

Библиографический список

1. Форрестер, Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. – М. : Наука, 1978.
2. Махов, С. А. Математическое моделирование мировой динамики и устойчивого развития на примере модели Форрестера : препринт Ин-та прикл. математики Рос. акад. наук им. Акад. М. В. Келдыша / С. А. Махов. М., 2005.
3. Solte, D. The world's finance system – Insights to the «Holy Grail» of globalization / D. Solte // Berlin : Terra Media Verlag, 2007.

4. Радермахер, Ф. Й. Баланс или разрушение. Эко-социальная рыночная экономика как ключ к устойчивому развитию мира / Ф. Й. Радермахер ; ForSIS. Некоммерческое партнерство «За устойчивое информационное общество в России». Новосибирск, 2008.

5. Конструктор и решатель дискретных задач оптимального управления («Карма») : программа для ЭВМ / правообладатели: А. В. Медведев, П. Н. Победаш, А. В. Смолянинов, М. А. Горбунов. Зарегистрировано Федер. службой по интелект. собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) 11.09.2008, № 2008614387.

M. A. Gorbunov, A. V. Medvedev, P. N. Pobedash, E. S. Semenkin

THE MODELLING OF THE WORLD SOCIO-ECONOMIC STRATEGY AS AN OPTIMAL CONTROL PROBLEM

An optimization approach to the modeling of the world socio-economic strategy on the basis of economic-mathematical model of optimal control is described in this article. It is evident the model has to take into account the interaction of the main economic agents of the world socio-economic system, that is, producing, consuming, financial and control world sectors. The optimization task of global socio-economic development control is formulated and the basic principles of analysis, restrictions and criteria are analyzed.

Keywords: global economical crisis, sustainable development, mathematical models of optimal control.

© Горбунов М. А., Медведев А. В., Победаш П. Н., Семенкин Е. С., 2009

УДК 330.142.211.4

М. А. Горбунов

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ*

Проводится классификация методов моделирования инвестиционных проектов, сравнительный анализ данных методов, выявляются преимущества, недостатки, направления применения. На основе разработанного алгоритма расчета чистой прибыли предприятия выявляются факторы эффективности инвестиционного проекта.

Ключевые слова: инвестиционный проект, оценка и анализ эффективности, моделирование проекта.

В целях развития своей деятельности предприятиям любой сферы необходимо привлечение инвестиционных ресурсов, борьба за которые в условиях возрастающей конкуренции непрерывно усиливается. Как следствие, увеличивается потребность в точном обосновании проектов развития и наиболее эффективном использовании привлеченных инвестиций. Достижение данных целей невозможно без использования инструментария, позволяющего моделировать инвестиционный процесс, и детального представления механизма воздействия различных факторов, оказывающих прямое или косвенное влияние на эффективность инвестиционного проекта.

При выборе инструментария, с помощью которого будет производиться рассмотрение инвестиционного

проекта, реализуемого на предприятии, важным элементом являются классификации показателей, методов, подходов, используемых при этом.

Наиболее распространенными инструментами являются системы поддержки принятия решений в области инвестиционного финансирования. Любой программный продукт, используемый при рассмотрении инвестиционных проектов, основан на математической модели. В настоящее время считаем целесообразным выделить три метода моделирования инвестиционного процесса (инвестиционных проектов):

- имитационный;
- оптимизационный;
- оптимизационно-имитационный.

*Работа выполнена при финансовой поддержке АБЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (НИР 2.1.1/2710) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (НИР НК-136П/3).

Имитационному методу соответствуют программные продукты, основанные на имитационных математических моделях; оптимизационному – прикладные программы, построенные на базе оптимизационных моделей; оптимизационно-имитационному – прикладные программы, базирующиеся на комбинированной математической модели, сочетающей в себе элементы оптимизационного и имитационного методов. Более подробное сравнение данных методов представлено в таблице.

В настоящее время наиболее распространенным методом моделирования инвестиционных проектов является имитационный метод. В рамках этого метода созданы такие программные продукты, как Project Expert, «Альт-Инвест», Comfar и другие, широко применяющиеся для оценки и анализа инвестиционных проектов [1]. Указанные программные продукты являются удобным средством обоснования эффективности проекта перед потенциальным инвестором, поскольку дают возможность детально планировать инвестиционный проект и составлять прогнозную финансовую отчетность.

