

УДК 338.2

## ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

© 2015 г. А. А. Мартынов

*Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля,  
г. Северодонецк, Украина*

*Исследованы особенности и инструментарий оценки эффективности инновационных проектов. Обоснована целесообразность применения фракционного анализа при оценке эффективности инновационных проектов. Предложен критериальный подход к сравнительной оценке эффективности инновационных проектов на основе метода подобия.*

Ключевые слова: *инновации; затраты; эффективность; критериальный подход; метод подобия.*

*Features and tools of an assessment of the innovative projects' efficiency are investigated in the article. Expediency of application of the fractional analysis for the assessment of innovative projects' efficiency is proved. Criteria approach to a comparative assessment of innovative projects' efficiency, based on a similarity method is also presented.*

Key words: *innovations; expenses; efficiency; criteria approach; similarity method.*

Среди прочих социально-экономических и политических факторов, важнейшей предпосылкой актуализации вопросов оценки эффективности инновационных проектов является государственная политика Украины в сфере инновационной деятельности, направленная на интенсификацию инновационного процесса на всех уровнях национального хозяйства, развитие теоретико-методологической и практической базы инновационной деятельности.

Сложность задач управления инновационными проектами, обусловленная экономическим характером процесса нововведений, требует применения специальных методов экономико-математического моделирования, в которых используются как финансовые, так и материально-вещественные показатели, характеризующие затраты и доходы инновационного проекта. При этом, в связи с повышенной динамичностью внутренней и внешней среды и наличием свойственного отечественной экономике дефицита финансовых ресурсов, выдвигаются требования свести к минимуму временные, материальные и другие

затраты, связанные с моделированием инновационных процессов, обеспечить относительную простоту применения и точность методов моделирования.

В настоящее время в научной экономической литературе уделяется большое внимание изучению вопросов оценки эффективности реальных инвестиций и в том числе инвестиций в инновации. При этом одной из ключевых проблем в сфере инвестиций в инновации является — учет фактора неопределенности при оценке проектов и принятии решений, изучению которого посвящено множество работ.

Наиболее распространенными методами оценки эффективности инноваций являются методы, основанные на стоимостных оценках. К числу таких методов относятся проектные методы анализа, основанные на учетных и дисконтированных оценках. Основным недостатком стоимостных оценок заключается в том, что стоимостные оценки недостаточно полно характеризуют фактические затраты ресурсов субъекта инновационной деятельности и подвержены влиянию факторов коле-

баний цен на ресурсы, инфляции и т. д.

Учитывая наличие множества интересов участников инновационного процесса, можно выделить несколько видов экономической эффективности инновационных проектов: общественная, коммерческая, народнохозяйственная и т. д. Необходимо также различать обобщенную эффективность проекта («эффективность проекта в целом») и эффективность участия в инновационном проекте отдельных инвесторов. При этом коммерческая эффективность проекта в целом — категория, отражающая соотношение результатов и затрат, которые имели бы место, если бы финансирование проекта осуществлялось за счет собственных средств единственной коммерческой структуры — «проектостроителя» [1, с. 31].

Нужно отметить, что оценка эффективности участия в инновационном проекте является более эффективным инструментом оценки эффективности инновационного проекта с позиций инвестора, однако на этапе проектирования, когда еще не известна система финансирования проекта и его участники, на наш взгляд, более предпочтительным будет использование коммерческой оценки эффективности проекта в целом, что позволит получить начальное представление о резервах и возможностях, заложенных в планируемом проекте.

Комплексность исследования эффективности инновационных затрат, позволяющая получить наиболее полную и точную информацию об исследуемом проекте, предусматривает использование как стоимостных, так и натурально-вещественных единиц измерения.

Учитывая актуальность оценки эффективности инновационного проекта на начальной стадии проектирования, целью статьи является разработка подхода к оценке коммерческой эффективности проекта в целом, сочетающей в себе использование как стоимостных, так и материально-вещественных единиц измерения.

Существует множество научно-технических и технико-экономических задач, в число которых входят и задачи, связанные с управлением инновационными затратами, нахождение полного решения которых невозможно или нецелесообразно в связи с чрезмерной

трудоемкостью решения, слишком высокими затратами или недостатком времени. В таком случае целесообразным становится применение фракционного анализа.

Фракционный анализ, понимаемый С. Клайном в широком смысле как «любой способ получения некоторой информации о решении задачи, когда нет времени или способов нахождения полного решения» [2, с. 5], включает в себя, с достаточно различной степенью условности, широкий набор методов, приемов и подходов, применяемых в научных исследованиях, в число которых входит и такой распространенный их вид как анализ размерностей.

При этом, важным преимуществом фракционного анализа является возможность получить приближенное решение сложных технико-экономических задач при сравнительно небольших затратах времени и других ресурсов.

