

РАЗДЕЛ II. ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 338.242

Батьковский А.М.
ЦНИИ «Электроника» (г. Москва)

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ И УПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИЕЙ*

A. Batkovsky
Joint Stock Company "TSNII "Electronics" (Moscow)

ECONOMIC AND MATHEMATICAL TOOLS TO ESTIMATE INNOVATION PROJECTS AND MANAGEMENT OF THEIR IMPLEMENTATION

Аннотация. Рассмотрен экономико-математический инструментарий оценки инновационных проектов и управления их реализацией. Необходимость разработки (уточнения) данного инструментария вызвана тем, что после кризиса 2008-2009 гг. появилось противоречие между необходимостью ускорения инновационного развития экономики страны и нерешенностью многих, связанных с этим теоретических и практических проблем. Использование предложенных методологических подходов, моделей и системы показателей позволяет снизить риски инновационной деятельности предприятий и повысить ее эффективность в условиях неустойчивого развития российской экономики в посткризисный период.

Ключевые слова: оценка, инструментарий, управление, инновационный проект, предприятия, модели.

Abstract. The paper considers economic and mathematical tools to estimate innovation projects and management of their implementation. The necessity of the development (and specification) of these tools arises from the fact that after the crisis of 2008-2009 discrepancy appeared between the need to speed up innovation development of the country's economy and suspense in solving many of theoretical and practical problems connected with it. The usage of the suggested methodological approaches, models and the system of indices permits one to reduce the expenses of innovation activity of the enterprises and raise its efficiency under the conditions of unstable development of Russian economy in post-crisis period.

Key words: estimation, tools, management, innovation project, enterprises, models.

Экономические приоритеты развития России в XXI в. поставили задачу инновационной модернизации отечественной экономики путем активизации и повышения эффективности инновационной деятельности российских предприятий. Чтобы избежать возможных при этом ошибок, инновационной модернизации предприятий должна предшествовать научная разработка теории управления их инновационной деятельностью в условиях неустойчивого развития экономики. Закономерности данного развития являются достаточно сложными и поэтому осуществлять их содержательный анализ крайне затруднительно. Специфика инно-

* © Батьковский А.М.

вационного развития ограничивает возможности применения не только эвристических, но и статистических методов исследования, которые при решении рассматриваемой проблемы зачастую не имеют под собой достаточной информационно-аналитической базы. Данное обстоятельство требует применения методов экономико-математического моделирования.

Отдельные аспекты рассматриваемой проблемы исследовались в трудах некоторых российских экономистов: М.А. Бендикова, В.Н. Буркова, А.Е. Варшавского, А.П. Градова, С.Ю. Глазьева, В.В. Гунина, Н.Е. Егоровой, В.Н. Ивантера, В.Л. Качалова, Г.Б. Клейнера, Д.С. Львова, В.Г. Медынского и др. Но многие положения работ отечественных авторов, посвященных решению рассматриваемой проблемы, уже не соответствуют современным экономическим реалиям. Поэтому в настоящее время перед экономической наукой встала, как одна из самых приоритетных, следующая научная задача: на основе множества существующих теоретических положений, концепций и подходов разработать научно обоснованный экономико-математический инструментарий анализа инновационного развития российских предприятий, который должен учитывать особенности экономического развития России в современных условиях.

Инновационное развитие предприятий происходит, как правило, путем осуществления ими инновационных проектов (ИП), важнейшим показателем оценки которых является их реализуемость, под которой понимается вероятность успешного завершения проектов. Реализуемость ИП зависит в первую очередь от надежности его исполнителей. Поэтому по указанному критерию можно определить следующие основные типы управления реализуемостью проекта:

1. При условии возможности выбора потенциального исполнителя из большого числа финансово устойчивых претендентов сущность управления реализуемостью ИП заключается в оценке возможностей исполнителей и выборе одного из них с целью ми-

нимизации риска его реализации. Методы решения подобных задач хорошо известны и достаточно широко применяются на практике.