Задача расчета денежных потоков предприятия и показателей эффективности ИП в оптимизационном режиме является более сложной задачей, поскольку она направлена на формирование оптимальных денежных потоков, которые приводят к максимальному значению показателя эффективности инвестиционного проекта.

Следует отметить, что при использовании оптимизационного метода математическая сложность моделирования накладывает существенные ограничения на уровень детализации расчетов и их соответствие законодательным методикам. В этой связи предлагается использовать оптимизационно-имитационный метод, который

сочетает в себе черты оптимизационного и имитационного методов, при этом приоритет отдается оптимизационному методу.

Целесообразность применения оптимизационно-имитационного метода к рассмотрению инвестиционных проектов проявляется в следующем.

1. Система поддержки принятия решений, построенная на основе оптимизационно-имитационного метода, сохраняет в целом оптимизационный характер. Следовательно, она позволяет на предварительном этапе анализа рассчитывать оптимальные показатели эффективности инвестиционного проекта и определять наилучший сценарий развития проекта.

2. Комбинирование двух методов делает возможным приведение в соответствие методик расчетов финансовых показателей деятельности предприятия законодательным методикам. Поэтому расчет показателей эффективности проекта становится более точным и адекватным действительности.

3. Использование оптимизационно-имитационного метода позволяет уменьшить размерность оптимизационной модели, что делает возможным более широкий горизонт планирования и уровень детализации исходных данных.

При использовании оптимизационно-имитационного метода ключевым является понятие агрегированного основного производственного фонда (АОПФ), поскольку оно выступает связующим звеном между двумя методами. Под АОПФ подразумевается минимальный набор объектов основных производственных фондов (ОПФ), включающий в себя количество разных видов ОПФ, необходимых для начала производства продукции. Таким

Сравнительная характеристика методов моделирования инвестиционных проектов

| Метод | Преимущества | Недостатки | Направления применения |
|-----------------------------|--|--|--|
| Имитационный | – обеспечивает высокий уровень детализации при расчете показателей деятельности предприятия; – дает возможность оценивать проекты как в составе предприятия, так и «приростным методом» [2] | – отсутствие возможности получения оптимальных показателей эффективности проекта; – отсутствие возможности находить оптимальный вариант развития проекта | – оценка и анализ инвестиционных проектов; – тактическое планирование деятельности предприятия |
| Оптимизационный | – позволяет в оптимизационном режиме учитывать формирование денежных потоков предприятия в ходе реализации проекта; – позволяет видеть оптимальный сценарий развития проекта | – относительно невысокий уровень детализации расчета показателей деятельности предприятия; – сложность моделирования, что приводит к упрощению методик расчетов и их отклонению от бухгалтерского и налогового учетов | – оценка и анализ инвестиционных проектов; – стратегическое планирование деятельности предприятия |
| Оптимизационно-имитационный | – позволяет в оптимизационном режиме учитывать формирование денежных потоков предприятия в ходе реализации проекта; – позволяет видеть оптимальный сценарий развития проекта; – содержит методики расчетов финансовых показателей деятельности предприятия, соответствующие бухгалтерскому и налоговому учетам | – уровень детализации выше, чем при использовании оптимизационного метода, но все же уступает имитационному | – оценка и анализ инвестиционных проектов; – стратегическое планирование деятельности предприятия (при использовании динамической модели возможно также применение для тактического планирования) |

образом, для запуска проекта необходима хотя бы одна единица АОПФ.

Для определения того, с помощью каких факторов возможно управление эффективностью инвестиционного проекта на стадии его планирования и в ходе реализации, необходимо определить критерии эффективности проекта и алгоритм формирования денежных потоков предприятия.

В качестве главного критерия эффективности целесообразно использовать показатель чистой текущей стоимости NPV, который может быть представлен в следующем структурном виде:

$$NPV = \frac{W_r + Am}{1 + r} - I,$$

где W_r – чистая прибыль по итогам реализации инвестиционного проекта; Am – амортизационные отчисления, рассчитанные за весь период; r – ставка дисконтирования, учитывающая риски проекта за весь период; I – объем инвестиционных вложений за весь срок реализации проекта.

