукт 1, который можно реализовать по более высокой цене, но при этом спрос на него характеризуется более высокой эластичностью (функция спроса:  $y = 45 - 0.12 \cdot x$ );

– Продукт 2, который можно реализовать по более низкой цене, но при этом эластичность спроса очень низка (функция спроса:  $y = 43 - 0.005 \cdot x$ ).

Себестоимость производства, а также другие характеристики этих продуктов абсолютно идентичны.

Попытаемся определить, производство какого из продуктов выгоднее для предприятия, используя два критерия:

- 1) показатели рентабельности капитала и рентабельности продукции;
- 2) показатели оценки стратегических управленческих решений, основанные на динамике потока платежей.

Рассчитаем показатели рентабельности для каждого случая. Напомним, что рентабельность капитала рассчитывается как:

$$PK = \frac{\Pi}{СК},$$

где  $\Pi$  – прибыль;  $СК$  – совокупный капитал, равный сумме актива баланса;

рентабельность продукции считается по следующей формуле:

$$PK = \frac{B - Cп}{B},$$

где  $B$  – выручка;  $Cп$  – себестоимость продукции.

Используя исходные данные для примера, определим показатели для **Продукта 1**.

Годовая выручка = Объем сбыта  $\times$  Цена =  $200 \times 43.8 = \$ 8760$ .

Годовые издержки производства (себестоимость продукции) = Затраты материалов + Стоимость оплаты труда + Амортизация =  $200 \times 20 + 20 \times 200 + 1000 \times 0.2 = \$ 8200$ .

Прибыль за год = Выручка – издержки =  $8760 - 8200 = \$ 560$ .

Рентабельность капитала = Прибыль / Капитал =  $560 / 1800 = 31.11 \%$ .

Рентабельность продукции = Прибыль / Выручка =  $560 / 8760 = 6.39 \%$ .

Показатели для **Продукта 2**.

Годовая выручка = Объем сбыта  $\times$  Цена =  $200 \times 42.94 = \$ 8588$ .

Годовые издержки производства (себестоимость продукции) = Затраты материалов + Стоимость оплаты труда + Амортизация =  $200 \times 20 + 20 \times 200 + 1000 \times 0.2 = \$ 8200$ .

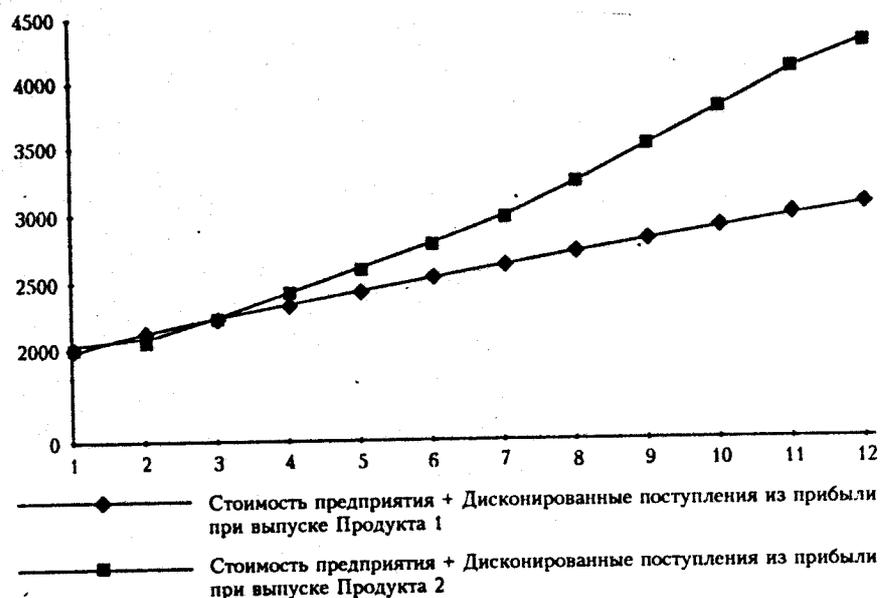
Прибыль за год = Выручка – издержки =  $8588 - 8200 = \$ 388$ .

