

УДК 338

UDC 338

08.00.00 Экономические науки

Economic sciences

**КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
СИСТЕМ**

**TASKS CLASSIFICATION OF THE MULTI-
CRITERIAL ESTIMATION OF THE
PRODUCTION SYSTEMS EFFICIENCY**

Леонтьев Николай Яковлевич
к.э.н., доцент
РИНЦ Author ID: 367198
Начальник отдела научно-технического развития
АО ИК «АСЭ», Н.Новгород, Россия
n.leontyev@niaep.ru

Leontiev Nikolay Jakovlevich
Candidate of Economics, Associate Professor
RSCI Author ID: 367198, Head of Scientific and
Technical Development department
Engineering Company "ASE", N.Novgorod, Russia
n.leontyev@niaep.ru

Юрлов Феликс Федорович
д.т.н., профессор
РИНЦ Author ID: 513135
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е.Алексеева»,
Н.Новгород, Россия

Yurlov Feliks Fedorovich
Doctor of Technical Science, Professor
RSCI Author ID: 513135
Nizhny Novgorod state Technical university n.a. R.A.
Alekseev, N.Novgorod, Russia

В статье на основе сочетания различного количества показателей эффективности экономических систем, учитываемых лицами, принимающими решения, и принципов оптимальности при принятии управленческих решений предложена классификация задач многокритериальной оценки объектов или систем различного уровня и вида. Выявлены трудности при определении эффективности систем, когда приходится учитывать не один, а несколько наборов показателей эффективности и результативности, как правило, разнонаправленного действия или природы (например, показатели социального и экономического характера; абсолютные и относительные показатели эффективности единого характера; показатели риска и доходности). Авторами приведены примеры постановок задач многокритериальной оценки эффективности применительно к производственным системам. Приведены конкретные числовые оценки и порядок рассуждений в каждом из случаев. В статье показано, что традиционные принципы принятия решений: доминирования и Парето – не позволяют подчас выбрать одно единственно эффективное решение, что приводит к необходимости применять иные принципы и дополнительные критерии, как например, принцип выделения главного показателя, принцип формирования комплексных показателей, принцип удовлетворения потребностей потребителя и прочие. Указанные выше факторы существенным образом усложняют процессы принятия решений и требуют дальнейшего совершенствования процедур оценки эффективности принимаемых решений по совокупности наборов показателей, что будет являться темой дальнейших исследований

There is the tasks classification of the multicriterial evaluation of the objects and systems of different levels and types proposed, based on a combination of different numbers of effectiveness indicators for the economic systems, taken into account by decision-makers, and the principles of optimality in the adoption of managerial decisions, in the article. There are the difficulties in determining the systems' effectiveness identified, when it is necessary to take into account not one but several sets of efficiency and effectiveness indicators, as a rule, multidirectional action or nature (for example, social and economic indicators, absolute and relative performance indicators of a single character, risk and return indicators). The authors give examples of the effectiveness' multi-criteria evaluation tasks for the production systems' level. The specific numerical estimates and the order of reasoning in each of the cases are given. There is the prove of the situations when the traditional principles of decision-making: dominance and Pareto - do not allow managers to choose one single effective solution and require to apply other principles and additional criteria, such as the principle of highlighting the main indicator, the principle of forming complex indicators, the principle of meeting the needs Consumer and others in order to choose the most effective system in the article. The above factors significantly complicate decision-making processes and require further improvement of procedures for the decisions' effectiveness assessing using indicators set. This problem will be the subject of the further authors' researches

авторского коллектива

Ключевые слова: ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Keywords: EFFICIENCY, MULTI-CRITERIAL TASKS, PRODUCTION SYSTEMS

Doi: 10.21515/1990-4665-127-069

В настоящей работе предлагается классификация задач многокритериальной оценки эффективности систем различного назначения. В качестве факторов классификации выступают: группы показателей эффективности и принципы оптимальности. В соответствии с указанной классификацией рассматриваются следующие классы задач:

- оценка эффективности и конкурентоспособности анализируемых систем по одному набору показателей эффективности при использовании одного принципа оптимальности;

-оценка эффективности систем различного назначения по одному набору показателей эффективности при применении нескольких принципов оптимальности;

- оценка эффективности анализируемых систем по нескольким наборам показателей эффективности при использовании одного принципа оптимальности;

-оценка эффективности систем различного назначения по нескольким наборам показателей эффективности с использованием нескольких принципов оптимальности.