Широко используемый в теоретических и прикладных исследованиях различных отраслей знания, фракционный анализ нашел свое применение и в экономике. Так большинство решений экономических задач носит частичный характер, а, следовательно, относится к области фракционного анализа, однако, в настоящее время в отрасли экономики инноваций еще не нашли свое применение специальные методы фракционного анализа, такие, например, как метод подобия, являющийся одним из наиболее распространенных и достаточно эффективных методов частичного анализа.

Преимущество метода подобия при анализе инновационного проекта обусловлено особенностями инновационной деятельности как специфической отрасли хозяйственной деятельности предприятия. Так ограниченность ресурсов предприятия, направляемых в сферу инновационной деятельности, определяет постановку задачи выбора альтернативного инновационного проекта, путем сравнительной оценки эффективности ряда проектов, либо возможных сценариев реализации одного и того же проекта. При решении данной задачи исследователь сталкивается с множеством технических и экономических расчетов, направленных на раскрытие совокупности экономических, физических и других связей, определяющих затраты

на реализацию инновационного проекта. При этом ряд экономических, физических и технических связей, развивающихся с высокой степенью динамичности, обладают такой степенью сложности, которая не дает возможности нахождения строгого решения на аналитическом уровне. В таких условиях целесообразно получение частичного решения, обладающего достаточной для управленческих нужд степенью полноты и точности.

Основная суть метода подобия состоит в объединении большого числа натуральных переменных (так называемых «исходных переменных») в меньшее число комплексов, являющихся безразмерными (так называемых «критериев подобия»). Таким образом, мы переходим к решению задачи, в которой критерии подобия выступают независимыми переменными, что дает нам такие преимущества как: получение общих зависимостей, характеризующих инновационный проект, сравнительная простота анализа инновационного процесса, упрощение математического решения в результате сокращения количества переменных.

Для рассмотрения теоремы подобия и ее приложений в моделировании инновационных проектов необходимо охарактеризовать ряд понятий. Так, при описании инновационной системы необходимо указать на существование независимых переменных и параметров, при этом независимые переменные необходимы для фиксации определенного состояния системы, а параметры — это величины, зафиксированные для одной какой-либо задачи, но имеющие иные значения для другой задачи такого же типа [2, с. 17]. Критерии подобия определяются как составленные по определенным правилам и, являющиеся одинаковыми для группы подобных процессов, безразмерные комбинации физических величин, обозначаемые символом  $\pi$  [3, с. 20]. Индикатор подобия — представляет собой функцию масштабов моделирования, которые в свою очередь представляют собой отношение одноименных показателей природы и модели.

Теория подобия, составляющая базу для моделирования процессов и систем, основывается на трех теоремах [3, с. 20–23]:

1. Первая теорема рассматривает условия, следующие из подобия явлений. Если

известно, что две рассматриваемые системы подобны, то у подобных явлений индикаторы подобия равны единице и критерии подобия численно одинаковы.

2. Вторая теорема подобия ( $\pi$ -теорема, анализ размерностей) дает возможность замены уравнения физических величин более простыми зависимостями между критериями подобия. Она устанавливает, что если имеется уравнение

$$x_1 = f(x_2, x_3, \dots, x_n),$$

связывающее  $n$  переменных и физических параметров, то оно может быть заменено зависимостью

$$P_1 = \varphi(P_2, P_3, \dots, P_{n-m}),$$

где  $P_{1,2,3}$  — безразмерные величины, составленные по определенному закону из  $n$  величин (переменных и параметров), влияющих на ход процесса;  $m$  — число физических величин, имеющих независимые размерности (число основных единиц измерения должно быть больше или равно  $m$ ).

3. Третья, или обратная теорема подобия устанавливает необходимые и достаточные условия для подобия явлений. Согласно этой теореме подобны между собой те явления, которые имеют подобные условия однозначности и одинаковые определяющие критерии подобия.

На этапе планирования инновационной деятельности хозяйствующего субъекта, в ходе сравнительного анализа эффективности инновационных затрат, направляемых на финансирование различных инновационных проектов, согласно с положениями критерияльного метода теории подобия, осуществляется сопоставление основных показателей, характеризующих процесс инновационной деятельности.

Сделаем ряд допущений. Так, анализируя эффективность затрат инновационного проекта, примем, что ожидаемые денежные поступления от реализации сравниваемых инновационных проектов эквивалентны, следовательно, наиболее эффективным будет проект, требующий наименьших затрат, кроме того, выбранные нами показатели достаточно полно характеризуют условия, определяющие объем этих затрат, также будем считать, что все прочие условия внешние условия (на-

пример, стоимость привлечения финансовых ресурсов, необходимых для реализации инновационного проекта) идентичны. Введение переменной  $t$  — время, подразумевает учет фактора временной стоимости денег и обеспечивает приведение затрат сравниваемых проектов к одинаковому моменту времени.

