

Методология управления энергоэффективностью предприятий (организаций) в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов

© 2012 В.М. Рамзаев

доктор экономических наук

© 2012 И.Н. Хаймович

доктор технических наук, профессор

© 2012 П.В.Чумак

Международный институт рынка, г. Самара

E-mail: kovalek68@mail.ru

Статья посвящена решению вопросов управления энергоэффективностью предприятий (организаций) в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов на основе математических моделей, что позволяет количественно оценить повышение конкурентоспособности за счет реализации энергомодернизаций, дисконтированную стоимость и интегральный уровень организационно-технологического риска энергомодернизаций. Просчитываются различные варианты финансирования программы стимулирования рационального использования энергетических ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность предприятий, инвестиционные ресурсы, математические модели, энергомодернизация, интегральный риск.

Современные тенденции мирового экономического развития во многом определяются требованиями использования энергоэффективных технологий и возобновляемых источников энергии.

Под энергетической эффективностью будем понимать отношение полезного эффекта от использования энергоресурсов к затратам этих ресурсов на получение данного эффекта. Энергосбережением является реализация мер, направленных на уменьшение использования энергетических ресурсов при сохранении полезного эффекта от их использования.

В настоящее время разработана определенная законодательная база регулирования вопросов энергосбережения и энергоэффективности.

В качестве объектов повышения энергоэффективности можно выделить: производство и технологии, учреждения, домохозяйства, места общественного пользования, продукция потребления. Развитие отечественной экономики в данном направлении во многом сдерживается отсутствием научно обоснованных подходов и инвестиционных механизмов реализации энергомодернизации. Под энергомодернизацией будем понимать мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности посредством реализации инновационных проектов.

Таким образом, задача энергоменеджмента фактически превращается в задачу эффективного управления инвестициями в реализацию энергомодернизации, ориентированную на повышение конкурентоспособности организации.

Инновации, инвестиции и технологии определяют энергоэффективность, которая, в свою очередь, определяет конкурентоспособность предприятия и выпускаемой продукции. Декомпозиция факторов энергоэффективности предприятий позволила выделить три группы: организационные, технологические и экономические факторы. Таким образом, методология управления энергоэффективностью предполагает решение триединой задачи. Ее реализация представляет собой последовательность следующих этапов:

- 1) формирование и анализ энергетических балансов;
- 2) оценка и выбор энергосберегающих организационных мероприятий по критерию приоритетности;
- 3) оценка и выбор энергоэффективных мероприятий по критерию экономии энергоресурсов и энергоносителей;
- 4) оценка эффекта от инвестиционных проектов энергомодернизации с учетом организационно-технологических рисков;

5) выбор инвестиционных проектов энерго-модернизации на основе конкурсных механизмов распределения ресурсов;

6) выбор программы привлечения инвестиционных средств из разных источников финансирования;

7) реализация энергомодернизации и оценка эффективности выполненных мероприятий за счет уменьшения себестоимости продукции;

8) реализация образовательных программ повышения компетенции граждан, специалистов и руководителей всех уровней в области энерго-эффективности.

Дальнейшая декомпозиция процесса управления энергоэффективностью организации позволила выявить его состав и структуру (табл. 1).

$$\begin{aligned}
 \Delta KS &= (\xi_1 \cdot f_1(Q, Rank_{опз}^{onm}) + \xi_2 \cdot f_2(L, Risk) + \\
 &+ \sum_{i=1}^k Rank_i + \Theta) \rightarrow \max \\
 f_1(Q, Rank_{опз}^{onm}) &= \xi_1 \frac{\sum_{i=1}^k Q_{mi} \cdot Rank_{опzi}^{onm}}{Q_{mcp}^{np}} + \\
 &+ \xi_2 \frac{\sum_{i=1}^k Q_{эi} \cdot Rank_{опzi}^{onm}}{Q_{эcp}^{np}} + \xi_3 \frac{\sum_{i=1}^k Q_{тэi} \cdot Rank_{опzi}^{onm}}{Q_{тэcp}^{np}} \\
 f_2(L, Risk) &= \xi_1 \frac{\sum_{i=1}^k KV_i \cdot Risk_i}{KV_{cp}^{np}} + \xi_2 \frac{\sum_{i=1}^k U_i \cdot Risk_i}{U_{cp}^{np}} + \\
 &+ \xi_3 \frac{\sum_{i=1}^k \tau_i \cdot Risk_i}{\tau_{cp}^{np}} \\
 0 \leq \xi_i \leq 1, \quad i = 1, 8; \quad \sum_{i=1}^8 \xi_i &= 1,
 \end{aligned}$$