1. Оценка эффективности и конкурентоспособности анализируемых систем по одному набору показателей эффективности при использовании одного принципа оптимальности.

Данный класс задач характеризуется следующими особенностями.

Для оценки эффективности принимаемых решений формируется набор показателей эффективности:

$$K = \{K_i\}, i = \overline{1, n} \quad (1)$$

В качестве показателей эффективности K_i могут выступать показатели той или иной группы: экономические, технические, социальные и иные показатели.

Для решения поставленных задач используется набор управляемых факторов:

$$X = \{X_i\}, i = \overline{1, m} \quad (2)$$

Управляемые факторы X_i могут иметь финансовое, организационное, управленческое, инновационное и иное содержание.

Зависимости показателей эффективности от управляемых факторов записываются в виде:

$$K = \{K_i\}, i = \overline{1, m} \quad (3)$$

Для выбора эффективного решения формируется принцип оптимальности $G(X)$.

При выборе эффективного решения возможны следующие ситуации:

1. Все эффективные решения совпадают при применении каждого из показателей.
2. Все эффективные решения не совпадают.
3. Часть эффективных решений совпадает, а остальные решения являются различными.

Во второй и третьей ситуациях возникает необходимость согласования принимаемых решений. Далее в статье рассмотрим различные ситуации.

Ситуация 1. Следует **оценить эффективность принимаемых решений** с помощью критериев приведенных годовых затрат и срока окупаемости капитальных вложений.

$$Z(x) = [C(x) + E_n * K(x)] \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\tau = \frac{K_i - K_j}{C_i - C_j} = \frac{\Delta K_{ij}}{\Delta C_{ij}} > (<) \tau_n, \quad \text{где } \tau_n = \frac{1}{E_n} \quad (5)$$

$Z(x)$ приведенные годовые затраты;

$C(X)$ – себестоимость продукции;

$K(x)$ – удельные капитальные вложения;

τ – срок окупаемости капитальных вложений;

τ_n – нормативный срок окупаемости капитальных вложений;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

K_i, K_j – капитальные вложения по сравниваемым вариантам;

C_i, C_j – себестоимость продукции по вариантам.

Используя приведенные критерии установить, совпадают или нет решения, которые получаются при решении каждого из них

$$Z_i > (<) Z_j \quad (6)$$

$$C_i(x) + E_n * K_i(x) > (<) C_j(x) + E_n * K_j(x) \quad (7)$$

$$C_i(x) - C_j(x) > (<) E_n * (K_j(x) - K_i(x)) \quad (8)$$

$$\frac{K_j(x) - K_i(x)}{C_i(x) - C_j(x)} > (<) \tau_n \quad (9)$$

Из приведенных соотношений следует, что применение критериев минимума приведенных годовых затрат и срока окупаемости приводит к одинаковым выводам относительно эффективности принимаемых решений. Несмотря на это на практике находят применение оба критерия: $Z(x)$ характеризует решение с точки зрения затрат, критерий τ – с временной.

