УДК: 338.27

Совершенствование инструментария экономического анализа и планирования в сфере энергетики

© 2014 г. Д.В. Тимохин, М.С. Иванова, Е.А. Мякота*

В статье рассмотрены специфика и проблемы, связанные с экономическим анализом и планированием в энергетической сфере России. С учетом недостатков, возникающих при применении стандартных методов экономического анализа и прогнозирования в сфере энергетики, разработан аналитический аппарат, позволяющий эти недостатки нейтрализовать. Предложен вариант использования элементов авторской методики «экономического креста» в целях совершенствования инструментария экономического анализа и планирования в сфере энергетики в контексте положений нового Федерального закона «О государственном стратегическом планировании» и Программы «Энергоэффективность и развитие энергетики». Указаны особенности планирования и анализа в энергетической сфере, а также причины, по которым традиционные подходы не всегда эффективны. Разработана методика, позволяющая дополнить традиционные методы планирования и анализа в целях более полного соответствия этих процедур целям и задачам, поставленным в новом Федеральном законе и Программе. В статье приведены предложения по организации работы с информацией, содержащейся в заявках на гранты по государственным программам, позволяющие обеспечить сопоставимость предлагаемых проектов и транспарентность принятия решений. Разработан алгоритм оценки, позволяющий сопоставить различные проекты с учетом фактора времени.

Ключевые слова: планирование, долгосрочное стратегическое планирование, бюджетное финансирование, экономический анализ, инновации, эффективность, энергетика, методика, критерии и параметры оценки, алгоритм принятия управленческого решения.

На сегодняшний день энергетическая сфера является крайне важным элементом отечественной экономики, обеспечивающим до 15 % внутреннего валового продукта (ВВП) и около 30 % консолидированного бюджета страны [1]. В то же время стабильным данное положение назвать нельзя. Имеются значительные риски, связанные как с возможным приходом новых участников на рынок энергетики (в том числе превращение нетто-импортеров в нетто-экспортеров), так и с быстрым моральным устареванием используемых технологий. С другой стороны, быстрый рост спроса на энергетические ресурсы обусловливает необходимость расширения производства, а ограниченность ресурсов указывает на необходимость интенсификации производства энергии.

Существует несколько вариантов развития энергетической отрасли России [2]. Также имеется ряд основополагающих документов, определяющих долгосрочное развитие энергетики нашей страны как инновационное. Однако все они преимущественно носят рамочный характер либо представлены в виде инвестиционных планов, по конкретным узким направлениям, и не дают конкретных рекомендаций в среднесрочной перспективе.

Центральным элементом системы долгосрочного планирования развития энергетики в России является государственная Программа «Энергоэффективность и развитие энергетики» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2013 г. № 512-р). В данной Программе были установлены основные направления развития отечественной энергетической системы на период с 2013 по 2020 г., а также предусмотрено государственное финансирование в размере более 28 млрд рублей. При этом в задаче 3 данной Программы указано, что в число приоритетных входит направление проработки методических аспектов развития энергетического комплекса. В частности, остается непроработанным

* Тимохин Д.В. – канд. экон. наук, доц. каф. экономики. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». 115409, г. Москва, Каширское ш., 31.

Иванова М.С. – старший преподаватель каф. экономики. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

Мякота Е.А. – инженер каф. экономики и менеджмента в промышленности, аспирант. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». kati79@list.ru.

методический аппарат сопоставления конкретных инвестиционных проектов, соответствующих заявленному в Программе тематическому перечню.

Рассмотрим, каким образом существующие методики стратегического планирования могут быть адаптированы к сфере современной энергетики России.

С точки зрения логики экономического развития сфера энергетики обладает следующими особенностями:

– более длительными сроками окупаемости инвестиционных проектов;

– ориентацией на глобальный рынок;

– электроэнергией, которая, являясь сырьем для большинства отраслей народного хозяйства, оказывает существенное влияние на все аспекты экономической жизни страны;

– существенной конкуренцией между технологическими решениями, предлагаемыми как национальными компаниями, входящими в структуру Росатома, так и зарубежными компаниями;

– высокой степенью монополизации отрасли, а также значительной ролью государства в организации функционирования предприятий сферы энергетики.

Таким образом, следует разработать необходимый инструмент, позволяющий осуществлять планирование энергетических проектов и проводить их сопоставительную оценку с учетом указанных выше особенностей.