2. При фиксированном наборе нескольких финансово устойчивых исполнителей управление реализуемостью проекта сводится обычно к достижению максимальной надежности его реализации. Предположим, что в реализации ИП участвуют n исполнителей и известны надежности исполнителей q_i , зависящие от выделенного им финансирования Φ_i . Тогда:

$$q(\Phi_i) = \frac{(1 - \varepsilon_i)}{R} \Phi_i \quad (1)$$

где: $\varepsilon_i < 1$ – некоторые положительные константы, характеризующие данный проект (они различны для разных проектов), R – суммарное количество ресурсов, используемых при реализации проекта.

3. При нулевом финансировании надежность исполнителя проекта равна нулю, при этом вероятность невыполнения проекта равна единице. С ростом финансирования реализуемость ИП возрастает (риск уменьшается). В случае, когда i -й исполнитель получает все требуемое финансирование ($\Phi_i = R$), его риск равен ε_i .

Оценив надежность исполнителей, можно определить реализуемость ИП в целом [1, 234]. Целесообразно предположить, что ИП считается выполнимым, если все его исполнители выполняют свои задания (проектные работы). Тогда надежность проекта Q равна:

$$Q(q_1, q_2, \dots, q_n) = Q(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n) = \prod_{i=1}^n \frac{(1 - \varepsilon_i)}{R} \Phi_i \quad (2)$$

Надежность $Q(q_1, \dots, q_n)$ зависит от вектора $\Phi = (\Phi_1, \dots, \Phi_n)$ распределения объемов финансирования. Если финансирование ограничено, то имеет место:

$$\sum_{i=1}^n \Phi_i \leq R \quad (3)$$

В этом случае управление реализуемостью ИП сводится к максимизации вектора S путем оптимизации распределения объемов финансирования. Как показали результаты проведенного исследования реализуемости большого числа инновационных проектов, оптимальным является следующее распределение финансовых ресурсов:

$$\Phi_i = \frac{R}{\sum_{j=1}^n (1 - \varepsilon_j)}, i = \overline{1, n} \quad (4)$$

Следовательно, оптимизация финансирования ИП повышает надежность его реализации при увеличении объема финансирования. Но данные объемы, как правило, ограничены и поэтому вероятность такого инновационного развития мала.

При изменяющейся финансовой устойчивости исполнителей основой управления реализуемостью ИП является оперативное управление. При этом в обязательном порядке необходимо оценить экономическую устойчивость ИП. Существуют различные методологические подходы к решению данной задачи. Наиболее универсальным методом является рассмотрение ИП в рамках схемы «ресурс-потребитель», которая может быть представлена системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \mu \dot{\chi} = P(\chi, \gamma, \vec{\lambda}, t) \\ \dot{\gamma} = Q(\chi, \gamma, \vec{\lambda}, t) \end{cases} \quad (5)$$

где: χ, γ - переменные, описывающие соответственно наличие и расход ресурса; P, Q - известные непрерывные и непрерывно-дифференцируемые функции; t - время; $t \in [Q, T]$; $\vec{\lambda}$ - вектор параметров; $\mu > 0$ - некоторое число, рассчитываемое для данного проекта, характеризующее его специфику.

Практика показывает, что задачи данного класса могут быть декомпозированы на задачи микроэкономического иерархического

уровня, образуя так называемые трофические цепи. Синтезированные трофические цепи из структурно устойчивых неразложимых элементов не допускают возникновения в них динамического хаоса. Составленная из таких неразложимых элементов трофическая цепь может иметь при прогнозировании экономической устойчивости ИП не более трех, четырех уровней, т.е. описываться системой из 6-7 линейных дифференциальных уравнений. Практическая реализация данного подхода позволяет повысить реализуемость инновационных проектов.