Ситуация 2. Максимизация прибыли и рентабельности

$$\Pi(x) = TR(x) - TC(x) \quad (10)$$

Допустим, что определяется экономическое состояние предприятия по прибыли и рентабельности продукции.

$$R = \frac{\Pi(x)}{TC(x)} \quad (11)$$

$$\Pi(x) \rightarrow \max; R(x) \rightarrow \max \quad (12)$$

$$\frac{d\Pi(x)}{dx} = 0; \frac{dTR(x)}{dx} = \frac{dTC(x)}{dx} \quad (13)$$

$$x \rightarrow q; \frac{dTR(q)}{dq} = \frac{dTC(q)}{dq} \quad (14)$$

$$\frac{dTR(q)}{dq} * TC(q) = \frac{dTC(q)}{dq} * TR(q) \quad (15)$$

Сравнивая (14) и (15) видно, что условие максимизации прибыли и рентабельности в общем случае не совпадают, и только в частном случае, при равенстве валового дохода и валовых издержек, результаты оптимизации прибыли и рентабельности совпадут. Для максимизации прибыли скорости изменения валового дохода и валовых издержек должны быть одинаковы.

2. Оценка эффективности систем по одному набору показателей при использовании нескольких принципов оптимальности.

В данном случае для выбора эффективных решений используется набор принципов оптимальности:

$$G = \{G_i\}, G = i, m \quad (16)$$

В качестве принципов оптимальности выступают принципы: доминирования, Парето, комплексных показателей и др.

Для каждого принципа оптимальности определяются эффективные решения:

$$X_1\{G_1\}, X_2\{G_2\}, \dots, X_n\{G_n\} \quad (17)$$

В общем случае указанные решения не совпадают. Поэтому необходим поиск способов согласования этих решений.

Ситуация 3. Производится сравнительная оценка эффективности бизнес-единиц (БЕ) предприятия по набору социальных показателей. В качестве принципов оптимальности выступают принципы: доминирования и Парето. В таблице 1 представлены данные по социальным показателям БЕ предприятия.

Таблица 1. Социальные показатели анализируемых бизнес-единиц

№	Показатели	БЕ1	БЕ2	БЕ3	БЕ4	БЕ5
---	------------	-----	-----	-----	-----	-----

1	Среднесписочная численность работников, чел	49	<u>62</u>	17	28	19
2	Средняя заработная плата, руб.	<u>23 835</u>	23 512	17 781	22 9903	20 723
3	Доля затрат на заработную плату в себестоимости продукции, %	4,0	11,6	<u>25,9</u>	20,1	12,0
4	Отчисления на социальное страхование, руб.	7 151	<u>7 235</u>	5 103	6 871	6 217

В таблице 1 выделены показатели, которые принадлежат наиболее эффективным БЕ. Анализ таблицы показывает, что с помощью данного принципа не удастся определить наиболее эффективное решение (наиболее эффективную СБЕ), так как отсутствуют БЕ, которые уступали бы другим бизнес-единицам по всем показателям.

С использованием принципа Парето также не удастся выделить единственное эффективное решение. В данном случае все БЕ входят в множество несравнимых бизнес-единиц.

3. Оценка эффективности анализируемых систем по нескольким наборам показателей эффективности при использовании одного принципа оптимальности.

В данном случае анализируемые системы характеризуются не одним набором показателей эффективности, а несколькими:

$$K_n = \{K_{ni}\}, n = \overline{1, N} \quad (18)$$

Где K_n - группа показателей эффективности с номером n. Указанные наборы показателей могут иметь техническое, экономическое, социальное и иное содержание. Для выбора эффективных решений используется один принцип: оптимальности. В качестве указанного принципа может выступать один из принципов: доминирования, Парето, комплексных показателей и др.

При решении данного класса задач возможны следующие типы противоречий:

- противоречия между решениями, по каждому показателю отдельных групп;
- противоречия между решениями, принимаемыми различными группами.

Указанные противоречия не позволяют определить эффективные решения как для каждой группы показателей, так и решения для нескольких наборов показателей. Возникает необходимость согласования решений по показателям отдельных групп и решений, относящихся к разным группам.

Ситуация 4. Сравнительная оценка эффективности бизнес-единиц предприятия по двум наборам показателей: социальным и экономическим. В качестве принципа оптимальности используется принцип доминирования. В соответствии с этим принципом при сравнении двух бизнес-единиц БЕ, БЕ с номером I доминирует БЕ с номером J если она превосходит ее по всем показателям и не уступает по остальным.

