

УДК 330.341.1:338.246

**К.А. Ермолаев**

ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Казань,  
Россия

ermolaev.kirill.a@gmail.com

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМИ  
ПРОЕКТАМИ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
STATEMENT OF THE PROBLEM OF MANAGEMENT OF ASSOCIATED  
PROJECTS IN THE FIELD OF ENERGY SAVING AND ENHANCING  
ENERGY EFFICIENCY**

**Аннотация:** В исследовании представлена классификация проектов в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности в зависимости от типа возможной взаимосвязи между ними. Она включает взаимоисключающие, взаимовлияющие и взаимодополняющие проекты. Для каждого из них описаны особенности принятия управленческих решений по их реализации при различных вариантах позиционирования процессов энергосбережения и повышения энергоэффективности на предприятии. Представлена математическая постановка задачи, решение которой направлено на оптимизацию разрабатываемой программы энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятия в условиях его инновационного развития.

**Abstract:** The study presents a classification of projects in the field of energy conservation and energy efficiency, depending on the type of possible relationship between them. It includes alternative, influential and complementary projects. For each of them, the features of making decisions about their implementation are described with different variants of positioning energy saving processes and energy efficiency improvement at the enterprise. A mathematical formulation of the problem is presented, the solution of which is aimed at optimizing the developed program of energy saving and increasing the energy efficiency of an enterprise in the context of its innovative development.

**Ключевые слова:** управление проектами, энергосбережение, энергоэффективность, эмерджентный эффект.

**Keywords:** project management, energy saving, energy efficiency, emergent effect.

Методы управления энергосбережением и повышением энергоэффективности на промышленном предприятии в условиях его инновационной модернизации продолжают оставаться недостаточно исследованными [1]. В ранее проведенных нами исследованиях были представлены различные аспекты решения рассматриваемой проблемы. В частности, особенности использования программно-целевого подхода при

формировании программы энергосбережения и повышения энергоэффективности в условиях инновационной модернизации предприятия были рассмотрены в работе [2]. А требования к управлению проектами создания, внедрения и коммерциализации энергоэффективных инноваций на различных уровнях управления отечественной экономикой были представлены в работе [3]. Все это позволило сформулировать общую математическую постановку задачи, которая предназначена для использования при решении прикладных задач управления [4,5]. В настоящей статье, которая является логическим продолжением предыдущих, рассматривается управление взаимоисключающими, взаимодополняющими и взаимовлияющими проектами в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности.

В основу проведенного исследования была положена задача максимально эффективного распределения ограниченных финансовых ресурсов предприятия. Её решение заключается в определении итогового перечня инвестиционных проектов среди множества возможных альтернатив с учетом наличия возможной взаимосвязи рассматриваемых проектов между собой (табл. 1).

Таблица 1

**Классификация проектов в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности в зависимости от типа возможной взаимосвязи между ними**

Тип взаимосвязи проектов	Возможный экономический эффект от реализации проектов	Возможный эмерджентный эффект от реализации проектов
Взаимоисключающие (альтернативные) проекты	$E_0 \leq 0$ , где $E_0$ экономический эффект от совместной реализации проектов.	Негативный эмерджентный эффект, связанный с тем, что одновременная реализация проектов может привести к серьезным проблемам в производственно-хозяйственной деятельности (например, предлагаемые проектные решения технологически несовместимы) или же их реализация невозможна по объективным причинам (например, проекты сориентированы на изменение технического состояния одной и той же единицы оборудования).
Взаимовлияющие проекты	$E_0 > \sum_{i=1}^n E_i$ , где $E_i$ экономический эффект от реализации отдельного $i$ -го проекта без учета реализации остальных проектов, где $1 < i < n$ .	Позитивный эмерджентный эффект, связанный с тем, что формирование состава проектов проводилось в рамках программно-целевого подхода и было сориентировано на достижение стратегических целей развития предприятия
Взаимодополняющие проекты	$E_0 > 0$ , $E_i \leq 0 \forall i \in \{1, \dots, n\}$	Отсутствует

В результате проведенного анализа нами были выделены три типа возможной взаимосвязи проектов между собой: взаимоисключающие, взаимовлияющие и взаимодополняющие. Проекты являются взаимоисключающими, если они не могут быть реализованы совместно, поскольку осуществление одного из них делает невозможным или нецелесообразным осуществление других. Более того, одновременная реализация проектов может привести к серьезным проблемам в производственно-хозяйственной деятельности (негативные эмерджентные эффекты). Взаимовлияющие проекты при их совместной реализации позволяют получить дополнительные эффекты, не присущие ни одному из проектов в отдельности (положительные эмерджентные эффекты). Эти эффекты могут иметь не только экономический, но также и социальной, организационный или иной характер [6,7]. И, наконец, проекты являются взаимодополняющими, если они не могут быть реализованы по отдельности друг от друга или же их реализация по отдельности экономически не целесообразна.