При отсутствии информации о финансовой надежности исполнителей ИП его реализуемость может быть оценена следующим образом [2, 320]. Пусть распределение стоимости затрат по программе осуществляется в соответствии с параметром α , где $\alpha' \leq \alpha \leq \alpha''$. Кроме того, известна длительность выполнения проекта T и объем выполненных работ W^t к моменту времени t . Тогда:

$$\alpha = \frac{\ln(W^t/S)}{\ln(t/T) + 1 - t/T} \quad (6)$$

Если $\alpha' < \alpha < \alpha''$, то выполнение проектных работ идет по графику. Если $\alpha > \alpha''$, то выполнен объем работ по проекту, меньший запланированного. Это означает, что работы выполнены с меньшими затратами и, следовательно, общий объем затрат по проекту можно уменьшить до величины:

$$S = \frac{W^t}{\left(\frac{t}{T}\right) \cdot e^{1-t/T}}^{\alpha''} \quad (7)$$

Если работы по проекту в установленный срок не выполнены, то ее продолжительность надо увеличить на величину Δ , которая может быть определена из следующего выражения:

$$W^t = S \cdot \left(\frac{t - \Delta}{T} \cdot e^{1-(t-\Delta)/T}\right)^{\alpha''} \quad (8)$$

Если $\alpha < \alpha'$, то выполнен объем работ по

проекту, больший запланированного, что может означать, что работы выполнены с большими затратами и общую стоимость проекта нужно увеличить до следующей величины:

$$S = \frac{W^t}{\left(\left(\frac{t}{T}\right) \cdot e^{1-t/T}\right)^\alpha} \quad (9)$$

Если работы ведутся с опережением, то срок выполнения проекта сокращается на величину Δ , которая может быть определена из следующего выражения:

$$W^t = S \cdot \left(\frac{t + \Delta}{T} \cdot e^{1-(t+\Delta)/T}\right)^\alpha \quad (10)$$

Если $\alpha > \alpha'$ или $\alpha < \alpha'$ и изменение сроков T , затрат W^t , а также общей стоимости программы S невозможно, то проект не реализуем.

Проблема оценки реализуемости проекта особенно актуальна и сложна для таких ИП, в которых высока доля НИОКР и возможность их выполнения зависит от результатов научно-исследовательских работ (в том числе поискового, фундаментального характера). Для оценки реализуемости таких проектов необходим специальный инструментарий, позволяющий на этапе их формирования учитывать степень риска и неопределенности результатов части НИОКР, вероятностный характер исходной информации, получая при этом надежные оценки реализуемости проекта.

Формирование и выполнение ИП является многокритериальной задачей программно-целевого управления, для которой область допустимых решений определяется рядом традиционно используемых критериев реализуемости, ранжированных в соответствии с принципом их приоритетности: по обеспеченности проекта научно-техническим заданием; по его коммерческой целесообразности; по заданному научно-техническому уровню и др.

Перечисленные критерии оценки реализуемости проекта (по крайней мере, часть

из них) по своей сути являются, во-первых, трудно или вообще не формализуемыми и, во-вторых, независимыми. Поэтому на практике поиск решения сформулированной многофакторной и многокритериальной задачи целесообразно осуществлять поэтапно, пользуясь методом последовательного достижения оптимума согласно лексикографическому правилу по приведенной иерархии системы независимых критериев.

Анализ методов согласования локальных экономических решений, а именно таковой является задача оценки реализуемости ИП, показывает, что не все из них могут быть применены на практике. Так, например, подход к данной оценке, основанный на экстраполяции сложившихся тенденций, в том числе в структуре продукции, представляется принципиально неверным, т.к. «консервация» сложившейся динамики распределения объемов работ не соответствует принятым в наукоемких отраслях принципам программно-целевого планирования, которые исходят из поставленных целей, а не от достигнутого уровня производства продукции и существующей его структуры.