В соответствии с концепцией «экономического креста», предложенной авторами [3], любой производственный процесс состоит из двух циклов – цикла переработки сырья (от добычи до утилизации) и цикла производственных мощностей (от строительства до сноса). Схематически этот процесс приведен на **рис. 1**.

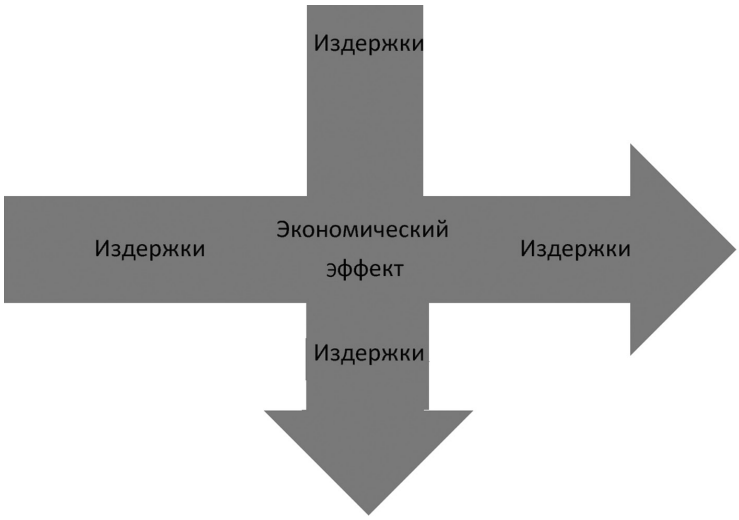

Рис. 1. Модель «экономического креста» производственного процесса
(Model «of economic cross» of the production process)

На основе данной методики, более подробно описанной в [3], можно разработать инструментарий, соответствующий специфике атомной отрасли и обеспечивающий возможность экономического анализа эффективности проектов в сфере энергетики и их планирования.

Пусть некоторый энергетический проект состоит из нескольких стадий (общее их число n), каждая из которых требует некоторых известных затрат времени и финансовых ресурсов (**рис. 2**).

С точки зрения финансового аналитика, экономическую эффективность данного проекта можно подсчитать на основе анализа дисконтированных потоков и затем, проведя сопоставительную характеристику с другими проектами, выбрать наилучший из них.

Однако при разработке проекта, реализуемого в соответствии с Программой «Энергоэффективность и развитие энергетики», возникают следующие особенности:

– проблематично подсчитать дисконтированный поток в связи с длительностью сроков окупаемости внедрения предлагаемых в рамках Программы технологий;

– необходимо оценить эффективность расходования государственных средств, что предполагает не только подсчет выручки по данному проекту, но и иные составляющие совокупного социально-экономического эффекта.

Определим основные и дополнительные параметры, по которым возможна оценка энергетического проекта. Для этого обозначим те уровни, на которых реализуется экономический эффект (**табл. 1**).

Как следует из материалов таблицы, большинство указанных параметров могут быть оценены либо финансово, либо в иных количественных показателях. При этом рассмотренные параметры могут быть оценены и сопоставлены только в рамках статической

Рис. 2. Схема инвестиционного проекта в энергетике с использованием модели «экономического креста»
(The scheme of the investment project in the energy sector using the model of «economic cross»)

Таблица 1

Статические уровни прогнозирования совокупного экономического эффекта энергетического проекта в рамках реализации Программы «Энергоэффективность и развитие энергетики»
(Static levels predict the total economic impact of energy projects in the framework of the Programme «Energy efficiency and energy development»)

Уровни	Параметры оценки	Вид оценки
Инвестор	Дисконтированные затраты за период	финансовая
В рамках проекта	Синергетический эффект, обусловленный доступностью инновационных проектов	–
	Возможность использования результатов проекта в других областях экономики	–
	Иные специфические для данного проекта параметры	–
	Возможность продолжения проведения исследований по проекту в «точках роста» науки	–
В рамках Программы	Синергетический эффект, обусловленный доступностью инновационных проектов	–
	Увеличение рентабельности в связи с ростом уровня технологической эффективности производства	–
	Снижение зависимости от иностранных технологий	финансовая, количественная
	Снижение рыночных цен на сырье и оборудование вследствие роста конкуренции между производителями	финансовая
	Иные специфические для данного проекта параметры	–
В рамках региона, страны	Снижение издержек в связи с ростом энергоэффективности	финансовая
	Рост уровня промышленного производства как результат доступности дешевых энергетических решений	финансовая, качественная, количественная
	Диверсификация национального экспорта и экономики в целом	финансовая, качественная
	Рост уровня экономической эффективности национальной экономики	финансовая, качественная
	Экономический эффект от участия национальных производителей в аутсорсинговых производственных цепочках, в первую очередь в рамках проектов Таможенного союза	финансовая, качественная, количественная
	Рост занятости, снижение расходов государства на поддержку депрессивных регионов вследствие оздоровления их экономики, в том числе уменьшение валового объема пособий по безработице	финансовая, количественная
	Увеличение налоговой базы	финансовая
	Иные специфические для данного проекта параметры	–
В рамках экономического благосостояния социума	Социальный эффект: рост востребованности специалистов высокой квалификации, в первую очередь инженерного профиля, иные специфические для данного проекта параметры	качественная, количественная