Исходя из этого, общая сумма затрат исследуемого инновационного проекта может быть представлена в виде функции нескольких основных величин:

$$Z = f(A, t, N, S, G, Ч, Пр, C, Ш), \quad (1)$$

где  $Z$  — общие затраты инновационного проекта, грн;  $A$  — работа, которую необходимо произвести в процессе реализации инновационного проекта, Н · м;  $t$  — длительность реализации инновационного проекта, с;  $N$  — производственная мощность, привлеченная в процессе подготовки и реализации инновационного проекта, Дж/с;  $S$  — размер производственных площадей, задействованных в процессе реализации инновационного проекта, м<sup>2</sup>;  $G$  — масса научно-технической и производственной системы, задействованной в процессе реализации инновационного проекта, кг;  $Ч$  — стоимость рабочей силы, грн/ч · с;  $Пр$  — производительность новой производственной системы, кг/с;  $Ш$  — среднесписочное количество работающих, чел;  $C$  — себестоимость производимой продукции, грн/кг.

Осуществив преобразование выражения (1) к неявному виду, получим:

$$\varphi(Z, A, t, N, S, G, Ч, Пр, C, Ш) = 0. \quad (2)$$

В соответствии с положениями  $\pi$ -теоремы, а также с учетом наличия в выражении (2) пяти параметров с независимыми размерностями, получаем пять критериев подобия:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \frac{A \cdot t^2}{G \cdot S}; \\ \pi_2 &= \frac{N \cdot t^3}{G \cdot S}; \\ \pi_3 &= \frac{Ч \cdot Ш \cdot t}{Z}; \\ \pi_4 &= \frac{Пр \cdot t}{G}; \\ \pi_5 &= \frac{C \cdot G}{Z}. \end{aligned} \quad (3)$$

Исходя из полученных критериев подобия, определяем индикаторы подобия, связывающие масштабы моделирования сравниваемых инновационных проектов:

$$\begin{aligned} \frac{\mu_A \cdot \mu_t^2}{\mu_G \cdot \mu_S} &= 1; \\ \frac{\mu_N \cdot \mu_t^3}{\mu_G \cdot \mu_S} &= 1; \\ \frac{\mu_Ч \cdot \mu_Ш \cdot \mu_t}{\mu_З} &= 1; \\ \frac{\mu_Пр \cdot \mu_t}{\mu_G} &= 1; \\ \frac{\mu_C \cdot \mu_G}{\mu_З} &= 1. \end{aligned} \quad (4)$$

Преобразовав выражение (4), получаем:

$$\mu_З = \frac{\mu_G \cdot \mu_S}{\mu_t^{1,5}} \left( \frac{\mu_Ч \cdot \mu_Ш \cdot \mu_Пр \cdot \mu_C}{\mu_N \cdot \mu_A} \right)^{0,5}. \quad (5)$$

Полученная нами формула (5) дает возможность оценить эффективность инновационных затрат на базе ключевых показателей, оказывающих первостепенное воздействие на формирование затрат инновационного проекта. Выполнение равенства (4) свидетельствует о том, что сравниваемые системы инновационных затрат обладают равноценной степенью эффективности. В случае если значение  $\mu_З$  превышает единицу, то базовый вариант более эффективен, а если составляет менее единицы, то, соответственно, базовый вариант менее благоприятен.

Избранные в качестве ключевых показатели могут варьироваться в зависимости от задач исследования и особенностей проекта, детальности анализа.

Приведем условный пример расчета для двух инновационных проектов с равноценными положительными денежными потоками на основе исходных данных, указанных в таблице (табл. 1).

В табл. 1 приведены условные исходные данные для сравнительной оценки эффективности инновационных проектов «А» и «Б» на основе критериального подхода и метода теории подобия, за базовый проект принят проект «Б». Исходные данные сгруппированы по двум сценариям: оптимистическому (наиболее благоприятному с точки зрения его