Целесообразность использования показателя NPV объясняется следующими его достоинствами:

- NPV является аддитивным показателем, что позволяет учитывать стоимость совокупности инвестиционных проектов как сумму стоимостей каждого из них;
- через ставку доходности учитывает связанные с проектом риски деятельности;
- является однозначным показателем (в отличие, например, от внутренней нормы доходности);
- является абсолютным показателем, выражающим в единой денежной форме влияние всех элементов денежных потоков от данного инвестиционного проекта на его эффективность (в отличие от имеющего размерность времени срока окупаемости или таких относительных показателей, как внутренняя норма доходности, индекс рентабельности инвестиций и т. п.), и отвечает основной цели деятельности предприятия – увеличению его добавленной стоимости;
- определяет большинство остальных показателей, а не наоборот.

Для нахождения чистой текущей стоимости необходимо произвести расчет чистой прибыли W_r и амортизации Am , учитывая при этом особенности бухгалтерского и налогового учетов. В этой связи предлагается следующий алгоритм расчета чистой прибыли, который является основным элементом предлагаемой системы поддержки принятия решений.

1. Выручка от реализации, равная суммарной стоимости всех видов реализованной продукции, рассчитывается по формуле

$$R = \sum_{k=1}^K M_k \cdot V_k \cdot P_k,$$

где M_k – количество АОПФ k -го вида, необходимое для реализации проекта; V_k – производительность единицы АОПФ k -го вида; P_k – стоимость единицы продукции, произведенной на АОПФ k -го вида.

Каждый вид АОПФ соответствует виду продукции, производимой в рамках реализации инвестиционного проекта.

2. Амортизационные отчисления рассчитываются на основе данных предыдущего этапа:

$$Am = \sum_{k=1}^K Am_k \cdot M_k,$$

где Am_k – сумма амортизационных отчислений за период реализации проекта на единицу АОПФ k -го вида, рассчитываемая на предварительном этапе.

3. Затраты на оборотные активы будут вычисляться по формуле

$$z = \sum_{k=1}^K z_k \cdot V_k \cdot M_k,$$

где z – суммарные затраты на оборотные активы за весь период реализации проекта; z_k – затраты на оборотные активы на единицу продукции, производимой на АОПФ k -го вида.

4. НДС рассчитывается следующим образом:

$$N_1 = \alpha_1 \cdot (R - \sum_{k=1}^K C_k \cdot M_k - z_k),$$

где N_1 – сумма НДС; C_k – стоимость единицы АОПФ k -го вида; α_1 – ставка НДС.

5. Налог на имущество вычисляется по формуле

$$N_2 = \sum_{k=1}^K N_{2_k} \cdot M_k,$$

где N_2 – суммарный налог на имущество за весь период реализации проекта; N_{2_k} – налог на имущество на единицу АОПФ k -го вида за период, рассчитываемый на предварительном этапе.

6. Фонд оплаты труда (ФОТ). Поскольку оценка проекта осуществляется «приростным методом», будем рассматривать только ФОТ для персонала, трудоустроенного дополнительно в связи с реализацией проекта. Рассчитывается по формуле

$$F = \sum_{k=1}^K F_k \cdot M_k,$$

где F – общий ФОТ за весь период реализации проекта; F_k – ФОТ на единицу k -го АОПФ, рассчитываемый на предварительном этапе.

7. ЕСН, рассчитывается с учетом регрессивной шкалы:

$$N_4 = \sum_{k=1}^K N_{4_k} \cdot M_k,$$

где N_4 – суммарный ЕСН за весь период реализации проекта; N_{4_k} – ЕСН на единицу АОПФ k -го вида за период, рассчитываемый на предварительном этапе.

8. Общие затраты (все затраты, включая налоги кроме НП, т. е. сумма амортизационных отчислений, ФОТ, материальных и инвестиционных затрат, НДС, НИ и ЕСН) рассчитываются по формуле

$$Z = Am + F + N_1 + N_2 + N_4 + z.$$

9. Балансовая прибыль (разница между выручкой от реализации и общими затратами) определяется по формуле

$$W_b = R - Z,$$

где W_b – балансовая прибыль по итогам проекта;

10. НП, равный произведению ставки НП на балансовую прибыль, вычисляется следующим образом:

$$N_3 = \alpha_3 W_b,$$

где α_3 – ставка налога на прибыль.

