

Лапаев Д.Н.

Нижегородский государственный технический университет

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ ПО СОВОКУПНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Проблема оценки экономического состояния хозяйствующих субъектов (промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций, отраслей промышленности, административно-территориальных образований, регионов) имеет исключительно важное значение на современном этапе развития страны. Известны два подхода к решению указанной задачи: применение единственного (комплексного) критерия эффективности, применение нескольких критериев эффективности [1], [2], [3]. Использование единственного критерия допустимо в тех ситуациях, когда сравниваемые субъекты хозяйствования (альтернативы) имеют одинаковые условия реализации и показатели эффективности, либо при наличии возможности приведения всех показателей (кроме одного) к сопоставимому виду по каждой альтернативе. Данные требования во многих случаях не выполняются, поэтому использование единственного критерия для определения предпочтительных альтернатив находит ограниченное применение. Более состоятельной представляется оценка хозяйствующих субъектов по некоторой совокупности показателей: экономических, социальных, технических и др.

В общем случае критерии эффективности являются противоречивыми, т.е. улучшение какого-либо из них приводит к ухудшению других. Например, повышение технического уровня предприятия может быть связано с чрезмерными затратами. В ряде случаев улучшение технических параметров производственных систем приводит к отрицательному воздействию на окружающую среду. Увеличение заработной платы работников может осуществляться за счет сокращения численности персонала, что приводит к негативным социальным последствиям. Одновременно обеспечить оптимум по всем показателям, как правило, не удается. Поэтому при сравнительной оценке экономического состояния хозяйствующих субъектов требуется применение особых методов и принципов многокритериальной оптимизации.

Начальным этапом выбора решений по совокупности критериев является формирование эффективного множества альтернатив. Эффективными признаются все субъекты, не доминируемые любыми другими. Это означает, что не существует такой альтернативы в допустимой области их значений, что по всем, за исключением одного, показателям данная альтернатива не хуже и по одному показателю она является наилучшей. Иными словами, все альтернативы эффективного множества являются взаимно несравнимыми (неулучшаемыми). На практике определение эффективного множества позволяет существенно снизить размерность задачи и упростить процесс ее дальнейшего решения.

Анализируя широкий круг задач многокритериального выбора, нельзя обойти вниманием другой характерный аспект. В современных условиях хозяйствова-

ния при реализации различного рода мероприятий (проектов), как правило, взаимодействуют несколько заинтересованных сторон: акционеры, менеджеры, инвесторы, административные органы и др. Во многих случаях требования участников по ключевым вопросам не тождественны. Данное обстоятельство обуславливает необходимость поиска решений, базирующихся на соответствующих схемах компромисса [2], [3]. Очевидно, что, прежде всего, выбор вариантов должен основываться на совместном анализе частных эффективных множеств, как наиболее приемлемых с позиций каждой из сторон. Следовательно, формирование эффективных множеств создает предпосылки получения не только индивидуальных, но и компромиссных решений.

Процедура отбора эффективных субъектов непосредственно по определению является достаточно трудоемкой, особенно при значительном количестве исследуемых альтернатив и критериев эффективности. С целью упрощения процедуры выбора разработана авторская методика определения эффективных решений по совокупности показателей. Предлагаемая методика является обобщением двухкритериальной методики, изложенной в работе [3], на случай использования трех и более критериев. Данная методика основывается на поэтапном определении эффективных и доминируемых альтернатив и включает следующие действия.

1. Определяется исходное множество хозяйствующих субъектов

(альтернатив) $S = \{S_i\}, i = \overline{1, I}$.

2. Выбираются критерии эффективности $K = \{K_j\}, j = \overline{1, J}$.

3. Определяются эффективные субъекты хозяйствования (альтернативы) по каждому критерию на первом этапе анализа $\{S_{jopt_1}\}$. Здесь индекс обозначает порядковый номер стадии анализа (итерации). Первым эффективным решением является альтернатива S_{1opt_1} , имеющая оптимальное значение показателя K_1 . Вторым эффективным решением является альтернатива S_{2opt_1} , имеющая оптимальное значение показателя K_2 и т. д. Заключительным эффективным решением является альтернатива S_{Jopt_1} , имеющая оптимальное значение показателя K_J . Полученные решения составят законченное эффективное множество на первом этапе анализа.