модели при условии, что большинство параметров модели не носят стахостического характера.

В целях обеспечения эффективности расходования бюджетных средств может быть предложен следующий критерий оценки абсолютной бюджетной эффективности проекта на фиксированном временном интервале:

$$\sum_{i=1}^{n} CFi \le \sum_{j=1}^{n} CFj \ , \qquad (1)$$

где n – количество инвестиционных проектов, по которым подана заявка от одного грантополучателя;

CF_i – денежные потоки, получаемые инвестором;

CF_j – финансовая оценка совокупного экономического эффекта, получаемого государством за анализируемый период.

В случае, если ни один из проектов не обладает абсолютной бюджетной эффективностью, предлагается использовать критерий относительной бюджетной эффективности. В этом случае наиболее привлекательным энергетическим проектом является тот, для которого

$$\frac{CFj}{\sum_{i=1}^{n} CFi} \to \max \ . \qquad (2)$$

Далее задача сводится к выбору оптимальных проектов при заданном бюджетном ограничении. При этом, если количество проектов в анализируемой модели приближается к числу оцениваемых параметров, возникает проблема мультиколлинеарности, что делает получаемые результаты недостоверными [4]. Кроме того, с нарастанием количества проектов экспоненциально увеличивается и количество ошибок модели. Рассмотрим графическую интерпретацию данной проблемы (**рис. 3**).

В случае, если все стадии некоторого энергетического проекта однозначно обусловливают друг друга и ранжированы хронологически, совокупный синергетический экономический эффект от них подсчитывается достаточно легко. Однако если однозначной технологической зависимости между проектами нет, как это чаще всего бывает для проектов с длительными сроками окупаемости, в том числе и в энергетике, представленный на рис. 3 алгоритм не работает. Например, проект атомной электростанции может быть как использован для собственных нужд, так и продан (отдан по контракту исключительной лицензии) третьей стороне. То есть в данном случае вероятность рассматриваемых энергетических проектов крайне усложняет процесс анализа и планирования расходов при имеющихся бюджетных ограничениях. В то же время данная

проблема может быть решена посредством применения модели «экономического креста» в случае, когда имеется ограниченное количество исходных инновационных проектов (их можно отобрать по формулам (1) и (2)), а также конечный результат (он прописан в Программе).

Таким образом, можно выделить следующие основные позиции, на которых основана сущность планирования и реализации проектов по Программе «Энергоэффективность и развитие энергетики»:

1. Для планирования развития энергетического комплекса страны и реализации Программы создаются стратегические планы (СП) по каждой из указанных в программе целей. В рамках каждого СП принимаются заявки от инноваторов, разработки которых актуальны с точки зрения цели этого СП (**рис. 4**).

