

5. Косенко В.И. Разработка технологии ведения взрывных работ на карьерах с применением скважинных зарядов асимметричного действия: Дис... канд. тех. наук. 05.15.03. – Днепропетровск, 1995. – 146с.

6. Косенко В.И. Обоснование параметров скважинных зарядов при использовании взрывогидравлического эффекта в вводно-гравийной среде // Сб. научн. трудов НГАУ, том 4. – 1998. – С. 73-75.

**УДК 620.9.004.18**

А.Ф. Булат, В.Г. Перепелица, И.Ф. Чемерис,  
Д.Г. Подтуркин, М.Н. Кибкало

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЕКТОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

Наведені загальні положення розробленої методики оцінки та відбору енергозберігаючих проектів для об'єктів паливно-енергетичного комплексу. Оцінку пропонується проводити за допомогою трьох груп показників, які складають критерії: енергоефективності, економічної ефективності, реалізуємості. Розроблено механізм визначення показників і оцінки критеріїв, а також інтегральний показник ефективності проектів, який базується на визначенні середньозваженої величини від основних формуючих критеріїв. Запропоновано проводити відбір проектів за інтегральним показником.

## **METHODS OF ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF ENERGY CONSERVATION PROJECTS FOR THE OBJECTS OF FUEL-AND- ENERGY COMPLEX**

The principal statements of designed method of assessment and choice of fuel-and-energy projects for the objects of fuel-and-energy complex are represented. It is suggested to make assessment with the help of three groups of indicators, which reflect the following criteria: energy effectiveness, economic effectiveness and realizability. Mechanism of defining of indicators and assessment of criteria as well as integral indicator of effectiveness of the projects, which is based on defining of average suspended value taken from main forming criteria are developed. It is suggested to select projects on the base of integral indicator.

На пути к реализации стратегической цели – созданию конкурентоспособной экономики Украины и повышению уровня жизни граждан невозможно обойти вопрос снижения энергоёмкости национального продукта. Экономический и энергетический кризис 90-х годов существенно повлияли на снижение эффективности использования энергоресурсов во всех отраслях экономики Украины и привели к осознанию актуальности и безальтернативности реализации политики энергосбережения в государстве.

Энергосбережение и энергоэффективность, совместно с такими составляющими как развитие добычи собственных энергоресурсов, возможность использования различных видов местного топлива и нетрадиционных источников энергии, представляют собой основные факторы, влияющие на современную энергетическую безопасность Украины.

Реализация политики энергосбережения требует привлечения значительных материальных ресурсов. Учитывая существующую экономическую ситуацию в государстве, недостаточность бюджетных средств, выделяемых для финансирования энергосберегающих проектов, исключительное значение приобретает

вопрос создания механизмов финансового обеспечения энергосберегающих проектов.

Одной из основных составляющих системы эффективного коммерческого финансирования энергосберегающих проектов является создание механизма экономически обоснованного отбора инвестиционных проектов в области энергосбережения, который позволит адекватно определить риски различных проектов и создать базу для их корректного сопоставления.

Авторами разработана комплексная методика оценки эффективности и отбора наиболее эффективных энергосберегающих проектов для объектов топливно-энергетического комплекса.

При проведении оценки рассматриваются:

- эффективность технологий и оборудования с точки зрения ресурсоемкости, сохранения и рационального использования энергии;
- соответствие объектов экспертизы требованиям национальной экономической, оборонительной и экологической безопасности;
- реальность сроков внедрения объектов экспертизы и актуальность объектов на момент ее завершения;
- научно-техническая новизна объектов экспертизы;
- соответствие новых технологий, оборудования и материалов наилучшим отечественным и зарубежным аналогам;
- соответствие требованиям стандартизации и метрологии, нормам охраны труда, санитарно-гигиеническим нормам и требованиям технической безопасности.

Основными задачами, которые решаются при создании методики являются:

- определение и обоснование критериев отбора энергосберегающих проектов;
- определение показателей, формирующих каждый из критериев;
- выбор механизма определения показателей и методики оценки критериев;
- разработка интегрального показателя эффективности проектов энергосбережения;
- проведение отбора проектов на основе принятого интегрального показателя.

