

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Медведев А.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: alexm_62@ru

Описан комплексный информационно-аналитический инструментарий, ориентированный на оценку эффективности инновационных инвестиционно-производственных проектов. Охарактеризованы подходы, используемые при их моделировании и разработке автоматизированных информационных систем. Перечислены основные количественные и качественные характеристики инновационности производственных процессов, их показатели и критерии эффективности. Описан метод учета инноваций, заключающийся в получении экспертных оценок изменения таких характеристик инновационного производства, как стоимость, производительность, срок полезного использования комплекта основных производственных фондов, цена единицы продукции и спрос на нее, трудо- и материалоемкость производства. Отмечено, что через указанные характеристики можно выразить большинство количественных показателей инновационности проектов. Для иллюстрации использования описанного инструментария оценки эффективности инновационных инвестиционно-производственных проектов на основе линейной оптимизационной математической модели и соответствующего программного комплекса проведены вычислительные эксперименты, позволяющие лицам, принимающим решения об использовании инновации, наглядно и оперативно проанализировать жизненный цикл и другие оптимальные показатели проекта. Представлены полученные в результате исследования основные выводы о целесообразности использования описанного инструментария при оценке эффективности инновационных проектов и возможности получения оперативной, объективной информации, облегчающей принятие обоснованных решений по оптимальному распределению инвестиционных средств в инновационные проекты.

Ключевые слова: инновации, инвестиционно-производственный проект, информационно-аналитический инструментарий, оценка экономической эффективности, вычислительный эксперимент

SUPPORT SYSTEM FOR INVESTMENT DECISIONS WHEN EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF INNOVATION PROJECTS

Medvedev A.V.

Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: alexm_62@ru

A comprehensive information and analytical toolkit is described, focused on evaluating the effectiveness of innovative investment and production projects. The approaches used in their modeling and development of automated information systems are characterized. The main quantitative and qualitative characteristics of the innovativeness of production processes, their indicators and performance criteria are listed. A method for accounting for innovations is described, which consists in obtaining expert estimates of changes in such characteristics of innovative production as cost, productivity, useful life of a set of fixed production assets, unit price and demand for it, labor and material intensity of production. It is noted that most of the quantitative indicators of innovativeness of projects can be expressed through these characteristics. To illustrate the use of the described tools for evaluating the effectiveness of innovative investment and production projects, based on a linear optimization mathematical model and the corresponding software package, computational experiments were carried out that allow decision-makers to use innovations to visually and quickly analyze the life cycle and other optimal indicators of the project. The main conclusions obtained as a result of the study are presented on the feasibility of using the described tools in evaluating the effectiveness of innovative projects and the possibility of obtaining operational, objective information that facilitates the adoption of informed decisions on the optimal distribution of investment funds in innovative projects.

Keywords: innovations, investment and production project, information and analytical tools, economic efficiency assessment, computational experiment

Влияние инноваций на развитие экономики является определяющим, воздействуя на эффективность использования производственных мощностей, организацию производственного процесса, совершенствование предметов труда, улучшение технологий. Внедрение новых технологий оказывает также влияние на положение и долю рынка конкретного производителя, его перспективы участия в программах государственно-частного партнерства и территориально-производственных программах развития

своего бизнеса. Получение практически значимых результатов в сфере оценки и анализа социально-экономических проектов инновационного развития предприятий и территорий затруднено без использования методов математического моделирования и автоматизированных информационно-аналитических систем. Кроме того, наличие такой связи информационно-аналитических инструментов, как математическая модель и автоматизирующая расчеты по ней информационная система, является ключе-