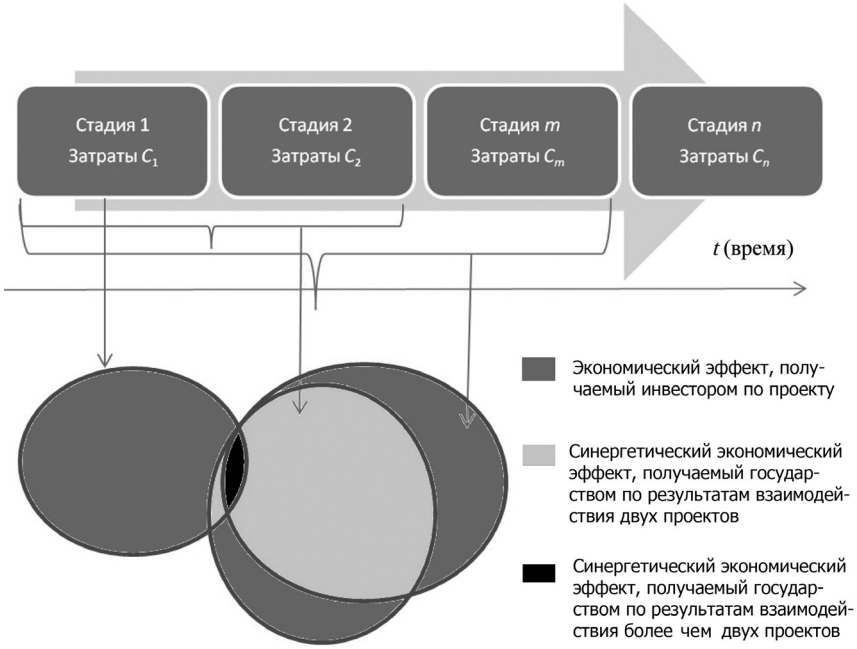

Рис. 3. Модель последовательного анализа совокупного экономического эффекта
(Model of sequential analysis the total economic impact)

Представленная схема показывает, что необходимо определить критерии отбора конкретных подлежащих финансированию разработок не только с точки зрения их доходности для инвестора, но и со стороны совокупного экономического эффекта для энергетики и экономики страны в целом, включая синергетический эффект от реализации их взаимодействия с другими участниками.

2. Разрабатывается и внедряется многофакторная модель технологического процесса (вертикальный и горизонтальный циклы «экономического креста») $\boldsymbol{F}=f(X_1, \ldots, X_k)$, где каждый из регрессоров имеет как технологическую, так и экономическую интерпретацию. Например, в атомной энергетике технологическое понятие «ядерное топливо» может быть интерпретировано следующим образом (**табл. 2**) [5].

В целях обеспечения транспарентности и интегрируемости всех подаваемых на грант научно-технических решений необходимо отобразить в заявке единство представления информации о характеристиках по указанным параметрам. Совокупность возможных к упоминанию характеристик приводится в Сводном перечне характеристик.

1. В заявке инноваторы подсчитывают экономическую эффективность в рамках Программы и указывают количественные показатели по параметрам, присутствующим в Сводном перечне характеристик.

2. Каждый из факторов X_k модели $F(X)$ представляется как $X(y_1 \ldots y_t)$, где y – параметры из сводного перечня характеристик. Варьируя y_t, можно подобрать такие характеристики, что $F(X)$ будет максимально возможной. При этом каждая из n разработок моделируется в соответствии с принципами расчета Булевской алгебры. После этого задача отбора оптимальных проектов сводится к простой задаче на максимизацию функции с ограничениями. Подробнее эта методика описана в [6].

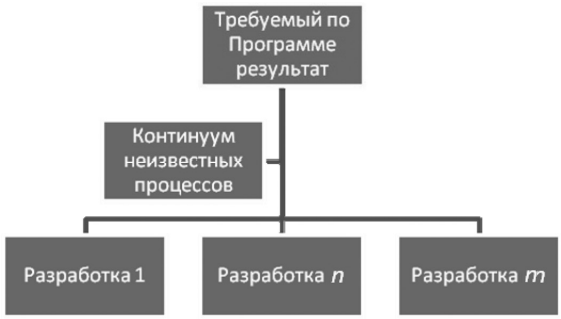

Рис. 4. Схема постановки задачи отбора оптимальных разработок в рамках долгосрочного прогнозирования энергетического комплекса России
(Scheme formulation of the problem of selection of optimal development in the long-term prediction of the energy complex of Russia)

Несмотря на методологическую простоту и наличие аппаратных и программных средств для реализации предложенной методики, роль руководителя СП в данном случае не может сводиться к выполнению механических алгоритмизированных функций. Руководитель СП, обладая высокой квалификацией, должен представлять структуру континуума неизвестных на момент моделирования процессов, которые носят вероятностный характер. В этом случае он может расширить Сводный перечень характеристик обязательными к заполнению пози-

Таблица 2

Характеристики понятия «ядерное топливо» как элементы регрессора многофакторной модели (фрагмент)

(Characteristics of the concept of «nuclear fuel» as elements of the regressor multivariate model (fragment))