Применительно к оценке реализуемости ИП следует подчеркнуть, что процессу осуществления проекта, как правило, не свойственны стабильные нормативные соотношения, имеющие место, например, в серийном производстве. Однако именно нормативный подход является в настоящее время основным при оценке реализуемости инновационных проектов.

Не всегда целесообразно применение для решения данной задачи и оптимизационных методов, сводимых к задачам линейного или целочисленного программирования с одной целевой функцией. Это объясняется сложностью выбора критерия оценки оптимальности ИП.

Самыми распространенными методами многофакторной оценки реализуемости ИП являются методы математической статистики, в частности, метод множественной корреляции. Известным методом решения задачи измерения качественно разнородных

критериев и сведения их к одному обобщенному показателю является метод кластерного анализа математической теории распознавания образов [3, 371].

Анализ возможности применения обоих этих методов для решения задачи определения интегрального показателя оценки реализуемости ИП показал, что получаемая указанными методами оценка не может быть в полной мере объективной по следующим причинам: сведение разных технико-экономических показателей оценки реализуемости ИП в некоторый обобщенный показатель часто невозможно из-за их разнородности; указанные методы не позволяют учесть качественное влияние отдельных показателей на обобщенный критерий оценки; обобщенный критерий оценки не чувствителен к изменению системы показателей оценки реализуемости ИП, что отражается на его объективности. В этом случае возможно на первом этапе процесса формирования ИП применение какого-либо критерия с целью получения оптимального по этому критерию варианта проекта и дальнейшей его доработки по собственным, не формализуемым предпочтениям лиц, принимающих решения.

Все сказанное выше относится к постановке задачи разработки и реализации ИП как детерминированного процесса. Вместе с тем, рассматриваемые процессы являются вероятностными [4, 292]. Существует метод, который позволяет учитывать недетерминированную постановку рассматриваемой задачи, – это метод имитационного моделирования, с помощью которого можно проводить многовариантные расчеты ИП, имитируя случайности процесса планирования и выполнения входящих в нее элементов.

Результатом решения задачи реализуемости ИП является определение наиболее напряженного и одновременно предельно и сбалансированного по ресурсам и возможностям исполнителей инновационного проекта. Однако, прежде чем приступить к реализации ИП, необходимо в обязательном порядке разработать инструментарий управления реализацией проекта.

Основной целью решения задач управления ИП является максимальное достижение установленных проектных заданий. Критерии оптимизации в рамках данного управления должны быть тесно увязаны с рациональным выполнением отдельных элементов проекта. При этом под рациональностью следует понимать минимизацию издержек на выполнение элементов проекта и максимизацию прибыли от реализации его результатов на рынке продуктов и услуг. Построенный таким образом экономический механизм управления ИП позволяет за счет изменения прогнозируемой прибыли оказывать стимулирующее воздействие на его исполнителей с целью достижения максимальной эффективности от их деятельности по каждому элементу проекта в условиях лимитированного общего проектного ресурсного обеспечения [5, 123].

Основные требования, которым должен отвечать научно обоснованный механизм управления ИП, на наш взгляд, следующие:

- целевые параметры и задания проекта должны быть четко определены в натуральных, а не в стоимостных показателях, показывающих, сколько нужно освоить финансовых средств, но не результаты его реализации;
- необходимо дать обоснование потребности в производственных, финансовых, материальных, трудовых и временных ресурсах, а также последовательности выполнения отдельных элементов ИП;
- требуется построение системы формализованной критериальной оценки эффективности различных вариантов реализации проекта, обеспечивающей градиентную чувствительность относительно перебираемых альтернативных управленческих решений в зависимости от промежуточных результатов каждого этапа его выполнения;
- механизм управления ИП должен обеспечивать доминирование экономической мотивации над командно-распорядительной мотивацией путем использования таких рыночных категорий, как: стимулы, штрафы, потребительский приоритет, значимость, качество, совокупные затраты и т.д.;

- сочетание принципов координируемости деятельности исполнителей проекта с принципом децентрализации принятия ими решений в рамках делегированных им полномочий и имеющихся в их распоряжении ресурсов;

- мотивированная концентрация проектных ресурсов на критических направлениях реализации ИП.