вым условием разработки систем поддержки принятия управленческих решений в конкретной области знаний. При этом максимальная эффективность применения данного инструментария может быть достигнута при выполнении принципа модельной и IT-сбалансированности, суть которого заключается в гибком взаимодействии двух составляющих – математической модели и автоматизированного программно-аналитического комплекса. Иначе говоря, не всякая математическая модель позволяет извлечь из нее знание о закономерностях функционирования изучаемого объекта без возможности автоматизированного анализа больших объемов циркулирующей в ней информации, и наоборот, автоматизированные средства компьютерного анализа информации могут оказаться бесполезными в отсутствие адекватной математической модели объекта или при наличии модели, расчеты по которой затруднены в условиях реальных прикладных задач. Внедрение и использование инноваций в экономике как частной экономической деятельности вообще могут быть представлены в виде совокупности и последовательности инновационных инвестиционно-производственных проектов (ИИПП), как правило, характеризующихся высокими уровнями рисков в силу особенностей самих проектов как планово-прогнозных задач, рассматривающих формирование будущих денежных потоков. С учетом важности инноваций как объекта изучения интерес к вопросам анализа инновационных проектов развития экономических систем [1–3], разработки методологии и информационно-аналитического инструментария поддержки принятий управленческих решений [4, 5] является перманентным.

Целью данного исследования является применение авторского комплексного инструментария оценки эффективности инновационных инвестиционно-производственных проектов.

Материалы и методы исследования

Принятие решений в ИИПП часто осложняется вероятностным или даже неопределенным характером таких параметров, как цена единицы продукции и спрос на нее, горизонт планирования, уровень инфляции, и множеством других. Вместе с тем, для оценки эффективности таких проектов могут быть применены хорошо разработанные методы финансового анализа [6]:

1) эвристические и экспертные, использующие неформальные интерактивные процедуры, основанные на интуиции и опыте лица, принимающего решение;

2) статические и динамические, использующие набор финансово-экономических показателей в уравнениях балансов, движения, ограничениях ИИПП, не ставящие задачу оптимизации показателей эффективности (имитационные методы);

3) статистические, использующие аппарат теории вероятностей и математической статистики;

4) оптимизационные, сводящиеся к решению одно- и многокритериальных задач оптимизации, которые могут быть также как статическими, так и динамическими.

Для оценки эффективности инновационных проектов как некоторых происходящих во времени процессов чаще всего применяются два основных подхода – имитационный и оптимизационный. Указанные подходы базируются на анализе, вообще говоря, систем дифференциальных 1-го порядка и их разностных аналогов и отличаются, соответственно, отсутствием и наличием критерия (критериев) эффективности и уровнем детализации проектов, который, как правило, выше при использовании имитационных методов. Однако если с помощью имитационных подходов можно перебирать множество траекторий, лишь «нащупывая» более или менее эффективные на заданном горизонте планирования, то оптимизационный подход позволяет сразу найти траектории, оптимальные в смысле некоторого показателя (например, чистой приведенной стоимости), превзойти значение которого на заданном горизонте планирования невозможно. При этом при переборе траекторий имитационным способом остается риск вообще не найти оптимума и даже не приблизиться к нему. Поэтому возможность получения оптимальных показателей и траекторий увеличивает обоснованность и ускоряет принятие эффективных решений при управлении инновациями. Отметим, что любая инновация несет функцию улучшения технико-экономических показателей экономических субъектов в направлениях автоматизации и роботизации производственных процессов; внедрения прогрессивных и совершенствования действующих (в том числе инфокоммуникационных) технологий; совершенствования организационных форм и экономического механизма функционирования.

К основным показателям инновационного процесса, имеющим количественное измерение, можно отнести увеличение объемов производства и его эффективности, высвобождение работников, расширение ассортимента продукции и снижение трудоемкости ее производства, наращивание

производственных мощностей, снижение потерь материальных ресурсов, сокращение длительности цикла, снижение трудоемкости и материалоемкости процесса производства, увеличение выхода продукции из единицы сырья. Инновационный процесс также может быть измерен такими качественными характеристиками, как совершенствование технологических процессов, повышение качества продукции, улучшение санитарно-гигиенических условий, замена и повышение качества материалов, улучшение условий хранения материалов и продукции, комплексная переработка сырья, отходов, безотходность технологии, усиление процессов специализации, концентрации, повышение ритмичности производства, повышение уровня механизации управленческого труда, совершенствование производственной структуры, усиление стимулов в достижении цели, повышение квалификации кадров, улучшение условий труда, повышение оперативности принятия управленческих решений. Большинство перечисленных качественных характеристик при применении специфических для производства каждой продукции методик также могут быть подвергнуты количественной оценке.