11. Чистая (нераспределенная) прибыль, т. е. это часть выручки от реализации, остающаяся в распоряжении предприятия после учета всех затрат и выплаты всех налогов, равная разности между балансовой прибылью и НП, рассчитывается по формуле

$$W_r = W_b - N_3,$$

где W_r – чистая прибыль по итогам проекта.

Следует отметить, что при расчете чистой прибыли в алгоритме учитываются налоги, составляющие основную налоговую нагрузку любого предприятия вне зависимости от сферы деятельности: налог на добавленную стоимость, налог на имущество, единый социальный налог и налог на прибыль. Также необходимо обратить внимание на то, что при использовании оптимизационно-имитационного метода моделирования инвестиционного процесса полученная модель будет иметь двухуровневую структуру и состоять из имитационного и оптимизационного этапов. Показатели, которые проблематично рассчитать на оптимизационном этапе, рассчитываются на имитационном. К таким показателям относятся стоимость АОПФ, налог на имущество, ЕСН, амортизационные отчисления.

На основе описанного алгоритма построена система поддержки принятия решений в области финансирования инвестиционных проектов [3].

Исходя из предложенного критерия эффективности и алгоритма, можно выделить основные факторы, влияющие на эффективность инвестиционного проекта:

- норма расходования нераспределенной прибыли, получаемой в ходе реализации проекта, на развитие самого проекта;
- цена на производимую продукцию;
- метод амортизации.

Необходимо отметить, что не только перечисленные факторы способны оказывать влияние на эффективность инвестиционного проекта. Она также будет меняться в случае изменения, например, ставок налогов, ставки дис-

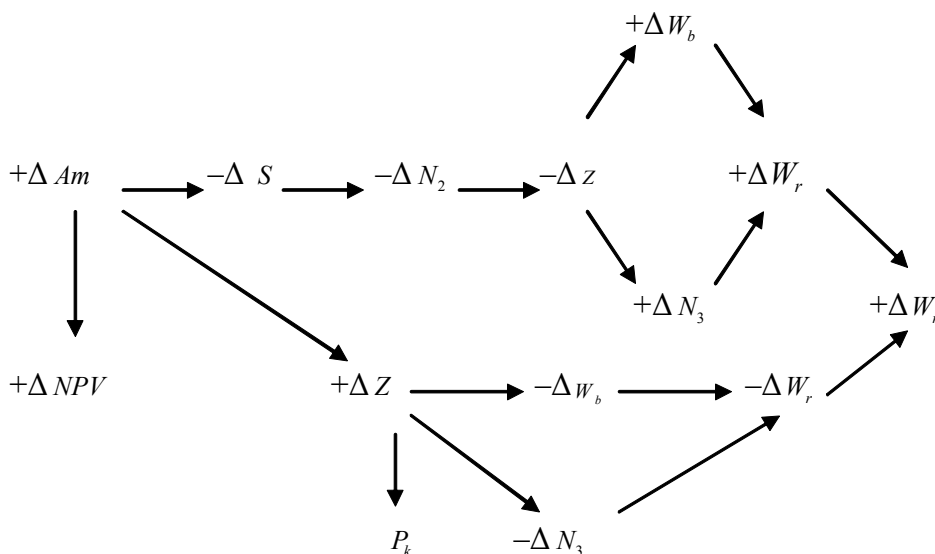
континирования, оборотных затрат, спроса на продукцию и т. д. Особенность данных факторов состоит в том, что предприятие, реализующее проект, имеет возможность воздействовать на них до начала проекта либо оперативно в ходе его осуществления.

Предприятие, реализующее проект, имеет возможность изменять норму расходования нераспределенной прибыли на развитие самого проекта, т. е. определять, какой процент нераспределенной прибыли будет инвестирован в проект в ходе его реализации. Увеличение нормы расходования нераспределенной прибыли будет увеличивать эффективность проекта, в случае если это позволяет сделать ограничение спроса на производимую продукцию.

Влияние такого фактора, как цена на производимую продукцию, на эффективность проекта неоднозначно. Поскольку изменение цены продукции воздействует на спрос, влияние цены продукции на эффективность будет зависеть от эластичности спроса на конкретный вид продукции, конкурентной позиции предприятия на рынке.