Осуществление отбора проектов в области энергосбережения является весьма сложной задачей, потому что не всегда высоким значениям показателей одной группы соответствуют высокие значения показателей других групп и наоборот.

Оценку энергосберегающих проектов предлагается проводить при помощи трех групп показателей, формирующих критерии:

- энергоэффективности;
- экономической эффективности;
- реализуемости.

Критерии проекта должны приниматься на основе анализа многих, возможно противоречивых, характеристик объекта.

Основные характеристики относятся к экономическим, экологическим и социальным последствиям реализации объекта в государстве, отрасли, регионе.

Дополнительные характеристики — определяют риски, связанные с реализацией объекта, которые отображают вероятность потери средств, которые будут вкладываться, вследствие различных социальных, политических и экономических причин.

На основании результатов проводимых исследований эффективности проектов энергосбережения определяются значения показателей эффективности и критериев оценки проектов по группировочному признаку. Для проведения дальнейших исследований с конечным результатом в виде возможности принятия решений по отбору проектов, необходимо проведение обработки полученных данных с целью создания однофакторной модели, которая упростит процесс выбора проектов энергосбережения.

Наиболее применяемым механизмом перехода от многофакторной модели к монофакторной является метод введения на базе множества показателей влияющих факторов одного интегрального показателя.

Для построения интегрального показателя эффективности проектов энергосбережения принята модель, основанная на определении средневзвешенной величины от основных формирующих критериев.

Кроме того, с целью приведения основных показателей эффективности энергосберегающих проектов в сопоставимый вид при формировании интегрального показателя эффективности, необходимо осуществить перевод количественных показателей в качественную форму.

Наиболее корректно осуществить перевод количественных показателей в качественную форму возможно используя метод весовых коэффициентов влияния, состоящий в том, что каждому показателю эффективности проекта ставится в соответствие его коэффициент влияния на интегральный показатель эффективности.

В таком случае, с учетом принятых допущений расчет интегрального показателя производится по формуле:

$$IP = P_{pa} \times \sum P_{Ai} A_i + P_{pe} \times \sum P_{Ei} E_i + P_{pr} \times \sum P_{Ri} R_i ,$$

где  $P_{pa}$  — коэффициент влияния фактора энергоэффективности;  $P_{Ai}$  — коэффициент влияния  $i$ -того показателя энергоэффективности проекта энергосбережения;  $A_i$  — показатель энергоэффективности проекта энергосбережения;  $P_{pe}$  — коэффициент влияния фактора экономической эффективности;  $P_{Ei}$  — коэффициент влияния  $i$ -того показателя экономической эффективности проекта;  $E_i$  — показатель экономической эффективности проекта;  $P_{pr}$  — коэффициент влияния фактора реализуемости проекта энергосбережения;  $P_{Ri}$  — коэффициент влияния  $i$ -того показателя реализуемости проекта;  $R_i$  — показатель реализуемости проекта.

Выбор значений множества коэффициентов влияния показателей энергоэффективности, экономической эффективности и реализуемости  $P_{pa}$ ,  $P_{Ai}$ ,  $P_{pe}$ ,  $P_{Ei}$ ,  $P_{pr}$ ,  $P_{Ri}$  основан на анализе альтернативных проектов.

В настоящей работе выбор коэффициентов влияния предлагается проводить экспертным путем с использованием механизмов получения и обработки данных экспертного опроса.

При этом для каждой группы сравниваемых проектов возможно определение уникального множества значений коэффициентов влияния, в зависимости от специфической направленности проектов и целей, поставленных перед проведением процедуры сравнения проектов.

Использование средневзвешенных величин в качестве интегральных показателей сравнения позволяет существенно упростить процесс расчетов и получения решения при сохранении достаточной степени корректности.

Для выполнения поставленной задачи необходимо провести комплексный анализ технологических, экономических, числовых и интегральных критериев, которые определяются расчетными методами и методами экспертных оценок.