Рентабельность капитала = Прибыль / Капитал =  $388 / 1800 = 21.56 \%$ .

Рентабельность продукции = Прибыль / Выручка =  $388 / 8588 = 4.52 \%$ .

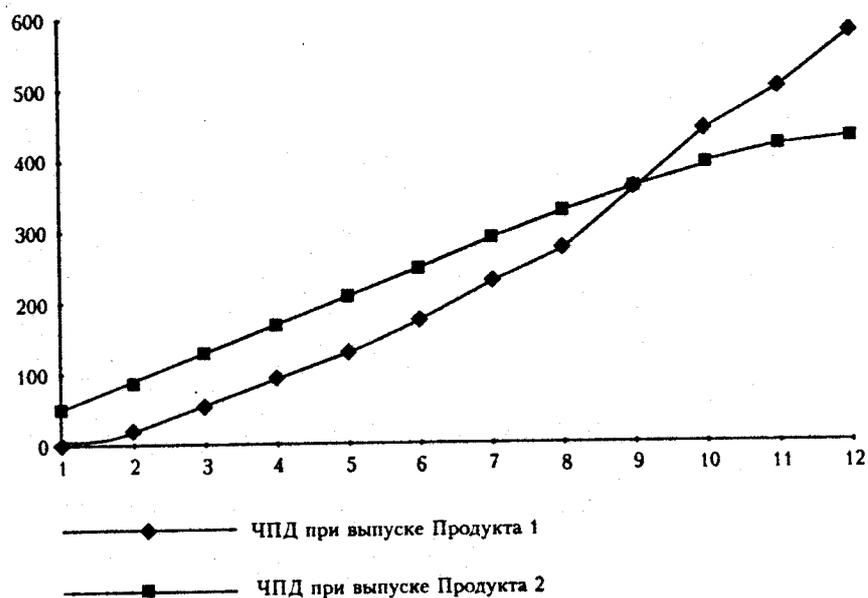
Из расчетов видно, что рентабельность капитала и рентабельность продукции для Продукта 1 выше, чем для Продукта 2, следовательно производство первого продукта более эффективно.

Данные результаты получены без учета возможности роста предприятия и, следовательно, без учета ограничений в росте для каждого случая. На рисунке ниже показана поквартальная динамика показателей роста предприятия при выпуске каждого из продуктов.



В расчетах для каждого случая был выбран оптимальный показатель изъятий из прибыли, при котором показатели роста (стоимость предприятия + дисконтированные поступления) достигают максимума, то есть предполагается, что руководство предприятия осуществляет наиболее оптимальную инвестиционную политику в процессе реализации каждой стратегии.

Эффективность производства первого и второго продуктов можно оценить, используя показатель чистого приведенного дохода владельца предприятия. На рисунке ниже показана динамика ЧПД в случае роста предприятия.



Итак, из анализа показателей роста следует, что в случае планирования работы предприятия на срок 3 года, более выгодно производить Продукт 2, несмотря на то, что его рентабельность ниже, чем у Продукта 1.

Пересечение графиков ЧПД в точке, соответствующей 9 кварталу говорит нам о том, что если мы планируем работу предприятия на срок, меньший чем 2 года и 4 месяца, тогда производство первого продукта будет более выгодным.

Таким образом, использование показателей роста в стратегическом планировании позволяет более адекватно оценить ситуацию и принять экономически обоснованные стратегические решения.

Рассмотренные показатели можно с успехом использовать при планировании реконструкции производства на предприятиях. Обычно предприятия, подлежащие реконструкции, нерентабельны, или их рентабельность ниже ставки дисконтирования. Для их руководства становится проблемой получение кредита у потенциальных инвесторов, так как низкая рентабельность говорит о невозможности предприятия в дальнейшем покрывать издержки по финансированию. Использование метода имитационного моделирования поможет потенциальным инвесторам оценить скрытые возможности таких низкорентабельных на настоящий момент предприятий, а руководству этих предприятий — составить грамотный бизнес-план.