Особенности управления взаимоисключающими, взаимовлияющими и взаимодополняющими проектами были рассмотрены нами для разных вариантов позиционирования процессов энергосбережения и повышения энергоэффективности в системе управленческих приоритетов предприятия (табл. 2). При этом под позиционированием будем понимать принципиальное решение руководства предприятия о месте энергосбережения и повышения энергоэффективности в системе управления предприятием с различных точек зрения: во-первых, с позиции решения текущих проблем функционирования энергетического хозяйства предприятия; во-вторых, с позиции одного из возможных направлений решения тактических задач повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия; в-третьих, с позиции одного из стратегических направлений развития предприятия, сориентированного на повышение его конкурентоспособности [4].

При этом каждый вариант позиционирования процессов энергосбережения и повышения энергоэффективности на предприятии будет отличаться требованиями к принятию решений о реализации взаимовлияющих проектов. Так, первый вариант позиционирования не предъявляет каких-то особых требований к реализации взаимовлияющих проектов. Во многом это связано с тем, что энергосбережение и повышение энергоэффективности при таком позиционировании направлено на решение локальных проблем, связанных с устранением существующих недостатков в работе энергетического хозяйства предприятия, и, как правило, не предполагает принятия сложных организационно-технических решений, которые требуют своей реализации в рамках нескольких взаимосвязанных проектов. Второй вариант позиционирования энергосбережения предъявляет к взаимовлияющим проектам требование максимизации экономического эффекта от их совместной реализации. Третий вариант позиционирования требует максимизации

возможных позитивных эмерджентных эффектов при реализации взаимовлияющих проектов.

Таблица 2

**Особенности принятия решений по реализации взаимосвязанных проектов при различных вариантах позиционирования энергосбережения и повышения энергоэффективности**

Тип взаимосвязи проектов	1-й вариант позиционирования	2-й вариант позиционирования	3-й вариант позиционирования
Взаимоисключающие (альтернативные) проекты	Не содержит альтернативных проектов	Не содержит альтернативных проектов	Не содержит альтернативных проектов
Взаимовлияющие проекты	Экономия энергетических ресурсов maximизирована	Экономический эффект от совместной реализации взаимовлияющих проектов maximизирован	Эмерджентные эффекты от взаимовлияющих проектов maximизированы
Взаимодополняющие проекты	Приняты или отклонены одновременно	Приняты или отклонены одновременно	Приняты или отклонены одновременно

С учетом приведенных выше особенностей рассмотрим математическую постановку задачи формирования программы энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятия в условиях его инновационного развития. В наших предыдущих исследованиях базовая математическая постановка задачи была представлена следующим образом [4,5]:

$$I \xrightarrow{\delta} \tilde{I} | O(\tilde{I}) \in O, \quad (1)$$

где  $I$  – множество возможных для реализации проектов, которое включает в себя такие проекты, каждый из которых по отдельности потенциально может быть реализован на предприятии;  $\tilde{I}$  - множество выбранных проектов, реализация которых позволит обеспечить достижение поставленных руководством предприятия целей;  $\delta$  - обозначение возможных правил выбора проектов, которые позволяют перейти от множества  $I$  к множеству  $\tilde{I}$ ;  $O(\tilde{I})$  - внутренние и внешние ограничения, накладываемые на реализацию множества выбранных проектов  $\tilde{I}$ , принадлежащие  $O$  - допустимому множеству значений всех возможных ограничений.

Дополним базовую математическую постановку решаемой задачи возможностью учета технологической взаимосвязи между взаимоисключающими, взаимовлияющими и взаимодополняющими проектами. Представим возможную взаимосвязь проектов в виде квадратной матрицы  $X$ , размерность которой равна количеству проектов  $n$  из множества исходных проектов  $I$ , а элементы матрицы описывают взаимосвязь между проектами:

$$X(I) = \begin{pmatrix} 0 & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

где  $X(I)$  - матрица технологической взаимосвязи проектов из множества исходных проектов  $I$ , где  $i$  и  $j$  – индексы номера проектов  $\{1, \dots, n\}$ , а элемент  $x_{ij}$  принимает:

- значение «0», если проект  $i$  не зависит от проекта  $j$  (или если  $i=j$ );
- значение «1», если проект  $i$  является альтернативным для проекта  $j$ ;
- значение «2», если проект  $i$  является взаимодополняющим для проекта  $j$ ;
- значение «3», если проект  $i$  является взаимовлияющим на проект  $j$ .