При решении задач с факторами, которые поддаются измерению в численном виде, решение может быть получено на базе точных расчетов и строгих теоретических обоснований. Уровень определенности принятого решения достигается за счет соблюдения формализации и зависимости результатов от исходных данных.

Использование математического аппарата позволяет проводить отбор, основанный на полной и надежной информации. Это является основным преимуществом расчетных методов.

Однако формализация технико-экономических расчетов в области энергосбережения осложняется рядом особенностей. При решении многих задач простота использования математического аппарата часто оказывается более важным обстоятельством, чем предполагаемая точность результатов. Поскольку структура и процесс решения таких задач во многих случаях не могут быть достоверно определены, точность результатов решения не может превышать того, что заключено в самой проблеме и, следовательно, применение более сложного математического аппарата не гарантирует получения более точного результата. Следовательно, для задач, решаемых в условиях неопределенности, расчетный метод не всегда дает достоверные результаты.

В задачах, решение которых не может быть получено на базе точных расчетов ввиду многообразия факторов или вследствие того, что некоторые из них не поддаются измерению уровень неопределенности можно снизить за счет использования суждений специалиста и его способности принимать решения в условиях невозможности их полной формализации.

Примером таких задач могут служить ситуации выбора одного проекта из нескольких предлагаемых. При этом часто решение приходится принимать в условиях неполной, неточной или противоречивой информации, которая характеризует технологические особенности и экономические показатели проекта. Одним из наиболее приемлемых методов принятия решений в этом случае является метод экспертных оценок, поскольку самая сильная сторона этого метода заключается в том, что эксперты способны вполне надежно решать сложные проблемы, основываясь на неполных, неточных и даже противоречивых данных.

Нельзя не отметить, что метод экспертных оценок наряду с очевидными достоинствами имеет и недостатки. Иногда отдельные специалисты принимают во внимание факторы, которые являются малозначимыми и упускают более существенные. Мнения специалистов даже в одной узкой области могут расхожиться и не исключено, что на один и тот же вопрос можно получить различный ответ. Более того, однозначность ответов не является гарантией их обоснованности: нет способа проверить это в момент проведения экспертизы.

Также существует ряд причин психологического порядка, которые приводят к искажениям и смещениям экспертных оценок. При групповой экспертизе группа может оказывать влияние на отдельных ее членов, заставляя их соглашаться с мнением большинства, хотя они не уверены в правильности этого мнения. На принятие решения иногда влияет не количество аргументов «за» и «против», а их весомость.

Несмотря на некоторые недостатки, экспериментально установлено, что в ряде случаев при соблюдении определенных требований экспертная оценка более надежна, чем оценка на основе результатов точных расчетов.

В данной методике оценку эффективности проектов предполагается проводить с использованием расчетных методов и методов экспертных оценок.

Метод экспертных оценок состоит из трех основных этапов: выделение оценочных критериев, их ранжирование применительно к конкретной ситуации, определение весовых характеристик оценочных критериев для каждого из проектов (взвешивание), комплексная оценка проектов с учетом рангов и весов оценочных критериев и принятие решений (комплексная оценка).

Большое значение при экспертной оценке придается методам организации и проведения экспертиз. Наиболее простые из них – метод комиссий, суда и мозговой атаки, а один из самых разработанных, распространенных в практике экспертных оценок и применяемый в данной методике – метод Делфи.

На рисунке 1 представлена структурная схема показателей, формирующих критерии оценки эффективности проектов энергосбережения.