В качестве количественных показателей эффективности внедрения инноваций чаще всего рассматриваются чистая приведенная стоимость (NPV), внутренняя норма рентабельности (IRR), период окупаемости (PP), экономическая добавленная стоимость (EVA), совокупная стоимость владения (TCO) и ряд других. В зависимости от их экономического смысла критериями эффективности являются их максимизация или минимизация.

В данной работе для достижения ее цели применяется отвечающий принципу модельной и IT-сбалансированности информационно-аналитический комплекс, включающий линейную оптимизационную математическую модель работы [7], алгоритм и программную систему, описанные в работе [6]. Данный комплекс используется для анализа модельного инновационного проекта с целью оценки его экономической эффективности по критериям чистой, добавленной к инвестициям стоимости и срока окупаемости, отражаемых в графике его жизненного цикла. Указанная модель позволяет учитывать инновационность инвестиционного проекта в форме количественных экспертных оценок изменения таких его характеристик, как стоимость, производительность и срок полезного использования комплекта основных производственных фондов, цена единицы и спрос на произво-

димую продукцию, а также характеризующих условия производства трудо- и материалоемкости как долей общепроизводственных затрат, соответственно, на оплату труда и материальные затраты (сырье, материалы, другие затраты оборотного характера). Через указанные характеристики можно выразить большинство перечисленных выше количественных показателей инновационности проектов. При этом используемые зависимости, в соответствии с основными бухгалтерским правилам и законодательством страны, имеют, как правило, линейный характер (при вычислении доходного или расходного потоков его база умножается на заданную ставку), поэтому использование линейной оптимизационной математической модели позволяет адекватно отражать законы формирования доходных и расходных потоков в ИИПП в зависимости от искомых переменных (инвестиций, объемов производства и финансирования) при функционировании различных экономических агентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Несмотря на то что оптимизационные модели в [6, 7] применимы для произвольного количества видов продукции, рассмотрим пример ИИПП, описываемого следующим набором характеристик одного вида продукции (товара или услуги), комплекта производящих ее основных производственных фондов (ОПФ) и заданных условий (технологии) производства и финансирования (табл. 1).

Согласно [8, 9], значения показателей в таблице 1 могут соответствовать проекту малого бизнеса по производству продукции в сфере направления экономической деятельности F «Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов» [8]. Производство продукции (услуга) в данном направлении экономической деятельности, как правило, подвергается упрощенным формам изъятия налогов, поэтому налоговые характеристики проекта в таблице 1 опущены. Пусть с целью удержания и/или расширения рынка продукции менеджментом предполагается производство инновационной продукции, для чего приобретается комплект инновационных основных производственных фондов (ОПФ) (машины и оборудование, недвижимость, ноу-хау, патенты, права и пр.), суммарная стоимость которого на 20% превышает стоимость ранее используемого комплекта ОПФ, то есть составляет $c_1 = 156$ Rтыс (табл. 1).