4. Формируется множество субъектов для дальнейшего анализа посредством исключения из исходного множества эффективных субъектов $\{S_{jopt_1}\}$ и субъектов, доминируемых ими.

5. На следующих этапах производятся действия, описанные в п. 3 и 4. Единственное отличие заключается в том, что оптимальные значения показателей $\{K_j\}$ определяются применительно к множеству, полученному на предыдущей итерации.

6. Процедура считается завершенной, когда на некоторой итерации $t = T$ множество не будет содержать никаких альтернатив.

7. Законченное множество эффективных субъектов хозяйствования составят альтернативы, выявленные на всех возможных стадиях анализа:



$$M_{\text{эфф}} = \{S1_t, S2_t, \dots, SJ_t\}, t = 1, T.$$

Рассмотрим пример определения эффективных решений на основании предложенной методики. Исходные сведения по десяти субъектам хозяйствования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Анализируемые субъекты хозяйствования в порядке возрастания показателей

Показатели	Альтернативы									
K1	S_7	S_{10}	S_1	S_3	S_5	S_8	S_2	S_6	S_9	S_4
K2	S_3	S_5	S_2	S_{10}	S_9	S_4	S_7	S_1	S_8	S_6
K3	S_1	S_7	S_9	S_3	S_8	S_6	S_4	S_5	S_2	S_{10}

Здесь для удобства анализа исследуемые варианты расположены в порядке возрастания значений каждого из трех показателей. Используя одни и те же начальные данные, разберем некоторые ситуации выбора эффективных альтернатив.

В начале будем полагать, что экономическое состояние хозяйствующих субъектов улучшается при росте каждого показателя. Иными словами считаем все показатели эффективными.

На первом этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_4 , S_6 и S_{10} , имеющие максимальные значения показателей. Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область ОД₁₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K2 < K2_{S4}, \\ K3 < K3_{S4}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям соответствуют субъекты: S_3 и S_9 .

Вторая область ОД₂₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S6}, \\ K3 < K3_{S6}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям соответствуют субъекты: S_7 , S_1 , S_3 и S_8 .

Третья область ОД₃₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S10}, \\ K2 < K2_{S10}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям не соответствует ни один субъект.

Следовательно, неэффективными являются субъекты: S_1 , S_3 , S_7 , S_8 и S_9 .

Тогда в новое множество войдут только две альтернативы S_2 и S_5 . Среди них доминирует субъект S_2 . В итоге множество эффективных субъектов хозяйствования запишем следующим образом: $M_{\text{эфф}} = \{S_2, S_4, S_6, S_{10}\}$.

Рассмотрим второй вариант. Допустим теперь, что экономическое состояние хозяйствующих субъектов улучшается при снижении показателей $K1$ и $K2$ и росте показателя $K3$. Иными словами считаем показатели $K1$ и $K2$ затратными, а показатель $K3$ эффективным.

На первом этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_7 , S_3 и S_{10} , имеющие оптимальные значения показателей. Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область ОД₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K2 > K2_{S7}, \\ K3 < K3_{S7}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям соответствует субъект S_1 .

Вторая область ОД₂ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 > K1_{S3}, \\ K3 < K3_{S3}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям отвечает субъект S_9 .

Третья область ОД₃ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 > K1_{S10}, \\ K2 > K2_{S10}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям удовлетворяют субъекты S_1, S_8, S_6, S_9 и S_4 .

Как и в предыдущем случае в новое множество войдут те же альтернативы S_2 и S_5 , но в данной ситуации оба субъекта являются взаимно несравнимыми. В итоге множество эффективных субъектов хозяйствования запишем следующим образом: $M_{\phi} = \{S_2, S_3, S_5, S_7, S_{10}\}$.

Рассмотрим третий вариант. Считаем показатель $K1$ затратным, а показатели $K2$ и $K3$ эффектными.