### **1. Энергоэффективность.**

Для оценки энергоэффективности используются следующие показатели:

- 1) *Совокупная экономия топлива* (т.у.т.) – сокращение расхода топлива, выражающееся в снижении его удельного расхода на производство продукции, выполнение работ и оказание услуг установленного качества.
- 2) *Экономия топливно-энергетических ресурсов на время реализации проекта*, которая определяется отношением совокупной экономии энергоресурсов ко времени осуществления проекта (т.у.т./год)
- 3) *Экономия топливно-энергетических ресурсов на общие затраты по проекту* – отношение совокупной экономии энергоресурсов к вложениям в проект (т.у.т./тыс. долл.)

| ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА   |   |  |
|---|---|--|
| Энергоэффективность   | Экономическая эффективность   | Реализуемость                          |
| 1. Совокупная экономия топлива, (т.у.т.).   | 1. Экономия средств в результате внедрения проекта, (тыс. долл. США).   | 1. Капиталоемкость, (долл./ед. прод.). |
| 2. Экономия топливно-энергетических ресурсов на время реализации проекта, (т.у.т./год).                   | 2. Эффективность инвестиций.  | 2. Энергоемкость, (Мдж/ед.прод.).      |
| 3. Экономия топливно-энергетических ресурсов на общие затраты по проекту, (т.у.т./тыс. долл.).            | 3. Эффективность и экономия средств в период реализации проекта, (тыс. долл./год).  | 3. Капиталоотдача, (ед. прод./долл.).  |
| 4. Экономия всех видов топливно-энергетических ресурсов на каждый сэкономленный энергоресурс, (т.у.т.).   | 4. Прибыль предприятия, обусловленная внедрением проекта, (тыс. долл.).   |  |
| 5. Отношение теоретического потенциала энергосбережения к технологически доступному потенциалу, (т.у.т.). | 5. Показатели финансово-экономической эффективности проекта:<br>5.1. Чистый дисконтированный доход, (тыс. долл.);<br>5.2. Индекс доходности;<br>5.3. Внутренняя норма доходности;<br>5.4. Дисконтированный срок окупаемости, (лет). |  |

Рис. 1 - Структурная схема показателей, формирующих критерии оценки эффективности проектов энергосбережения.

4) *Экономия всех видов топливно-энергетических ресурсов на каждый сэкономленный энергоресурс.* Определяется как отношение общей экономии энергоресурсов (т.у.т.) к экономии отдельных видов энергоресурсов (т.у.т.).

5) *Отношение теоретического потенциала энергосбережения* (максимальная экономия топливно-энергетических ресурсов, которая может быть получена за счет ликвидации всех видов потерь энергии [1] (т.у.т.)) *к технологически доступному потенциалу энергосбережения* (максимальная экономия топливно-энергетических ресурсов, которая может быть получена при применении тех-

нических и технологических новаций, способствующих снижению потребления энергии, т.у.т.).

## 2. Экономическая эффективность.

Характеризуется следующими показателями:

1) *Экономия средств*, получаемая в результате внедрения проекта, которая включает экономию топлива; энергоресурсов, необходимых для производства продукции; сырья и материалов; затрат на амортизацию основных производственных фондов; рабочей силы; экономию средств на охрану окружающей среды во время производства продукции (тыс. долл.).

2) *Эффективность инвестиций*, выражается отношением величины сэкономленных в результате реализации проекта средств к общим капитальным вложениям в проект.

3) *Степень эффективности и экономия средств в период реализации проекта* определяется отношением сэкономленных средств к длительности проекта (тыс.долл/год).

4) *Прибыль, остающейся в распоряжении предприятий*, та ее часть, изменение которой непосредственно обусловлено внедрением энергосберегающего проекта. Определяется с использованием метода сравнения экономических показателей деятельности предприятия до и после реализации проекта по энергосбережению [2], (тыс. долл.):

$$\Delta\Pi_t = \Pi_t - \Pi_{ot},$$

где  $\Pi_t, \Pi_{ot}$  – показатели прибыли предприятия в  $t$ -м году при реализации и без реализации рассматриваемого энергосберегающего проекта.