Оценим эффективность реконструкции предприятия с использованием показателя чистого приведенного дохода. Исходные данные возьмем из приведенного выше примера о реконструкции предприятия Б. Используя эти исходные данные, определим показатель рентабельности предприятия.

Годовая выручка = Объем сбыта × Цена = 200 × 96.8 = \$ 19 360.

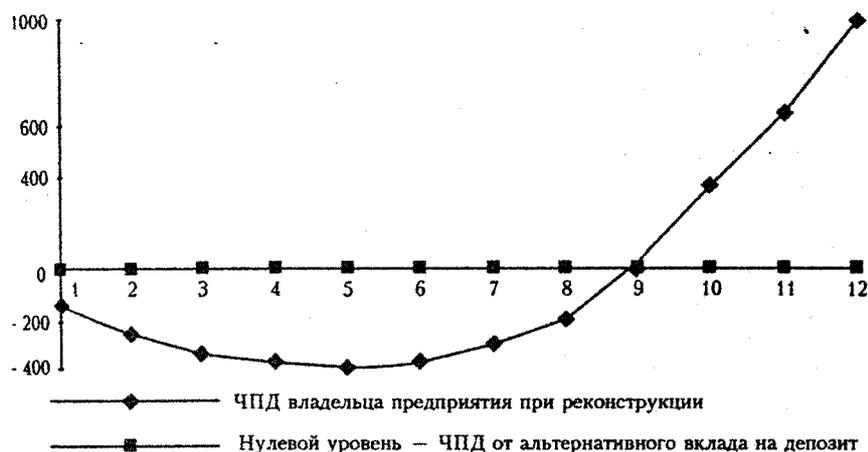
Годовые издержки производства (себестоимость продукции) = Затраты материалов + Стоимость оплаты труда + Амортизация = 200 × 20 + 20 × 700 + 3000 × 0.2 = \$ 18 600.

Прибыль за год = Выручка — издержки = 19 360 — 18 600 = \$ 760.

Рентабельность капитала = Прибыль / Капитал = 760 / 3100 = 24.52 %.

Годовая процентная ставка в нашем примере составляет 36 %, следовательно инвестиции в рассматриваемое предприятие неэффективны.

Покажем динамику ЧПД при реконструкции предприятия в сравнении с "нулевым уровнем" — чистым приведенным доходом от альтернативного вклада на банковский депозит. Так как процентная ставка по вкладу на депозит в нашем примере равна проценту за краткосрочные кредиты банка, то положительное значение ЧПД должно говорить об эффективности финансирования мероприятия по реконструкции из внешних (заемных) источников (см. рис. ниже).

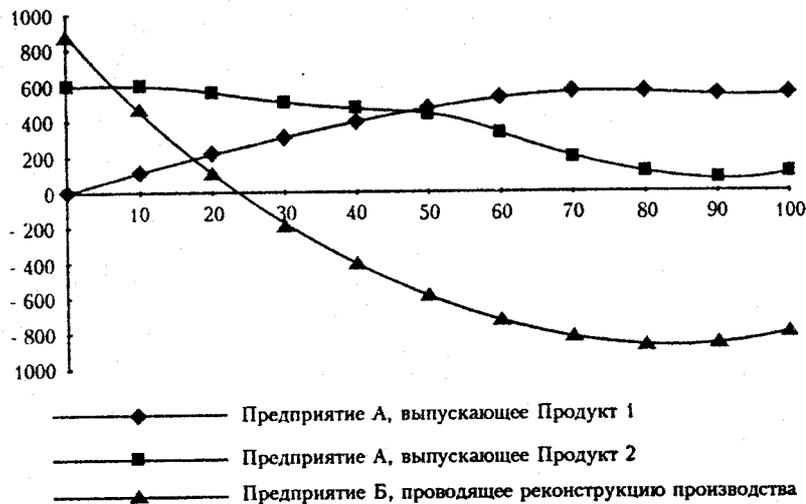


Положительное значение ЧПД, начиная с девятого квартала после начала планирования, свидетельствует о том, что предприятие Б является выгодным инвестиционным объектом и по истечении указанного срока сможет приносить больше доходов инвестору, чем доходы от вклада на депозит.

