

**ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Л.А. Радкевич

Белорусский государственный технологический университет, lf@tut.by

Планирование инвестиций в инновации имеет ряд особенностей, наиболее значимой из которых является высокая степень неопределенности. В этой связи возникает необходимость разработать модель планирования с адаптивными возможностями. Изменение входящих в модель параметров должны учитываться достаточно быстро и давать руководителю информацию о возможных изменениях целевых показателей. В то же время, управленческие решения должны быть направлены на максимизацию отдачи на вложенный капитал.

Для того, чтобы снизить степень неопределенности инновационных проектов мы предлагаем использовать возможности имитационного моделирования. Для построения модели динамической эффективности инновационных проектов был использован метод маржинального анализа. Концептуальная схема модели представлена на рисунке.

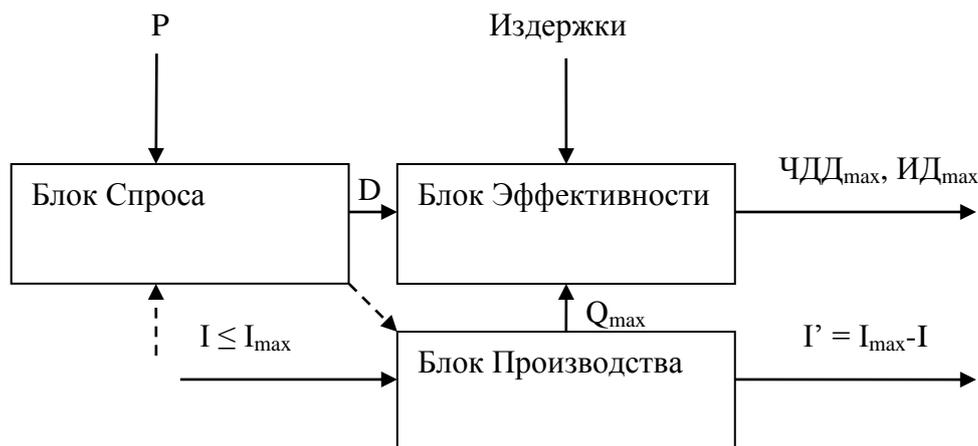


Рисунок – Концептуальная схема имитационной модели планирования эффективности инновационных проектов

Для имитационной модели целесообразно использовать две управляемых переменных: объем инвестиций в проект, который определяет производственную мощность (формула 1) и ограничен сверху, и цену единицы продукции, которая определяет спрос на проект, а также прибыль с единицы реализованной продукции (формула 2), поскольку именно на эти две переменные можно оказывать непосредственное влияние на уровне предприятия в рамках ограничений. В качестве критерия эффективности целесообразно рассматривать два показателя, при расчете которых используется дисконтирование денежных потоков, а следовательно учитывается фактор времени, в течение которого используется капитал: чистый дисконтированный доход (ЧДД) (формула 4) и индекс доходности (ИД) (формула 5). Используя ИД, можно максимизировать отдачу от инвестиций при условии наличия нескольких потенциальных проектов в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов. В условиях достаточности инвестиций или отсутствия дополнительных проектов, рекомендуется использовать ЧДД как базовый критерий эффективности.

$$Q = k \cdot \left[\frac{I - I_{\min}}{A} \right] + I_{\text{осн}} \cdot z; \quad (1)$$

$$\Pi = \min\{D_p, q\} \cdot (p - C) - W_Q \quad (2)$$

$$\Pi'_t = \Pi_t - \Pi_t \cdot C_{\text{НП}}; \quad (3)$$

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^n \frac{\Pi'_t + \text{АО}_t - I_t}{(1+r)^{t-t_p}}; \quad (4)$$

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{\Pi'_t + \text{АО}_t}{(1+r)^{t-t_p}}}{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^{t-t_p}}}, \quad (5)$$

где Q – максимальный объем выпуска новой продукции на предприятии, нат. ед.;
 k – максимальный объем выпуска продукции с единицы однотипного оборудования, нат. ед.;
 I – общий объем инвестиций, ден. ед.;
 I_{\min} – инвестиции, минимально необходимые для построения инфраструктуры, ден. ед.;
 A – стоимость инвестиций для освоения дополнительной единицы оборудования, ден. ед.;
 $I_{\text{осн}}$ – инвестиции в переоснащение, ден. ед.;
 z – удельный дополнительный выход продукции с единицы инвестиций, нат. ед./ден. ед.;
 Π – прибыль от реализации продукции, ден. ед.;

D_p – спрос на продукцию, являющийся стохастической функцией от цены, нат. ед.;

p – цена единицы новой продукции, ден. ед.;

C – удельные условно–переменные издержки, ден. ед.;

W_Q – условно–постоянные издержки, ден. ед.;

$C_{\text{нп}}$ – ставка налога на прибыль, %;

Π'_t – чистая годовая прибыль, ден. ед.;

АО – сумма амортизационных отчислений, ден. ед.;

n – срок эксплуатации проекта, лет;

r – ставка дисконта.