В общем случае увеличение прибыли, остающейся в распоряжении предприятия, в году  $t$  за счет реализации проекта определяется по формуле:

$$\Delta\Pi_t = C_t^T \Delta B_t^T + C_t^u \Delta Q_t^u + C_t^e \Delta W_t^e + \Delta\Pi_t^{exp} - (U_t^{MЭ} + eK^{MЭ}) + \Delta l_t,$$

где  $C_t^T$  – цена сэкономленного условного топлива по действующим тарифам в году  $t$ ;  $\Delta B_t^T$  – уменьшение поставок условного топлива на предприятие в году  $t$  в результате реализации энергосберегающего проекта;  $C_t^u$  – тариф на покупную теплоэнергию в году  $t$ ;  $\Delta Q_t^u$  – сокращение потребления тепла со стороны в году  $t$  за счет реализации проекта;  $C_t^e$  – тариф на электроэнергию, получаемую из энергосистемы, в году  $t$ ;  $\Delta W_t^e$  – сокращение потребления электроэнергии от энергосистемы в году  $t$  за счет реализации проекта;  $\Delta\Pi_t^{exp}$  – сокращение платежей предприятия за загрязнение окружающей среды в году  $t$  за счет реализации проекта;  $U_t^{MЭ}, K^{MЭ}$  – текущие затраты в году  $t$  и капитальные вложения, связанные с эксплуатацией, приобретением и установкой энергосберегающего оборудования;  $e$  – внутренняя норма эффективности;  $\Delta l_t$  – уменьшение эксплуатационных затрат на предприятии в году  $t$ , обусловленных реализацией проекта, кроме расходов по обслуживанию энергосберегающего оборудования.

5) *Показатели финансово-экономической эффективности инвестиционных проектов.*

5.1. *NPV (Net Present Value) – чистый дисконтированный доход* – превышение приведенных сумм поступлений доходов от реализации продукции над суммой затрат, приведенных к первому году (началу реализации продукции), (тыс. долл.).

$$NPV = \sum_{t=0}^T \Delta P_t (1+d)^{-t},$$

где  $T$  – горизонт расчета – (как правило, продолжительность жизненного цикла проекта, включая строительство объекта и эксплуатацию основного технологического оборудования);  $\Delta P_t$  – разность доходов и затрат в течение интервала времени  $t$  (шага расчета);  $d$  – коэффициент дисконтирования (норма дисконта).

5.2. *PI (Profitability index) - индекс доходности* – отношение суммы приведенных эффектов (поступлений) к величине суммы дисконтированных капиталовложений.

5.3. *IRR (Internal Rate of Return) – внутренняя норма доходности* – величина нормы дисконта, при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям.

При  $NPV > 0$  и  $IRR = D_I$  – рассмотрение проекта целесообразно,  $D_I$  – требуемая инвестором норма дохода на капитал.

5.4. *PBP – дисконтированный срок окупаемости*, (лет) – минимальный временной интервал от начала реализации проекта, за пределами которого  $NPV > 0$ .

### **3. Реализуемость проекта.**

Показатели реализуемости проекта позволяют оценить его технологические особенности, правовую сторону, финансовую структуру и т.д.

#### **1) Определение инновационных рисков.**

Методы определения эффективности инвестиций не учитывают фактор риска, что делает результаты анализа неадекватными экономическим реалиям. Поэтому в зарубежной практике принято при оценке эффективности инвестиций с использованием вышеизложенных методов, делать поправку на риск.

При этом под инвестиционным риском понимается вероятность возникновения непредвиденных финансовых потерь (снижение прибыли, доходов, потери капитала и т.п.) в ситуации неопределенности условий инвестиционной деятельности [3].

Виды инвестиционных рисков довольно многообразны. Принято различать следующие виды рисков:

- *экономический.* К нему относится риск, связанный с изменением экономических факторов. Так как инвестиционная деятельность осуществляется в экономической сфере, то она в наибольшей степени подвержена экономическому риску;

- *политический.* К нему относятся различные виды возникающих админист-



ративных ограничений инвестиционной деятельности, связанных с изменениями осуществляемого государством политического курса;

- *социальный*. К нему относится риск забастовок, осуществления под воздействием работников инвестируемых предприятий различных социальных программ и другие аналогичные виды рисков;