Параметр	Единица измерения		Оценка
Физические характеристики	Руб/г чистого топлива		100.000
	Масса 1 м^3, кг		2
	Элемент (например, Ur)		Ur (215)
Порядок использования	Расход на 1 кВт/ч, кг		10^{-4}
	Расход на 1 кВт/ч, руб.		0,05 коп.
Сопутствующие отрицательные эффекты	Отход на 1 кВт/ч	Масса, кг	$0,6 \cdot 10^{-5}$
		Элемент	Ur
		Объем, м^3	10^{-3}
	Отход на 1 кВт/ч, руб.	При системе утилизации 1	$9,8 \cdot 10^{-3}$
		При системе утилизации 2	$9,3^{-3}$
Сопутствующие положительные эффекты	Рост выработки продукции по сравнению с базовым топливом марки 1	В кВт/ч	$13 \cdot 10^3$
		В руб.	35 000
	Рост доли РФ на рынке топлива	В руб.	$8,5 \cdot 10^8$
		% доли рынка	8,14
Иное	...		...

циями и присвоить им некоторые весовые коэффициенты. Рассмотрим указанный подход с участием руководителя СП на примере алгоритма.

Наилучшей формой организации фондов существующих технологических решений является облачная структура. В качестве оптимальной может быть рекомендована платформа, построенная по принципу *Alusta* [7]. Достоинством данной технологической платформы является то, что она способна работать с использованием разнородных элементов. В определенной мере в этом смысле возможна деятельность даже с патентным фондом Роспатента, хотя, разумеется, эффективность настоящей методики при этом снизится пропорционально количеству отсутствующих характеристик.

Предложенный на **рис. 5** алгоритм позволяет обеспечить учет всех имеющихся по данной тематике технологических решений и максимально автоматизировать отбор оптимальных технологий и их комбинаций. При этом функция аналитика сводится преимущественно к построению функции $F(X)$ и разработке (переработке) дорожной карты. С помощью данного алгоритма можно решить задачу по оптимизации стратегического плана развития энергоэффективных инноваций с учетом специфики энергетической отрасли по заранее заданным в дорожной карте параметрам и функции $F(X)$. Его также можно применять и в качестве вспомогательного инструмента при реализации эффективного взаимодействия между отдельными СП в случае, если Сводные перечни характеристик проектов в этих СП близкие. В данном случае фонд вспомогательных технических решений может использоваться как исходный материал при построении комплексной дорожной карты, а наилучшие решения по отдельным содержащимся в Сводном перечне характеристикам – выступать примерами для других.

Наиболее перспективным использованием настоящей методики является разработка комплексных энергетических программ «с нуля» в условиях ограниченности временного ресурса, когда необходимо сделать приблизительную оценку всей совокупности технологий и объемов необходимого финансирования. Примером такой программы является проект модернизации энергосистемы Крыма [8]. Использование предложенной методики в сочетании с методикой «экономического креста» позволит обеспечить устойчивое в долгосрочном периоде инновационное развитие энергетической системы республики и ранжировать предлагаемые отдельные технологические решения по степени интегрируемости в ее энергетическую систему, а также по времени их освоения.

Заключение

В настоящей статье предложен методический подход к организации процедуры отбора оптимальных разработок в сфере энергетики в случае, когда стандартные аналитические методы не учитывают отраслевую специфику, и приведен алгоритм планирования экономически эффективного проекта с использованием имеющихся предложений технологических разработок при фиксированном требуемом результате.

Предложены конкретные инструменты практической реализации указанной методики, и разработан рамочный алгоритм проведения отбора оптимальных с точки зрения комбинации имеющихся технологий. Достоинством предложенной методики является то, что она позволяет достигнуть результатов в случае, если энергетический проект предполагает использование разнородных технологических решений на достаточно длительном временном интервале, а также если каждая из конкурирующих технологий как превосходит, так и уступает другой по отдельно взятым параметрам.