На первом этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_7, S_6 и S_{10} , имеющие оптимальные значения показателей. Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область ОД₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K2 < K2_{S7}, \\ K3 < K3_{S7}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям не соответствует ни один субъект.

Вторая область ОД₂ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 > K1_{S6}, \\ K3 < K3_{S6}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям отвечает субъект S_9 .

Третья область ОД₃ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 > K1_{S10}, \\ K2 < K2_{S10}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям удовлетворяют субъекты S_3, S_5 и S_2 .

Следовательно, неэффективными являются субъекты: S_2, S_3, S_5 и S_9 .

Тогда в новое множество войдут три альтернативы S_1, S_4 и S_8 (табл. 2).

Таблица 2

**Анализируемые субъекты хозяйствования в порядке возрастания показателей
(вариант 3, этап 2)**

Показатели	Альтернативы		
<i>K1</i>	S_1	S_8	S_4
<i>K2</i>	S_4	S_1	S_8
<i>K3</i>	S_1	S_8	S_4

Данные субъекты имеют лучшие значения первого, третьего и второго показателя соответственно. В итоге множество эффективных субъектов хозяйствования запишем следующим образом: $M_{\phi} = \{S_1, S_4, S_6, S_7, S_8, S_{10}\}$.

Рассмотрим четвертый вариант. Полагаем, что показатели *K1* и *K3* являются эффективными, а показатель *K2* - затратным.

На первом этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_4 , S_3 и S_{10} , имеющие оптимальные значения показателей. Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область $O\Delta_1$ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K2 > K2_{S4}, \\ K3 < K3_{S4}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям удовлетворяют субъекты S_7 , S_1 , S_8 и S_6 .

Вторая область $O\Delta_2$ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S3}, \\ K3 < K3_{S3}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям отвечают субъекты S_7 и S_1 .

Третья область $O\Delta_3$ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S10}, \\ K2 > K2_{S10}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям соответствует субъект S_7 .

Следовательно, неэффективными являются субъекты: S_1 , S_6 , S_7 и S_8 .

В новое множество войдут три альтернативы S_2 , S_5 и S_9 (табл. 3).

Таблица 3

**Анализируемые субъекты хозяйствования в порядке возрастания показателей
(вариант 4, этап 2)**

Показатели	Альтернативы		
<i>K1</i>	S_5	S_2	S_9
<i>K2</i>	S_5	S_2	S_9
<i>K3</i>	S_9	S_5	S_2

Данные субъекты имеют лучшие значения третьего, второго и первого показателя соответственно. В итоге множество эффективных субъектов хозяйствования запишем следующим образом: $M_{\phi} = \{S_2, S_3, S_4, S_5, S_9, S_{10}\}$.

Рассмотрим пятый вариант. Считаем показатели *K1* и *K2* эффективными, а показатель *K3* затратным.

На первом этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_4 , S_6 и S_1 , имеющие оптимальные значения показателей. Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область ОД₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K2 < K2_{S4}, \\ K3 > K3_{S4}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям удовлетворяют субъекты S_5 , S_2 и S_{10} .

Вторая область ОД₂ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S6}, \\ K3 > K3_{S6}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям отвечают те же субъекты.

Третья область ОД₃ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S1}, \\ K2 < K2_{S1}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям соответствуют субъекты S_7 и S_{10} .

Следовательно, неэффективными являются субъекты: S_2 , S_5 , S_7 и S_{10} .

В новое множество войдут три альтернативы S_3 , S_8 и S_9 (табл. 4).

Таблица 4

**Анализируемые субъекты хозяйствования в порядке возрастания показателей
(вариант 5, этап 2)**

Показатели	Альтернативы		
K1	S_3	S_8	S_9
K2	S_3	S_9	S_8
K3	S_9	S_3	S_8

Среди них субъект S_9 доминирует субъект S_3 и является взаимно несравнимым с субъектом S_8 . В итоге множество эффективных субъектов хозяйствования запишем следующим образом: $M_{\text{эф}} = \{S_1, S_4, S_6, S_8, S_9\}$.