- *экологический*. К нему относится риск различных экологических катастроф и бедствий, отрицательно сказывающихся на деятельности инвестируемых объектов;

- *риск реального инвестирования*. Риск, связанный с неудачным выбором места расположения строящегося объекта, перебоями в поставке строительных материалов и оборудования, существенным ростом цен на инвестируемые товары и другими факторами, задерживающими ввод в эксплуатацию объекта инвестирования или снижающими доход в процессе его эксплуатации;

- *риски финансового инвестирования*. Этот вид рисков возникает в связи с непродуманным подбором финансовых инструментов для инвестирования, финансовыми затруднениями или банкротством отдельных эмитентов, непредвиденными изменениями условий инвестирования, прямым обманом инвесторов и т.д.

- *систематический*. Этот вид риска возникает для всех участников инвестиционной деятельности и всех форм инвестирования. Он определяется развитием экономики, изменениями в налоговом законодательстве и другими факторами, на которые инвестор не может повлиять при выборе объектов инвестирования;

- *несистематический* (или специфический). Этот вид риска присущ конкретному объекту инвестирования или конкретному виду деятельности конкретного инвестора. Он вызывается как внешними, так и внутренними для этой фирмы или объекта факторами;

- *другие виды рисков*.

Поправка на риск, независимо от его вида может измеряться различными методами: путем расчета среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации,  $\Gamma$  - коэффициента, экспертным путем и т. д. Расчет риска производится с использованием методов:

- анализа чувствительности реагирования;
- модели оценки капитальных активов (МОКА).

## 2) Показатели эффективности технологии.

В проекте должны оцениваться альтернативные технологии, чтобы определить наиболее подходящую. Эта оценка должна быть связана с производственной мощностью и начинаться с количественной оценки выпуска продукции. Затем оценивается влияние альтернатив технологии на капиталовложения и издержки производства для планового периода. Технология должна быть проверенной и использованной в производственном процессе.

В качестве показателей, характеризующих эффективность технологии используются:

2.1. *Капиталоемкость*, рассчитываемая как общая сумма капитальных вложений на единицу производимой продукции (долл./ед. прод.)

2.2. *Энергоемкость* [4], (МДж/ед. прод.). Полная энергоемкость продукции вычисляется по формуле:

$$e=e_E+e_m+e_\phi+e_p+e_o,$$

где  $e_E$  – полная энергоемкость энергоресурсов, необходимых для производства продукции, МДж/ед. прод.;  $e_m$  - полная энергоемкость сырья и материалов, необходимых для производства продукции, МДж/ед. прод.;  $e_\phi$  - полная энергоемкость основных производственных фондов, амортизированных во время производства продукции, МДж/ед. прод.;  $e_p$  - полная энергоемкость воспроизводства рабочей силы во время производства продукции, МДж/ед. прод.;  $e_o$  - полная энергоемкость охраны окружающей среды во время производства продукции, МДж/ед. прод.

2.3. *Капиталоотдача* – показатель, характеризующий эффективность инвестиций, определяется величиной годового выпуска продукции, созданной в результате инвестирования единицы капитала, (ед. прод./долл.).

Своевременное проведение комплекса мероприятий по энергосбережению для объектов топливно-энергетического комплекса возможно лишь при научно обоснованном подходе к анализу, оценке и отбору энергосберегающих проектов. Разработанный механизм позволяет решать такие задачи, определять риски различных проектов, их возможную эффективность и на основе сопоставления результатов расчетов определять целесообразность реализации наиболее эффективных технических решений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Енергоощадність. Терміни та визначення/Державний стандарт України. – ДСТУ 2420 – 94.
2. Энергосбережение. Методы определения экономической эффективности мероприятий по энергосбережению/ Государственный стандарт Украины. – ДСТУ 2155 – 93.
3. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент. Киев: Итем-ТД. – 1995.
4. Енергозбереження. Методика визначення повної енергоемності продукції, робіт та послуг/ Державний стандарт України. – ДСТУ 3682 – 98 (ГОСТ 30583 – 98).-