Использование имитационных моделей поможет владельцу предприятия грамотно спланировать политику распределения прибыли. Проблема состоит в том, какую долю полученной прибыли владелец предприятия должен направлять на расширение производства, а какую оставлять себе, то есть изымать из бизнеса. Естественно, что поступать он будет таким образом, чтобы политика распределения прибыли принесла ему максимальный доход.

Если рынки сбыта ограничены, и дальнейший рост предприятия не приведет к увеличению прибыли, то ее распределение на расширение производства означают пустую трату денег. С другой стороны, реконструкцию производства важно провести в сжатые сроки, чтобы не потерять доход на дисконте при низкой рентабельности, поэтому здесь желательно вкладывать все средства из прибыли в реконструкцию.

Для оценки эффективности решений по распределению прибыли предлагается также использовать показатель ЧПД. На рисунке ниже показаны графики зависимости ЧПД владельца предприятия от процента изъятий из прибыли для каждого примера, рассмотренного в этой работе.



Используя метод имитационного моделирования можно оценить влияние на деятельность предприятия множества других факторов, не рассмотренных нами. Так, например, исследования показали, что модернизацию производства, финансируемую из собственных источников, лучше проводить на предприятиях с высокой оборачиваемостью оборотных средств. Или, к примеру, ограничения в росте предприятия, обусловленные спросом на продукцию, можно ослабить, используя маркетинговые инструменты стимулирования сбыта (рекламу, сервисное обслуживание, маркетинговые исследования). Особый интерес представляет также рост предприятия в условиях инфляции, или оценка влияния факторов риска на поведение предприятия.

Все эти моменты следует учитывать при моделировании реальных производственных ситуаций, что затрудняет решение конкретных задач в процессе принятия управленческих решений на предприятиях. Действительно, очень сложно, а чаще всего невозможно математически описать реальную ситуацию в экономике. Решение этой проблемы нашли западные экономисты, придумав деловые игры (Management Games). Деловая игра, разработанная с учетом особенностей конкретного хозяйственного субъекта (предприятия, концерна, банка и др.), позволит менеджерам моделировать рыночную ситуацию, искусственно создавать себе различные препятствия, которые могут быть вызваны факторами неопределенности, и вырабатывать в процессе моделирования собственную стратегию поведения. Деловые игры, построенные на основе имитационных моделей предприятий, прекрасно зарекомендовали себя не только как инструмент планирования, но и как эффективное средство подготовки управленческого персонала.

На мой взгляд, благодаря стремительному развитию компьютерного обеспечения и средств коммуникации в сфере экономики и бизнеса, а также повышению роли информации в процессе принятия управленческих решений на производстве, метод имитационного моделирования становится одним из наиболее перспективных методов стратегического и оперативного управления на предприятиях.

В.В.НИКОЛАЕВСКИЙ

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПЕНСИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В мировой практике существуют различные подходы к созданию систем пенсионного обеспечения, которые можно свести к трем базовым составляющим:

обязательное пенсионное обеспечение, которое может осуществляться как через государственные, так и через независимые структуры;

пенсионное обеспечение, осуществляемое непосредственно предприятием — через создание так называемых "пенсионных касс", или опосредованно — через систему подключения к этой деятельности специализированной независимой в правовом отношении организации пенсионного обеспечения работников;

добровольное дополнительное пенсионное обеспечение, осуществляемое за счет пенсионных накоплений — добровольных пенсионных взносов на протяжении определенного промежутка времени в соответствии с выбранной пенсионной программой.

Обязательное пенсионное обеспечение в развитых странах, как правило, ограничено 50 — 70 % (в зависимости от государства) заработной платы, на которую начисляется пенсия. Этот факт побуждает определенные категории работников направлять часть заработной платы на формирование дополнительных пенсионных накоплений в

---

*Владимир Владимирович НИКОЛАЕВСКИЙ, соискатель кафедры организации и управления БГЭУ.*