Методика также позволяет провести пересчет показателей, характеризующих отдельное технологическое решение, через его эффективность как элемента конечной энергетической иннова-

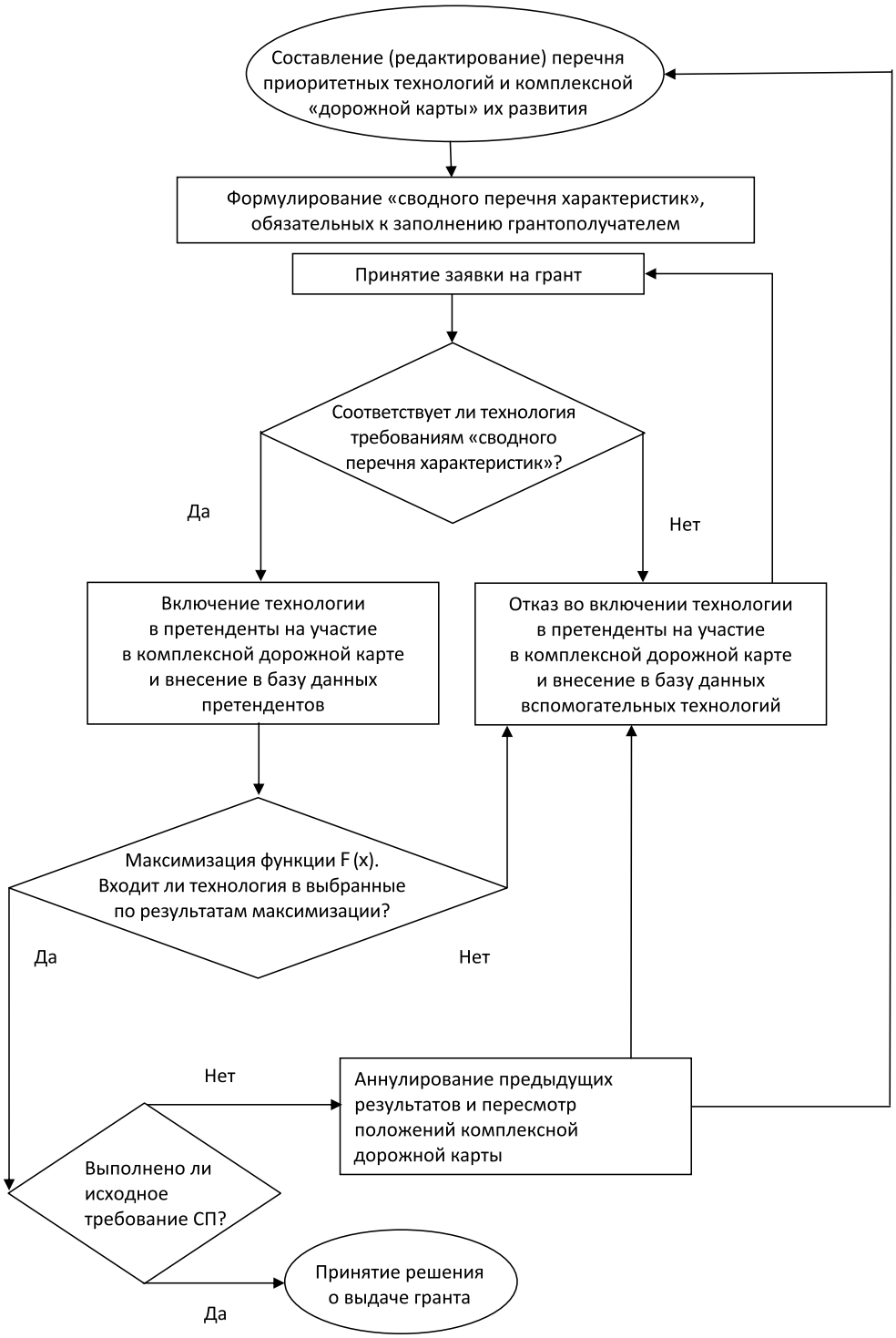

Рис. 5. Алгоритм организации работы СП по обеспечению коммерциализации энергоэффективных технологий
(Algorithm for the organization of the joint venture to ensure the commercialization of energy-efficient technologies)

ции в случае, если имеется несколько вариантов использования этого решения совместно с конкурирующими комплиментарными технологиями. Кроме того, указаны конкретные формы применения методического анализа, в том числе булевская алгебра логики, коэффициентный и кластерный анализы.

Предлагаемая методика может быть также использована как вспомогательный элемент при решении задач планирования в других областях.

Библиографический список

1. *Макаров А.А., Митрова Т.А., Кулагин В.А.* Долгосрочный прогноз развития энергетики Мира и России // Журнал ВШЭ. 2012. № 2. С. 172 – 214.

2. Прогноз развития экономики и энергетики России до 2040 г. По материалам Аналитического центра при Правительстве РФ и Института энергетических исследований РАН // Региональная энергетика и энергоснабжение. 2013. № 4. С. 34 – 40.