Таблица 1. Таблица критических факторов успеха (КФУ) для мероприятий по энергоэффективности

Организационная последовательность мероприятий ($Rank_{опз}$)	Экономия суммарного энергоносителя	Инвестиции (I)	Эксплуатационные расходы (U)	Время достижения эффекта (τ)	Дисконтированная стоимость (L)	Организационно-технический риск мероприятий ($Risk$)	Суммарный ранг мероприятий ($Rank$)
1	Q_1	I_1	U_1	τ_1	L_1	$Risk_1$	$Rank_1$
...
k	Q_k	I_k	U_k	τ_k	L_k	$Risk_k$	$Rank_k$
Итого	$\sum Q_i$	$\sum I_i$	$\sum U_i$	$\sum \tau_i$			

В первом столбце таблицы представлены организационные факторы реализации энергомодернизации, проранжированные по критерию приоритетности с использованием методов оценки устойчивости и оптимальной очередности.

Суммарная экономия энергоносителей представляет собой эффект от управления технологическими факторами. Результат управления экономическими факторами определяется показателем дисконтированной стоимости инвестиций, направленных в проекты энергомодернизации, а также мультипликативным эффектом от льгот и преференций со стороны государства.

Отдельно необходимо учитывать организационно-технологические риски процесса управления энергоэффективностью. Экономические риски учитываются в показателе дисконтированной стоимости.

Управление энергоэффективностью организации должно быть ориентировано на рост его конкурентоспособности. Модель оценки повышения конкурентоспособности за счет реализации энергомодернизаций показана в математической модели вида

где KS - конкурентоспособность;

Q_m - экономия топлива по элементу;

$Q_э$ - экономия электроэнергии по элементу;

$Q_{тэ}$ - экономия тепловой энергии;

KV - капитальные вложения в энергосберегающее мероприятие;

$Rank_{опzi}$ - элемент организационной последовательности мероприятия;

U - эксплуатационные расходы на мероприятие;

τ - время достижения эффекта от мероприятия;

L - дисконтированная стоимость от инвестиций на мероприятие;

$Risk_i$ - организационно-технологический риск от инвестиционного проекта по мероприятиям;

$Rank$ - общий ранг мероприятия по сумме организационных, экономических и технических характеристик;

$...cp$ - средние значения указанных величин по аналогичным предприятиям;

ξ - коэффициент значимости фактора (определяется из опроса экспертов);

Θ - эффект от льгот и преференций государства.

Целевой функцией модели выступает приращение конкурентоспособности организации, определяемое функциями управления организационными, технологическими и экономическими

ми факторами энергоэффективности. Вид данных функций представлен ниже.

Основным ограничением модели является размер инвестиционных ресурсов, направляемых на реализацию проектов энерго модернизации. Источниками финансирования инвестиций в области энергоэффективности являются: собственные средства предприятия, заемные и привлеченные средства, средства внешних инвестиционных фондов, налоговые льготы и преференции государства.

Размер инвестиций, необходимый для реализации энерго модернизации, учитывается при определении дисконтированной стоимости проектов. Модель оценки дисконтированной стоимости представлена в математической модели вида

$$\left\{ \begin{array}{l} L_m(\phi) = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \frac{PV_n^{\text{inf}}}{(1+r^{\text{inf}})^n} \cdot \frac{1}{IR} \cdot \phi_{im} \\ m = 1, \dots, M, \quad n = 1, \dots, N \\ PV_n^{\text{inf}} = (R_n - Z_n)(1+f) \\ r^{\text{inf}} = (1+r^{\text{alt}})(1+f) - 1 \\ \sum_{n=1}^N Z_n \leq IR, \quad n \in [1, \dots, N], \end{array} \right.$$

где T_n - срок реализации n -го инвестиционного проекта;

PV_n^{inf} - текущая стоимость инвестиционного проекта в n -м периоде с учетом инфляции (включает снижение себестоимости продукции);
 IR - размер инвестиционного ресурса, выставленного на конкурсное распределение;

$L_m(\phi)$ - относительный индекс рентабельности инвестиционного проекта;

N - число периодов реализации инвестиционного проекта;

M - число энергоэффективных мероприятий на предприятии;

R_n - результат инвестирования в n -м периоде реализации проекта;

f - общий уровень инфляции в стране;

Z_n - требуемые вложения в n -м периоде реализации инвестиционного проекта;

r^{inf} - ставка дисконтирования с учетом инфляции;

r^{alt} - средняя доходность по альтернативным вложениям;

ϕ_{im} - весовой коэффициент i -го элемента вектора энергоэффективных мероприятий.