Использование нелинейного метода амортизации для тех объектов основных средств, для которых это возможно, также повышает эффективность проекта. На рисунке детально представлено, каким образом достигается данный эффект. Использование нелинейного метода повлечет за собой не только изменение налога на имущество N_2 , что было описано выше, но и увеличение амортизационных отчислений Am , которое двойственно влияет на NPV. С одной стороны, увеличение накопленной амортизации приводит к возрастанию совокупных затрат Z , тем самым сокращая балансовую прибыль W_b , совокупный налог на прибыль N_3 и, в конечном счете, чистую прибыль W_r , и уменьшая эффективность проекта.

С другой стороны, амортизационные отчисления непосредственно влияют на показатель NPV в сторону его увеличения. Таким образом, изменение величины амортизационных отчислений Am воздействует на NPV сразу в трех направлениях. Следовательно, при использовании нелинейного метода эффективность проекта будет увеличиваться, поскольку отрицательное воздействие амор-



Влияние амортизационных отчислений на эффективность инвестиционного проекта

тизационных отчислений на затраты будет компенсироваться, во-первых, положительным влиянием сокращения налога на имущество, и, во-вторых, непосредственным воздействием амортизационных отчислений на NPV.

Вследствие того, что увеличение амортизационных отчислений Am приведет к увеличению общих затрат Z , это отразится на цене продукции P_k в сторону ее увеличения, что, в свою очередь, вновь будет воздействовать на спрос. Поэтому то, насколько изменится в конечном счете показатель NPV в результате смены метода начисления амортизации, будет зависеть от эластичности спроса на конкретный вид продукции, конкурентной позиции предприятия на рынке.

Учет рассматриваемых факторов при подготовке проекта и в ходе его реализации делает возможным управление его эффективностью. При этом необходимо учитывать взаимодействие факторов друг с другом и изменение спроса на продукцию.

Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемая классификация методов моделирования инвестицион-

ных проектов и проведенный сравнительный анализ позволяют выбирать тот инструментарий, который в наибольшей степени будет соответствовать целевым установкам пользователя. Выделенные на основе алгоритма расчета чистой прибыли факторы эффективности инвестиционного проекта дают возможность управлять эффективностью проекта на стадии его планирования и в ходе реализации.

Библиографический список

1. Зимин, И. А. Реальные инвестиции / И. А. Зимин. М. : Тандем, 2000. 304 с.
2. Старик, Д. Э. Оценка эффективности инвестиционных проектов / Д. Э. Старик. Финансы. 2006. № 10. С. 70–72.
3. Конструктор и решатель дискретных задач оптимального управления («Карма») : программа для ЭВМ / правообладатели: А. В. Медведев, П. Н. Победаш, А. В. Смольянинов, М. А. Горбунов. Зарегистрировано Федер. службой по интеллект. собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) 11.09.2008, № 2008614387.

М. А. Gorbunov

THE METHODS OF MODELLING AND INVESTMENT PROJECTS EFFICIENCY FACTORS

The classification of methods of investment projects modeling, the comparative analysis of the given methods, advantages, lacks, directions of application are made in this case. On the basis of the developed calculation of enterprise net profit algorithm, the factors of efficiency of the investment project are displayed.

Keywords: the investment project, an estimation and the analysis of efficiency, modelling of the project.

© Горбунов М. А., 2009

УДК 519.68

А. Ю. Ворожейкин, Т. Н. Гончар, И. А. Панфилов, Е. А. Сопов, С. А. Сопов

ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ ВЕРОЯТНОСТНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ УСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ*

Представлен новый алгоритм решения сложных задач условной оптимизации, построенный на базе вероятностного генетического алгоритма с прогнозом сходимости. Представлены результаты исследования эффективности подхода в сравнении со стандартным генетическим алгоритмом условной оптимизации.

Ключевые слова: вероятностный генетический алгоритм, условная оптимизация.

Необходимость в разработке моделей сложных систем возникает в различных областях науки и техники: математике, экономике, медицине, управлении космическими аппаратами и др. При разработке моделей часто возникают задачи оптимизации, которые обладают такими свойствами, как

многоэкстремальность, многокритериальность, алгоритмическое задание функций, сложная конфигурация допустимой области, наличие нескольких типов переменных и т. д. Такие задачи не решаются с помощью классических процедур оптимизации, что приводит к необходимости разраба-

* Данное исследование проводится при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» (НИР НК136П/3), при поддержке гранта Президента РФ молодым кандидатам наук на 2009–2010 гг. (грант МК-2160.2009.9).