3. *Путилов А.В., Воробьев А.Г., Мякота Е.А., Тимохин Д.В., Разоренов М.Ю.* Методы совершенствования прогнозирования развития энергоснабжения месторождений полезных ископаемых // Цветные металлы. 2014. № 2. С. 11 – 18.

4. *Джеймс Дж. Хекман.* Смещение селективной выборки как ошибка спецификации // Прикладная эконометрика. 2013. № 31(3). С. 129 – 138.

5. *Путилов А.В., Воробьев А.Г., Разоренов М.Ю., Тимохин Д.В.* Использование метода «экономического креста» в расчетах потребности ядерного топлива для развития атомной энергетики // Цветные металлы. 2013. № 9. С. 18.

6. *Красильников Д.Е.* Программное обеспечение эконометрического анализа // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 3 (2). С. 231 – 238.

7. Alusta – архитектура облачного сервиса B2B Cloud // Baseware management. 2012. № 3 – 4(6). С. 5 – 8.

8. *Перминов Э.М.* Энергетика Республики Крым – состояние и проблемы развития // Энергетик. 2014. № 5. С. 7 – 10.

Ekonomika v promyshlennosti=Economy in the industry
2014, no. 3 (23) – July – September, pp. 63–69
ISSN 2072-1633

Improving tools of the economic analysis and planning in the energy sector

Timokhin D.V., Ivanova M.S., Myakota E.A – National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), 115409, Moscow, Kashirskoe shosse, 31. Russia. kati79@list.ru.

Abstract: The article discusses the specifics and problems associated with the economic analysis and planning in the energy sector in Russia. Considering the disadvantages arising from the application of standard methods of economic analysis and forecasting in the energy sector, an analytical method is developed that makes it possible to neutralize these disadvantages. The authors suggest a version of their «economic cross» method in order to improve the tools of economic analysis and planning in the energy sector in the context of of the new federal law «On the state strategic planning» and the program «Energy efficiency and energy development.» Peculiarities of planning and analysis in the energy sector, as well as the reasons why traditional approaches are not always effective are discussed. The technique allowing to complement traditional methods of planning and analysis in order to better comply with these procedures, the goals and targets set in the new federal laws and programs are described. The paper presents proposals for the work with information contained in applications for grants under the state programs, allowing the comparability of the proposed projects and the transparency of decision-making. An algorithm for evaluation, which allows to compare different projects taking into account the time factor is presented.

Keywords: planning, long-term strategic planning, budget financing, economic analysis, innovation, efficiency, energy, methods, criteria and evaluation parameters, algorithm for management decision.

References

1. Makarov A.A., Mitrova T.A., Kulagin V.A. Long-term forecast of the Energy of the World and Russia. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki*. 2012. no. 2. 172 – 214. (In Russ).

2. The Outlook for the Economy and Energy of Russia until 2040 According to the materials of the Analytical Center of the Russian Government and the Energy Research Institute of Russian Academy of Sciences. *Regional'naya energetika i energosnabzhenie*. 2013. no. 4. pp. 34 – 40. (In Russ).

3. Putilov A.V., Vorob'ev A.G., Myakota E.A., Timokhin D.V., Razorenov M.Yu. Methods to improve the prediction of supply of mineral deposits. *Tsvetnye metally*. 2014. no. 2. pp.11 – 18. (In Russ).

4. James J. Heckman. Offset selective sampling as specification error. *Prikladnaya ekonometrika*. 2013. no. 31(3). pp.129 – 138. (In Russ).

5. Putilov A.V., Vorob'ev A.G., Razorenov M.Yu., Timokhin D.V. The use of «economic cross» in the calculation needs nuclear fuel for nuclear power development. *Tsvetnye metally*. 2013. no. 9. p.18. (In Russ).

6. Krasil'nikov D.E. Software the econometric analysis. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo*. 2011. no. 3(2). pp. 231 – 238. (In Russ).

7. Alusta – architecture cloud service B2B Cloud. Baseware management. 2012. no. 3–4(6). (In Russ). pp. 5 – 8.

8. Perminov E.M. Energy of the Republic of Crimea – the condition and problems of development. *Energetik*. 2005. no. 5. pp. 7 – 10. (In Russ).

Information about authors: ***Timokhin D.V.*** – Candidate of Economics Sciences, Associate Professor; ***Ivanova M.S.*** – Senior Lecturer of, ***Myakota E.A.*** – Engineer, graduate student