Мероприятия, ориентированные на повышение энергоэффективности, характеризуются неким уровнем организационно-технологического

риска, который определяется квалификацией персонала, его готовностью к изменениям, наличием технологических возможностей и прочими параметрами. Модель оценки интегрального уровня организационно-технологического риска энерго модернизации имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} Risk^{\text{int}}(\bar{\phi}) = Risk_1 \cdot \phi_1 + Risk_2 \cdot \phi_2 + \\ + \dots + Risk_N \cdot \phi_N \rightarrow \min \\ \phi_n \in \{0,1\}, n \subseteq [0,1] \\ Risk_n = \frac{\sum_{j=1}^J Risk_n^j}{k}; n \subseteq [1 \dots N], \\ j \subseteq [0 \dots J] \\ Risk_n \leq Risk_{\min}, \sum_{n=1}^N \phi_n = \Phi, \end{array} \right.$$

где $Risk_n$ - общий интегральный показатель риска, соответствующий n -му мероприятию;

$Risk^{\text{int}}$ - интегральный риск;

Φ - емкость портфеля энергоэффективных мероприятий в результате реализации инвестиционного проекта;

$Risk_n^j$ - риск по j -му частному критерию.

После выявления совокупности необходимых энерго модернизаций перед руководством организаций и муниципальных объединений встает задача послепроектного распределения ограниченного инвестиционного ресурса. Оптимальное решение данной задачи требует использования механизмов конкурсного отбора. Основой конкурсного механизма распределения является выявление критерия соответствия проекта с последующим ранжированием проектов от максимального значения критерия к минимальному. Модель отбора проектов энерго модернизаций имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} Rank^{\text{int}}(\bar{\phi}) = \sum_{i=1}^N S_n \cdot w_i \cdot \phi_n \rightarrow \max \\ S_i = \frac{Rank_{opzi} \cdot Q_i \cdot L_i \cdot P_i}{I_i \cdot Risk_{opz-techni}} \cdot w_n \\ \sum_{i=1}^k I_i \leq IR \\ \sum_{n=1}^N \phi_n = \Phi, n \subseteq [1 \dots N]; \phi_n \in (0;1), \end{array} \right.$$

где $Rank$ - ранг портфеля энергоэффективных мероприятий с учетом технических, организационных и экономических параметров;

w_n - параметр соответствия проекта нормативным показателям энергоэффективности;

S_n - величина, показывающая влияние дисконтируемой стоимости на единицу энергоэффективности с учетом ранга организационного мероприятия и организационно-технических рисков;

$Rank_{orgi}$ - ранг элемента организационной последовательности энергоэффективных мероприятий;

Q - суммарная экономия энергоносителя;

L_n - величина дисконтируемой стоимости для элемента;

$Risk_{org-техн}$ - значение организационно-технического риска для мероприятия;

I_i - инвестиционные вложения в мероприятие;

IR - инвестиционный ресурс предприятия на цели энерго модернизаций;

ϕ_n - вектор заявок инвестиционных проектов.

Целевая функция модели - интегральный критерий отбора - определяется рангами эффекта управления организационными, технологическими и экономическими факторами энергоэффективности, размером необходимых инвестиций, уровнем организационно-технологического риска. Предварительный отбор инвестиционных проектов энерго модернизации осуществляется по параметру омега (ω), характеризующему соответствие проекта нормативным показателям энергоэффективности, установленным в законодательном порядке.

Проект, имеющий максимальное значение интегрального критерия отбора, получает инвестиционный ресурс в полном объеме. Остаток ресурса направляется во второй, третий и так далее по значению критерия проект до момента полного исчерпания инвестиционного фонда финансирования энерго модернизации организаций.

В предыдущей модели оценка проекта по энерго модернизации проводилась с учетом интересов муниципального образования, а если рассмотреть задачу с учетом интересов предприятий и организаций, то модель привлечения инвестиционных ресурсов будет другая.