Таблица 1

Исходные характеристики инновационного проекта

Наименование и идентификатор характеристики	Ед. измерения	Значение
Количество видов продукции	Шт.	1
Стоимость комплекта ОПФ вида, c_1	ден.ед./ед.ОПФ	130 000
Срок службы комплекта ОПФ T_1	мес	36
Производительность комплекта ОПФ V_1	ед.прод/ ед.ОПФ	200
Рыночная цена единицы продукции P_1	ден.ед/ед.прод.	600
Спрос на продукцию q_1	ден.ед/ год	300 000
Трудоемкость производства, β_1	%	17
Материалоемкость производства, p_1	%	47
Срок кредита на финансирование текущей деятельности T_0	месяц	24
Ставка кредита на финансирование текущей деятельности r_0	%	20
Максимальная сумма кредита, взятого на финансирование текущей деятельности, $S_{r_{max}}$	ден.ед	130 000
Максимальная сумма инвестиций, I_{max}	ден.ед	130 000
Ставка инфляции, $r_{инф}$	%	10
Ставка требований инвестора (банка), $r_{инв}$	%	10

Таблица 2

Коэффициенты изменения показателей проекта

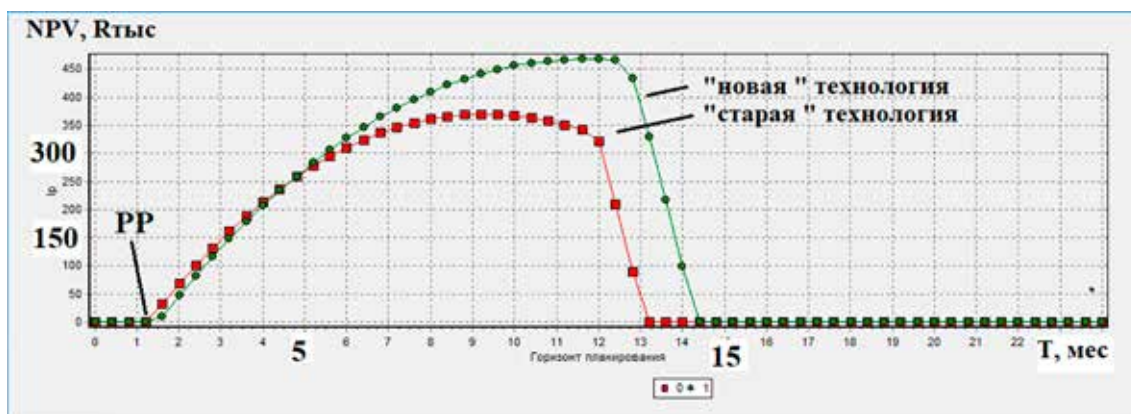
γ_1	τ_1	ν_1	π_1	σ_1	ϕ_1	ρ_1
1,2	1	1	1	1,5	0,7	0,9

При этом, по оценкам менеджмента производственного предприятия, спрос q_1 на продукцию, произведенную с помощью инновационного ОПФ, увеличивается на 50% и составляет $q_1=450$ Ртыс в год, трудоемкость β_1 производства уменьшается на 30% и составляет долю общепроизводственных затрат 11,9%, материалоемкость p_1 уменьшается на 10% и составляет долю общепроизводственных затрат 42,3%, рыночная цена единицы продукции, производительность и срок службы оборудования остаются неизменными. Тогда коэффициенты изменения представленных в таблице 1 показателей, соответствующих рассматриваемому инновационному проекту, принимают следующие значения (табл. 2).

Соответствующий набор показателей, очевидно, характеризует инновационную («новую») технологию производства. Часть показателей (стоимость комплекта ОПФ) увеличивают затратность проекта, а часть (уровень спроса, трудоемкости и материалоемкости) «направлены» на увеличение его выгод. Необходимо оценить изменения в жизненном цикле изучаемого инновационно-производственного проекта (зависимость NPV проекта от горизонта планирования

Т), а также в целом труднопредсказуемые изменения в его эффективности по критериям чистой добавленной к инвестициям стоимости и срока окупаемости. Для получения зависимостей NPV(T) проведем с помощью описанного в [2] пакета соответствующий вычислительный эксперимент.