Для разработки модели управления ИП рассмотрим величины Q_k – объемы работ по достижению целевых показателей проекта P_k . Текущий уровень работ Q_k является функцией затрат по всем элементам проекта: $Q_k = Q_k(C_1, C_2, \dots, C_v)$, $k = 1, \dots, K$. В общем случае целевые показатели P_k ($k = 1, \dots, K$) можно ранжировать по определенной системе приоритетов $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. Заметим, что величина $\beta_k \times (Q_k / C_v)$ характеризует эффективность выполнения проекта v в процессе достижения целевого показателя P_k с учетом его приоритетности. Тогда модель управления ИП на основе оценки эффективности процесса его реализации можно представить в самом общем виде как совокупность следующих основных шагов (процедур) [6, 345]:

Шаг 1. Обозначим через R множество элементов проекта k , для которых объем работ Q_k не обеспечивает достижения целевого показателя P_k . В этом случае возможны два случая:

а) R – пустое множество. Это значит, что все целевые показатели проекта достижимы, т.е. он реализуем.

б) R – непустое множество, тогда осуществляется переход к шагу 2.

Шаг 2. Построим матрицу $\|\beta_k \times (Q_k / C_v)\|$, ($k \in R, v = 1, \dots, V$). В ней определим номер $v_R \in \{v = 1, \dots, V, k \in R / \max \beta_k \times (Q_k / C_v)\}$ наибольшего элемента матрицы и того целереализующего элемента проекта, который дает наибольший эффект.

Шаг 3. Определим величину приращения ΔC_{v_R} , обеспечивающую достижение или

максимальное приближение к целевому показателю P_k в зависимости от объема располагаемых финансовых ресурсов, а также новые значения объемов Q_k ($k = 1, \dots, K$).

Шаг 4. Вычисляем новые значения объемов Q_k ($k = 1, \dots, K$) и переходим к шагу 1.

Формализованное описание обобщенных показателей оценки эффективности процесса реализации ИП в виде функции полезности Q_k предоставляет лицам, принимающим решение (ЛПР), возможность системной интеграции технической, экономической и социальной составляющих целевой направленности проекта. Тем самым ЛПР, оценивая эффективность выполнения отдельных элементов программы, осуществляют оптимальное управление проектом в целом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Булава И.В. и др. Финансовое оздоровление и развитие предприятий радиоэлектронного комплекса в период посткризисного восстановления и модернизации российской экономики / Под ред. Авдонина Б.Н. – М.: Креативная экономика, 2010. – 472 с.
2. Батьковский А.М., Лури А.В., Тельнов Ю.Ф. и др. Экономико-математический инструментарий финансового оздоровления российских предприятий в условиях глобализации и мирового финансового кризиса / Под редакцией Батьковского А.М. – М.: МЭСИ, 2009. – 420 с.
3. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М. Экономические стратегии развития предприятий радиоэлектронной промышленности в посткризисный период. – М.: Креативная экономика, 2010. – 509 с.
4. Батьковский А.М., Булава И.В., Кравчук П.В. и др. Методология и инструментарий управления инновационной деятельностью экономических систем в условиях транснационализации экономики и ее неустойчивого посткризисного развития. / Под редакцией Батьковского А.М. – М.: МЭСИ, 2010. – 360 с.
5. Батьковский А.М. Управление инновационным развитием предприятий радиоэлектронной промышленности. – М.: ОнтоПринт, 2010. – 248 с.
6. Батьковский А.М., Булава И.В., Мингалиев К.Н. и др. Стратегия развития российских предприятий в современный период: теория и методология. – М.: МЭСИ, 2009. – 405 с.