Выделение из разработанной модели целевой функции и установление ограничений позволит использовать ее с целью оптимизации. При условии максимизации ЧДД задача оптимизации будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & f(I, p) \rightarrow \max \\
 & I \leq I_{\max} \\
 & p \geq c \\
 & D(p) > 0 \\
 & I, p > 0 \\
 & f(I, p) = \sum_{t=0}^n \frac{(\min\{D_t(p_t), \sum_t Q(I_t)\}) \cdot (p_t - c_t) - W_t(I_t) + AO_t(I_t) - I_t}{(1+r)^t} \quad (3.8)
 \end{aligned}$$

Оптимизация эффективности инновационного проекта в данной модели строится на допущении дискретности параметров, т. е. в условиях непрерывности значений цен и инвестиций предложенная модель не позволяет найти оптимальное решение, однако, в условиях реальной экономики, указанные выше показатели являются дискретными, с шагом, достаточно большим даже для применения метода перебора.

Для подтверждения значимости данной модели нами были проведены расчеты с ее применением для одного из деревообрабатывающих предприятий Республики Беларусь на основе бизнес–плана реального инвестиционного проекта по расширке узких мест в производстве наборов мебели (внедрение станков с ЧПУ). В качестве допущения в модели не используется налог на добавленную стоимость, поэтому были проведены перерасчеты параметров бизнес–плана инвестиционного проекта. Исходные данные для имитационных расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – исходные данные для расчета.

Наименование показателя	Значение
Удельные условно–переменные издержки, тыс. руб.	5158
Условно постоянные издержки, млн. руб.	1806 плюс 268 за одну дополнительную единицу установленного оборудования
Спрос на продукцию, наборов	39600 – 3,97 p
Шаг цены, тыс. руб.	200
Минимальные инвестиции, необходимые для реализации проекта, млн. руб.	793,6
Ограничение инвестиций по наличию ресурсов, млн. руб.	приняты без ограничения
Необходимые инвестиции для освоения единицы оборудования, млн. руб.	793,6
Горизонт расчета, лет	11
Производственная мощность единицы оборудования, наборов	1200
Ставка дисконта, %	30

Расчет показателей эффективности проекта при различных входных параметрах позволяет показать возможности имитационного моделирования для планирования инвестиций в проект. Значения чистого дисконтированного дохода при разных значениях управляемых переменных представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения чистого дисконтированного дохода

Цена, тыс. руб.	Инвестиции в проект, млн. руб.				
	793,6	1587,2	2380,8	3174,4	3968
	Чистый дисконтированный доход, млн. руб.				
5200	-7721,62	-9110,35	-10499,1	-11887,8	-13423,5
5400	-6739,65	-7146,41	-7553,18	-7959,94	-9213,28
5600	-5757,68	-5182,47	-4607,27	-4032,06	-5003,09
5800	-4775,71	-3218,53	-1661,36	-444,288	-1098,75
6000	-3793,74	-1254,6	784,1873	2776,572	2353,613
6200	-2811,77	402,233	3199,832	5997,432	5805,972
6400	-1829,8	2012,663	5615,477	9218,291	8599,947
6600	-847,831	3623,093	8031,122	9502,485	8104,915
6800	20,27862	5233,523	9339,455	7941,885	6544,314
7000	825,4936	6843,953	6713,287	5315,716	3918,146
7200	1630,709	4419,122	3021,551	1623,98	226,4094
7400	1059,388	-338,182	-1788,55	-3383,49	-4978,44
7600	-5699,72	-7294,66	-8889,61	-10484,6	-12079,5

Примечание: полужирным курсивом выделен вариант с наибольшим значением ЧДД

Так, если в исходном проекте (после проведенных расчетов с исключением других видов продукции и без НДС, который в модели не учтен) чистый дисконтированный доход за 11 лет составил 1630,7 млн. руб., то при внедрении не одного, а двух станков с ЧПУ ЧДД при тех же ценах на продукцию составит уже 4419,1 млн. руб., при том что дополнительные инвестиции будут составлять 793,6 млн. руб. Изменение цен на 200 тыс. руб. с 7200 тыс. руб. до 7000 тыс. руб. при условии внедрения двух единиц оборудования приведет к увеличению ЧДД до 6844,0 млн. руб., а наиболее рациональным по параметру ЧДД, окажется приобретение четырех единиц оборудования и установление цен в размере 6600 тыс. руб. за единицу продукции. В этом случае расчетный ЧДД составит 9502,5 млн. руб., что в 5,83 раз больше, чем значение исходного показателя.

Таким образом применение предложенной модели позволит определить оптимальный дополнительный объем производства продукции по проекту, что позволит более эффективно использовать имеющиеся инвестиционные ресурсы.