Таблица 2. Социальные показатели анализируемых бизнес-единиц предприятия

№	Бизнес-единица показатели	БЕ1	БЕ2	БЕ3	БЕ4	БЕ5
1	Среднесписочная численность работников, чел	49	<u>62</u>	17	28	19
2	Средняя заработная плата, руб.	<u>23 835</u>	23 512	17009	22 903	20 723
3	Доля затрат на заработную плату в себестоимости продукции, %	4,0	11,6	<u>25,9</u>	20,1	11,9
4	Отчисления на социальное страхование, руб.	7 151	7 054	<u>5 103</u>	6 871	6 217
5	Доля работников, Имеющих высшее образование, %	<u>18,9</u>	17,7	12,0	9,4	16,3

В таблице 2 выделены показатели, которые принадлежат наиболее эффективным БЕ. Анализ таблицы показывает, что с помощью данного принципа не удастся определить наиболее эффективное решение (наиболее эффективную СБЕ).

Таблица 3. Экономические показатели бизнес-единиц предприятия

№	Бизнес-единица показатели	БЕ1	БЕ2	БЕ3	БЕ4	БЕ5
1	Объем продаж, руб./чел.	<u>6 624 545</u>	2 837 805	1 178 879	1 698 742	2 399 407
2	Прибыль, руб./чел.	<u>1 057 112</u>	504 450	239 495	358 463	302 632
3	Рентабельность, %	15,9	17,8	20,3	<u>21,0</u>	12,6
4	Относительная доля рынка, %	<u>95,0</u>	73,0	2,4	6,8	3,9

Анализ таблицы 3 экономических показателей показывает, что как и в случае социальных показателей с помощью принципа доминирования не удастся определить наиболее эффективную БЕ. Красным цветом по каждому показателю выделены лучшие показатели при сравнении набора БЕ.

Приведенные к сопоставимому виду экономические показатели позволяют перейти к поэтапной реализации принципов выбора эффективных СБЕ с учетом противоречивых критериев. Сравнительный анализ приведенных таблиц с помощью принципа доминирования показывает, что применение указанного принципа приводит к разным экономическим и социальным решениям. Красным цветом выделены максимальные показатели по каждой бизнес-единице. Из таблиц следует, что отсутствуют согласованные решения как по экономическим, так и по социальным показателям.

4 . Сравнительная оценка эффективности сравниваемых систем по нескольким наборам показателей с использованием нескольких принципов

оптимальности.

Данный класс задач является обобщением рассмотренных выше классов задач 1-3. В данном случае приходится решать следующие задачи:

- определение эффективного решения для одного набора показателей с использованием одного принципа оптимальности;

- определение эффективного решения одного набора показателей эффективности с использованием нескольких принципов оптимальности;

- определение эффективного решения для нескольких наборов показателей с использованием одного принципа оптимальности;

- определение эффективного решения для нескольких наборов эффективности с использованием нескольких принципов оптимальности.

Ситуация 5. Производится сравнительная оценка эффективности БЕ. показатели которых приведены в рассмотренных выше таблицах. В качестве принципов оптимальности выступают принципы доминирования и Парето. Анализ указанных таблиц показывает, что с помощью указанных принципов не удастся определить наиболее эффективное единственное решение. Поэтому потребуются применить другие принципы (например, принцип выделения главного показателя).

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Оценка эффективности принимаемых решений по совокупности показателей является актуальной проблемой экономических, технических, социальных и иных систем.

2. Особые трудности возникают при определении эффективности систем различного назначения, когда приходится учитывать не один, а несколько наборов показателей эффективности.

3. В настоящей работе предложена классификация задач оценки эффективности принимаемых решений по совокупности наборов показателей. Приведены примеры постановок задач многокритериальной оценки эффективности принимаемых решений применительно к

производственным системам.