Рассмотрим заключительный, шестой вариант. Считаем показатель $K1$ эффективным, а показатели $K2$ и $K3$ затратными.

На первом этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_4 , S_3 и S_1 , имеющие оптимальные значения показателей. Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область ОД₁ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K2 > K2_{S4}, \\ K3 > K3_{S4}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям не удовлетворяет ни один субъект.

Вторая область ОД₂ имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 < K1_{S3}, \\ K3 > K3_{S3}. \end{array} \right.$$

Указанным требованиям отвечает субъект S_{10} .

Третья область ОД₃ имеет вид:

$$\begin{cases} K1 < K1_{S1}, \\ K2 > K2_{S1}. \end{cases}$$

Указанным требованиям не удовлетворяет ни один субъект. Следовательно, неэффективным является единственный субъект S_{10} .

В новое множество войдут шесть альтернатив: S_2, S_5, S_6, S_7, S_8 и S_9 (табл. 5).

Таблица 5

**Анализируемые субъекты хозяйствования в порядке возрастания показателей
(вариант 6, этап 2)**

Показатели	Альтернативы					
K1	S_7	S_5	S_8	S_2	S_6	S_9
K2	S_5	S_2	S_9	S_7	S_8	S_6
K3	S_7	S_9	S_8	S_6	S_5	S_2

На втором этапе анализа выделяем эффективные альтернативы S_9, S_5 и S_7 , имеющие оптимальные значения первого, второго и третьего показателей.

Формируем соответствующие им доминируемые области.

Первая область ОД₁₂ имеет вид:

$$\begin{cases} K2 > K2_{S9}, \\ K3 > K3_{S9}. \end{cases}$$

Указанным требованиям удовлетворяют субъекты S_8 и S_6 .

Вторая область ОД₂₂ имеет вид:

$$\begin{cases} K1 < K1_{S5}, \\ K3 > K3_{S5}. \end{cases}$$

Указанным требованиям не отвечает ни один субъект.

Третья область ОД₃₂ имеет вид:

$$\begin{cases} K1 < K1_{S7}, \\ K2 > K2_{S7}. \end{cases}$$

Указанным требованиям также не удовлетворяет ни один субъект. Следовательно, неэффективными являются субъекты S_6 и S_8 .

Тогда в заключительное множество войдет единственная альтернатива S_2 . В итоге множество эффективных субъектов хозяйствования запишем следующим образом: $M_{\text{эф}} = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_7, S_9\}$.

Материал, изложенный в настоящей статье, позволяет сделать следующие выводы.

1. В настоящее время проблема многокритериального выбора эффективных альтернатив в экономике является актуальной.
2. Для решения указанной проблемы необходима дальнейшая разработка принципов и методов оценки эффективности систем различного назначения.
3. Предложенная в работе методика позволяет отказаться от трудоемкой процедуры сравнительного анализа альтернатив при определении эффективных субъектов хозяйствования по совокупности показателей.

4. Данная методика является единственным инструментом выбора, доступным для практического применения различным участникам мероприятий (проектов) и заинтересованным сторонам.

5. Методика позволяет учесть противоречия как между показателями выбора эффективных решений, так и между интересами сторон.

Литература

- 1. Юрлов, Ф.Ф.** Технико-экономическая эффективность сложных радиоэлектронных систем / Ф.Ф. Юрлов. М.: Сов. радио, 1980.
- 2. Юрлов, Ф.Ф., Плеханова, А.Ф., Маркитанов, М.Ю.** Выбор эффективных решений в экономике / Ф.Ф. Юрлов, А.Ф. Плеханова, М.Ю. Маркитанов. НГТУ. – Н.Новгород, 2004.
- 3. Юрлов, Ф.Ф., Лапаев, Д.Н., Плеханова, А.Ф.** Многокритериальная оценка и выбор эффективных решений в экономике / Ф.Ф. Юрлов, Д.Н. Лапаев, А.Ф. Плеханова. НГТУ. – Н.Новгород, 2005.