На рисунке представлены полученные распределения NPV(T) при использовании «старой» и «новой» технологий производства продукции. Анализ рисунка 1 позволяет аналитику оперативно и наглядно изучить изменения в жизненном цикле ИИПП и показателях его эффективности. В частности, очевидно, что срок окупаемости проекта PP практически не изменился. Максимум чистой приведенной стоимости NPV увеличился более чем на 25%, период доходности проекта (горизонт планирования, при котором он имеет положительную NPV) увеличился приблизительно на 10%, а оптимальный срок реинвестирования – на 26%. Иными словами, профиль жизненного цикла ИИПП наглядно свидетельствует об улучшении комплекса его показателей эффективности, что свидетельствует в пользу принятия предложенных инноваций.



Зависимости $NPV(T)$ при «старой» и «новой» технологиях производства

Заметим, что скорость и удобство производимых многопараметрических расчетов позволяют использовать описанный выше инструментарий в условиях оперативной поддержки принятия решений в ситуационных центрах социально-экономического анализа [10] как при очных, так и при дистанционных формах взаимодействия сторон (производитель, инвестор), заинтересованных в реализации инноваций.

Заключение

Проведенное исследование представляет собой пример использования комплексного инструментария (оптимизационной математической модели и автоматизированных средств ее анализа на основе открытых источников экономической статистики) для проведения вычислительных экспериментов по оценке эффективности ИИПП и получения оперативной, объективной информации, облегчающей принятие обоснованных решений по оптимальному распределению инвестиционных средств в них. Указанный инструментарий, по сути, представляет собой систему поддержки принятия инвестиционных решений, обладающая которой принимающее их лицо (ЛПР) может осуществлять практически неограниченное количество вычислительных экспериментов, варьируя входящие в модель параметры и их группы. При этом ЛПР по своему усмотрению может выбирать различные комплексы параметров, например, связанные с анализом внутренней среды инновационных проектов (структура доходов и расходов, условия и технологии производства) или их внешней рыночной среды (цены, спрос на продукцию, характеристики ОПФ, условия финансирования и пр.), не решая задач организации реального производства и реализации продукции. Это

позволяет избежать больших финансовых и временных затрат при принятии инвестиционных решений.

Список литературы

1. Власова В.М., Крылов Э.И., Варфоломеева В.А. Методологические вопросы оценки эффективности инновационно-инвестиционных проектов: монография СПб: Изд-во ГУАП, 2016. 452 с.
2. Тотьмянина С.И., Грачев С.А., Гундорова М.А. Экспертиза и оценка инновационно-инвестиционных проектов: учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. 436 с.
3. Козлов А.В., Тамер О.С., Лаптева С.В. Математические методы в оценке инновационных проектов // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2019. Т. 2, № 1. С. 79-88.
4. Вилисов В.Я., Вилисова А.В. Инфраструктура инноваций и малые предприятия: состояние, оценки, моделирование: монография. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 228 с.
5. Развадовская Ю.В., Каплюк Е.В., Руднева К.С. Модели инновационной политики и системы поддержки принятия решений: эволюция и перспективы // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2019. № 47. С. 80-98. DOI: 10.17223/19988648/47/6.
6. Медведев А.В. Автоматизированная поддержка принятия оптимальных решений в инвестиционно-производственных проектах развития социально-экономических систем. монография. М.: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2020. 200 с. DOI: 10.17513/np.421.
7. Медведев А.В. Оптимизационное планирование проектов функционирования экономических систем с взаимным финансированием деятельности производителя // Фундаментальные исследования. 2016. № 9-2. С. 273-278.
8. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности [Электронный ресурс]. URL: <https://classifikators.ru/okved#codes/> (дата обращения: 18.08.2023).
9. Федеральная служба государственной статистики. Структура затрат на производство продукции (работ, услуг) по видам экономической деятельности [Электронный ресурс]. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b12_51/IssWWW.exe/Stg/03-18.htm. (дата обращения: 18.08.2023).
10. Медведев А.В., Семенкин Е.С. Информационно-аналитическая система оперативной экспертной поддержки принятия решений при управлении социально-экономическим развитием предприятий и территорий // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2021. Т. 16, № 4. С. 1548-1557.