Матрица технологической взаимосвязи проектов является квадратной матрицей  $n$ -го порядка. При сужении множества  $I$  до множества  $\tilde{I}$  из матрицы  $X(I)$  необходимо вычеркнуть строки и столбцы с номерами  $i_1, i_2, \dots, i_k$ , чтобы получилась матрица  $X(\tilde{I})$  порядка  $n-k$  такая, что:

– не содержит взаимоисключающих проектов - элементов со значением «1»:  $x_{ij} \neq \{1\} \forall x_{ij} \in X(\tilde{I})$ ;

– решение по взаимовлияющим проектам принято в соответствии с выбранным вариантом позиционирования (табл. 2);

– взаимодополняющие проекты приняты или отклонены одновременно:  $\{i, j\} \in \{i_1, i_2, \dots, i_k\} \vee \{i, j\} \notin \{i_1, i_2, \dots, i_k\} \forall x_{ij} \in X(I) \wedge x_{ij} = \{2\}$ .

В этом случае математическая постановка задачи формирования программы энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятия в условиях его инновационного развития может быть представлена следующим образом:

$$I, X(I) \xrightarrow{\delta'} \tilde{I}, X(\tilde{I}) | O(\tilde{I}) \in O, \quad (3)$$

где  $X(I)$  - матрица технологической взаимосвязи проектов из множества исходных проектов  $I$ ;  $X(\tilde{I})$  матрица технологической взаимосвязи проектов из множества выбранных проектов  $\tilde{I}$  в соответствии с выбранным вариантом позиционирования;  $\delta'$  - обозначение возможных правил выбора проектов, которые позволяют перейти от множества  $I$  к множеству  $\tilde{I}$  с учетом возможной взаимосвязи проектов.

Сформулированная постановка задачи по управлению взаимоисключающими, взаимодополняющими и взаимовлияющими проектами в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности адаптирована к возможным вариантам их позиционирования в системе управленческих приоритетов предприятия и сориентирована на разработку программы

энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятия в условиях его инновационного развития.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-18-10227).

### **Список использованной литературы:**

1. Активизация энергосбережения и повышения энергоэффективности в условиях инновационной модернизации российской экономики / А.Н. Мельник, А.Р. Садриев, К.А. Ермолаев, Т.Ю. Анисимова, Л.В. Лукишина, О.Н. Мустафина, М.С. Кузьмин. Казань: Казанский Федеральный университет, 2017. – 268 с.

2. Ермолаев К.А., Кузьмин М.С. Разработка программы энергосбережения и повышения энергоэффективности в условиях инновационной модернизации предприятия / К. А. Ермолаев, М. С. Кузьмин // Цифровая экономика промышленности и сферы услуг: состояние и тенденции развития: труды научно-практической конференции с международным участием / под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. - СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. - С. 346-360.

3. Ермолаев К.А., Кузьмин М.С. Использование проектного подхода в управлении инновационной деятельностью в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности К.А. Ермолаев, М.С. Кузьмин // Проблемы современной экономики. – 2017. – №4(64). – с.36-41.

4. Melnik A.N., Ermolaev K.A. Top management course from the perspective of its impact on the activation of energy-saving activities in the enterprise // International Multidisciplinary Conferences on Social Sciences and Arts SGEM 2014. – 2014. - Bulgaria: STEF92. - Pp. 725-732.

5. Melnik, A.N., Ermolaev, K.A., Antonova, N.V. Stages in formalizing energy conservation and efficiency management in industrial enterprises// Mediterranean Journal of Social Sciences, Volume 5, Issue 12, June 2014, Pages 173-176.

6. Melnik A.N., Lukishina L.V., Sadriev A.R. Formation of the system of indicators to assess the impact of energy efficiency on the innovative development of the enterprise // International Journal of Applied Engineering Research. - 2015. - Т. 10. № 20. - С. 40991-40997.

7. Ермолаев К.А., Кузьмин М.С. Инструментальная поддержка интеграции процессов повышения энергоэффективности и инновационного развития в условиях цифровой экономики // X Международная научно-практическая конференция. Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова; Российский гуманитарный научный фонд. – 2017. – С. 18-21.