Таблица 1

## Основные показатели, характеризующие исследуемые проекты «А» и «Б»

Показатели	Проект «А»			Проект «Б»		
	Типы сценариев			Типы сценариев		
	Оптимистический	Пессимистический	Среднее значение	Оптимистический	Пессимистический	Среднее значение
$A$ , работа которую необходимо произвести в процессе реализации проекта, $H \cdot m \cdot 10^5$	5,90	6,20	6,05	6,20	6,50	6,35
$t$ , длительность реализации проекта, $c \cdot 10^7$	6,92	7,34	7,13	7,45	7,63	7,54
$N$ , производственная мощность, привлеченная в процессе подготовки и реализации инновационного проекта, $Dж/с \cdot 10^3$	1,00	1,12	1,06	0,89	0,97	0,93
$S$ , размер производственных площадей, задействованных в процессе реализации инновационного проекта, $m^2 \cdot 10^3$	3,50	3,80	3,65	2,90	3,10	3,00
$G$ , масса научно-технической и производственной системы, задействованной в процессе реализации инновационного проекта, $кг \cdot 10^6$	5,00	5,10	5,05	4,90	5,30	5,10
$Ч$ , стоимость рабочей силы, $грн/ч \cdot c \cdot 10^{-3}$	0,97	1,03	1,0	0,92	1,2	1,06
$Пр$ , производительность новой производственной системы, $кг/с$	5,00	4,00	4,50	5,50	5,00	5,25
$Ш$ , среднесписочное количество работающих, чел	80	90	85	70	80	75
$C$ , себестоимость производимой продукции, $грн/кг$	5,00	5,20	5,1	4,95	5,05	5,00

Таблица 2

## Масштабы моделирования

Масштабы моделирования	Значения
$\mu_A = A_A / A_B$	0,953
$\mu_t = t_A / t_B$	0,945
$\mu_N = N_A / N_B$	1,145
$\mu_S = S_A / S_B$	1,217
$\mu_G = G_A / G_B$	0,990
$\mu_{\mathcal{C}} = \mathcal{C}_A / \mathcal{C}_B$	0,980
$\mu_{Pr} = Pr_A / Pr_B$	0,857
$\mu_{\mathcal{I}} = \mathcal{I}_A / \mathcal{I}_B$	1,133
$\mu_C = C_A / C_B$	1,020

эффективности) и пессимистическому (наименее благоприятному). При этом в наших расчетах мы принимаем среднее значение (среднее арифметическое значений параметра по оптимистическому и пессимистическому сценарию).

На основе данных табл. 1 получим значения масштабов моделирования (табл. 2).

Подставив значения масштабов моделирования, приведенные в таблице 2 в формулу 5, получим  $\mu_3 = 1,237$ .

Таким образом, на основании результатов проведенных расчетов мы можем сделать вывод о том, что более эффективным будет проект «Б», так как  $\mu_3 > 1$ .

Необходимо отметить, что на этапе моделирования инновационных затрат важно оценить точность производимых расчетов, связанных с моделированием, которая, на наш взгляд, зависит от ряда факторов, среди которых можно выделить такие как: полнота отображения совокупности независимых переменных и параметров, характеризующих инновационные затраты, уровень погрешности и др.

При этом, уточнение и расширение совокупности показателей, характеризующих инновационные затраты способно повысить точность и достоверность расчетов, повысив при этом их сложность. В свою очередь можно получить более простое решение задачи сократив количество показателей.

Предложенный метод сравнительной оценки эффективности инновационных проектов обладает такими преимуществами, как применение в расчетах как стоимостных так и натурально-вещественных единиц измерения, возможность проведения аналитической оценки различных по характеру инновационных проектов, сравнительная простота вычислений и гибкость механизма расчета (возможна сравнительная оценка эффективности проектов на основе затрат, прибыли и других показателей).

Практическая значимость предложенной методики заключается в возможности использования сравнительной оценки эффективности инновационных проектов на основе критериального подхода метода подобия на реальных предприятиях в процессе планирования инновационной деятельности на первом этапе инновационного проектирования. Данный метод позволяет производить оценку эффективности инновационных проектов в условиях воздействия фактора неопределенности, и на его основе возможно получить необходимую для принятия управленческих решений информацию с заданной степенью точности.

Дальнейшее развитие данного подхода связано с построением регрессионных моделей затрат и оценкой их структурной устойчивости на основе теории бифуркации, с целью учета факторов риска.

**Литература**

1. Инновационные подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов в условиях перехода к рыночным отношениям. / Ю. Н. Павлючук, А. А. Козлов. // Инновации. — 2012. — №1 (48).

2. Клайн С. Дж. Подобие и приближенные методы. — М.: Изд-во «Мир», 1968. — 302 с.

3. Баловнев В. И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин. — М.: Машиностроение, 1974. — 232 с.

*Поступила в редакцию*

*14 июля 2015 г.*



**Андрей Анатольевич Мартынов** — кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и банковского дела Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля.

**Andrey Anatoliyevich Martynov** — Ph.D., Candidate in Economics, docent at the Finance and Banking department of the East Ukrainian National University of Volodymyr Dahl name.

93400, Украина, г. Северодонецк, Советский просп., 59-а,  
СНУ им. В. Даля, Институт экономики и управления, ауд. 228  
59-a Sovietskiy av., East Ukrainian National University, Institute of Economy and Management, off. 228,  
93400, Severodonetsk, Ukraine  
Тел.: +38 050 531 33 11; e-mail: pubrealin@yandex.ru