Источниками финансирования программы стимулирования рационального использования энергетических ресурсов для предприятия и организации могут быть: собственный капитал, заемный капитал из средств банков (например, Сбербанк), привлеченный капитал в форме прямых инвестиций из средств муниципальных бюджетов или целевого государственного финансирования из средств специальных федеральных агентств по энергосбережению и энергоэффективности.

Реализация программы стимулирования рационального использования энергетических ресурсов связана с дисконтированной стоимостью и может быть представлена в трех вариантах:

- консервативный вариант (К), когда предприятие не принимает дополнительные риски на себя, т.е. используются привлеченные средства в виде прямых инвестиций или целевого финансирования;

- агрессивный вариант (А), когда предприятие принимает на себя дополнительные риски, т.е. 60 % программы финансируются из заемных средств; 40 % - из собственных;

- умеренный вариант (У), когда предприятие частично на себя принимает дополнительные риски, вариант соответствует следующим отношениям: 40 % финансируется из собственных средств; 20 % - из заемных средств; 40 % - привлеченных средств.

Основным показателем оценки работы программы стимулирования мер по энергоэффективности является показатель изменения средневзвешенной стоимости капитала:

$$WACC = UD_{нк} \cdot C_{нк} + UD_{ск} \cdot C_{ск} + UD_{зк} \cdot C_{зк},$$

где UD - удельный вес соответствующего типа капитала в финансовое мероприятие программы, доли;

C - цена соответствующего типа капитала, %.

Цена каждого вида капитала на сегодня с учетом риска составляет: по заемному капиталу - 28 %; по собственному капиталу - 9 %; по привлеченным средствам - около 6 %. В итоге расчета средневзвешенной стоимости капитала по трем вариантам программ стимулирования мер по энергоэффективности оптимальным оказался консервативный вариант, но из-за нестабильности долгосрочных инвестиций, из-за нежелания делить прибыль выбираем умеренный. Вторым показателем оценки работы программы стимулирования мер по энергоэффективности является снижение производственной себестоимости продукции, которое связано с изменением средневзвешенной стоимости капитала. Расчеты на промышленном предприятии СМЗ "Alcoa" (г. Самара), выпускающем продукцию в виде баночной ленты, позволили выявить следующую тенденцию (табл. 2), которая продемонстрировала значительное снижение себестоимости продукции за счет экономии энергетических ресурсов - около 7 % в течение 5 лет.

Повышение энергоэффективности производств, домохозяйств, территорий и государства в целом невозможно без формирования соответствующей компетенции граждан Российской Федерации. Нехватка информации, незнание ос-

Таблица 2. Связь изменения производственной себестоимости со средневзвешенной стоимостью капитала

Период времени	Снижение производственной себестоимости, %	Изменение средневзвешенной стоимости капитала, %
1 год	0,26	+2,7
2 год	1,74	+0,6
3 год	3,16	-0,04
4 год	5,06	-1,07
5 год	6,84	-4,78

новых принципов энергосбережения существенно затрудняют процесс внедрения энергоэффективных мероприятий. Необходимы разработка и реализация образовательных программ и проектов социальной рекламы, ориентированных на формирование компетенции “энергоэффективность” на всех уровнях - в органах власти, бизнесе и промышленности, домохозяйствах, образовательных учреждениях.

1. Дубовцев Д.Г. Атомная энергетика как “опорная точка” инновационного развития экономики // Экон. науки. 2012. □ 1 (86). С. 34-38.

2. Хансевичев Р.И. Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду // Экон. науки. 2012. □ 1 (86). С. 130-134.

3. URL: <http://rsexpert.ru>.

4. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Методика оценки и выбора энергосберегающих мероприятий по критерию очередности при обследовании промышленных предприятий // Актуальные проблемы современного социально-экономического развития: сб. тезисов 6-й Междунар. науч.-практ. конф., 27-28 мая 2011 г. Самара, 2011. С. 133-134.

5. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Методологические подходы и механизмы управления энергоэффективностью и повышения конкурентоспособности предприятий // Актуальные проблемы современного социально-экономического развития: сб. тезисов 5-й Междунар. науч.-практ. конф., 27-28 мая 2010 г. Самара, 2010. С. 110-111.

6. Крутилин В.И. Методы повышения эффективности системы управления организацией на основе процессного подхода // Сегодня и завтра российской экономики. 2009. □ 31.

Поступила в редакцию 03.01.2012 г.