Список литературы

1. Иванов А.А. Инвестиционная привлекательность экономических систем мезоуровня / А.А. Иванов, Н.Д. Иванова, А.Ф. Плеханова, К.И. Колесов, Д.Ю. Ковылкин, И.Г. Горбунова // Экономика и предпринимательство. - 2015. -№ 10-2 (63-2). -С. 271-274.
2. Иванова Н.Д., Иванов А.А, Плеханова А.Ф. Вопросы оценки инвестиционного климата и привлекательности экономических систем: монография / Н.Д. Иванова, А.А. Иванов, А.Ф. Плеханова; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2016. 218 с.: прил.
3. Колесов К.И. Проблемы оценки инвестиционной привлекательности отраслей / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Ковылкин Д.Ю., Иванова Н.Д. // Научное обозрение. – 2016. № 16. С. 343-346.
4. Леонтьев Н. Я. Проблема многокритериального выбора эффективных решений инжиниринговых компаний атомной отрасли // Научное обозрение. - 2016. -№ 18. -С. 127-131.
5. Таскина Л.А. Обоснование необходимости многокритериального подхода к выбору эффективных решений при стратегическом планировании и управлении // Л.А. Таскина, Ф.Ф. Юрлов, Д.А. Корнилов, Ю.А. Сидоренко Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2012. - № 2-1. - С. 270-273.
6. Юрлов Ф.Ф., Шапкин Е.И. Выбор эффективных стратегических решений на основе многоуровневого и многокритериального подходов. // Нижегородский государственный технический университет. Н. Новгород, 2007. С. 208.
7. Юрлов Ф.Ф., Марамохина Е.В. Методика определения эффективности предприятий на основе многокритериального выбора // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 10. - С. 40.

References

1. Ivanov A.A. Investicionnaja privlekatel'nost' jekonomicheskikh sistem mezourovnja / A.A. Ivanov, N.D. Ivanova, A.F. Plehanova, K.I. Kolesov, D.Ju. Kovylnkin, I.G. Gorbunova // Jekonomika i predprinimatel'stvo. - 2015. -№ 10-2 (63-2). -S. 271-274.
2. Ivanova N.D., Ivanov A.A, Plehanova A.F. Voprosy ocenki investicionnogo klimata i privlekatel'nosti jekonomicheskikh sistem: monografija / N.D. Ivanova, A.A. Ivanov, A.F. Plehanova; Nizhegorod. gos. teh. un-t im. R.E. Alekseeva. – N.Novgorod, 2016. 218 s.: pril.
3. Kolesov K.I. Problemy ocenki investicionnoj privlekatel'nosti otraslej / K.I. Kolesov, A.F. Plehanova, A.A. Ivanov, Kovylnkin D.Ju., Ivanova N.D. // Nauchnoe obozrenie. – 2016. № 16. S. 343-346.
4. Leont'ev N. Ja. Problema mnogokriterial'nogo vybora jeffektivnyh reshenij inzhiniringovyh kompanij atomnoj otrasli // Nauchnoe obozrenie. - 2016. -№ 18. -S. 127-131.
5. Taskina L.A. Obosnovanie neobhodimosti mnogokriterial'nogo podhoda k vyboru jeffektivnyh reshenij pri strategicheskom planirovanii i upravlenii // L.A. Taskina, F.F. Jurlov, D.A. Kornilov, Ju.A. Sidorenko Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. - 2012. - № 2-1. - S. 270-273.
6. Jurlov F.F., Shapkin E.I. Vybora jeffektivnyh strategicheskikh reshenij na osnove mnogourovneвого i mnogokriterial'nogo podhodov. // Nizhegorodskij gosudarstvennyj tehniceskij universitet. N. Novgorod, 2007. S. 208.

7. Jurlov F.F., Maramohina E.V. Metodika opredelenija jeffektivnosti predpriyatij na osnove mnogokriterial'nogo vybora // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2014. - № 10. - S. 40.